

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 96 (2005)
Heft: 4

Artikel: Energieversorgungsmatrix und Energiegeografie
Autor: Blatter, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857781>

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: 17.01.2026

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

Energieversorgungsmatrix und Energiegeografie

leitung der Elektrizität = Endenergieverteilung. Das Grundprinzip wird dadurch nicht tangiert.

Die Energieversorgung als Ganzes besteht darin, die verfügbaren Energieressourcen in handelbare Energieträger umzuwandeln. Man kann das auch sehen als Verknüpfungspunkte zwischen der Energiegewinnung einerseits und der Energieverteilung andererseits. Die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energie hat unter anderem nun zur Folge, dass eine grosse Vielfalt solcher Verknüpfungsmöglichkeiten entsteht. Es drängt sich der Übersicht halber auf, diese in Matrixform darzustellen. Dabei werden die Energieressourcen (Energiegewinnung) in Zeilen angeordnet, die Energieträger (Energieverteilung) in Spalten. Die möglichen Verknüpfungen (Energieumwandlungs-Prozesse) stehen dann an den Schnittpunkten. Es entsteht so eine *Energieversorgungsmatrix*, wie sie in Tabelle I ausgeführt ist.

denartig hintereinander geschaltet: Förderung von Uran = Primärenergiegewinnung, Transport zum Kraftwerk = Primärenergieverteilung, Betrieb des Kraftwerks = Endenergiegewinnung, Weiter-

Bild 1 Synoptische Karte der Prioritätsgebiete für den Ausbau erneuerbarer Energieressourcen in der Schweiz (zu diskutieren und zu verfeinern).

	Sonne: Sehr hoch		Sonne: Hoch		Wind		Wasserkraft
	Holzbrennstoffe		Biogas		RME-Biodiesel		Geothermie: Sehr hoch
							Geothermie: Hoch

		Energieverteilung (Energieträger)					
		Feste Energieträger	Flüssige Energieträger	Gasnetze	Elektrizitätsnetze	Fernwärmenetze	Direkte Nutzung vor Ort
Energiegewinnung (Energieressourcen)	Sonne		Solare Synthese flüssiger Energieträger?	Solar erzeugter Wasserstoff	Photovoltaik Solarthermische Kraftwerke	Einspeisung aus Sonnenkollektoren	Solararchitektur Sonnenkollektoren Solar betriebene Kleingeräte
	Wind				Windturbinen		
	Meer (Wellen, Gezeiten, Strömungen)				Wellen-, Gezeiten- und Strömungskraftwerke	Nutzung mit Wärmepumpen	
	Wasserkraft				Fluss- und Speicherkraftwerke		
	Biomasse inkl. biogene Abfälle	Pellets und andere Festbrennstoffe	Biodiesel, Äthanol	Biogas	Biomassekraftwerke kombinierbar (Wärme-Kraft-Kopplung)	Biomasseheizwerke	Eigenbedarf von land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, Nahrungsmittel-, Holzindustrie u.ä.
	Geothermie				Geothermische Kraftwerke kombinierbar (Wärme-Kraft-Kopplung)	Geothermische Heizwerke	Erdsonden
	„Nicht erneuerbare“ Ressourcen	Uran, Kohle	Erdölprodukte	Erdgas	Kern-, Kohle-, Erdöl-, Erdgaskraftwerke kombinierbar (Wärme-Kraft-Kopplung)	Kern-, Kohle-, Erdöl-, Erdgaskraftwerke	

Tabelle I Energieversorgungsmatrix als Verbindung zwischen Energiegewinnung und Energieverteilung

te vor. Dies gilt auch für erneuerbare Energie. Tatsächlich sind aus diesem Grund schon etliche Kartierungen vorgenommen worden. So ist die geografische Verteilung der Solarstrahlung weltweit gut bekannt, sei es auf Grund von meteorologischen Messdaten, sei es durch Auswertung von Satellitenbildern. Europäische Kartierungen gibt es ausserdem für die Windenergie und die Geothermie, beide allerdings mit relativ grober Auflösung und im Fall der Windenergie noch recht lückenhaft.

Die Vielfalt der Verknüpfungsmöglichkeiten, wie sie in der Energieversorgungsmatrix zum Ausdruck kommt, verlangt aber nach einer Gesamt-

Welche Verknüpfungen sind möglich?

Man erkennt in Tabelle I gut, dass nicht aus jeder Energieressource jeder Energieträger gewonnen werden kann. Es gibt aber sowohl bei den Energieressourcen wie bei den Energieträgern «Allrounder», die besonders viele Verknüpfungsmöglichkeiten bieten. Seitens der Energieressourcen ist beispielsweise die Biomasse zu nennen: Aus ihr lassen sich feste, flüssige und gasförmige Brenn- und Treibstoffe gewinnen, man kann Biomasse-Kraftwerke betreiben, Biomassefeuerungen können Energie in Fernwärmenetze einspeisen, und Biomasse kann auch dezentral am Ort ihrer Gewinnung genutzt werden. Seitens der Energieverteilung sind es die Elektrizitätsnetze, die aus praktisch allen Energieressourcen sinnvoll gespeist werden können.

Forschungsaktivitäten in die Matrix einordnen

Weder bei den Energieressourcen noch bei den Energieträgern lässt sich aus der Matrix – zum Beispiel über die Anzahl der Verknüpfungsmöglichkeiten – irgend eine Rangfolge ableiten. Es wird in der Energieversorgung künftig wichtig

sein, die ganze verfügbare Palette auszu-schöpfen; dies an den jeweils geeigneten Orten (was zum Gesichtspunkt der Energiegeografie überleitet, der anschliessend erörtert wird).

Man wird in jedem Fall gut daran tun, die Energieversorgungsmatrix als Hintergrund energietechnologischer Forschungsaktivitäten im Auge zu behalten. So kann vermieden werden, dass sich die technologischen Anstrengungen auf wenige Verknüpfungspunkte beschränken, während andere (vielleicht sogar bedeutendere) vernachlässigt werden. Auch lassen sich die Forschungsergebnisse auf diese Weise systematisch einordnen und möglicherweise in ihrer Bedeutung besser einschätzen. Dazu wäre auch eine Quantifizierung der (aktuellen und künftig möglichen) Energieumsätze vorzunehmen, die über die einzelnen Verknüpfungspunkte laufen. Dies ist hier noch nicht ausgeführt.

Ansatz zu einer Energiegeografie

Geografie der Energieressourcen

Energieressourcen kommen nicht überall mit gleicher Häufigkeit und Dich-

schau: will man die Energieressourcen an den jeweils optimal geeigneten Orten nutzen, so müssen die geografischen Informationen über jede Ressource zu einer synoptischen Darstellung und Interpretation zusammengeführt werden. Man muss eigentliche Energiegeografie betreiben.

Situierung der Schweiz im mitteleuropäischen Umfeld

In Tabelle II sind zunächst einige Grobtendenzen dargestellt, die zur Einordnung der erneuerbaren Energieressourcen im mitteleuropäischen Kontext dienen.

Schon diese grobe Einordnung lässt einige wichtige Schlüsse zu:

- Solaranlagen bringen in den höheren Lagen der Südschweiz bis gegen 50% mehr Ertrag als in den Niederungen der Nordschweiz. Als Konsequenz dieser energiegeografischen Tatsache

Adresse des Autors

Max Blatter, dipl. Elektro-Ing. ETH und Energie-Ing. NDS FH
Geschäftsführender Gesellschafter
Energie-Atlas GmbH
Gutenbergstrasse 1
4142 Münchenstein

Tabelle II Energiegeografische Grobtendenzen für die erneuerbaren Energieressourcen in Mitteleuropa.

- 1) – steht für «keine eindeutige Abhängigkeit»
 2) ungefähre Variation des Energiepotenzials pro Fläche für die verschiedenen Kantone bzw. Regionen der Schweiz
 3) RME = Rapsöl-Methylester, ein aus Raps gewonnener Dieselerersatz. Er steht hier repräsentativ für die flüssigen Bio-Treibstoffe.

	Einfluss der geografischen Breite ¹⁾	Einfluss der geografischen Länge ¹⁾	Einfluss der Höhe über Meer	Variation innerhalb der Schweiz ²⁾
Sonne	Zunahme nach Süden hin (astronomische Sonnenscheindauer).	—	Zunahme in höheren Lagen (Nebelhäufigkeit).	≤ 1,5:1
Wind	Die Schweiz liegt in einem Windminimum zwischen den Maxima der Nordseeküste und des südfranzösischen Mittelmeerraums.	Tendenzielle Abnahme nach Osten hin.	Starke Zunahme in höheren Lagen.	~100:1 Sehr stark von lokalen Gegebenheiten abhängig!
Wasserkraft	—	—	Zunahme in höheren Lagen (Niederschlagshäufigkeit, Lageenergie; die Energie wird teilweise aber erst in den tiefer gelegenen Flüssen genutzt).	~ 10:1
Holzbrennstoffe	—	—	Abnahme in höheren Lagen (klimatische Bedingungen; Waldgrenze).	≈ 5:1
Anbaupotenzial RME-Biodiesel ³⁾	—	—	Abnahme in höheren Lagen (klimatische Eignung für Ackerbau).	≈ 100:1
Potenzial Biogas	—	—	—	≈ 30:1
Geothermie	—	—	Bei oberflächennaher Nutzung: Abnahme in höheren Lagen (Temperatur der Erdoberfläche).	≤ 3:1

sollte sich beispielsweise der Bau grösserer Photovoltaikanlagen auf die optimalen Gebiete der Südschweiz konzentrieren (um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: Sonnenkollektoren sind dem gegenüber auch auf nordschweizerischen Häusern sinnvoll. Sie dienen der direkten Energienutzung vor Ort, bei der ein Vergleich mit den Verhältnissen andernorts nicht aussagekräftig ist).

- Bezüglich Wind liegt die Schweiz energiegeografisch ungünstig. Wettgemacht wird dieses Handicap nur an besonders windexponierten, in der Regel hoch gelegenen Stellen (die Aussage muss durch die Entwicklung so genannter Leichtwindanlagen etwas relativiert werden. Diese kleinen Anlagen nutzen auch schwächere Winde. Sie könnten sich durchsetzen, wenn ihr Preis-Leistungs-Verhältnis günstiger würde als dasjenige grosser Windturbinen. Andernfalls werden sie ein Nischenprodukt bleiben).

Ansatz zu einer schweizerischen Energiegeografie

In Bild 1 wird versucht, die geografische Verteilung der verschiedenen erneuerbaren Energieressourcen innerhalb der Schweiz etwas detaillierter darzustellen.

Die synoptische Karte beruht auf den heute verfügbaren Daten, wie sie in Tabelle III genannt sind. Diese sind nicht bei jeder Art von Energieressource gleich detailliert. Auch ist die Methodik zum Teil gänzlich unterschiedlich. Die Darstellung wie auch die Datengrundlage bedarf also der Diskussion, und sie muss dem Bedarf entsprechend verfeinert und laufend aktualisiert werden.

Trotz den Vorbehalten gibt die Karte einen Eindruck, wie die Prioritäten beim Ausbau erneuerbarer Energieressourcen sinnvollerweise gesetzt werden können. Es sei erlaubt, für jede Energieressource eine subjektiv und schlagwortartig formulierte Interpretation zu geben. Diese soll vor allem auch Anregung für eigene Schlüsse sein.

- *«Erholung und Energie mit der Sonne»*
Die sonnenreichsten Gebiete, Walliser Alpen und Oberengadin, sind gleichzeitig wichtige Tourismusregionen. Weshalb nicht Tourismus und Sonnenenergie verknüpfen, indem beispielsweise Photovoltaikanlagen einen Teil des Energieverbrauchs von Bergbahnen, Skiliften und dergleichen decken? Sankt Moritz hat bereits eine Vorreiterrolle übernommen.
- *«Der Windfang der Schweiz»*
Wie erwähnt ist die Schweiz kein optimales Windenergieland. Akzeptable Windverhältnisse trifft man grossräu-

mig vor allem auf den Höhenzügen des Faltenjuras an. Der landschaftsarchitektonisch gelungene Kleinwindpark auf dem Mont Crosin scheint auch als Sehenswürdigkeit geschätzt zu werden.

- *«Das Wasserschloss Europas»*
Weit blickender Ingenieurkunst hat die Schweiz die traditionelle Wasserkraftnutzung zu verdanken. Die Erhaltung und Erneuerung der bestehenden Anlagen hat Priorität. Ausbaumöglichkeiten, vorab mit Klein-Wasserkraftwerken, können am Jura-Nordfuss und in den Voralpen noch geprüft werden (die Frage der Speicherkapazitäten im Kontext des europäischen Verbundnetzes ist separat zu betrachten).
- *«Pellets aus Schweizer Wäldern»*
Heizen mit modernen Holzbrennstoffen wie Pellets hat Zukunft. Ob in den walddreichsten Kantonen Jura und Tessin die Pelletsherstellung zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor wird?
- *«Vom Acker in den Tank»*
Genf und Schaffhausen sind die Kantone mit dem grössten Flächenanteil offenen Ackerlandes. Sie sind somit Kandidaten für die Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl. Im Kanton Genf gibt es bereits eine Produktionsanlage.
- *«Speck und Biogas»*
Luzern, Zug, die beiden Appenzell sowie der Thurgau haben dank der intensiven Nutztierhaltung das grösste

Tabelle III Datengrundlagen zu Bild 1.

¹⁾ Die Methodik zur Auswahl der möglichen Windenergie-Standorte enthält leider bereits eine politische Komponente (relativ willkürlicher Einbezug des Interessenkonfliktes «Windenergie versus Landschaftsschutz» ins Berechnungsmodell). Die Daten sind in diesem Sinne nicht objektiv.

	Für die synoptische Karte ausgewertete Grösse	Datenquelle	Datenaufbereitung durch Energie-Atlas GmbH
Sonne	Jahressumme der eingestrahnten Sonnenenergie (Globalstrahlung)	Meteonorm V. 5.0 (Fa. Meteotest, Bern)	(Kartografische Generalisierung)
Wind	„Prioritäre“ und „kantonale“ Standorte, wie sie in der genannten Datenquelle aufgeführt sind ¹⁾	Konzept Windenergie Schweiz (August 2004, Bundesämter BFE, BUWAL, ARE)	(Unveränderte Datenübernahme)
Wasserkraft	Prüfenswerte Ausbaugelände	Hydrologischer Atlas der Schweiz (Geografisches Institut der Universität Bern) Statistik der Wasserkraftanlagen der Schweiz	Rechnerische Ermittlung des theoretischen Energiepotenzials auf der Basis der Bilanzgebiete des hydrologischen Atlases. Interpretation des Verhältnisses der aktuellen Nutzung zum theoretischen Potenzial für zusammengefasste Gebiete.
Holzbrennstoffe	Anteil Wald an der jeweiligen Kantonsfläche	Land- und Forstwirtschaftsstatistik (Bundesamt für Statistik)	(Kartografische Darstellung)
RME-Biodiesel	Anteil offenes Ackerland an der jeweiligen Kantonsfläche	Land- und Forstwirtschaftsstatistik (Stand 2002) (Bundesamt für Statistik)	(Kartografische Darstellung)
Biogas	Theoretisches Produktionspotenzial pro Fläche der jeweiligen Kantone	Land- und Forstwirtschaftsstatistik (Stand 2002) (Bundesamt für Statistik)	Rechnerische Ableitung des Produktionspotenzials aus Anzahl und Art der gehaltenen Nutztiere
Geothermie	Geothermischer Wärmefluss	Medici / Rybach: "Geothermische Karte der Schweiz", 1995	(Leicht vereinfachte kartografische Umzeichnung)

Produktionspotenzial für Biogas (im Verhältnis zur Kantonsfläche). Unter dem Namen «Swiss Farmer Power» besteht ein preisgekröntes Nutzungskonzept für den Kanton Luzern (prix pegasus 2004).

- **«Energie aus der Tiefe»**

Zonen mit besonders hohem geothermischem Wärmefluss gibt es vom Bodensee bis zur Linthebene, grossräumig um die Aare-mündung sowie am oberrheinischen Graben. Das geplante Geothermiekraftwerk Basel wird also an einem energiegeografisch sinnvollen Ort stehen.

cen nicht statisch. Fast alle sind von klimatischen Faktoren abhängig. Die Klimaänderung kann dazu führen, dass diese Faktoren sich mit einer nicht mehr vernachlässigbaren Geschwindigkeit verschieben. Eine Verknüpfung mit der Klimatologie ist angesagt (die übrigens auch wiederum auf die humangeografischen Grössen einen Einfluss hat).

Es besteht hier noch ein grosses Forschungsfeld, das es in interdisziplinärer (und internationaler) Zusammenarbeit zu beackern gilt.

Schlusswort

Energiegeografie will Fakten präsentieren, nicht politische Meinungen oder Kompromisse. Sie soll als solide objektive Grundlage dienen für politische Diskussionen wie auch für unternehmerische Überlegungen.

Ein Weltkonzern aus dem Bereich der Energieversorgung warb einst mit den Worten: «Es gibt viel zu tun. Packen wirs an.» – Dem ist nichts beizufügen.

Verknüpfung mit Humangeografie und Klimatologie

Die energiegeografischen Ausführungen betreffen bis hierher die Seite der Energiegewinnung. Bezieht man die Seite der Energieverteilung mit ein, so kommt man zum Fragenkreis: Nach welchem Energieträger besteht wo, wann und wofür Nachfrage? Es ergibt sich so eine Verknüpfung zur Humangeografie (Siedlungsdichten, Wirtschaftstätigkeit, raumplanerische Aspekte und anderes mehr), die hier nicht ausgeführt ist.

Des Weiteren ist die geografische Verteilung der erneuerbaren Energiressour-

Matrice de l'approvisionnement en énergie et géographie énergétique

Depuis quelques années, la politique énergétique fait à nouveau l'objet de discussions controversées. Les mesures de protection climatique et – de manière moins prononcée – l'utilisation de l'énergie nucléaire sont toujours des points de discorde. Une chose est sûre: l'approvisionnement en énergie devient plus complexe vu la diversité croissante des énergies renouvelables. Des bases objectives et claires sont nécessaires pour les discussions politiques et les objectifs des entreprises. Le texte ci-dessous présente deux outils qui permettent de créer de telles bases. Selon l'auteur, une géographie énergétique permet de classer systématiquement les divers efforts en technologie énergétique et en politique énergétique et d'évaluer ces derniers en fonction de leur importance et de leur priorité. Si les instruments proposés permettent d'éviter de coûteux détours ou même de mauvais placements, la question de savoir s'il faut les mettre en œuvre ne se pose même pas.

Kamstrup Zähler fügen sich optimal in den bestehenden Zählerpark der EBM ein

Messtechnische Lösungen für Versorgungsanlagen

von links, Andreas Schläpfer, Peter Schaffner und Hajo Verheyen



«Kamstrup Zähler haben den optimalen Funktionsumfang für das Haushaltskundensegment und entsprechen den Anforderungen des Metering Code. Standardmässig sind die Zähler mit Tarifmodulen ausgestattet. Dank dem modularen Aufbau ist eine Erweiterung jederzeit möglich. So kann durch den Einsatz entsprechender Module (CS, Modem, Funk, PLC, GSM etc.) der Funktionsumfang erweitert werden. Ein nicht zu unterschätzendes Plus stellt das gut ablesbare Display dar. Durch Tastendruck kann in den Tarifregistern geblättert werden. Die Displayanzeige ist frei konfigurierbar. Für die einfache Darstellung des aktuellen Energiebezuges ist die aktuelle Leistung in Watt wie auch ein rückstellbarer Zähler im Display aufrufbar. Dieser kann wie der Tageskilometerzähler im Auto auf Null gesetzt werden, um den Stromverbrauch in einer beliebigen Periode zu erfassen.»

Pluspunkte der Kamstrup Haushaltzählern sind:

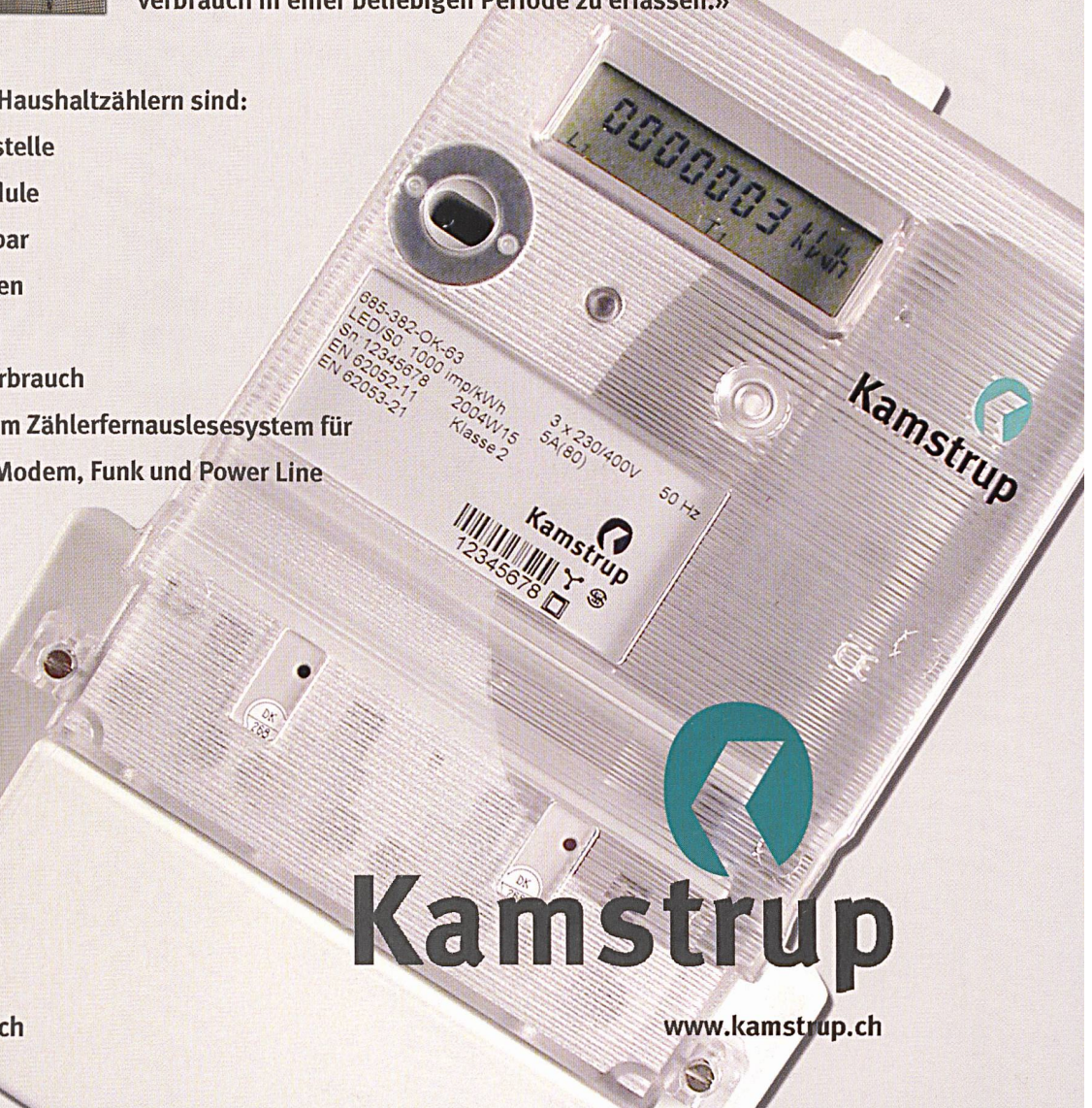
- Optische IEC - Schnittstelle
- Erweiterbar durch Module
- Visuell sehr gut ablesbar
- Käfiganschlussklemmen
- Geringe Einbautiefe
- Sehr geringer Eigenverbrauch
- Einfach erweiterbar zum Zählerfernauslesesystem für

Haushaltskunden via Modem, Funk und Power Line

Kamstrup A/S, Schweiz
TEL: +41 43 455 7050
FAX: +41 43 455 7051
E-MAIL: info@kamstrup.ch

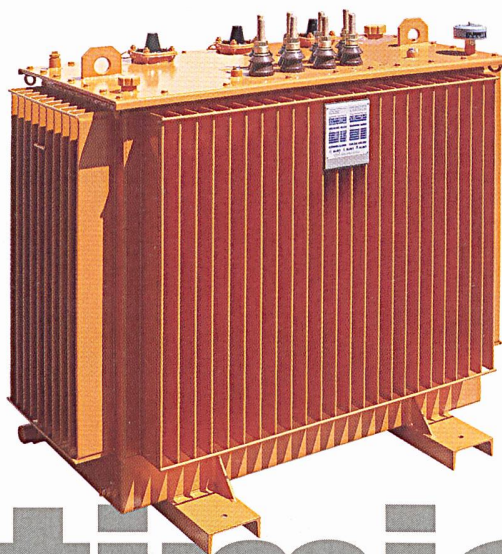
Kamstrup

www.kamstrup.ch



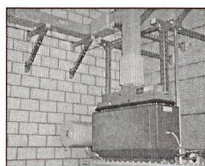
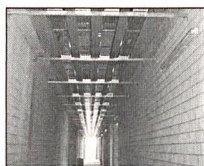
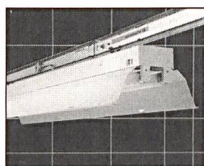
RAUSCHER & STOECKLIN AG
ELEKTROTECHNIK
POSTFACH
CH-4450 SISSACH
Tel. +41 61 976 34 66
Fax +41 61 976 34 22
Internet: www.raustoc.ch
E-Mail: info@raustoc.ch

**RAUSCHER
STOECKLIN**



Optimiert

Unsere strahlungsarmen Transformatoren sind für den Einsatz an Orten mit empfindlicher Nutzung optimiert.



Votre sécurité – LANZ canalisations électriques

- **LANZ EAE – à gaine métallique 25–4000 A IP 55**
Pour une alimentation électrique modifiable et extensible de l'éclairage, des machines dans les laboratoires, fabriques, chaînes de production, etc.
- **LANZ HE – à gaine de résine synthétique 400–6000 A IP 68**
La meilleure canalisation électrique au monde, résistant à 100 % à la corrosion. Homologuée EN/IEC. Aussi avec conducteur neutre 200 % et blindage CEM maximal.

Spécialement recommandées pour les liaisons transfo-distribution principale, pour les réseaux d'étage dans les immeubles administratifs, centres de calcul et hôpitaux, pour l'équipement de centrales de force, usines d'incinération, STEP et installations à l'air libre.

Conseils, offres: **lanz oensingen sa** 4702 Oensingen 062388 21 21

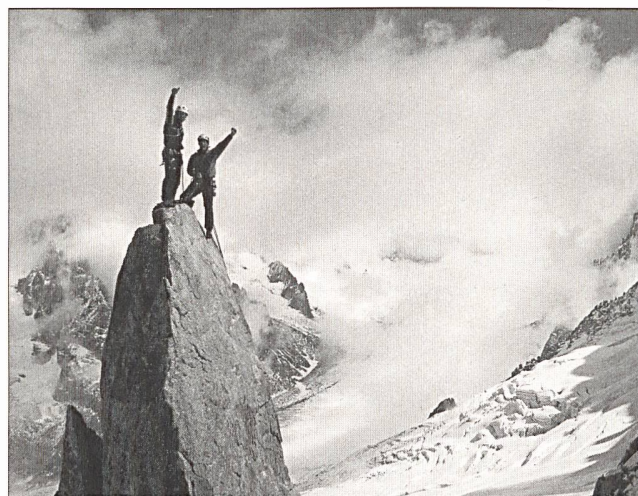
- ☐ Les canalisations électriques LANZ EAE et LANZ HE m'intéressent. Veuillez m'envoyer la documentation.
- ☐ Pourriez-vous nous rendre visite à une date à convenir par téléphone? Nom / adresse / tél. _____

fs2



lanz oensingen sa

CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2
Téléphone 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24
www.lanz-oens.com info@lanz-oens.com



Wie stehen Sie über den Dingen?

Als führender Energiedienstleister setzen wir auf Lösungen nach Mass, um Ihnen neue Perspektiven zu verleihen. Abgesichert durch 110 Jahre Erfahrung und ur-schweizerische Partnerschaft.

Damit Sie den Herausforderungen an der Spitze rundum gelassener entgegen-sehen können.

www.atel.ch

atel

Energy is our business