

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:	78 (1987)
Heft:	2
Artikel:	Electricité et énergie nucléaire
Autor:	Fischer, P. U.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-903809

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

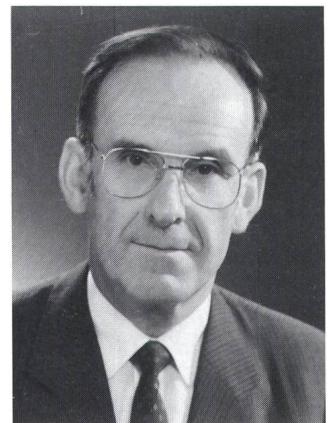
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

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

Électricité et énergie nucléaire

P.U. Fischer



La part de l'énergie secondaire «électricité» à la consommation totale d'énergie a continuellement augmenté durant ces dernières décennies, dans le monde entier. Il est probable que cette tendance va se poursuivre ces prochaines années, et ceci aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement ou dans les pays-seuils. Recherche et développement ne devraient pas se limiter aux aspects de la production, mais inclure également le domaine de l'utilisation, afin de garantir un emploi optimal de l'énergie électrique.

Dans une série de séances techniques, la 13^e Conférence mondiale de l'énergie s'est penchée sur tous les aspects de la production et de l'utilisation de l'électricité ainsi que sur la situation actuelle et les perspectives de l'énergie nucléaire. Les deux «tables rondes» réservées à ces sujets ont permis de discuter les derniers développements. Sur le plan de l'énergie nucléaire en particulier, une analyse mondiale de la situation s'imposait au vu de l'événement de Tchernobyl qui s'est passé après la rédaction des rapports techniques.

1. L'électricité en tant qu'importante énergie secondaire

Le Comité exécutif de la Conférence mondiale de l'énergie avait chargé, en 1984, un comité ad hoc d'étudier le rôle croissant de l'électricité dans le spectre énergétique avec comme objectif, la présentation d'un rapport final en 1987. Un rapport intermédiaire a été discuté à Cannes dans le cadre de la «table ronde».

Le rôle de l'électricité

Il est connu que l'électricité est une énergie secondaire flexible et respectueuse de l'environnement dans son utilisation. Elle a de surcroît une signification déterminante pour le développement économique d'un pays. L'électricité est une énergie clé car elle est utilisée pour l'essentiel comme énergie de production. Ces 25 dernières années, on a constaté dans le monde entier, des taux de croissance importants pour la consommation d'électricité. Parallèlement, la part relative qu'elle prend à la consommation totale d'énergie croît de façon continue. Cette tendance est particulièrement marquée dans les pays industrialisés.

La figure 1 montre une illustration de l'évolution de la consommation d'électricité et d'énergie. Les chiffres de la consommation mondiale pour les années 1960, 1970, 1980 et 1982 ont été ramenés à l'année 1960 afin de montrer le développement relatif. Le rapport électricité-énergie totale est également représenté dans cette figure. Sur le plan mondial, la consommation d'électricité a pratiquement quadruplé et sa participation relative à l'énergie totale, doublé. Les droites représentent la croissance moyenne; on n'essaiera pas de reproduire l'évolution dans le détail, particulièrement à la suite des deux crises du pétrole.

D'où vient donc cette énorme augmentation de la consommation d'électricité aussi bien en valeurs absolue que relative? En Suisse, les critiques de l'économie électrique prétendent occasionnellement que le chauffage électrique joue un rôle important. Ceci n'est pas le cas, ni pour la Suisse, ni sur le plan mondial. Même dans un pays comme la France, où la promotion du chauffage électrique a été très forte (presque deux millions d'habitations nouvelles chauffées électriquement en dix ans), l'augmentation de la consommation qui en est résultée ne représente qu'environ 20% de l'augmentation totale enregistrée. Le surplus de consommation doit donc avoir d'autres raisons plus étendues.

Dans la plupart des pays membres, l'*industrie* est le plus gros consommateur d'électricité. La production industrielle croissante et la consommation plus importante par place de travail augmentent les besoins en électricité. Il existe cependant, dans certains pays industrialisés, une tendance inverse vers des industries moins tributaires de l'électricité. Celles-ci sont, au moins pour une partie, déplacées dans les pays en développement où la demande

Adresse de l'auteur

Peter U. Fischer, Directeur de l'Electricité de Laufenbourg S.A., 4335 Laufenbourg

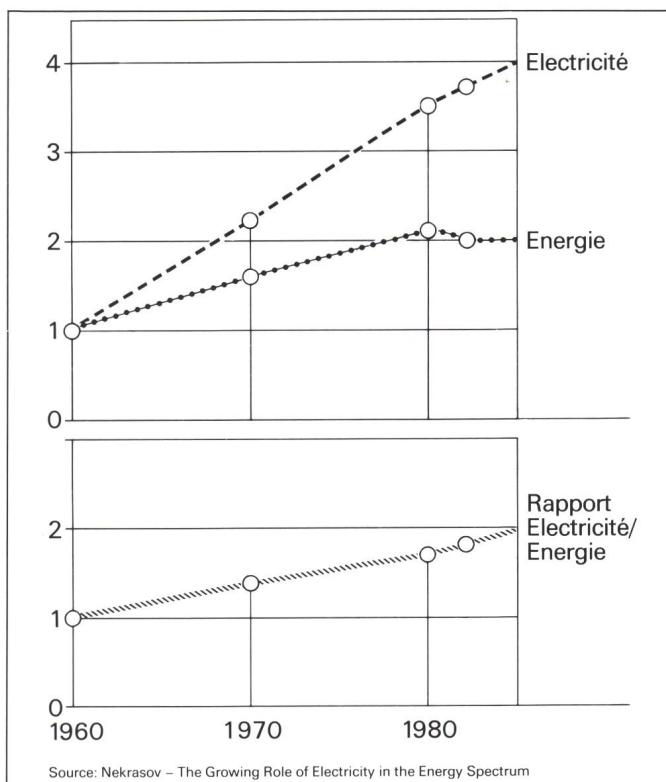


Figure 1
Evolution de la consommation d'électricité et de la consommation d'énergie
(Valeurs relatives 1960-1985)

voiture électrique aura lieu. Les problèmes de capacité de stockage, de durée de vie et de rentabilité des systèmes de batteries demandent encore des solutions.

En ce qui concerne les sources d'énergie primaire pour la production d'électricité, il ne faut pas s'attendre à de grands changements ces prochaines 20 années. Les combustibles dits «low-flexibility», c'est-à-dire les sources d'énergie qui ne sont pratiquement utilisables que pour la production d'électricité, telles que le charbon à faible pouvoir calorifique, l'uranium ou la force hydraulique, resteront la base de la production d'électricité. La part des installations de couplage chaleur-force entraînées au mazout ou au gaz, ou les énergies dites nouvelles, augmentera tout en gardant en valeur absolue une signification d'ordre inférieur. Lors de la Conférence, il n'a pas été discuté de la fusion nucléaire car elle se situe dans le temps, certainement au-delà de l'horizon pris en considération.

A la «table ronde» il a été surtout question des économies d'énergie en tant que sources d'énergie. Aux USA, certaines sociétés électriques ont fait par contraintes extérieures ou sur la base de réflexions économiques, des investissements en vue de réaliser des économies chez les clients ou dans leurs propres installations. Ces investissements ont été traités sur le plan interne de façon similaire à ceux imputables aux nouvelles centrales.

Contrairement aux pays à force hydraulique comme la Suisse qui dispose de lacs d'accumulation, les Sociétés électriques américaines n'ont pas de problème d'énergie mais de puissance. Elles doivent, même pour des pointes de puissance de courte durée, construire de nouvelles centrales thermiques malgré les grosses réserves d'énergie disponibles sous forme de centrale à charbon ou au mazout qui ne sont pas utilisées en permanence. En Suisse, on peut mettre en service rapidement les centrales à accumulation afin de couvrir les pointes. Il n'y a donc pas, au moins pour le moment, de problème de pointe de puissance mais un problème d'énergie en hiver, car nos lacs d'accumulation n'ont qu'un volume limité. Là où de fortes pointes de climatisation ou de chauffage se produisent, l'incitation à la réalisation d'une meilleure isolation thermique des maisons raccordées peut être économiquement valable. Parallèlement, il est opportun de réduire les pointes de puissance par

croît alors de façon correspondante. La sidérurgie est un exemple. En 1980, les pays en transition ont produit environ 12% de l'acier, alors que pour 1990, on estime que cette part passera déjà à environ 23%.

Les ménages et l'artisanat représentent le deuxième groupe principal de consommation. Ici aussi, les taux de croissance mondiaux sont importants, même s'ils sont différents d'un pays à l'autre. Les conditions climatiques et la base des énergies primaires ont une influence significative sur les taux de croissance. Principalement dans les pays qui s'appuient sur le nucléaire et les forces hydrauliques, la chaleur à basse température joue un rôle important. Dans les pays chauds, la production de froid et la climatisation engendrent une grosse demande. Où l'on doit chauffer et refroidir, la pompe à chaleur représentant une utilisation idéale de l'électricité s'impose.

La part du secteur *transport* est mondialement encore relativement modeste, cependant ici aussi les taux de croissance sont très élevés. Pour le rail, la part des tronçons électrifiés augmente constamment. Il est intéressant de constater que le recours à l'électricité pour le transport par conduite du pétrole et du gaz, va en augmentant. Le choix de pompes et de compresseurs entraînés électriquement se justifie par des avantages d'exploitation et économiques.

Perspectives d'avenir

Tout laisse penser que l'évolution enregistrée se poursuivra et que la consommation d'électricité, de façon générale, continuera d'augmenter aussi bien en valeurs absolue que relative. L'évolution sera naturellement différente d'un pays à l'autre; la Norvège avec une consommation d'électricité représentant aujourd'hui déjà 50% de la consommation d'énergie, restera un cas isolé.

Dans les pays industrialisés, de nombreux procédés industriels et prestations de services, comme d'ailleurs la substitution du pétrole, conduisent à une augmentation de la consommation qui ne pourra être compensée qu'en petite partie par les résultats possibles d'économie. Dans les pays en développement et en transition, il existe encore de vastes possibilités pour des industries nouvelles comme pour l'amélioration des conditions de travail. En fait partie également le remplacement dans l'industrie, l'artisanat et l'agriculture, du travail humain par l'énergie mécanique.

On enregistrera également une augmentation de consommation dans le domaine du trafic. Dans les pays industrialisés, le passage à des moyens de transports publics entraînés essentiellement à l'électricité, restera un important souci. Dans le transport individuel, reste à savoir si la percée de la

Perspectives pour l'électricité

l'enclenchement optimalisé des utilisateurs au moyen d'installation de commande par rotation. Les américains sont en train de découvrir des recettes qui sont déjà appliquées chez nous depuis longtemps. Justement, le concept tant vanté en Suisse par les milieux opposés à l'énergie nucléaire, mais pas tout à fait compris, de la grande société électrique américaine Tennessee Valley Authority (TVA), montre les limites des possibilités d'influencer la demande de puissance. TVA se voit également confronté avec une augmentation de la demande et construit de nouvelles centrales nucléaires, bien qu'aux USA le potentiel d'économie soit beaucoup plus grand qu'en Suisse.

En conclusion, il faut retenir qu'aussi bien dans les pays industrialisés que ceux en développement ou en transition, l'électricité jouera à l'avenir un rôle croissant. De nouvelles capacités de production seront nécessaires. Recherche et développement ne devraient pas se limiter aux aspects de la production mais inclure également ceux de l'utilisation, afin de garantir un engagement optimal de l'énergie secondaire «électricité».

2. L'énergie nucléaire après Tchernobyl

Etat de l'utilisation de l'énergie nucléaire

En 1985, près de 400 centrales nucléaires réparties dans 26 pays couvraient environ 15% des demandes mondiales d'électricité. Le tableau I indique la puissance installée des centrales nucléaires dans les différents

Tableau II
Centrales nucléaires dans le monde selon les types de réacteur
(Etat 1.1.1986)

	En service GW	nombre de blocs	En construction GW	nombre de blocs
Réacteurs à eau pressurisée	149,2	191	106,6	110
Réacteurs à eau bouillante	62,9	81	20,0	20
Réacteurs à eau lourde	12,7	25	8,6	14
Réacteurs graphite-gaz	14,3	43	2,5	4
Réacteurs soviétiques graphite-eau (RBMK)	16,4	28	8,2	7
Surgénérateurs	2,4	9	0,3	2
Divers	0,9	5	—	—
Total (monde)	258,8	382	146,2	157

CME
1986

pays, au début de 1986. Les USA se situent très largement en tête de l'utilisation de l'énergie nucléaire, une évidence que l'on perd volontiers de vue à la lumière de nombreuses informations négatives. Cette position de leader ne sera pas mise en péril ces prochaines années, car d'autres centrales nucléaires seront mises en service. Dans le tableau II figurent les centrales nucléaires en service classées par types de réacteur. Les données font ressortir la position dominante des réacteurs à eau légère qui va en s'accentuant.

Dans le tableau III, les expériences d'exploitation récoltées avec les différents types de réacteur sont rassemblées. Pendant longtemps, les réacteurs refroidis au gaz et modérés au graphite ont tenu la position de tête sur la liste des années d'exploitation de réacteurs. Ceux-ci sont cependant dépassés actuellement par les réacteurs à eau légère, notamment les réacteurs à eau pressurisée. Cette tendance se maintiendra et se renforcera car 70% des installations en service et 87% de celles en construction sont équipées de réacteurs à eau légère (voir tab. II).

Quelle est la suite après Tchernobyl?

Par anticipation, il faut dire que le consensus de la Conférence fut que le développement de l'énergie nucléaire pouvait, devait être poursuivi et le sera. Une telle unanimité dans un cercle favorable à l'énergie ne saurait surprendre mais se base cependant sur des réflexions valables fondamentales.

- Un unique accident grave ne saurait anéantir une branche de l'industrie déjà largement développée.
- Les avantages économiques et écologiques de l'énergie nucléaire après Tchernobyl subsistent.
- Exactement comme Three Mile Island a été le point de départ, principalement aux USA, des améliorations techniques et d'organisation, Tchernobyl doit déclencher une col-

aboration internationale approfondie en matière de sécurité.

- L'acceptation de l'énergie nucléaire dépend de la sûreté de l'exploitation future des centrales et de la nécessité de construire de nouvelles installations.

En matière d'acceptation, Tchernobyl a marqué un dur pas en arrière. La réaction politique a été particulièrement sensible dans les régions de langue allemande. Certains partis ont très vite essayé de tirer profit de cet accident. Les votations de ces prochains mois montreront si cette opportunité politique qui spéculé sur la peur et l'émotion aura payé. Une série de pays, comme les Pays-Bas, la Finlande, Taïwan, etc., étaient en train de concrétiser leur futur plan d'expansion. Tchernobyl a maintenant retardé de façon déterminante ces plans, voire les a partiellement remis en question.

Dans d'autres pays également, il y a du sable dans les rouages. Le représentant russe lui-même reconnaissant, lors de la Conférence, que le programme russe était en cours de révision. Il soulignait par contre que les bases du programme nucléaire pour la partie européenne de l'URSS restaient inchangées. Il rappela qu'en 1970, 40% de la capacité des chemins de fer russes devaient être mis à contribution pour le transport des combustibles fossiles

Types de réacteur	Réacteur-ans au réseau
Réacteurs à eau pressurisée	1451
Réacteurs à eau bouillante	869
Réacteurs à eau lourde	230
Réacteurs graphite-gaz	857
Réacteurs soviétiques graphite-eau (RBMK)	363
Surgénérateurs	120
Divers	117
Total (monde)	4007

Tableau III Expérience d'exploitation avec différents types de réacteur
(Etat 1.1.1986)

Tableau I Centrales nucléaires en service
(Etat 1.1.1986)

		1985	2000	2010	2030
Puissance installée des centrales nucléaires	GW	24,5	62	87	137
Part à la puissance totale	%	16	27	32	40
Production d'énergie Mia. kWh		159	370	550	900
Part à la production totale	%	26	39	49	58

Tableau IV
Le programme nucléaire japonais

CME
1986

et que ceci a été une raison importante pour le développement de l'énergie nucléaire. Quelques semaines après la Conférence, le programme nucléaire russe a été confirmé dans son entier.

Seuls quelques pays, en dehors des pays du bloc de l'Est, ont conservé un rapport presque intact avec leur plan d'extension de l'énergie nucléaire. A côté de la France, il faut citer avant tout le Japon et la Corée. Début juin déjà, le gouvernement japonais décidait que Tchernobyl n'avait aucune influence sur le programme nucléaire et que le développement se ferait conformément au plan, selon les augmentations de consommation prévues. Le plan japonais prévoit la réalisation d'au moins 2 blocs par année, et ceci jusque loin dans le siècle prochain. Comme le tableau IV le montre, la part du nucléaire actuellement de 26% devrait passer, dans les prochaines 25 années, à 50%.

Systèmes de réacteurs futurs

Pour l'avenir immédiat, la poursuite du développement des réacteurs à eau légère est prioritaire. Le centre de gravité de ce développement s'est déplacé des USA dans les pays à plus fort programme de construction comme la France et le Japon. Il procède en général par pas définis et vise comme objectif l'augmentation de la sécurité, de la fiabilité, la diminution des doses de radiation pour le personnel, du volume des déchets et l'amélioration des possibilités de manœuvre. La poursuite du développement du réacteur à eau bouillante se fera principalement au Japon, dans le cadre d'une collaboration entre la Tokyo Electric Power, Toshiba, Hitachi et General Electric. Un programme similaire est poursuivi par Westinghouse et Mitsubishi pour le réacteur à eau pressurisée qui a de loin la plus grande propagation dans le monde et qui a été préféré ces derniers temps dans différents pays au réacteur à eau bouillante. A côté des réacteurs à eau légère, les réacteurs canadiens à eau lourde continueront à être construits et développés, alors que pour les réacteurs AGR britanniques

refroidis au gaz, l'avenir reste incertain.

Les surgénérateurs rapides et les réacteurs à haute température refroidis au gaz comptent parmi les réacteurs de pointe. Pour les surgénérateurs, il s'agit de mettre au point la technologie pour qu'elle soit à disposition le siècle prochain. Pour le moment, les surgénérateurs ne peuvent pas encore concurrencer sur le plan économique les réacteurs à eau légère – les coûts de capital sont trop élevés et l'uranium est trop bon marché. Le Superphénix supporté par la France, l'Allemagne fédérale et l'Italie, a atteint à la fin de l'année 1986 sa pleine puissance. Un autre gros surgénérateur est prévu, mais sa date de commande n'est pas encore fixée. En France, on s'attend pour la fin du siècle à un boom mondial de l'énergie nucléaire qui, en raison des ressources limitées d'uranium, rendra nécessaire une large introduction des surgénérateurs. Selon des informations russes, il est prévu qu'au cours des 12 prochaines années, il sera installé en URSS une puissance de surgénérateur de 5000 MW.

Le développement du réacteur à haute température refroidi au gaz (HTR) sera poursuivi dans le cadre de programmes propres, notamment en Allemagne fédérale, aux USA, en URSS et au Japon. Lors de la Conférence, il y a eu rapport sur la mise en service en Allemagne du réacteur THTR. A partir de la technologie du THTR, il est envisagé en République fédérale comme prochain projet auquel la Suisse participe, le développement du HTR-500, un réacteur un peu plus grand. La Russie projette une centrale de démonstration de 400 MW qui devrait entrer en service dans le courant des années nonante et où le couplage de chaleur est prioritaire. Au Japon, on projette un réacteur de recherche pour le développement de l'utilisation directe de la chaleur. Aux USA, le programme HTR n'a pu être maintenu que tout juste en vie et on espère atteindre l'objectif avec un plus petit HTR de conception modulaire qui puisse être réalisé en atelier pour

l'essentiel. Les caractéristiques de sécurité remarquables et inhérentes correspondent aux prescriptions actuelles.

Il a été également longuement question des petits et grands réacteurs de chauffage. A Gorki, en Russie, un réacteur de chauffage de 500 MW a été récemment mis en service et d'autres vont suivre. D'autres pays envisagent des réacteurs plus petits ne nécessitant pas de systèmes de sécurité actifs. Un expert américain a confirmé que si les problèmes de sécurité des petits réacteurs, principalement l'évacuation de la chaleur résiduelle, sont simples à solutionner, par contre, les questions de rentabilité n'en deviennent que plus ardues.

Pays en développement et énergie nucléaire

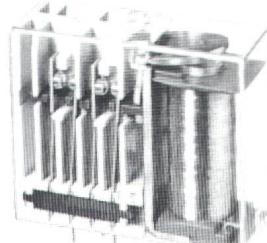
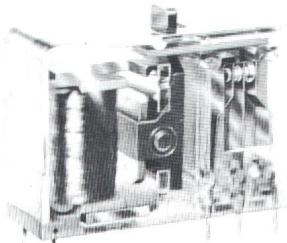
Bien que quelques pays en développement aient acquis les connaissances et les expériences nécessaires, au travers d'un transfert de technologie bien organisé, un certain scepticisme s'installe à l'égard de l'énergie nucléaire dans les pays en développement. Tchernobyl a, à nouveau, montré les exigences qui sont posées à une équipe d'exploitation. Un représentant de l'Agence internationale pour l'énergie atomique qui, à propos des pays en développement est réduit à extrapoler, n'exclut pas que les pays industrialisés seront appelés à assurer par contrat l'exploitation des centrales à l'étranger, de façon similaire à ce qui s'est déjà produit pour les chemins de fer ou les sociétés de navigation aérienne.

3. Conclusions

Le président du comité du programme, J.S. Foster, a déclaré au sujet de l'énergie nucléaire dans ses conclusions à la 13^e Conférence mondiale de l'énergie:

Qu'un septième du courant électrique produit dans le monde entier provient de l'énergie nucléaire est un fait statistique impressionnant. Sur la base des expériences d'exploitation remarquables, hormis Tchernobyl, l'énergie nucléaire est suffisamment sûre et représente une source d'énergie importante. Simultanément, il a été constaté lors de la Conférence, que l'accident de Tchernobyl a influencé défavorablement l'opinion publique et que les programmes d'énergie nucléaire doivent être poursuivis de telle façon que la confiance du public puisse être regagnée.

Vom bistabilen Spartaner bis zum zwangsgeführten Sicherheits-Relais



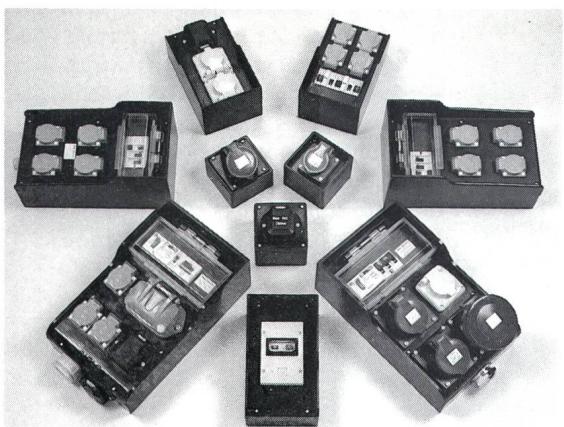
Relais, das Bindeglied zwischen Logik und Lastkreisen, ist wieder «in». Unsere Spezialitäten:
Bistabile, gepolte Leiterplattenrelais, die echten Stromsparer mit einem oder zwei Wechsler, welche 20 A bzw. 10 A bei 220 V zuverlässig schalten.

Zwangsgeführte Sicherheitsrelais mit bis zu sechs Schaltfunktionen und bis 8 A Schaltleistung.

Verlangen Sie Unterlagen und Beratung.

FABRIMEX

Kirchenweg 5, 8032 Zürich, Tel. 01/251 29 29



Gifas Hartgummi Stromverteilkasten

für Industrie- und Baugewerbe

Einsetzbar als: fest installierter Stromverteiler
Steuer- und Schlaufkasten
mobiler Arbeitsplatzverteiler

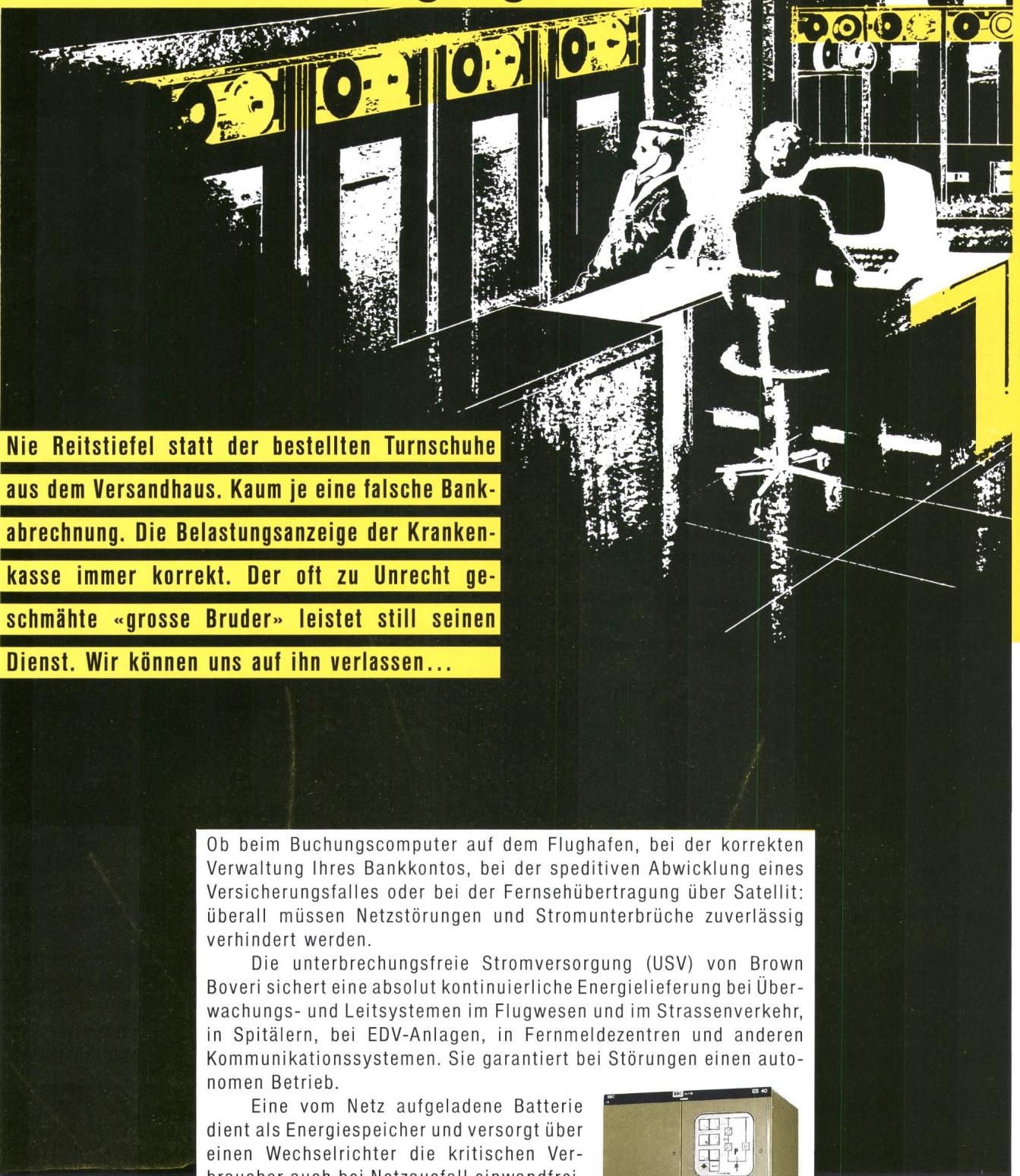
Individuelle Bestückung nach Ihren Wünschen

Gifas Electric

9424 Rheineck, Tel. 071/44 45 44

***Es ist eine Tatsache,
dass bei einem Inserat der Erfolg
nicht ausbleiben kann!***

Brown Boveri bringt Sicherheit in die Stromversorgung.



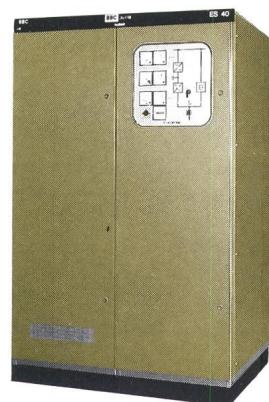
Nie Reitstiefel statt der bestellten Turnschuhe aus dem Versandhaus. Kaum je eine falsche Bankabrechnung. Die Belastungsanzeige der Krankenkasse immer korrekt. Der oft zu Unrecht geschmähte «grosse Bruder» leistet still seinen Dienst. Wir können uns auf ihn verlassen...

Ob beim Buchungscomputer auf dem Flughafen, bei der korrekten Verwaltung Ihres Bankkontos, bei der speditiven Abwicklung eines Versicherungsfalles oder bei der Fernsehübertragung über Satellit: überall müssen Netzstörungen und Stromunterbrüche zuverlässig verhindert werden.

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) von Brown Boveri sichert eine absolut kontinuierliche Energielieferung bei Überwachungs- und Leitsystemen im Flugwesen und im Straßenverkehr, in Spitätern, bei EDV-Anlagen, in Fernmeldezentränen und anderen Kommunikationssystemen. Sie garantiert bei Störungen einen autonomen Betrieb.

Eine vom Netz aufgeladene Batterie dient als Energiespeicher und versorgt über einen Wechselrichter die kritischen Verbraucher auch bei Netzausfall einwandfrei. USV-Anlagen von Brown Boveri sind kompakt gebaut und haben einen hohen Wirkungsgrad. Das Leistungsspektrum von 3 bis 2000 kVA reicht von der Büroautomatisierung bis zur Grossrechenanlage. Unser Service ist so zuverlässig wie die Geräte.

Auskunft und Unterlagen erhalten Sie über Telefon 056/29 98 73.



BBC Aktiengesellschaft
Brown, Boveri & Cie.
Verfahrenstechnik
CH-5401 Baden/Schweiz

BBC
BROWN BOVERI