

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 96 (2005)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857839>

### **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:** 30.03.2025

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

# Erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen

Die Energieperspektiven der Schweiz bis 2035 respektive 2050 werden laufend aktualisiert. Das PSI untersucht in diesem Zusammenhang die Potenziale und Kosten der Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energiequellen und aus fortgeschrittenen Nukleartechnologien. Obwohl sich neue Quellen erneuerbarer Energie und die Kernenergie in vielen Faktoren unterscheiden, gibt es zumindest ein gemeinsames Merkmal: Beide sind wichtige Beiträge zur Klimaschutzpolitik, da sie keine direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Zur angestrebten Senkung der Treibhausgas-Emissionen muss auch die Stromerzeugung ihren Teil beitragen. Für die Schweiz heisst dies, dass ihre hier ohnehin schon sehr geringen Kohlendioxid-Emissionen in Zukunft zumindest nicht steigen sollten.

Von den neuen erneuerbaren Energien leisten Kleinwasserkraft, Windkraft, Fotovoltaik und Biomasse heute eher bescheidene Beiträge im Umfang von etwa 3% der Schweizer Stromproduktion.



Bild 3 European Pressurised Reactor (Fotomontage, Quellen TVO/m).

Für die regenerativen Energiequellen zeigt sich, dass das angestrebte Ziel, ein Anteil der neuen Erneuerbaren von 10% am Stromverbrauch, für das Jahr 2035 möglich ist, jedoch Mehrkosten von rund 500 Millionen Franken pro Jahr zu erwarten sind. Das Stromsparpotenzial (Bild 1) übertrifft dasjenige von erneuerbaren Energiequellen (auch wirtschaftlich), die Realisierung erweist sich jedoch als schwierig. Der Import von Elektrizität aus Wind- und Wellenkraftwerken sowie aus der solarthermischen und solarchemischen Stromerzeugung im Mittelmeerraum stellen Zukunftsoptionen dar, deren Umsetzung unsicher ist.

## Grundlegend neue KKW-Konzepte

Für die Kernenergie wurden die Reaktorgenerationen III/III+ bzw. IV für den Einsatz ab 2020 bzw. 2045 an den bestehenden Standorten berücksichtigt. Bild 2 zeigt verschiedene Szenarien der zukünftigen Potenziale der Kernenergie in der Schweiz. Beim mittleren Szenario wird der European Pressurised Reactor EPR als Referenzreaktor für den Ersatz der bestehenden KKW um das Jahr 2020 angenommen (Bild 3). Diese Technologie ist heute bereits verfügbar und weist eine verbesserte Sicherheit auf. Für die Gene-

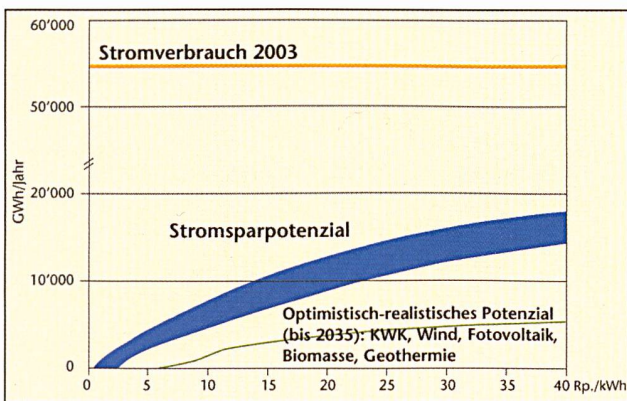


Bild 1 Potenziale und Kosten der neuen Erneuerbaren sowie Stromsparpotenzial in der Schweiz.

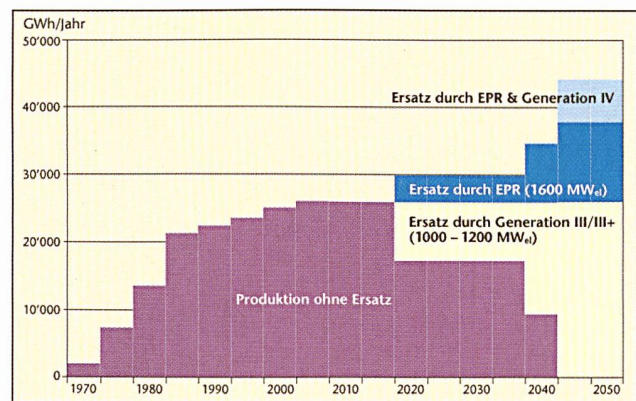


Bild 2 Potenziale der Kernenergie in der Schweiz. (Quelle der Grafiken: PSI-Projekt GaBE/Beitrag zu den Energieperspektiven 2035/2050 des BFE)



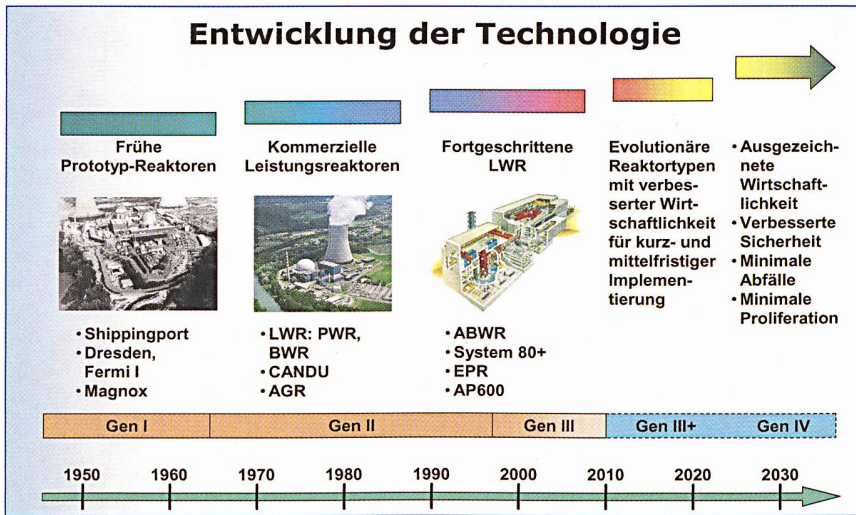


Bild 4 Entwicklung der Kernkraft.

ration IV werden grundlegend neue Konzepte entwickelt, die weitere Fortschritte in den Bereichen Ressourcenschonung, Abfälle, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Proliferation versprechen, was teilweise einen bedeutenden Einfluss auf die öffentliche Akzeptanz hat. Für die zukünftigen KKW werden die Stromkosten auf etwa 4 bis 5 Rp./kWh geschätzt.

## Neue nukleare Technologien (Bild 4)

### Evolutionärer Trend in der Technologieentwicklung: Generation III/III+

Basierend auf der Generation II wurde in den 90er-Jahren eine neue Generation

von Reaktoren gebaut. Die Konzepte der Generation III/III+ basieren auf den Technologien der Generation II und sind entweder evolutionär (weiterentwickelt) oder innovativ (neu) und zeichnen sich durch Verbesserungen in den Bereichen Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Ressourcenschonung aus.

- Die Konzepte bieten erhöhte Sicherheit:
- Passive Sicherheitselemente, die keine aktiven Steuerelemente oder menschliche Betriebseingriffe zur Verhinderung von schweren Unfällen im Falle einer Fehlfunktion benötigen, sondern auf Schwerkraft, natürlicher Konvektion, elektrischem oder physischem Widerstand oder physikalischen Temperaturgrenzen basieren.
  - Inhärent sichere Merkmale, die kritische Betriebszustände verunmöglichen.
  - Erheblich reduzierte Wahrscheinlich-

keit eines Kernschmelzfalls ( $10^{-6}$ /Reaktor\*a) und einer relevanten Freisetzung von Radioaktivität in die Umgebung ( $10^{-7}$ /Reaktor\*a).

- Erhöhte Redundanz durch Diversität und räumliche Trennung der Sicherheitssysteme
- Minimale Belastung der Umgebung (z.B. mehrfache Containments).

Dazu kommt eine verbesserte Wirtschaftlichkeit:

- Standardisierte Konstruktionen
- Verkürzung der Bauzeit
- Einfachere Konstruktion, einfacher bedienbar, resistenter gegen Fehlmanipulationen
- Höhere Verfügbarkeit und längere Lebensdauer

Die neuen Konzepte tragen zur Schonung der Ressourcen bei:

- Bessere Nutzung des Brennstoffes
- Reduktion der Abfälle

### Langzeitperspektive der Technologieentwicklung: Generation IV (Bild 5)

Die mit der Generation III/III+ weitgehend ausgeschöpfte Weiterentwicklungsfähigkeit bestehender Reaktorkonzepte und der natürliche Rhythmus der Ablösung der Generationen führen dazu, dass in 20 bis 30 Jahren eine Nachfolgegeneration der heute fortschrittlichen Reaktoren nötig wird. In Anbetracht der notwendigen Innovationstiefe und des Umfangs dieser Aufgabe ist klar geworden, dass die Ziele für eine erfolgreiche

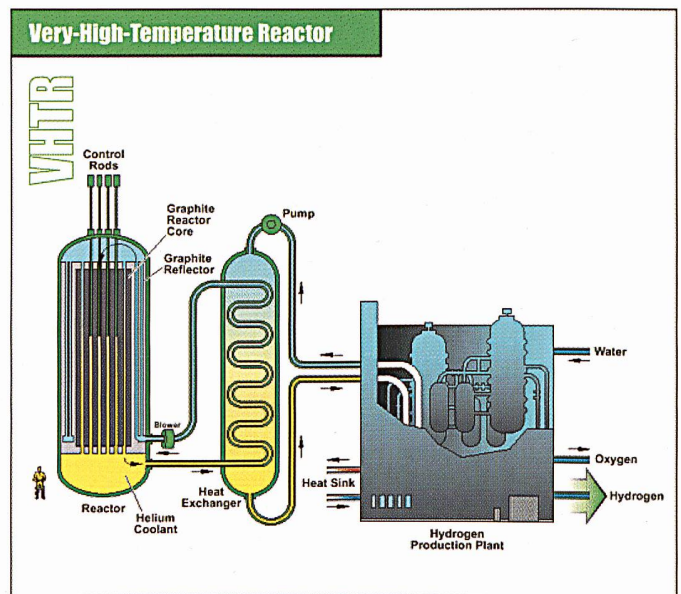
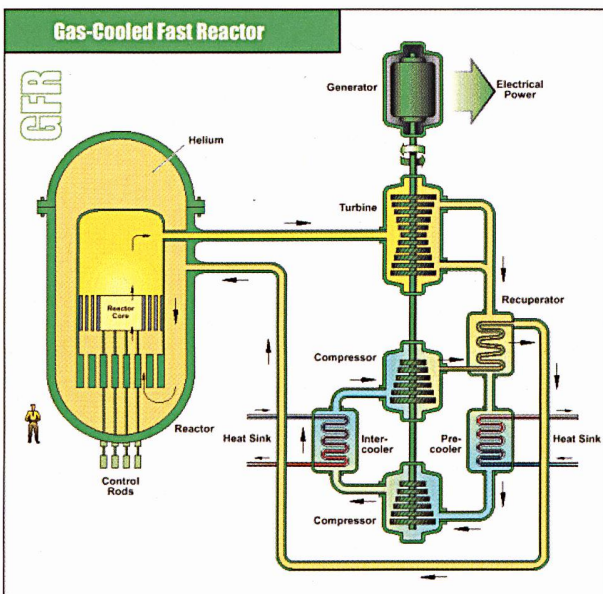


Bild 5 Das Schweizer Forschungsinteresse gilt insbesondere zwei (von sechs) neuen Reaktortechnologien: der gasgekühlte, schnelle Reaktor (GFR) und der Höchsttemperaturreaktor (VHTR, Bilder DOE).



**Quellen:**

PSI-Jahresbericht 2004/Forschung

Bundesamt für Energie BFE  
Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche  
Grundlagen  
Februar 2005

Zukunft der Kernenergie nur erreicht werden können, wenn grundsätzlich neue Konzepte umgesetzt werden, wenn heute mit den notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten begonnen wird, wenn die Arbeiten international bzw. global koordiniert vorangetrieben werden, und wenn die Ressourcen fokussiert eingesetzt werden. Um die Zukunft der Kernenergie gemeinsam zu planen und die Entwicklung der Generation IV zu koordinieren, haben sich 2001 neun Länder unter der Bezeichnung Generation IV International Forum, kurz GIF, zusammgefunden. Die Schweiz trat dem GIF 2002 bei, 2003 stiess EURATOM als 11. Mitglied dazu.

Ziel der Generation IV-Entwicklung sind Reaktoren mit erheblich verbesserter Sicherheit (passive Sicherheit, physischer Schutz), mit geringem Brennstoffbedarf und Abfall, mit hoher Proliferationsresistenz sowie mit erheblich verbesserter Wirtschaftlichkeit (Standardisierung, vereinfachter Betrieb).

Zusätzlich sollen die Systeme der Generation IV neben der Stromproduktion vermehrt auch eine Anwendung in neuen Sektoren ermöglichen. Im Vordergrund steht dabei ein Einsatz als Kombikraftwerk bzw. die Produktion von Prozesswärme, welche insbesondere für die Wasserstoffproduktion genutzt werden könnte.

Aus über hundert analysierten Systemen wurden in einem umfangreichen Bewertungs- und Selektionsverfahren sechs Systeme zur weiteren Vertiefung ausgewählt. Die Generation IV-Planung rechnet je nach System mit Prototypen zwischen 2020 und 2030 und mit Beginn der Kommerzialisierung zwischen 2030 und 2040.

Wegen der langen Planungs- und Bauphasen beim Ersatz der bestehenden Kraftwerke kommt die Generation IV für den Ersatz in Gösgen (2038) kaum in Frage. Für Leibstadt (2044) könnte ein solches Werk in Betracht gezogen werden.

## Technisches Potenzial

Bei Nutzung der derzeitigen Standorte und Verwendung des European Pressurized Water Reactor (EPR, Bild 3) als Referenzanlage zum Ersatz der heute betriebenen Kraftwerke kann der heutige Anteil der Kernenergie im Schweizer

Strommix (40%) beibehalten werden, auch im Fall von einer mässig steigenden Stromproduktion. Falls beim Ersatz von Leibstadt bereits ein Reaktor der Generation IV einsatzbereit ist, könnte dieser Anteil sogar auf 50% gesteigert werden. Bild 2 zeigt verschiedene Szenarien der zukünftigen Potenziale der Kernenergie in der Schweiz.

## Kosten

Mit den neuen Reaktoren der Generation III/III+ wie dem EPR belaufen sich die geschätzten Stromgestehungskosten auf 4 bis 5 Rp./kWh. Ziele der künftigen Generation IV sind Reduktion der Betriebskosten um 10 bis 20% und der Baukosten um 10 bis 30%. Werden diese Ziele erreicht, können die Erzeugungskosten gegenüber heute um 20 bis 45%, gegenüber der Generation III/III+ um bis zu 30% gesenkt werden. Eine zukünftige CO<sub>2</sub>-Abgabe und/oder Internalisierung der externen Kosten würde auf die Konkurrenzfähigkeit der Kernenergie positiv wirken.

## Akzeptanz

Die öffentliche Akzeptanz spielt für die künftige Entwicklung der Kernenergie eine zentrale Rolle. Langfristig und international dürfte es entscheidend sein, dass keine grösseren Störfälle auftreten, welche die Bevölkerung verunsichern. In der Schweiz sind der Bedarfsnachweis und der Entsorgungsnachweis Voraussetzung für eine Rahmenbewilligung. Das Vertrauen in die Sicherheit, die Lösung der Entsorgungsfrage und mögliche Alternativen dürften die Referenden, die für jedes Kraftwerk gefordert sind, entscheidend beeinflussen. Die Fortschritte der neuen Nukleartechnologie in Richtung einer deutlichen Limitierung der maximalen Auswirkungen hypothetischer schwerer Unfälle und in Richtung einer Reduzierung der notwendigen Einschusszeiten der Abfälle könnten das öffentliche Vertrauen erhöhen. Einen grossen Einfluss auf die Akzeptanz der Kernenergie dürfte zudem die Wirtschaftslage haben. Allerdings ist heute schwer zu beurteilen, ob eine gute oder schlechte Wirtschaftslage die Akzeptanz verbessert.

## Accord sur la recherche dans les réacteurs nucléaires du futur

(dfi) Le Conseil fédéral a décidé d'adhérer à l'Accord-cadre sur la collaboration internationale en matière de recherche et de développement des systèmes d'énergie nucléaire de génération IV. L'adhésion à cet accord-cadre permet à la Suisse, représentée par l'Institut Paul Scherrer (PSI), de prendre une part active à cet effort mondial, qui vise au développement de systèmes nucléaires innovants pour la production d'énergie.

Le Forum international génération IV (GIF) vise à créer un cadre de recherche et de développement international pour développer des systèmes innovants (réacteurs et cycle du combustible de 4<sup>e</sup> génération), dont certains seraient disponibles dès 2030. Destinés uniquement à la production d'énergie, ces systèmes de nature exclusivement civile devraient aussi engendrer le moins de déchets possibles, améliorer la sécurité des installations, utiliser efficacement l'énergie du combustible, tout en produisant de l'électricité à bon marché. Les membres du GIF (dix pays, dont les Etats-Unis, la France, le Royaume-Uni et le Japon, auxquels s'ajoute Euratom) ont défini quatre objectifs principaux: la durabilité de la production d'énergie et son faible impact sur l'environnement, la sûreté et la fiabilité d'exploitation, la non-prolifération ainsi que l'économie (investissements et coûts de production). Le GIF opère avec le soutien technique et juridique de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

L'Institut Paul Scherrer, qui met à disposition une infrastructure de recherche et de développement de qualité, est déjà actif dans la recherche sur la technologie nucléaire. Il est intéressé à étudier en particulier deux (des six) nouvelles technologies de réacteurs: le réacteur rapide refroidi au gaz (GFR) et le réacteur à très haute température (VHTR). Avec l'adhésion de la Suisse à l'accord-cadre, le PSI peut prendre une part active à cet effort mondial coordonné par le GIF. De plus, ces activités de recherche de pointe permettront aussi de former les futurs ingénieurs et chercheurs chargés d'évaluer, de construire et de faire fonctionner ces réacteurs innovants. L'adhésion à cet accord n'entraîne pas d'obligation financière pour les signataires. Les travaux de recherche effectués au PSI seront financés dans le cadre de son propre budget.

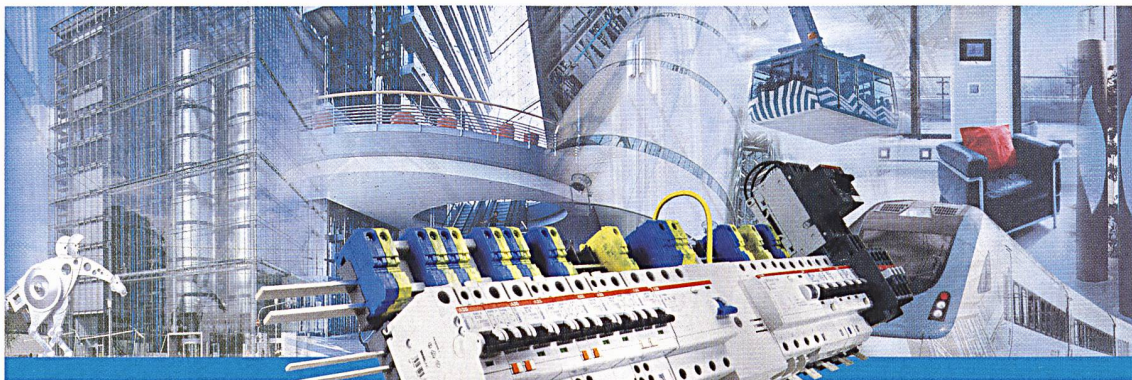
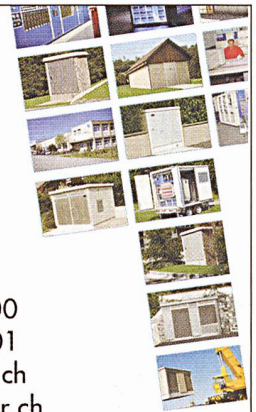


# Ihre Spezialisten für Kabelverteilkabinen



**F. BORNER AG**  
Innovative Energietechnik

Kreuzmatte 11  
Postfach  
CH-6260 Reiden  
Tel. 062 749 00 00  
Fax 062 749 00 01  
mail: admin@borner.ch  
Internet: www.borner.ch



## SMISSLINE Das Original

Die neue SMISSLINE Generation überzeugt mit noch mehr Sicherheit, noch besserem Handling und Anschlusskomfort. Die neue Schutzgerätegeneration basiert auf dem bewährten Stecksockelsystem smissline-S. Weitere überzeugende Vorteile sind: **Kompatibilität:** Die neuen Schutzgeräte sind 100% kompatibel zum bisherigen smissline-S System. Ein Geräte austausch oder die Erweiterung von bereits bestehenden Anlagen ist gewährleistet. **Polleitanzeige:** Die Anzeige der Polleiterkontaktierung erfolgt in einem Sichtfenster auf dem Gerät. So kann die Phasenlage (L1, L2, L3, N) ohne Ausbau der Geräte erkannt werden. **Integrierte Litzen:** Die Eingangsverdrahtung ist neu vollständig im Gerät integriert. Das eingebaute Gerät ist komplett tastfingersicher. **Weltweiter Einsatz durch geprüftes System:** SMISSLINE Geräte sind sowohl für den europäischen Einsatz (SEV, VDE) als auch neu für den globalen Einsatz dank CCC Approbation einsetzbar. Das Vertriebsnetz von ABB macht die SMISSLINE Geräte weltweit verfügbar. **Hilfs- und Signalkontakte:** Mittels einer innovativen Rastmechanik kann der Hilfs- und Signalkontakt wahlweise links oder rechts am Leitungsschutzschalter angebracht werden. Das gesamte neue Sortiment besitzt die gleichen Hilfs- und Signalkontakte. **Neuartige Anschlusstechnik sauber und schnell:** Neu ist die Kontaktierung der Hilfs- und Signalkontakte auf die Hilfsstromschienen im Gerät integriert. Lieferbar ab Anfang 2006.



Typengeprüfte Schaltanlagen



Kompakte Leistungsschalter



Schütze/thermische Überlastrelais



Hochleistungsautomat Q



LevySidus Druckschalter



ABB i-bus® EIB



Kleinverteiler

Leitungs- und Fehlerstromschutz SMISSLINE

Halle 1.1, Stand B64  
**ineltec**  
POWER + BUILDING

ABB Schweiz AG, Normelec  
Badenerstrasse 790, CH-8048 Zürich, Tel. 058 586 00 00, Fax 058 586 06 01  
Avenue de Cour 32, CH-1007 Lausanne, Tél. 058 588 40 50, Fax 058 588 40 95  
www.abb.ch



## Finis les chemins à grille, les chemins de câbles et les conduites montantes! Il existe maintenant les Multi-chemins LANZ: un chemin pour tous les câbles

- Les Multi-chemins LANZ simplifient la planification, le métré et le décompte!
- Ils diminuent les frais d'agencement, d'entreposage et de montage!
- Ils assurent de meilleurs profits aux clients: excellente aération des câbles
- Modification d'affectation en tout temps. Avantageux. Conformes aux normes CE et SN SEV 1000/3.



Pour des conseils, des offres et des livraisons à prix avantageux, adressez-vous au grossiste en matériel électrique ou directement à

**LANZ** lanz oensingen sa e-mail: info@lanz-oens.com  
CH-4702 Oensingen • Tél. 062/388 21 21 • Fax 062/388 24 24