

**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:** 77 (1986)

**Heft:** 4

**Artikel:** L'utilisation des procédés bi-énergie dans l'industrie

**Autor:** Saullo, Angelo

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-904163>

### **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:** 01.04.2025

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

# L'utilisation des procédés bi-énergie dans l'industrie

*Sur la base des exemples d'applications industrielles, le rapport cherche à mettre en évidence les motivations principales qui peuvent inciter un industriel à adopter ces systèmes ainsi que l'influence que certains facteurs, tels que les technologies mises en jeu, l'automatisation, les prix et les disponibilités d'énergie, pourront exercer sur le développement des différentes applications bi-énergie.*

*Anhand konkreter Beispiele aus der Industrie wird in diesem Bericht versucht, die Gründe aufzuzeigen, die ein Industrieunternehmen zur Einführung bivalenter Systeme veranlassen. Ferner wird dargelegt, auf welche Weise bestimmte Faktoren wie Technologie, Automatisierung sowie Preis und Verfügbarkeit der Energie die Entwicklung einzelner bivalenter Verfahren beeinflussen können.*

Version légèrement raccourcie d'un rapport du «Comité d'Etudes du Développement des Applications de l'Énergie Électrique». Document 85 F 70/D.5 du Congrès de l'UNIPED 1985 à Athènes.

## Adresse de l'auteur

Groupe d'Experts du Développement des Applications Industrielles sous la présidence de M. Angelo Saullo, Ingénieur, Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL), Via Ceresio 7/9, I-20154 Milano

## 1. Introduction

L'intérêt croissant pour les procédés bi-énergie se situe au niveau de l'ensemble des initiatives développées au cours des dernières années pour améliorer et rationaliser l'utilisation de l'énergie.

Les procédés ou systèmes bi-énergie auxquels les distributeurs d'énergie électrique s'intéressent sont bien entendu ceux où l'emploi de deux ou plusieurs vecteurs énergétiques répond aux exigences énergétiques, un de ces vecteurs étant l'énergie électrique, spécialement lorsque cette dernière est destinée à des utilisations qui sont traditionnellement servies par des combustibles. Par conséquent, on ne peut considérer comme systèmes bi-énergie les procédés dans lesquels l'énergie électrique est destinée à des usages captifs (tels que force motrice, automatismes, éclairage, etc.).

Le Groupe d'experts du développement des applications industrielles s'intéresse depuis déjà longtemps à l'usage de ces systèmes particuliers dans les procédés industriels, et une note avait été rédigée pour le Congrès UNIPED de Bruxelles [1]. Dernièrement, les systèmes bi-énergie ont fait l'objet d'un certain nombre de manifestations organisées au niveau national et international (Conférence UNIPED, Killarney, septembre 1983) [2; 3].

Le but du présent rapport est de reprendre synthétiquement certaines considérations exprimées alors sur les possibilités de développement des systèmes bi-énergie dans l'industrie.

## 2. Les systèmes bi-énergie

En termes généraux, on peut classer les utilisations de systèmes bi-énergie dans l'industrie en deux catégories:

● *Systèmes bi-énergie simultanés:* dans lesquels les deux vecteurs énergétiques sont utilisés de manière complé-

mentaire et, dans la plupart des cas, simultanément. L'adoption de ces systèmes n'implique pas la duplication de parties de l'équipement; l'utilisateur a peu ou aucune liberté pour établir les proportions relatives à l'usage des différentes énergies.

● *Systèmes bi-énergie alternatifs:* dans lesquels les deux vecteurs énergétiques sont parfaitement interchangeables et ne sont jamais utilisés simultanément. L'adoption de ces systèmes implique la duplication partielle ou totale de l'équipement; l'utilisateur est entièrement libre en ce qui concerne le choix de l'énergie à utiliser, ce qui lui permet d'adopter l'opération ayant un coût énergétique minimum.

Les deux systèmes ont été adoptés dans l'industrie en de nombreuses circonstances; les tableaux I (systèmes bi-énergie simultanés) et II (systèmes bi-énergie alternatifs) présentent quelques-uns des exemples les plus significatifs.

En particulier, cette classification s'applique aux systèmes dans lesquels l'association de l'énergie électrique avec un autre vecteur énergétique se produit au niveau d'usage final. De manière plus générale, on pourrait également qualifier de bi-énergie d'autres systèmes d'utilisation de l'énergie électrique, bien que leurs caractéristiques diffèrent sensiblement de celles des cas précédents:

- systèmes de récupération de chaleur qui comportent un plus grand emploi de l'énergie électrique;
- systèmes qui associent l'énergie électrique à certaines sources d'énergie renouvelable (éolienne, solaire, etc.);
- systèmes de production combinée: chaleur-énergie électrique.

Ces dernières applications concernent plutôt le domaine de la gestion des sources primaires (production

<b>Exemple 1</b>	<b>Métaux non ferreux [3]</b>
Production:	Lingots d'aluminium de deuxième fusion.
Opération:	Fusion et affinage de chutes et déchets d'aluminium.
Objectifs poursuivis:	Economies dans les coûts d'énergie.
Solution bi-énergie adoptée:	Un four à induction à canal est équipé d'un brûleur-gaz qui préchauffe la charge dans l'enceinte même du four; la fusion et l'affinage de la charge est mené à terme par chauffage à induction.
Solutions alternatives:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fours à combustibles.</li> <li>- Fours à induction à creuset (coreless).</li> </ul>
Résultats obtenus:	Par comparaison avec la fusion par induction seulement: économies de 43% dans la consommation d'énergie et de 36% dans les coûts d'énergie. Par comparaison avec la fusion au gaz: économies de 36% dans la consommation d'énergie et de 40% dans les coûts d'énergie.
Commentaires:	Plusieurs fours de ce type sont en exploitation.
<b>Exemple 2</b>	<b>Papier [2]</b>
Production:	Papier et carton.
Opération:	Séchage final de la bande.
Objectifs poursuivis:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation de la production dans une installation existante;</li> <li>- Correction du profil d'humidité dans le sens traverse de la bande.</li> </ul>
Solution bi-énergie adoptée:	L'installation d'une section finale de séchage par infrarouge électrique a permis de réduire de 92% à 85% le degré de siccité du produit à la sortie des cylindres de séchage à la vapeur existants. Par conséquent, la quantité d'eau évaporée augmente de 6,9 t/h à 7,6 t/h.
Solutions alternatives:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installation de cylindres de séchage supplémentaires;</li> <li>- Installation d'une section finale de séchage par micro-ondes.</li> </ul>
Résultats obtenus:	Production augmentée de 10% avec des investissements réduits.
Commentaires:	Quoiqu'importantes, les économies d'énergie n'ont pas eu d'influence au moment où l'investissement a été décidé.
<b>Exemple 3</b>	<b>Papier [3]</b>
Production:	Ouate de cellulose.
Opération:	Séchage final du produit.
Objectifs poursuivis:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminuer la consommation d'énergie;</li> <li>- Corriger le profil final d'humidité dans le sens travers.</li> </ul>
Solution bi-énergie adoptée:	Le profil de la température du cylindre de séchage final est établi au moyen de courants de foucault induits par un groupe de 36 inducteurs placés à l'intérieur du cylindre et commandés par ordinateur.
Solutions alternatives:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chauffage par infrarouges;</li> <li>- Chauffage par micro-ondes;</li> <li>- Séchage très poussé suivi d'une réhumidification par injection de vapeur directement sur le produit.</li> </ul>
Résultats obtenus:	L'installation n'est pas encore en service. Son intérêt n'est pas dû aux économies d'énergie - qui ne justifieraient pas l'investissement - mais à une qualité du produit améliorée et à un moindre taux de rebuts.
Commentaires:	L'adoption du système a été possible parce qu'un ordinateur commande déjà l'installation; cet ordinateur prendra en charge aussi la commande des inducteurs.
<b>Exemple 4</b>	<b>Mécanique [3]</b>
Production:	Fonderie de fonte.
Opération:	Fusion, attente et surchauffe de la fonte.
Objectifs poursuivis:	Economies d'énergie.
Solution bi-énergie adoptée:	La fonte, produite au cubilot, est tenue en attente et surchauffée dans un four à induction à canal (procédé duplex).
Solutions alternatives:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fusion et surchauffe au cubilot seulement;</li> <li>- Fusion, attente et surchauffe au four à induction.</li> </ul>
Résultats obtenus:	Des économies d'énergie de l'ordre de 40%, par comparaison au seul cubilot, sont possibles.
Commentaires:	La technique est déjà utilisée dans de nombreuses fonderies.

combinée) et celui de la récupération des énergies concentrées ou dispersées. On ne les considérera pas dans le présent rapport.

Les exemples d'applications de procédés bi-énergie exposés dans les tableaux I et II sont tirés en grande partie des rapports présentés au cours de différents Colloques sur ce sujet; pour chacun d'entre eux, on a tâché de mettre en évidence les raisons principales qui ont incité l'industriel à adopter les systèmes en question. Les motivations les plus fréquentes semblent être, dans l'ordre:

● *Pour les systèmes bi-énergie simultanés:*

- augmentation de la productivité du procédé et, comme cas particulier, augmentation de la capacité productive d'un équipement existant, impliquant des coûts d'investissement limités;
- diminution de la surface occupée par les installations, ce qui permet une meilleure organisation (layout) des lignes de production et un plus grand confort pour le personnel;
- meilleure qualité du produit, traduite par une qualification supérieure et/ou un taux de rebuts inférieur;
- économie de gestion en d'autres phases du procédé, en amont ou en aval du service intéressé par l'application bi-énergie;
- coûts énergétiques moins élevés;
- plus grande facilité d'automatisation.

● *Pour les systèmes bi-énergie alternatifs:*

- réduction des coûts énergétiques grâce à l'usage d'énergie électrique disponible à des prix avantageux pendant certaines périodes de l'année ou de la journée;
- en second lieu, une plus grande garantie de pouvoir maintenir les rythmes de production, ceci dû au fait qu'une partie de l'équipement est doublée.

### 3. Possibilités de développement des systèmes bi-énergie

Ainsi, comme pour tout procédé industriel, l'investissement dans un système bi-énergie n'est acceptable que si l'analyse économique confirme l'avantage pour l'utilisateur à se munir de l'installation en question; par conséquent, la décision est influencée par de

nombreux facteurs. L'examen des cas exposés dans les tableaux I et II permet de développer quelques considérations sur les effets que certains de ces facteurs, cités ci-dessous, pourront avoir sur le développement des procédés bi-énergie.

### 3.1 Caractéristiques technologiques du procédé

En ce qui concerne les systèmes bi-énergie *simultanés*, les exemples exposés dans le tableau I démontrent que toutes les technologies électriques, des plus simples aux plus sophistiquées, sont adoptées à condition que les résultats économiques soient favorables; les consommations et les coûts énergétiques sont rarement des éléments déterminants dans la décision relative au choix du système bi-énergétique. Au contraire, on accorde beaucoup plus d'importance à d'autres aspects tels que la qualité du produit, les économies relatives à d'autres parties de l'installation, les possibilités d'automatisation.

Les technologies utilisées dans les systèmes bi-énergie *alternatifs* semblent être moins nombreuses. En réalité, dans les exemples cités dans le tableau II, on a utilisé uniquement les techniques de chauffage à résistance. Comme déjà dit, ceci est probablement dû au fait que l'adoption d'un système bi-énergie alternatif implique la duplication partielle des équipements de production; l'utilisation de technologies assez simples telles que celles du chauffage par résistance, permet de minimiser aussi bien les coûts de développement associés à l'étude et à la mise au point d'un nouveau système que les coûts d'investissement pour l'achat et l'installation de tels équipements; cette circonstance constitue probablement un argument décisif étant donné que l'investissement supplémentaire doit être récupéré essentiellement à travers une diminution des coûts énergétiques.

### 3.2 Automatisation

Les systèmes bi-énergie simultanés, ainsi que les systèmes alternatifs, bénéficieront des progrès faits dans le domaine de l'automatisation des procédés de production; toutefois les possibilités offertes aux premiers semblent être supérieures. En ce qui concerne l'un des exemples présenté dans le tableau I, le fait que le processus soit

### *Exemples de systèmes bi-énergie simultanée*

Tableau I (suite)

<i>Exemple 5</i>	<i>Mécanique [2]</i>
Production:	Composants pour l'industrie automobile.
Opération:	Moulage de carter en aluminium pour embrayages.
Objectifs poursuivis:	Economies d'énergie dans une installation existante.
Solution bi-énergie adoptée:	L'usine a arrêté son atelier de fusion, équipé de fours de fusion à combustible et à induction, et utilise maintenant de l'aluminium liquide provenant d'une autre usine; le métal liquide est surchauffé dans un four d'attente à induction. Tous les fours à combustible préexistants ont été éliminés.
Solutions alternatives:	Maintenir en exploitation l'installation existante en s'équipant de nouveaux fours.
Résultats obtenus:	Plus de 85% d'économies d'énergie.
Commentaires:	Quelques-uns des fours de fusion à induction préexistants ont été maintenus en exploitation pour recycler les chutes et les déchets produits à l'intérieur de l'usine.
<i>Exemple 6</i>	<i>Agro-Alimentaire [4]</i>
Production:	Récupération de dérivés du lait pour alimentation animale.
Opération:	Concentration préliminaire de lactosérum.
Objectifs poursuivis:	- Réduction des coûts d'exploitation; - Economies d'énergie.
Solution bi-énergie adoptée:	Le lactosérum est préconcentré de 5% à 40% en contenu de matières solides, au moyen d'un système de recompression mécanique de vapeur (R.V.M.) entraîné par moteur électrique. La concentration de 40% à 90% de matières solides s'effectue au moyen de cylindres sècheurs chauffés à la vapeur.
Solutions alternatives:	Préconcentration au moyen de système utilisant la vapeur.
Résultats obtenus:	Résultats d'exploitation non encore disponibles. On estime pouvoir réaliser: - Des économies de 100 000 £ par an sur les coûts d'exploitation; - Une économie d'énergie de 500 t.e.p. par an.
Commentaires:	A cause du prix de marché très bas de ses dérivés, le traitement du lactosérum a posé des problèmes à partir du moment où l'énergie est devenue plus chère.

contrôlé par un calculateur électronique de procédé «on-line» a permis de prévoir l'adoption d'un système bi-énergie simultanée dans lequel le réglage de la partie d'équipement alimentée par énergie électrique requiert, pour atteindre le degré d'amélioration de qualité désiré, une précision et une rapidité de réglage que seul un calculateur électronique de processus pouvait permettre.

### 3.3 Prix de l'énergie

Exception faite de quelques cas particuliers, les coûts énergétiques ne constituent pas un facteur déterminant lorsqu'il s'agit d'adopter un système bi-énergie simultanée. En d'autres termes, les prix de l'énergie électrique comparés à ceux des combustibles n'ont pas une grande influence sur le développement des systèmes bi-énergie simultanés qui, à cet égard, ne diffèrent pas des investissements industriels en général, pour lesquels l'incidence des coûts de l'énergie sur les

coûts de production ne dépasse pas un faible pourcentage [1].

Au contraire, les prix de l'énergie électrique auront une influence bien plus accentuée sur le développement des procédés bi-énergie *alternatifs* car, en proposant de tels systèmes, on veut offrir à l'utilisateur la possibilité de choisir librement l'énergie à employer et de minimiser le coût correspondant.

L'évolution future des prix de l'énergie électrique constitue un aspect important pour l'utilisateur de systèmes bi-énergie alternatifs. Puisque le coût d'investissement supplémentaire associé à l'adoption d'un système bi-énergie alternatif devra être récupéré grâce à l'économie réalisée sur les coûts énergétiques, il est donc très important pour l'industriel de pouvoir évaluer de manière assez précise l'évolution future des prix de l'énergie électrique. Les garanties que le distributeur pourra lui fournir à ce propos auront certainement un poids considérable en ce qui concerne la décision du choix. Le distributeur devra donc surveiller

<b>Exemple 1</b>	<b>Mécanique [2]</b>
Production:	Composants pour l'industrie automobile.
Opération:	Chauffage de baignoires pour traitements de surface; séchage de composants; préparation d'eau chaude sanitaire.
Objectifs poursuivis:	Economies d'énergie dans une installation existante.
Solution bi-énergie adoptée:	Adoption d'un système de chauffage électrique décentralisé: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermoplongeurs électriques pour le chauffage des baignoires;</li> <li>- Chauffage par résistances de l'air, dans les étuves de séchage;</li> <li>- Chauffe-eau électrique à accumulation pour la production d'eau chaude sanitaire.</li> </ul> Le système de chauffage centralisé (chaudière au gaz) n'est utilisé qu'en hiver.
Solutions alternatives:	Chauffage au gaz.
Résultats obtenus:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Economies de 46% sur les coûts énergétiques;</li> <li>- Temps de retour des investissements: 2 ans;</li> <li>- Coefficient de substitution <math>\gamma = 4,5</math>.</li> </ul>
Commentaires:	Le rendement énergétique moyen du système centralisé en fonctionnement d'été est de 22%.
<b>Exemple 2</b>	<b>Mécanique [2]</b>
Production:	Composants mécaniques.
Opération:	Séchage et cuisson de peinture sur des composants métalliques.
Objectifs poursuivis:	Minimiser les coûts énergétiques dans une nouvelle installation.
Solution bi-énergie adoptée:	L'air chaud des tunnels de séchage est chauffé par des brûleurs alimentés au gaz propane et, alternativement, par des résistances électriques. L'utilisation d'un système de chauffage par infrarouges est à l'étude.
Solutions alternatives:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résistances électriques seulement;</li> <li>- Chauffage électrique par accumulation;</li> <li>- Brûleurs au propane seulement.</li> </ul>
Résultats obtenus:	Par comparaison avec la solution avec brûleurs au propane seulement: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plus de 20% d'économies sur les coûts énergétiques;</li> <li>- Temps de retour de l'investissement supplémentaire: 18 mois.</li> </ul>
<b>Exemple 3</b>	<b>Mécanique [2]</b>
Production:	Composants pour l'industrie automobile.
Opération:	Chauffage des baignoires pour traitement de surface (phosphatation).
Objectifs poursuivis:	Economies d'énergie de 15% dans une installation existante.
Solution bi-énergie adoptée:	Des réchauffeurs électriques à circulation ont été mis en place, en parallèle à l'installation de chauffage à la vapeur existante.
Solutions alternatives:	Chauffage par électricité seulement et, en particulier, au moyen de pompes à chaleur.
Résultats obtenus:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 38% d'économies sur les coûts énergétiques;</li> <li>- Temps de retour des investissements: 17 mois.</li> </ul>
Commentaires:	La température de fonctionnement des baignoires a été réduite. Le rendement du système vapeur en période d'été est de l'ordre de 30%.
<b>Exemple 4</b>	<b>Agro-alimentaire [2]</b>
Production:	Malt pour production de bière.
Opération:	Tourailage du malt pour production de bière.
Objectifs poursuivis:	Diminution des coûts énergétiques.
Solution bi-énergie adoptée:	L'eau surchauffée utilisée pour le chauffage de l'air de séchage est produite par une chaudière au fuel et, alternativement, par une chaudière électrique. La chaudière au fuel n'est utilisée que lors de périodes de charge très élevée du réseau électrique.
Solutions alternatives:	Chaudière au fuel seulement.
Résultats obtenus:	Economies de 46% sur les coûts d'énergie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temps de retour des investissements: 2,7 années;</li> <li>- Coefficient de substitution <math>\gamma = 3,6</math>.</li> </ul>
Commentaires:	L'installation prévoit aussi l'utilisation d'une pompe à chaleur pour la récupération de l'énergie thermique de l'air à la sortie des tours de séchage. La pompe à chaleur est exploitée en bi-énergie simultanée.

de très près le développement des puissances électriques installées dans des applications de bi-énergie alternative, afin de s'assurer que ce développement ne modifie pas de façon substantielle la structure des coûts de production de l'électricité et, par conséquent, les conditions qui sont à la base de l'intérêt économique de ces systèmes bi-énergie.

### 3.4 Politique énergétique et disponibilité d'énergie électrique

Etant donné les motifs qui sont à la base de leur adoption, les utilisations de systèmes bi-énergie *simultanés* continueront à évoluer probablement comme autrefois, indépendamment de la disponibilité relative des différentes sources d'énergies; le facteur «disponibilité» n'aura de poids que dans certains cas particuliers (p. ex. le manque croissant de charbons à coke pourrait faciliter l'adoption de torches à plasma dans les hauts-fourneaux pour la fonte).

Les systèmes bi-énergie *alternatifs* se présentent comme une solution fort intéressante pour les pays où la production d'énergie électrique est actuellement, ou en perspective, effectuée principalement au moyen d'installations à coût en capital élevé, telles que les centrales à charbon (centrales thermiques) et, surtout, les centrales nucléaires. Dans ce cas, le coût de production du kWh sera très sensible à la modulation horaire et saisonnière de la demande, ce qui permettra au distributeur d'énergie électrique de proposer, pour les périodes hors de celles à charge maximale, des prix du kWh avantageux pour les applications bi-énergie.

Dans les pays où la production sera basée, du moins pour les prochaines années, sur l'utilisation de combustibles d'importation, la partie proportionnelle dans les coûts de production du kWh sera assez importante; par conséquent, les différences des prix de vente dues à la modulation horaire ou saisonnière de la demande seront moins importantes que pour des pays où la production d'énergie électrique utilise l'énergie nucléaire. Dans de telles conditions, les cas où l'adoption d'un système bi-énergie alternatif sera économiquement intéressant ne seront pas aussi nombreux et relèveront surtout de la possibilité de réaliser des économies d'énergie assez importantes ( $\gamma \geq 2,5$ ).

## 4. Conclusions

Les systèmes bi-énergie simultanés et bi-énergie alternatifs sont des «produits» aux caractéristiques très différentes.

● *Le procédé bi-énergie simultané* est un produit essentiellement «technologique». Il se voit offrir de nouvelles perspectives de développement dans la mesure où les conditions d'approvisionnement de l'énergie encouragent les industriels à en rechercher l'usage plus rationnel et, de ce fait, à développer et adopter des systèmes de production à même d'exploiter au maximum les qualités complémentaires des énergies disponibles. Ces systèmes bi-énergie constituent un instrument très efficace pour introduire l'énergie électrique dans des procédés qui utilisaient, traditionnellement, uniquement des combustibles. Il peut être intéressant d'encourager le développement de systèmes bi-énergie simultanés ayant un certain degré de flexibilité dans les proportions rela-

tives d'emploi des deux énergies; outre l'avantage «technique», de tels systèmes présentent un intérêt «énergétique» car ils permettent à l'industriel d'adapter le mieux possible son procédé à l'évolution future des prix des énergies (dans la mesure où cette composante du coût revêt de l'importance du point de vue économique).

● *Le système bi-énergie alternatif* est un produit essentiellement «tarifaire». Il s'adapte bien à la situation des pays qui, pour la production d'énergie électrique, utilisent surtout l'énergie nucléaire. D'autre part, dans ces pays, on peut s'attendre à une pénétration progressive mais générale de l'énergie électrique dans l'industrie et, de ce fait, les solutions bi-énergie risquent, dans des circonstances particulières, de ne constituer qu'une solution provisoire dans l'attente d'un plus vaste recours à l'énergie électrique de la part des industriels. Les solutions techniques proposées à la clientèle doivent donc être avantageuses du point de vue écono-

mique, mais elles doivent aussi offrir des temps de retour des investissements plus brefs que pour tout autre investissement. En résumé, deux facteurs sont extrêmement importants pour le développement des systèmes bi-énergie alternatifs:

- coûts de l'énergie électrique favorables et qui évoluent de manière contrôlée;
- investissements relativement modérés.

### Bibliographie

- [1] Congrès UNIPEDE de Bruxelles (B), juin 1982; Document d'Etudes 70.D/3.
- [2] Conférence sur le thème «Electricité et complémentarité des énergies», Versailles (F), 14 avril 1983: Rapports et comptes-rendus.
- [3] Colloque UNIPEDE sur la bi-énergie, Killarney (EIR), 27-29 septembre 1983: Rapports.
- [4] Documents de travail du Groupe d'experts du développement des applications industrielles de l'UNIPEDE.

# Verbandsmitteilungen des VSE

---

## Communications de l'UCS

### Tarife ohne Einfluss auf den Stromverbrauch

Inwieweit können die schweizerischen Elektrizitätswerke durch geeignete Ausgestaltung der Tarife und anderer Marketinginstrumente dazu beitragen, Elektrizität sparsamer und rationeller anzuwenden? Mit dieser Fragestellung beschäftigt sich eine Studie des Betriebswissenschaftlichen Instituts der ETH Zürich (BWI) unter dem Titel «Beeinflussung des Elektrizitätsverbrauches durch Tarifierung und Marketing». Die kürzlich veröffentlichte Untersuchung – sie wurde im Auftrag des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) erarbeitet – kommt zum Schluss, dass Stromtarifmassnahmen kein geeignetes Mittel darstellen, um den Elektrizitätsverbrauch zu beeinflussen und das Energiesparen zu fördern.

#### Simulationsmodell für die Elektrizitätswirtschaft

Anhand von zahlreichen konkreten Daten hat das BWI ein Simulationsmodell – bestehend aus einem Unternehmungsmodell und verschiedenen Marktmodellen – entwickelt und damit für den Bereich «private Haushalte» Simulationsrechnungen durchgeführt. Das Unternehmungsmodell ist zwar allgemein verwendbar, die dafür benötigten Daten sind aber werkspezifisch. Für konkrete Simulations-Berechnungen wurden die Daten zweier grosser Werke mit unterschiedlicher Struktur verwendet. Bei beiden Werken handelt es sich um Grossverteiler. Ein Werk beliefert praktisch keine Wiederverkäufer, das andere Werk hingegen versorgt eine ganze Reihe von Wiederverkäufern. Eine Übertragung der bei den Simulationen erhaltenen Werte eines bestimmten Werkes auf den Energieverbrauch der ganzen Schweiz könnte man wohl theoretisch vollziehen, ergibt aber Resultate, die in quantitativer Hinsicht für andere Werke nicht zutreffen können. Mit anderen Worten, die quantitative Wirkung einzelner Massnahmen darf nicht auf die gesamte Schweiz extrapoliert werden. Die Marktmodelle sind allgemein verwendbar.

Die BWI-Studie geht in *betriebswirtschaftlicher Hinsicht* davon aus, dass die Eigenwirtschaftlichkeit der untersuchten Unternehmungen erhalten bleiben muss. Gleichzeitig gilt es, Grundprinzipien wie Einfachheit des Tarifsystems oder gleiche Tarife für gleichartige Abnehmer usw. einzuhalten. Bei den *volkswirtschaftlichen Randbedingungen* steht u. a. das Ziel der sparsamen und rationellen Elektrizitätsanwendung im Vordergrund. Als konkrete Massnahme nennt das BWI beispielsweise den Ersatz von elektrischen Geräten und Anlagen durch solche mit einem besseren Wirkungsgrad, woraus gesamthaft gesehen eine Verminderung des Stromverbrauchs resultieren müsste. Dies ist möglicherweise verbunden mit einer Substitution zu Lasten oder zu Gunsten der Elektrizität. Zudem berücksichtigt das Simulationsmodell auch administrative Gegebenheiten, wie beispielsweise eine aus Praktikabilitätsgründen nur jährliche Zählerablesung. Die für einen Zeithorizont von zehn Jahren gemachte Studie geht weiter davon aus, dass die heutige *Struktur* der Elektrizitätswirtschaft *erhalten* bleibt.

Je nach Produkt stehen einem Unternehmer verschiedene sogenannte Marketinginstrumente zur Verfügung, die laut BWI in der Elektrizitätswirtschaft den drei folgenden Gruppen zugeordnet werden können: zum einen subsummiert die Studie unter die *Produkt- und Sortimentsgestaltung* u. a. die Anschlussbedingungen (z. B. Bewilligung von Elektroheizungen und Elektroboilern) oder die Liefer- und Bezugsbedingungen (Sperrzeiten usw.). Als zweites Marketinginstrument wird die *Preisgestaltung* genannt, welche beispielsweise die Tarifbestimmungen der verschiedenen Abonnenkategorien (Grund- und Arbeitspreise, Ergänzungsenergiepreise usw.) umfasst. Das dritte Instrument ist die *Marktbearbeitung*, worunter die gesamte Öffentlichkeitsarbeit, d. h. die Kommunikation und Werbung durch die Massenmedien, Beratungsstellen, Referate, Besichtigungen, Broschüren usw. verstanden wird. Mittels des Simulationsmodells hat nun das BWI versucht, im Segment «private Haushalte» in quantitativer Hinsicht und in den Segmenten «Industrie» und «Dienstleistungen» aufgrund von qualitativen Betrachtungen die hinsichtlich Sparsamkeit und Energieeffizienz wirkungsvollste Kombination von Marketinginstrumenten einzusetzen.

### Les tarifs sans incidence sur la consommation d'électricité

Dans quelle mesure les entreprises électriques suisses peuvent-elles contribuer à une consommation plus économe et plus rationnelle de l'électricité en agissant sur les tarifs et sur d'autres mécanismes de marché? Cette question a fait l'objet d'une étude de l'Institut d'organisation industrielle d'EPFZ (BWI) sous le titre «L'influence exercée sur la consommation d'électricité par la tarification et le marketing». Cette enquête, récemment élaborée à la demande de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité (UCS), conclut que les mesures de tarifs ne sont pas un moyen adéquat pour influencer la consommation et pour réaliser des économies d'énergie.

#### Modèle de simulation pour l'économie électrique

A partir de nombreuses données concrètes, le BWI a développé un dispositif de simulation composé d'un modèle d'entreprise et de plusieurs modèles de marché, puis il a procédé à des simulations de calculs pour le secteur des «ménages privés». Si le modèle d'entreprise est très largement utilisable, les données sélectionnées à cet effet sont spécifiques à l'entreprise. Les données de deux grandes entreprises présentant des structures diverses ont été utilisées pour des calculs concrets de simulation. Les deux entreprises sont représentées par des grands distributeurs. Une des entreprises n'approvisionne pratiquement aucun revendeur alors que l'autre fournit de l'électricité à toute une série de revendeurs. Il est certes possible de reporter théoriquement sur la consommation énergétique de toute la Suisse les valeurs d'une entreprise particulière acquises par simulation. Mais les résultats ainsi obtenus peuvent ne pas coïncider avec les valeurs quantitatives d'autres entreprises. Il apparaît que les effets quantitatifs de mesures particulières ne peuvent être extrapolés sur l'ensemble de la Suisse. Les modèles de marché peuvent être très largement utilisés.

Sur le plan *sciences économiques*, l'étude du BWI part du principe qu'il faut préserver la rentabilité de l'entreprise examinée. Il s'agit simultanément de maintenir certains principes de base, telle la simplicité des systèmes tarifaires, ou «mêmes tarifs pour mêmes catégories d'utilisateurs». Sur le plan des *conditions marginales d'économie publique*, l'un des buts prioritaires est, entre autres, l'utilisation économe et rationnelle de l'électricité. Le BWI évoque à cet égard, comme exemple de mesures concrètes, le remplacement d'appareils et d'installations électriques par des modèles de rendements supérieurs, susceptible d'entraîner une diminution globale de la consommation de courant. Ceci est éventuellement lié à des mesures de substitution au détriment ou en faveur de l'électricité. En outre, le modèle de simulation prend en considération des données administratives, telle l'éventualité d'une seule lecture annuelle des compteurs pour des raisons pratiques. Cette étude, établie pour une durée hypothétique de dix ans, part en outre de l'idée que la *structure* de l'économie électrique, telle qu'elle est présentée actuellement, sera *conservée*.

Selon les produits, le chef d'entreprise dispose de différents instruments de marketing. En ce qui concerne l'économie électrique, le BWI les attribue aux trois groupes suivants: Premièrement, l'étude inclut dans la rubrique *élaboration des produits et des assortiments* les conditions de raccordement (par exemple les autorisations de chauffages et de boilers électriques) ou les conditions de fournitures (heures de blocage, etc.). La *formation des prix* est présentée comme un deuxième instrument de marketing, qui englobe par exemple les dispositions tarifaires des différentes catégories d'abonnés (prix de base et de travail, prix d'énergie d'appoint, etc.). Le troisième instrument est la *prospéction du marché*, qui comprend toute l'activité de relations publiques, soit l'information et la publicité par les mass-media, les offices de renseignements, les conférences, les visites d'installations, les brochures, etc. A l'aide du modèle de simulation, le BWI s'est alors efforcé de définir les combinaisons d'instruments de marketing les plus efficaces en matière d'économies et d'efficacité énergétiques, sous un aspect quantitatif dans le segment «ménages privés» et à partir de considérations qualitatives dans les segments «industrie» et «services».

### Folgerungen aus den Simulationsrechnungen

Verbrauchsbeeinflussungen durch die verschiedenen Marketingmassnahmen bedingen laut BWI *Verhaltensänderungen der Verbraucher*. Deshalb sind die Einsparungsmöglichkeiten nicht von einer, sondern immer von einem Bündel von Massnahmen abhängig. Somit wird beispielsweise eine isolierte Tarifänderung keinen entsprechenden Spareffekt im Stromkonsum zur Folge haben.

Im Sektor *Haushalt* haben Tarifänderungen nur im Zusammenhang mit der Anwendung von Elektroheizungen, Elektroboilern und Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen einen Einfluss auf das Konsumverhalten der Verbraucher (z. B. Substitution von fossilen Energieträgern durch Elektrizität oder aber gänzlicher Verzicht auf Investitionen von elektrisch betriebenen Anlagen). Hinsichtlich der übrigen Stromanwendungen im Haushalt erwartet das BWI aufgrund von Tarifierhöhungen keine längerfristig spürbaren Verhaltensänderungen, da es keine Substitutionsmöglichkeiten gibt, die Belastung des Haushaltbudgets zu gering ist und der Stromverbrauch letztlich mehr oder weniger unbewusst erfolgt. In *Haushalten mit Elektrowärmeanwendungen* können hingegen Preisänderungen eine gewisse Rolle spielen, da die Elektrizitätsausgaben das Haushaltbudget doch erheblich belasten. Immerhin hat auch in diesem Fall die Information und Motivation des Verbrauchers eine grössere Wirkung als eine blosser Preiserhöhung. Die grösste Wirkung hat laut BWI beispielsweise ein Verbot der Elektroboiler oder der Elektroheizungen.

Im Gegensatz zum relativ homogenen Segment Haushalt ergibt sich bei der *Industrie* eine völlig andere Situation, da die Struktur äusserst heterogen und die Datenbasis relativ unsicher ist. Zudem sind die äusseren Einflussgrössen, wie beispielsweise die Entwicklung der Erdölpreise, sehr zahlreich. Aus diesen Gründen musste sich das BWI auf eine *qualitative Beschreibung* der möglichen Einflussgrössen sowie deren Beziehung untereinander beschränken. Grundsätzlich kommt die Studie zum Schluss, dass Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, politische und gesellschaftliche sowie juristische Begebenheiten eine grössere Rolle spielen als der konkrete Stromtarif. Das BWI weist in seiner Untersuchung deutlich darauf hin, dass jede Tarifierhöhung direkt auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens gegenüber der ausländischen Konkurrenz durchschlägt. Sparmassnahmen im Marktsegment Industrie sieht das BWI vor allem in einem günstigen Investitionsklima, in dem durch die laufende technologische Erneuerung der Anlagen Energie gespart wird. Dies ist allerdings oft mit einem Mehrverbrauch von Elektrizität verbunden, wobei das Sparpotential eher bei den fossilen Brennstoffen ausgeschöpft wird.

Das *Marktsegment der Dienstleistungen* ist vor allem durch die wachsende Bedeutung des dritten Sektors gekennzeichnet, d. h. beispielsweise, dass die benötigte Bürofläche pro Mitarbeiter wegen der technischen Ausrüstungen ständig zunimmt. Trotz dieser Tendenz des steigenden Energiekonsums ist laut BWI der Kostenanteil der Energie im Dienstleistungsbereich nach wie vor bescheiden. Daraus schliesst die Studie, dass der Strompreis als Steuerungsmittel ungeeignet ist. Als Marketingmittel käme höchstens eine verstärkte Kommunikationsstrategie zum Tragen. Generell kommt das BWI zum Schluss, dass sich eine Erhöhung der Tarife im Dienstleistungssektor – nicht zuletzt aufgrund des Rationalisierungsprozesses, der praktisch ausschliesslich über eine vermehrte Stromanwendung realisiert wird – als weitgehend wirkungslos erweist.

### Wenige Einflussmöglichkeiten auf Verbrauch

Aus der Fülle der ausgewerteten Unterlagen und durchgeführten Simulationen kommt das BWI zum Ergebnis, dass mittels Tarifgestaltung – verbunden mit einem gleichzeitigen Einsatz von Marketinginstrumenten – Einfluss auf eine sparsamere und rationellere Stromanwendung genommen werden kann. Dabei sind allerdings laut BWI die folgenden Einschränkungen zu machen: zum einen ist das Ausmass dieser Einsparung je nach Verbraucher-kategorie sehr verschieden, zum anderen ergeben sich solche Einsparungen möglicherweise schon aufgrund eines gedämpfteren Wachstums des Gesamtenergieverbrauchs. Im weiteren sind im Segment Industrie/Dienstleistungen unzählige technische Einflüsse wirksam, denen

### Conclusions des calculs de simulation

Selon le BWI, la mise en œuvre de différentes mesures de marketing provoque des *modifications de comportement des utilisateurs* en matière de consommation. C'est pourquoi les possibilités d'économies ne dépendent pas d'une, mais de tout un faisceau de mesures. C'est ainsi qu'une modification de tarif isolée n'entraînera pas d'effet équivalent sur la consommation de courant.

Dans le *secteur des ménages*, seules les modifications tarifaires liées à l'utilisation de chauffages, de boilers et d'installations électriques de couplage chaleur-force exerceront une influence sur les habitudes de consommation de l'utilisateur (par exemple le remplacement de combustibles fossiles par l'électricité ou, à l'opposé, le renoncement à toute installation électrique nouvelle). En ce qui concerne les autres applications de l'électricité dans le ménage, le BWI ne s'attend pas à ce que des hausses de tarifs entraînent des changements d'attitude significatifs à plus long terme, étant donné que les possibilités de substitution font défaut, qu'elles n'affectent que très modérément le budget du ménage et que la consommation de courant se déroule en fin de compte de manière plus ou moins inconsciente. En revanche, des changements de tarifs sont susceptibles de jouer un certain rôle dans les *ménages* utilisant l'électricité à *des fins thermiques*, parce que les dépenses en électricité pèsent beaucoup plus lourd sur le budget du ménage. Mais dans ce cas également, l'information et la motivation du consommateur auront un plus grand effet que la seule hausse de tarif. Selon le BWI, c'est l'interdiction d'un boiler ou d'un chauffage électrique qui induirait le maximum d'effets.

Contrairement à un secteur des ménages relativement homogène, l'*industrie* présente une situation complètement différente, compte tenu de sa structure extrêmement hétérogène et de l'incertitude qui caractérise la base des données. Par ailleurs, les facteurs d'influence extérieurs, telle l'évolution des prix du pétrole, sont multiples. C'est la raison pour laquelle le BWI a dû se limiter à la *présentation qualitative* des facteurs d'incitation possibles, ainsi qu'à l'influence qu'ils exercent les uns sur les autres. De manière générale, l'étude révèle que des critères de rentabilité, de considérations politiques, sociales et juridiques jouent un rôle plus important que les tarifs en tant que tels. Dans son enquête, le BWI souligne avec force que toute augmentation de tarif a des répercussions directes sur la compétitivité d'une entreprise par rapport à ses concurrents étrangers. En ce qui concerne les possibilités d'économies dans le secteur industriel, le BWI les situe dans un climat d'investissements favorable visant à profiter du renouvellement technologique constant des installations pour économiser de l'énergie. Ceci se traduit toutefois souvent par une consommation d'électricité accrue, étant donné que le potentiel d'économies se situe plutôt dans les combustibles fossiles.

Le *secteur des services* est essentiellement caractérisé par son importance croissante. C'est ainsi que la surface de bureau par collaborateur ne cesse d'augmenter à cause du recours aux équipements techniques. Malgré cette tendance à une hausse de la consommation d'énergie, le BWI souligne que la part des coûts énergétiques dans le secteur des services reste modeste. L'étude en tire la conclusion que le prix du courant n'est pas un instrument d'action adéquat. En tant que moyen de marketing, on ne pourrait guère que recourir à un renforcement de la stratégie de communication. D'une manière générale, le BWI arrive à la conclusion qu'une augmentation des tarifs dans le secteur des services, ne serait-ce qu'en vertu des processus de rationalisation qui sont subordonnés à une consommation d'électricité accrue, resterait largement inefficace.

### Peu d'influence possible sur la consommation

A partir de l'abondante pile de documents utilisés et grâce aux simulations effectuées, le BWI arrive à la conclusion qu'il est possible d'exercer de l'influence sur un usage économe et rationnel de l'électricité au moyen de la politique des tarifs, compte tenu de l'engagement simultané d'instruments de marketing. Cela étant, le BWI fait les réserves suivantes: D'une part, le volume des économies est très variable d'une catégorie de consommateurs à l'autre; d'autre part, de telles économies sont d'ores et déjà susceptibles d'être réalisées à partir d'un affaiblissement de la croissance de la consommation énergétique globale. En outre, les secteurs indus-



seitens der Unternehmen u. a. aus Konkurrenzgründen nicht ausgewichen werden kann. In der Summe bewirken sie einen steigenden Stromkonsum. Beim Segment Haushalte stellt das BWI eine sehr geringe Preiselastizität fest, d.h. ein signifikanter Zusammenhang zwischen Tariffhöhe und Elektrizitätskonsum ist nicht nachweisbar. Zudem erscheint dem BWI wegen der langen Reaktionszeiten und der Vielzahl der Einflussmöglichkeiten eine Zuordnung von Ursache und Wirkung als äusserst schwierig. Aus diesen Gründen schliesst das BWI eine Konsumbeeinflussung mittels Tarifmassnahmen praktisch aus.

#### Mitteilung der Meisterprüfungskommission

Die Häufigkeit der elektronischen Schaltmittel nimmt auch in elektrischen Anlagen ständig zu. Der Elektro-Installateur wird in seiner Praxis sehr oft damit konfrontiert. Obschon er selber keine elektronische Schaltungen zu entwerfen oder zu dimensionieren hat, sollte er ihre funktionellen Zusammenhänge kennen und beurteilen können. Deshalb soll diesem Fachgebiet an der Meisterprüfung mehr Bedeutung als bisher zugemessen werden.

Im Reglement über die Durchführung der Meisterprüfungen im Elektro-Installationsgewerbe wird der Prüfungsstoff für das Fach Signal-, Steuer- und Regelanlagen mit Bauelementen, einfachen Schaltungen, Signal- und Verstärkeranlagen sowie Steuer- und Regelanlagen umschrieben. Diese allgemeine Umschreibung trifft nach wie vor auf das zu prüfende Sachgebiet zu und soll nicht geändert werden.

Bisher wurde der Prüfungsstoff während 1,5 Stunden schriftlich und 0,5 Stunden mündlich geprüft. Neu wird für die schriftlichen Aufgaben nur eine Stunde eingesetzt. Zu den mündlichen Fragen von einer halben Stunde ist während einer weiteren halben Stunde eine vorgegebene elektronische Schaltung auf einem Steckbrett aufzubauen, zu erklären und mit einem Oszillographen eine Messung auszuführen. Dabei kommen etwa folgende Schaltungen zur Anwendung:

- Schmitt-Trigger und Multivibrator
- Dämmerungsschalter
- Phasenanschnittsteuerungen
- Temperatur- und Feuchtigkeitswächter
- Netzgeräte mit Spannungsreglern
- Verstärker-Schaltungen
- Rechteck-Generator
- Spannungswandler
- Lichtschrankensteuerung
- optoelektronische Koppelschaltungen
- usw.

An der mündlichen Prüfung werden künftig auch Fragen über digitale Grundschaltungen gestellt.

Eine Arbeitsgruppe der Meisterprüfungskommission ist beauftragt, alle damit zusammenhängenden Probleme zu prüfen und konkrete Lösungen zu erarbeiten.

Die Meisterprüfungskommission hat an ihrer Sitzung vom 26. September 1985 und nach Rücksprache mit dem BIGA beschlossen, diese Neuerung erstmals an der Dezemberprüfung 1986 anzuwenden.

*Die Meisterprüfungskommission VSEI/VSE*

trie/services sont soumis à d'innombrables influences techniques auxquelles les entreprises ne peuvent se soustraire pour des raisons de compétitivité. L'une dans l'autre, elles provoquent un accroissement de la consommation de courant. Le secteur des ménages, selon le BWI, présente très peu de souplesse en matière de prix. C'est dire qu'une relation significative entre le montant des tarifs et la consommation n'est pas démontrable. Enfin, compte tenu des temps de réaction très longs et de la multitude des possibilités d'influence, le BWI considère qu'il est extrêmement difficile d'établir une relation précise de cause à effet. Voilà pourquoi le BWI exclut toute influence significative de la consommation par le biais de mesures tarifaires.

#### Communiqué de la Commission des examens de maîtrise

Dans les installations électriques, on observe aussi une augmentation constante du nombre des organes de commutation électroniques. De ce fait, l'installateur-électricien se trouve de plus en plus confronté en pratique à ces problèmes. Bien qu'il ne doive pas projeter et dimensionner lui-même des circuits électroniques, il devrait connaître les relations qui existent entre leurs fonctions et être en mesure de les évaluer. C'est pourquoi une importance accrue doit être accordée à ce domaine lors de l'examen de maîtrise.

La matière d'examen ressort du règlement des examens de maîtrise dans la profession d'installateur-électricien, notamment en ce qui concerne les domaines tels que les installations de signalisation, de commande et de réglage avec composants, circuits simples, installations de signalisation et d'amplification ainsi que les installations de commande et de régulation. Cette description générale correspond encore à la matière examinée et ne doit pas être modifiée.

Jusqu'ici, la durée de l'examen écrit était d'une heure et demie et celle de l'examen oral d'une demi-heure. Désormais, les problèmes écrits devront être résolus en une heure. En revanche, l'épreuve orale d'une demi-heure sera prolongée d'une demi-heure et le candidat devra établir un montage électronique prescrit sur un tableau pour composants enfichables, l'expliquer et exécuter une mesure à l'oscilloscope. A cet effet, les circuits suivants entrent en considération:

- Bascule de Schmitt et multivibrateur
- Interrupteur de crépuscule
- Commande par déplacement du point d'amorçage ou d'allumage
- Thermostats et hygrostats
- Blocs d'alimentation réseau et régulateurs de tension
- Circuits d'amplification
- Générateurs de signaux carrés
- Convertisseurs de tension
- Commandes de barrières lumineuses
- Coupleurs optoélectroniques, etc.

Lors de l'épreuve orale, les candidats devront désormais aussi répondre à des questions portant sur des circuits numériques de base.

Un groupe de travail de la Commission des examens de maîtrise est chargé d'examiner tous les problèmes qui se posent à ce sujet et d'élaborer des solutions concrètes.

A l'occasion de sa séance du 26 septembre 1985 et après entente avec l'OFIAMT, la Commission des examens de maîtrise a décidé d'appliquer pour la première fois cette nouvelle procédure lors de la session d'examens de décembre 1986.

*La Commission des examens de maîtrise USIE/UCS*

#### Stellenbörse Netzelektriker / Bourse aux emplois pour électriciens de réseau

(Kontaktperson in Klammern / Personne à contacter entre parenthèses)

##### Offene Stellen / Emplois vacants

- Ref. 2034 BKW Betriebsleitung, 2500 Biel (Hr. J.P. Chevalier, Tel. 032/22 47 11)  
Ref. 2035 Aare-Tessin AG für Elektrizität, 4600 Olten (Hr. B. Meier, Tel. 062/31 71 11)

##### Stellengesuche / Demandes d'emploi

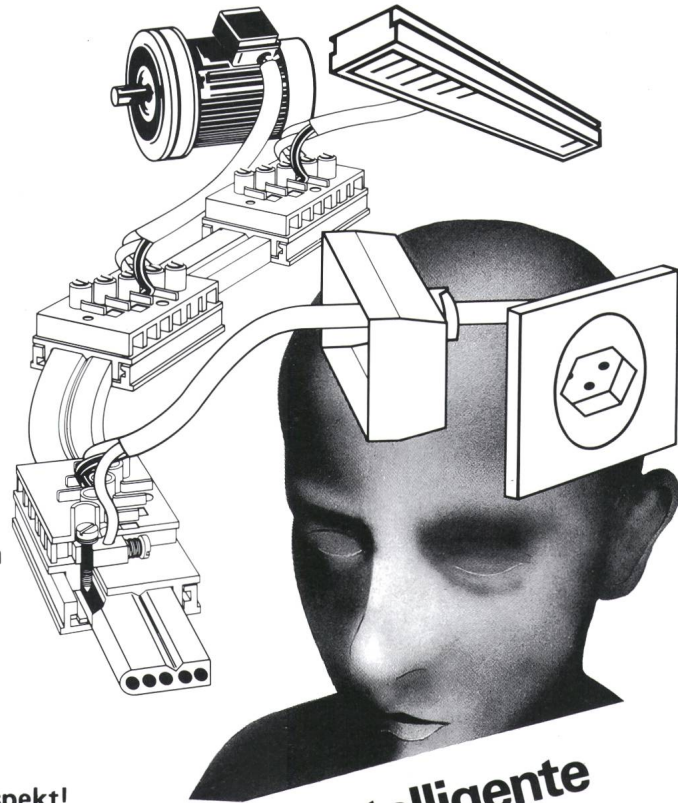
- Ref. 5004 Raum Luzern (Schmitt Markus, Tel. 057/22 04 38)  
Ref. 5005 Raum Innerschweiz (Anton Doniat, Neuweg 3, 6003 Luzern)  
Ref. 5006 Andreas Lang (Tel. P: 041/22 36 13, G: 041/49 41 11, Hr. Berz)

# Flachkabel Installationssystem



Das Sortiment erweitert sich:

- Neue Dose **IP 54**
- Neue Dose **codierbar**
- Neue **Einspeisdosen**
- Neues **halogenfreies** Programm



Verlangen Sie doch einfach unseren neuen Prospekt!

**Intelligente  
Elektro-  
Installationen**

**woertz** 

Elektrotechnische Artikel  
Installationssysteme

Oskar Woertz  
Hofackerstrasse 47  
Postfach · 4132 Muttenz 1/Schweiz  
Telefon 061 - 61 36 36  
Telex 63179 owmu ch



## Tunnelbeleuchtung

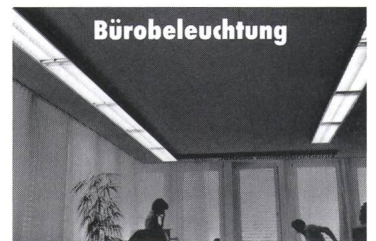
Strassenbeleuchtung



Industriehallen-Beleuchtung



Bürobeleuchtung



Sportplatz- und  
Stadionbeleuchtung



Die ATB ist offizieller Vertreter und Direktimporteur  
des grössten Lampenherstellers der Welt, der **GENERAL ELECTRIC**®

Bei ATB erfahren Sie alles über den funktionellen  
und ökonomischen Einsatz der General Electric-Lampen.

**Kompetent  
für Lichttechnik.**

**ATB**

Akiengesellschaft  
für technische  
Beleuchtung

Seebergstrasse 1  
8952 Schlieren ZH  
Tel. 01/730 77 11 Tx 57 431 atb ch

## Erfassen der Belastung im elektrischen Verteilnetz

- 4/6 Farben Punktschreiber für Mittel- und Extremwertregistrierung
- 4 Farben Punktschreiber mit steckbaren Messeinschüben
- Kassettenregistriergerät mit rechnergestützter Messdatenauswertung

## Registrierung der Energieverbrauchskurve

- Pulsratenschreiber zur Aufzeichnung der 15, 30 oder 60 Minuten Leistungsmittelwerte. Direktanschluss an Zähler mit Sendekontakt.

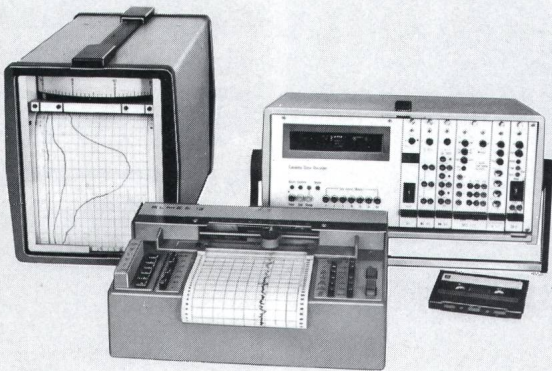
## Überwachung von Rundsteueranlagen

- Linienschreiber mit steckbaren Messeinschüben zur Aufzeichnung der Rundsteuertelegramme

## Oberwellen-Messung gemäss VSE-Empfehlung

- 4 Farben Punktschreiber für vier verschiedene Oberwellen. Mittel- und Extremwertregistrierung. Aufzeichnung der Oberwellenströme oder der Oberwellenspannungen.
- Kassettenregistriergeräte für die Erfassung von bis zu 15 Oberwellenpegeln. Rechnergestützte Messdatenauswertung.

**Fragen Sie uns – wir haben die passenden Betriebsmessgeräte.**



**ELMES STAUB+CO AG**



Fabrik elektrischer Messinstrumente  
CH-8805 Richterswil/Schweiz  
Bergstrasse 43, Telefon 01 784 22 22  
Telex 875525

# ixosil®

## Endverschluss-Sortiment für Kunststoff-Hochspannungskabel 10-170 kV

Ausführungen:

- Innenraum
- Freiluft (mit und ohne Stützeigenschaften)
- Einführung in SF<sub>6</sub>-Schaltanlagen
- Einführung in Transformatoren

Merkmale:

- Rasche, einfache Montage ohne Spezialwerkzeuge (bewährte Aufschiebetechnik)
- Hohe mechanische und Kurzschluss-Festigkeit
- Schlag- und stossfest
- Glimm- und ozonfest
- Hohe Beständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse, UV-Bestrahlung und Temperaturbeanspruchung
- Hohe Kriechstromsicherheit, selbst bei ungünstigen Umgebungsbedingungen
- Grosse Wechsellastfestigkeit, auch bei extremer Beanspruchung
- Stückprüfung garantiert konstante Qualität des Serienproduktes

Verlangen Sie detaillierte Unterlagen:



Dätwyler AG  
Schweizerische Kabel-,  
Gummi- und Kunststoffwerke  
CH-6460 Altdorf / Schweiz

Telefon (044) 4 11 22  
Telex 7 86 91 dagch

Geprüft nach VDE 0278

