**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:** 93 (2002)

**Heft:** 22

**Artikel:** Charles F. Brush : der vergessene Windenergie-Pionier

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-855482

**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**

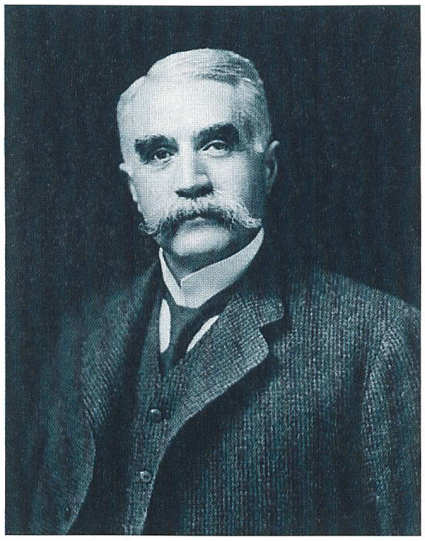
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

**Download PDF:** 09.12.2025

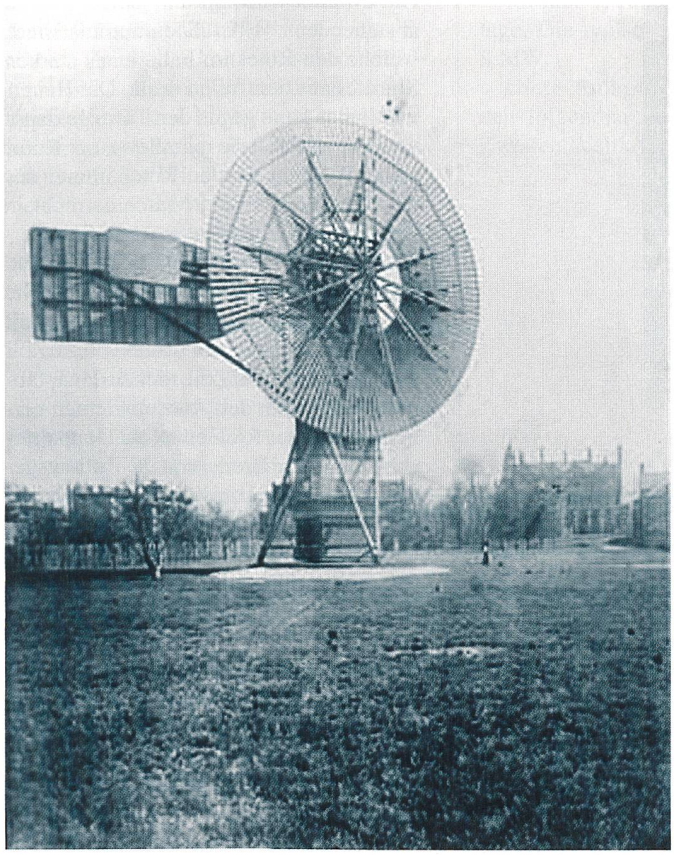
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Charles F. Brush: Der vergessene Windenergie-Pionier

Charles F. Brush (1849–1929) ist einer der Gründer der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft. Er erfand zum Beispiel einen sehr effizienten Gleichstromgenerator für das öffentliche Stromnetz, die erste kommerzielle Lichtbogenlampe sowie eine effiziente Methode zur Herstellung von Blei-Säure-Batterien. Seine Firma Brush Electric in Cleveland (Ohio) wurde im Jahr 1889 verkauft und 1892 mit der Firma Edison General Electric zu General Electric Company (GE) verschmolzen.



Charles F. Brush (1849–1929).



Die grosse Brush-Windmühle.

## Die grosse Brush-Windmühle in Cleveland, Ohio

Im Winter 1887/88 baute Brush eine Maschine, die heute als die erste vollautomatische Windkraftanlage zur Stromerzeugung gilt.

Die Ausmasse waren gigantisch und damals weltweit unerreicht: Rotordurchmesser: 17 m, 144 Rotorblätter aus Zedernholz.

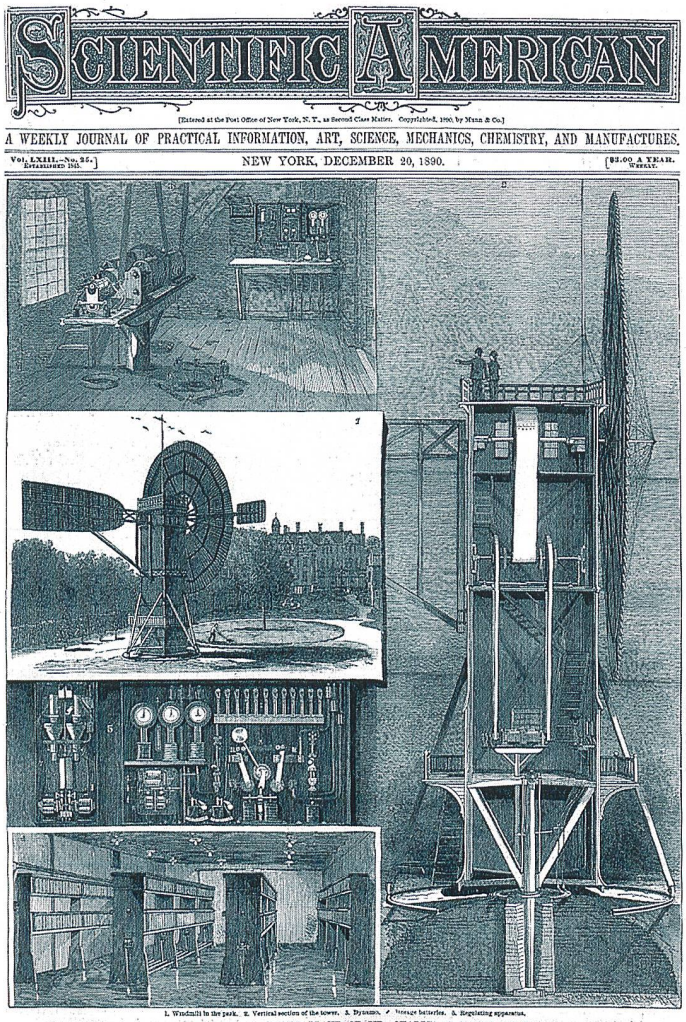
Die Anlage lief 20 Jahre lang und lud die Batterien im Keller seines Wohnhauses. Trotz der Grösse der Windkraftanlage betrug die Leistung des Generators nur 12 kW. Das liegt daran, dass die langsam rotierenden Anlagen amerikanischen Typs keinen besonders hohen Wirkungsgrad aufwiesen. Der Däne Poul la Cour entdeckte, dass schnelllaufende Anlagen mit wenigen Rotorblättern für die Stromerzeugung effizienter sind.

## Artikel über die Brush-Windmühle in «Scientific American»

Am 20. Dezember 1890 veröffentlichte die Zeitschrift «Scientific American» eine detaillierte Beschreibung der Brush-Windmühle. Ihr vollautomatisches elektrisches Steuerungssystem wird im Artikel besonders hervorgehoben. Das Prinzip der Verwendung von Spulen blieb bei späteren Generationen von Windkraftanlagen erhalten – bis etwa 1980 der Computer Einzug in die Steuerungen hielt.

«Es ist schwierig, die Auswirkungen einer Erfindung auf die gängige Praxis und auf die Industrie abzuschätzen. Gelegentlich werden neue Erfindungen präsentiert, die einen starken Einfluss auf eine ganze Reihe von verwandten Erfindungen und Industrien haben: Sie revolutionieren die bestehende Praxis, führen neuartige Techniken ein und etablieren neue Disziplinen. Die kommerzielle Entwicklung der Elektrizität ist ein gutes Beispiel dafür.

Nachdem Brush die elektrische Beleuchtung mittels Lichtbogenlampen erfolgreich abgeschlossen hatte, wurde die Beleuchtung mit Hilfe von Glühlampen schnell weiterentwickelt und perfektioniert. Auch das Gaslicht wurde in vielerlei Hinsicht verbessert. Gleichzeitig machte die Verteilung elektrischer Energie Fortschritte, und auch die wichtigsten



SCIENTIFIC AMERICAN

[Entered at the Post Office of New York, N. Y., as Second Class Matter. Copyrighted, 1890, by Munn & Co.]

A WEEKLY JOURNAL OF PRACTICAL INFORMATION, ART, SCIENCE, MECHANICS, CHEMISTRY, AND MANUFACTURES.

Vol. LXIII.—No. 25.] ESTABLISHED 1845. NEW YORK, DECEMBER 20, 1890. [$3.00 A YEAR. WEEKLY.

1. Windmill in the park. 2. Vertical section of the tower. 3. Dynamo. 4. Storage batteries. 5. Regulating apparatus.

THE WINDMILL DYNAMO AND ELECTRIC LIGHT PLANT OF MR. CHARLES F. BRUSH, CLEVELAND, O.—[See page 329.]

Artikel in «Scientific American».

Antriebsmittel für Dynamos wurden entscheidend verbessert. In dieser Hinsicht wurde viel im Bereich Dampf- und Wassermotoren erreicht. Windenergie ist schon oft als Antrieb für Dynamos vorgeschlagen worden, aber die Anpassung der Windmühlen für diesen Zweck scheint mit Problemen übersät. Wenige haben sich daran gewagt, da nicht nur Fragen des Antriebsmittels und des Dynamos zu lösen sind, sondern auch die Leistungsübertragung vom Windrad zum Dynamo sowie Vorrichtungen zur Regelung, Speicherung und Nutzung des Stroms.

Mit Ausnahme der dargestellten, gigantischen Windmühle samt Elektrizitätswerk ist uns kein funktionierendes elektrisches Beleuchtungssystem bekannt, das auf Windenergie beruht.

Die hier vorgestellte Mühle samt all ihren elektrischen Vorrichtungen und das komplette System, das wir hier besprechen wollen, wurde von Charles F. Brush (Cleveland, Ohio) entworfen und unter seiner persönlichen Aufsicht entsprechend seinen Plänen gebaut. Dieses Beispiel an gewissenhafter Ingenieurskunst ist unübertroffen.

Alle Eventualitäten wurden berücksichtigt, und die Anlage läuft vollständig automatisch – vom gewaltigen Rotor bis hinunter zum Stromregler.

Der Leser möge nicht dem Irrtum aufsitzen, das durch Wind erzeugte elektrische Licht wäre billig, weil der Wind nichts kostet. Im Gegenteil, die Kosten für das Werk sind so hoch, dass sie die kostenlose Nutzbarkeit des Antriebsmittels mehr als aufwiegen. Es liegt jedoch eine grosse Befriedigung darin, eine der unbändigsten Naturgewalten zu nutzen.

Wer in der schönen Stadt Cleveland an der Euclid Avenue vorbeikommt, wird die herrliche Residenz von Brush bemerken, und dahinter den Park, in dem sich – montiert auf einem hohen Turm – das angesprochene immense Rad samt dem Elektrizitätswerk befindet. Der Turm hat eine rechteckige Form und ist ungefähr 60 Fuss hoch. Er ist auf einen schmiedeeisernen Bolzen mit einem Durchmesser von 14 Zoll gesetzt, der 8 Fuss tief in das feste, unterirdische Mauerwerk reicht. Der Bolzen ragt überirdisch 12 Fuss in die Höhe und passt in die Ausnehmungen des Eisenrahmens des Turmes. Das Gewicht des Turmes, 80 000 Pfund, wird von einem Absatz am oberen Ende des Bolzens getragen. Der Absatz ist mit einem gekreuzten Träger im unteren Teil des Turmrahmens verbunden.

Im oberen Teil des Turmes ist die Antriebswelle gelagert. Diese Welle ist 20 Fuss lang und $6^1/_2$ Zoll stark. Sie verfügt über selbstschmierende Lager mit einer Länge von 26 Zoll und trägt das grosse Riemenrad, dessen Durchmesser 8 Fuss bei einer Breite von 32 Zoll beträgt. Der Rotor mit einem Durchmesser von 56 Fuss ist auf die Antriebswelle montiert und besteht aus 144 Blättern, die wie bei einem Propeller verwunden sind. Die Rotorfläche beträgt rund 1800 Quadratfuss, und die Länge der Hauptwindfahne, die den Rotor in den Wind dreht, misst 60 Fuss bei einer Breite von 20 Fuss. Die Mühle wird mittels einer seitlich abstehenden Hilfsfahne automatisiert, welche den Rotor im Falle eines starken Sturmes aus dem Wind dreht. Die Hauptwindfahne kann gegen den Turm geklappt werden, sodass sie parallel zum Rotor steht. So dreht sie den Rotor immer aus dem Wind, wenn die Maschine nicht in Betrieb ist. Die Zwischenwelle ist unterhalb der Antriebswelle angebracht und hat einen Durchmesser von $3^1/_2$ Zoll. Sie trägt eine Riemenscheibe mit 16 Zoll Durchmesser bei einer Breite von 32 Zoll und ist mit der 8 Zoll dicken Hauptantriebswelle über den Antriebsriemen verbunden. Dieser Riemen ist als Doppelriemen mit einer Breite von 32 Zoll ausgeführt. Die Zwischenwelle trägt zwei weitere Riemenscheiben mit einem Durchmesser von 6 Fuss und einer Breite von $6^1/_2$ Zoll, welche die Dynamowelle, die an beiden Enden ebenfalls mit Riemenscheiben ausgestattet ist, mittels zweier Riemen drehen.

Der Dynamo – eine Eigenentwicklung von Brush – ist auf einem vertikalen Gleitlager montiert und teilweise mit einem Gewicht gegengelagert. Man sieht weiters, dass die Zwischenwelle mit dem Hauptriemen an der Antriebswelle hängt und dass der Dynamo über die Dynamoriemen teilweise gegen die Zwischenwelle gespannt wird. So wird die notwendige Spannung der Riemen sichergestellt. Die Gesamtlast auf die Dynamoriemen beträgt 1200 Pfund, die des Antriebsriemens 4200 Pfund. Die Enden der Zwischenwelle laufen in Gleitführungen, die mittels Ausgleichshebeln eine identische Bewegung an beiden Enden erzwingen. Die Riemenscheiben sind so proportioniert, dass der Dynamo 50-mal schneller läuft als der Rotor. Die Drehzahl des Dynamos beträgt bei Volllast 500 U/min, die Nennleistung 12 000 Watt.

Die automatischen Schalter entnehmen dem Dynamo ab einer Drehzahl von 330 Umdrehungen pro Minute Strom. Ein selbsttätiger Regler stellt sicher, dass die elektromotorische Spannung nie über 90 Volt steigt. Die Schaltung ist so ausgelegt, dass sie bei 75 Volt automatisch aus- und bei 70 Volt wieder einschaltet. Die Bürsten des Dynamos werden automatisch nachgeführt, wenn sich die Last ändert. Das Dynamofeld ist leicht verkoppelt. Der Strom fliesst vom Dynamo zu den Kontaktschuhen aus poliertem und gehärtetem Stahl, die von einem Querbalken des Turmes getragen werden. Die Kontakte gleiten auf ringförmigen Metallplatten im Kreis um den Bolzen. Von diesen Platten führen unterirdische Leitungen zum Wohnhaus. Um gegen extremen Winddruck gerüstet zu sein, verfügt der Turm über schräg nach aussen verlaufende Beine mit Stützrädern, die mit geringem Spiel über konzentrischen, kreisförmigen Schienen laufen, deren Mittelpunkt der Bolzen bildet. Normalerweise berühren die Räder die Schiene nicht, aber wenn der Wind sehr stark ist, setzen sie auf und entlasten so den Bolzen.

Im Keller des Wohnhauses lagern 408 Einzelzellen, die in 12 Batterien zu je 34 Zellen zusammengefasst sind. Diese zwölf Batterien werden parallel ge- und entladen und haben eine Kapazität von je 100 Amperestunden. Die Wannen, welche die Elemente der Batterie beherbergen, sind aus Glas, und jede Zelle ist mit einer viertelzolldicken Schicht ‹mineralischem Dichtungsöl› versiegelt, sodass das Verdampfen, das Verspritzen und die Geruchsausbreitung der Flüssigkeit verhindert wird.

Das Haus ist mit 350 Glühlampen zwischen 10 und 50 Kerzenstärke pro Lampe ausgestattet. Die am häufigsten benutzten Lampen haben zwischen 16 und 20 Kerzenstärke; rund 100 Glühlampen werden täglich eingeschaltet. Zusätzlich gibt es zwei Bogenlampen und drei Elektromotoren. Nach längerem, kontinuierlichem Betrieb dieses elektrischen Kraftwerks hat sich herausgestellt, dass der Wartungsaufwand, um die Anlage betriebsbereit zu halten, praktisch gleich Null ist. Die Anlage ist seit mehr als zwei Jahren in Betrieb und stellt in jeder Hinsicht einen vollen Erfolg dar.»

**Quelle**
Verband der dänischen Windkraftindustrie (Vindmølleindustrien)
Vester Voldgade 106, DK-1552 Kopenhagen V
http://www.windpower.org

Fotos: The Charles F. Brush Special Collection, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.

## Der Vater der Windenergie: Poul la Cour

Poul la Cour (1846–1908) war eigentlich ein ausgebildeter Meteorologe und gilt als der Vater der modernen Windkraftanlagen für die Stromerzeugung.

Im Jahr 1891 baute er die weltweit erste Windkraftanlage zur Erzeugung von Elektrizität. La Cour war auch einer der Pioniere der modernen Aerodynamik und verfügte über einen eigenen Windkanal für seine Experimente.

La Cour beschäftigte sich mit der Speicherung von Energie und benutzte den Strom seiner Windkraftanlagen, um mit Elektrolyse Wasserstoff für das Gaslicht in der Schule zu erzeugen.

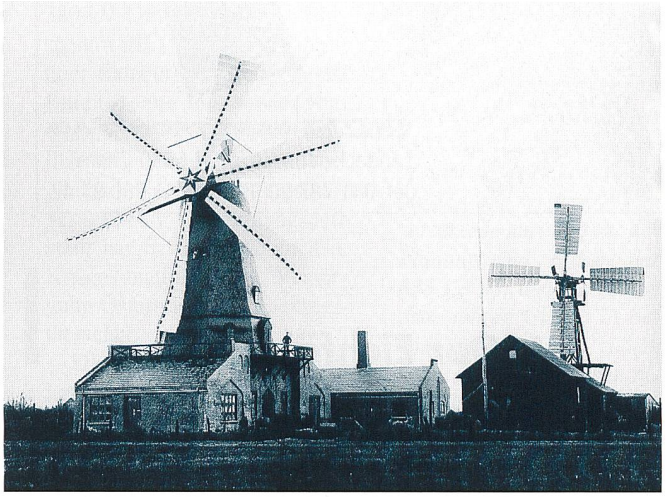
Ein grundlegender Nachteil dieser Vorgangsweise war, dass er die Fenster der verschiedenen Schulgebäude mehrere Male auswechseln musste, da der Wasserstoff geringe Mengen von Sauerstoff enthielt und in der Folge explodierte(!).

In der Volkshochschule von Askov (Dänemark) hielt La Cour jedes Jahr Kurse für angehende Windkraft-Elektroingenieure. La Cour gründete die Gesellschaft der Windkraft-Elektroingenieure, welche im Jahr nach der Gründung (1904) 356 Mitglieder verzeichnete.

Die weltweit erste Zeitschrift für Elektrizität aus Windkraft wurde ebenfalls von Poul la Cour herausgegeben.

Im Jahr 1918 besassen in Dänemark 120 Elektrizitätswerke eine Windkraftanlage. Die typische Grösse betrug 20 bis 35 kW, die installierte Gesamtleistung 3 MW.

Diese Anlagen deckten damals rund 3% des dänischen Stromverbrauchs. In den folgenden Jahren ging das Interesse an Windkraft jedoch zurück, bis im Zweiten Weltkrieg Versorgungsengpässe auftraten.



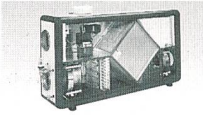
**Die Windkraftanlagen von La Cour: Zwei seiner Testanlagen bei der Volkshochschule in Askov, Dänemark.**

## Le pionnier de l'énergie éolienne tombé aux oubliettes

Charles F. Brush (1849–1929) est un des fondateurs de l'économie électrique américaine. Il inventa par exemple un générateur à courant continue très performant pour le réseau public, la première lampe à arc commerciale, ainsi qu'une méthode efficiente pour produire des batteries au plomb. Son entreprise Brush Electric à Cleveland (Ohio) fut vendue en 1889 et fusionna en 1892 avec l'entreprise Edison General Electric pour devenir la General Electric Company (GE). En 1888, Brush construisit une machine qui, à l'heure actuelle, tient lieu de première éolienne produisant de l'électricité de manière entièrement automatique.

## Von ANSON die Ventilatoren mit Wärmerückgewinnung (WRG) und Frischluftzufuhr:

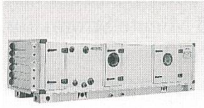
**ANSON WRG Ventilatoren für Aussenwand –**
Einbau 230 V 50–1200 m³/h. Für tadellose Raumluft in Bad/WC, kleinen Büros und Sitzungszimmern. Rasch und preisgünstig von:



**ANSOVENT Ventilatoren mit WRG**
**mit automatischer Sommer/Winter-Bypass-Umstellung.** Modernste Technik mit 24 V DC-Motoren. 400 m³/h. Von ANSON

**Modernste ABB Ventilatoren mit WRG**
4 Rohranschlüsse 80 mm Ø. 400 m³/h. Für Bad/WC und Küchen-Entlüftung im STWE und EFH. Von ANSON.

**ANSOVENT Flachgeräte für Deckenmontage**
Besonders flache WRG-Ventilatoren für 500–3600 m³/h. Hervorragend bewährt. Kurzfristig und rasch von ANSON AG ZÜRICH.

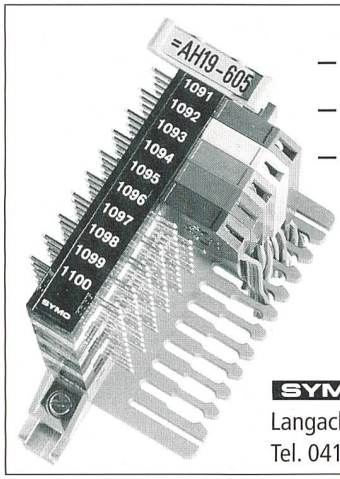


**Grosse WRG Ventilatoren**
modernster Bauart von 3000–10000 m³/h für Läden, Restaurants, Fabrikräume. Wir haben Erfahrung und liefern rasch und preisgünstig.

**WRG Ventilatoren energiesparend betreiben**
mit modernsten Steuerungen von **ANSON.** Manuell oder zeit- und temperaturabhängig. Wir sind Spezialisten.

**Beratung/Offerte überzeugen: ANSON 01/461 11 11**
**Friesenbergstrasse 108**
**8055 Zürich Fax 01/461 31 11**






– Mosaik-Schaltbilder
– Elektronik-Systeme
– Anschlusstechnik

SYMO

**SYMO-ELECTRONIC AG**
Langackerstrasse 5, CH-6330 Cham
Tel. 041 785 20 95, Fax 041 780 81 42



*Sie konzentrieren sich auf Ihr Geschäft ...*

***... den Rest erledigen wir: TSM® – Total Security Management.***

*wie – wo – was? – Fragen Sie einfach uns ...*

*Zum Beispiel:*
*Risikoanalysen, EMV-Prüfungen, Bedienungsanleitungen, Entwicklungsberatung, Vorbeurteilungen*

SEV AGE
*Details unter www.sev.ch*

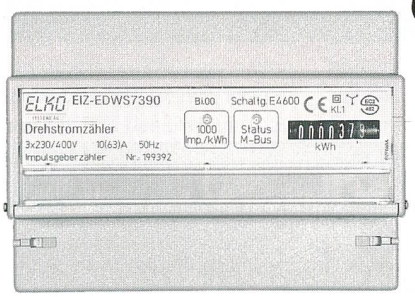
*... Kontaktpersonen:*
*Markus Aellig, Tel 01 956 13 30*
*markus.aellig@sev.ch*
*Heinz Uhlmann, Tel. 01 956 13 34*
*heinz.uhlmann@sev.ch*

TOTAL SECURITY MANAGEMENT



## «Der Eichfähige»
## EIZ-... kWh-Zähler

EC2 482 Amtliche Zulassung




**Elektronischer kWh-Hutschienenzähler**
**minimale Abmessungen**
**gegen Erschütterungen unempfindlich**
**Einbau lageunabhängig**
**Ausführungen mit Impulsausgang, M-BUS, LON-BUS oder PLC-System**

ELKO SYSTEME AG

Messgeräte • Systeme • Anlagen
zur Kontrolle und Optimierung des Verbrauches elektrischer Energie
Brüelstrasse 47 CH-4312 Magden Telefon 061-845 91 45 Telefax 061-845 91 40
E-Mail: elko@elko.ch Internet: www.elko.ch



## Zählerfernauslesung
## Energiedaten erfassen, analysieren, visualisieren...

Für die Energieverrechnung benötigen Sie zuverlässige Energiedaten.

Wir liefern alle Komponenten des Energiedatenmanagements.
**Vom Zählerfernauslese-System bis zur Internet-Visualisierung.**

**Neu: Generalvertretung für ITF-EDV-Fröschl-Zählerfernauslese-System!**

OPTIMATIK xamax

**Mobile Zählerdatenauslesung? Zählerfernauslesung?**

Firma/Name/Vorname

Adresse

PLZ/Ort

Tel./Fax

**Optimatik AG**, GZS Strahlholz, 9056 Gais, Tel. 071 793 30 30, Fax 071 793 18 18
**Xamax AG**, Hardhofstrasse 17, 8424 Embrach, Tel. 01 866 70 80, Fax 01 866 70 90
www.optimatik.ch, info@optimatik.ch, info@xamax-ag.ch