**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 54 (1963)

**Heft:** 15

**Rubrik:** Mitteilungen SEV

**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:** 02.10.2025

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

wurde doch gezeigt, dass dem nicht so ist, und es ist zu hoffen, dass der Weg zu einer Fortsetzung gefunden werden kann, um so eher als bei uns der höheren Brennstoffkosten und des billigeren Geldes wegen Konkurrenzpreise rascher erreicht werden sollten.

Mit dem starken Ausbau der Speicherwerke mit Gebrauchsdauer zwischen 1000 und 1800 h pro Winter haben wir schon seit längerer Zeit eine notwendige Voraussetzung für den Einsatz von Atomwerken in unserem Energieerzeugungssystem geschaffen und neuerdings durch vermehrte Pumpanlagen verbessert. Es ist zu hoffen, dass die laufende Prüfung in den einzelnen Elektrizitätswerken ergibt, dass für ein erstes Atomwerk von bis 250 MW mit einer Betriebsdauer von angenähert 7000 h gerechnet werden darf. Die Plätze, die uns für Atomkraftwerke zur Verfügung stehen, dürfen nicht mit weiteren Nur-Versuchsanlagen mit kleiner Leistung belegt werden. Bei dem Entwurf für ein solches Kraftwerk müssen wir uns aber auch hüten, einem Perfektionismus zu verfallen. Mögliche, nicht nachteilige Vereinfachungen sind eingehend zu prüfen. Mit Rücksicht auf die ungleiche Wasserdarbietung in unseren hydraulischen Kraftwerken sollte es möglich sein, für ein Atomkraftwerk eine zweimonatige Betriebspause zur Zeit der Hauptschneeschmelze, Juni/Juli, vorzusehen, während der die Brennstoffelemente zur Hauptsache ausgewechselt werden, was sich bei abgestelltem Reaktor bedeutend leichter und mit einer einfacheren Lademaschine bewerkstelligen lässt. Vielleicht genügt ungefähr in der Mitte der Betriebszeit eine kürzere Abstellung um Verschiebungen in kleinerem Umfang durchzuführen. Seit Jahren läuft in der Schweiz, abgesehen von kleineren abgelegenen Gemeindewerken, kaum ein Kraftwerk ausserhalb des parallel arbeitenden Gesamtbetriebes. So hübsch es wäre, mit einem Atomkraftwerk ein separates Netz, womöglich noch mit stark schwankender Belastung, zu beliefern, so sehe ich dazu doch keine Notwendigkeit. Für die Ausregulierung haben wir die Speicherwerke; also nutzen wir diesen Vorteil und verzichten wir auf zusätzliche Anforderungen an einen Reaktor, die vielleicht alle zehn Jahre einmal wünschbar wären!

Wir sind etwas im Rückstand. Der Wille, die schweizerische Reaktorentwicklung fortzusetzen, ist vorhanden, sie darf aber nicht dazu führen, dass wir in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Ausland stets um eine Reaktor-Generation nachhinken. Schon mit dem nächsten Reaktor muss ein Grossteil dieses Rückstandes aufgeholt werden. Das wird gewisse Opfer verlangen. Die Schweizer sollten diese zu bringen so gut imstande sein wie unsere Nachbarn, nicht zu reden von Staaten, die unvergleichlich viel mehr aufgewendet haben, wie England, Frankreich, Schweden, Amerika, Kanada und neuerdings Deutschland.

Die Energieversorgung muss gesichert sein; die Möglichkeiten des Ausbaues der Wasserkräfte neigen sich dem Ende entgegen. Energie, die durch hydraulische Anlagen und durch Atomkraftwerke mit schweizerischem Reaktor nicht geliefert werden kann, muss notwendigerweise in konventionellen thermischen Werken oder Atomwerken mit fremden Reaktoren erzeugt werden. Amerikanische und wahrscheinlich auch andere Firmen werden uns gerne komplette Atomkraftwerke anbieten. Ich hoffe aber doch, dass wir auf dem angefangenen Weg voranschreiten dürfen. Kleinmut heute würde bei späteren Generationen nicht verstanden. Die Aufgabe ist gross. Es ist aber nicht die erste Aufgabe, die in der Schweiz gemeistert wurde. Die Öffentlichkeit hilft und muss auch bei uns, wie überall, noch eine Zeitlang helfen. Nicht nur die Autobahnen, sondern auch die Schaffung schweizerischer Atomwerke ist für uns eine Aufgabe.

**Adresse des Autors:**
*H. Frymann*, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Beatenplatz 2, Zürich 1.

# Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

## Elektrische Antriebe für Raumfahrzeuge

629.19;621.459

[Nach *Hasso G. Wichmann:* Elektrische Antriebe für Raumfahrzeuge, ETZ-A, 84(1963)8, S. 245...252]

Raumfahrzeugantriebe haben die Aufgabe, den Vortrieb von Raumfahrzeugen zu ermöglichen. Da die chemischen Antriebe, welche Luft benötigen, für die Raumfahrt nicht in Frage kommen, beschränkt sich die Auswahl auf chemische Raketen und elektrische Triebwerke. Die chemischen Raketen gestatten sehr grosse spezifische Strahlleistungen von $10^6...10^7$ kW/kg zu erzeugen; der hohe Massenaufwand hat jedoch zur Folge, dass die Leistung nicht sehr lange aufrecht erhalten werden kann. Für den weiten Raumflug können daher elektrische Triebwerke viel besser die erforderlichen kleinen Schübe während langen Zeiten erzeugen.

Heute sind drei verschiedene Prinzipien dieser Triebwerke bekannt:

1. Elektrothermische Plasmaantriebe;
2. Elektrostatische Antriebe (Ionenantriebe);
3. Magneto-hydrodynamische Antriebe.

Bei den *elektrothermischen Plasmaantrieben* wird ein geeignetes Arbeitsgas im elektrischen Lichtbogen auf sehr hohe Temperaturen erhitzt und durch eine Düse expandiert. Die sehr hohen Austrittsgeschwindigkeiten von 25 000 m/s ergeben auch bei kleinem Massendurchsatz einen ausreichenden Schub und dank der leichten Regulierbarkeit kann das Triebwerk besonderen Aufga-

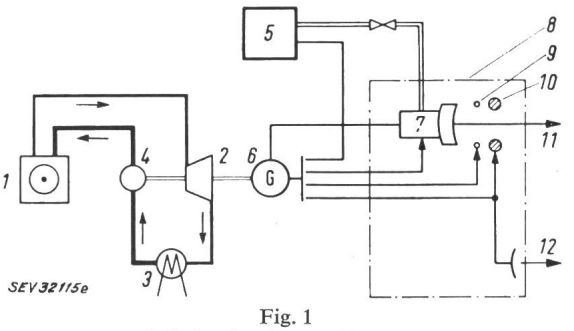



Fig. 1
**Prinzip eines Ionentriebwerkes**

*1* Reaktor; *2* Turbine; *3* Kondensator und Radiator; *4* Pumpe; *5* Treibstofftank; *6* elektrischer Generator; *7* Ionenquelle; *8* Ionen-Beschleunigungskammer; *9* Fokussierungs-Elektrode; *10* Beschleunigungselektrode; *11* beschleunigte Ionen; *12* Elektronenemitter

ben einfach angepasst werden. Spezielle Probleme ergeben sich infolge des hohen Wärmeverlustes an die Wandungen der Brennkammer und der Düse, sowie durch die Vermeidung von Brennflecken auf den Elektroden, wozu die Rotation des Lichtbogens im Magnetfeld eine interessante Lösung darstellt.

*Elektrostatische Triebwerke* erzeugen den Schub durch das Ausstossen von geladenen Teilchen (Ionen). Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines elektrostatischen Antriebsystemes, welches aus einer Energieversorgungsanlage und dem eigentlichen Ionentriebwerk besteht. Für die Energieversorgung eignet sich ein Kernreaktor vornehmlich dank seiner hohen Leistung und seiner langen Lebensdauer. Grosse Schübe werden mit schweren Ionen unter Anwendung hoher Beschleunigungsspannungen erreicht.

Der elektrische Aufbau erleichtert es, entsprechende Regulierungen zu entwickeln. Die hinter dem Triebwerk entstehende positive Raumladung muss neutralisiert werden, da sonst das weitere Austreten von Ionen verhindert würde. Das einfache Aussenden von Elektronen kann aber unter Umständen zu Elektronenschwingungen innerhalb des Ionenstrahles führen, wobei infolge komplizierter Ladungsverteilungen die Neutralisation nicht zustande kommt.

Bei einem *magneto-hydrodynamischen Antriebssystem* wird ein Plasma durch äussere elektromagnetische Felder beschleunigt. Da bei hohen Temperaturen ein Plasma eine beträchtliche Leitfähigkeit besitzt, können durch äussere Spannungen grosse Ströme im Plasma hervorgerufen werden. Diese Ströme lassen sich durch elektromagnetische Felder beeinflussen. Zwischen diesen Strömen und dem Magnetfeld treten dann die gleichen Wechselwirkungen auf wie zwischen Rotor und Stator eines Elektromotors. Im Gegensatz zum Elektromotor ist ein solcher *Plasma-Motor* jedoch ein Linearbeschleuniger. Fig. 2 zeigt einen magneto-hydrodynamischen Antrieb, bei welchem zur Erhöhung des Wirkungsgrades die Zu- und Ableitungen des Stromes koaxial ausgeführt sind. Durch ein zusätzliches axiales Magnetfeld lässt man den zwischen den beiden Elektroden brennenden Lichtbogen rotieren, um den Elektrodenabbrand möglichst gleichmässig zu halten. Die bisher erreichten Austrittsgeschwindigkeiten liegen bei etwa $15^5$ m/s. Auch bei diesem System stellen sich die Probleme der Elektrodenerosion und des Wärmeverlustes, daher wurden auch schon elektrodenlose Antriebssysteme entwickelt, und die diamagnetische Eigenschaft des Plasmas sich aus Zonen hoher magnetischer Feldstärke in Bereiche kleiner Feldstärke abdrängen zu lassen, erlaubt, das Plasma magnetisch von den Wänden zu isolieren. Alle Experimentierkunst und Dauerversuche leiden aber unter dem grossen Vorbehalt, ob sich die elektrischen Antriebe im interplanetarischen Raum gleich verhalten werden wie auf der Erde. Darüber werden aber erst Versuche im Raum Auskunft geben.

*A. Baumgartner*

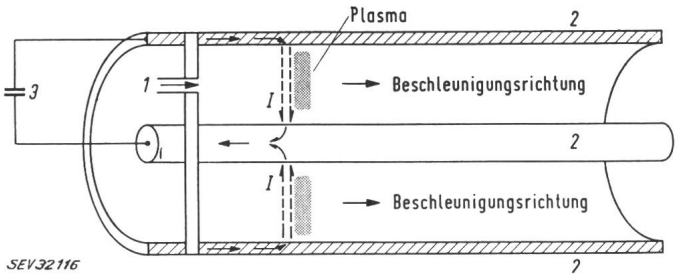



Fig. 2
**Schema eines Koaxialbeschleunigers**
*1* Gaseinlass; *2* koaxiales Elektrodensystem; *3* Kondensatorbatterie

# Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

## Ein neues Bauelement für die Zähltechnik

621.387.34

[Nach *K. Apel:* ECT 100 — Ein neues Bauelement für die Zähltechnik. Elektron. Rdsch. 17(1963)2, S. 57...61]

Moderne, universell verwendbare Zählelemente sollen folgende Eigenschaften aufweisen: kleine äussere Abmessungen, niedrige, für transistorisierte Treiberstufen geeignete Steuerspannungen, hohe Grenzfrequenzen, Umkehrbarkeit der Zählrichtung, hohe Lebensdauer und zuverlässiger Betrieb unter extremen Umweltbedingungen.

Diese Bedingungen zu erfüllen war das Ziel bei der Entwicklung der Kaltkathodenröhre ECT 100. Diese Zählröhre besitzt, entgegen dem bei Richtungsumkehrbarkeit üblicherweise angewendeten Prinzip, zwischen zwei sich folgenden Zählstellungen nur eine Zwischenelektrode. Zudem werden ausschliesslich gleichzeitige Steuersignale benötigt, was den Aufbau der Treiberstufen vereinfacht. Die zur einwandfreien Zählung benötigten Steuerspannungen liegen im Bereich unter 60 V. Einstweilen können Frequenzen bis 100 kHz gezählt werden, doch ist zu erwarten, dass dieser Wert mit fortschreitender Schaltungsentwicklung erheblich überschritten wird. Die Lebensdauer beträgt etwa 25 000 h. Der zulässige Temperaturbereich liegt zwischen — 100 und + 100 °C. Stossprüfungen mit 500 g, Dauerbeschleunigungen von 250 g während einer Minute und Schüttelprüfungen mit 5 g bei 50 Hz konnten den einwandfreien Betrieb nicht stören. Magnetfelder bis 200 Gs in beliebiger Richtung erwiesen sich ebenso unschädlich wie die Bestrahlung mit 0,1 c Cobalt 60 aus 1 cm Entfernung.

*H. Kropf*

---

## Laser-Anwendungen für biologische und chemische Zwecke

621.375.029.6 : 57 : 54

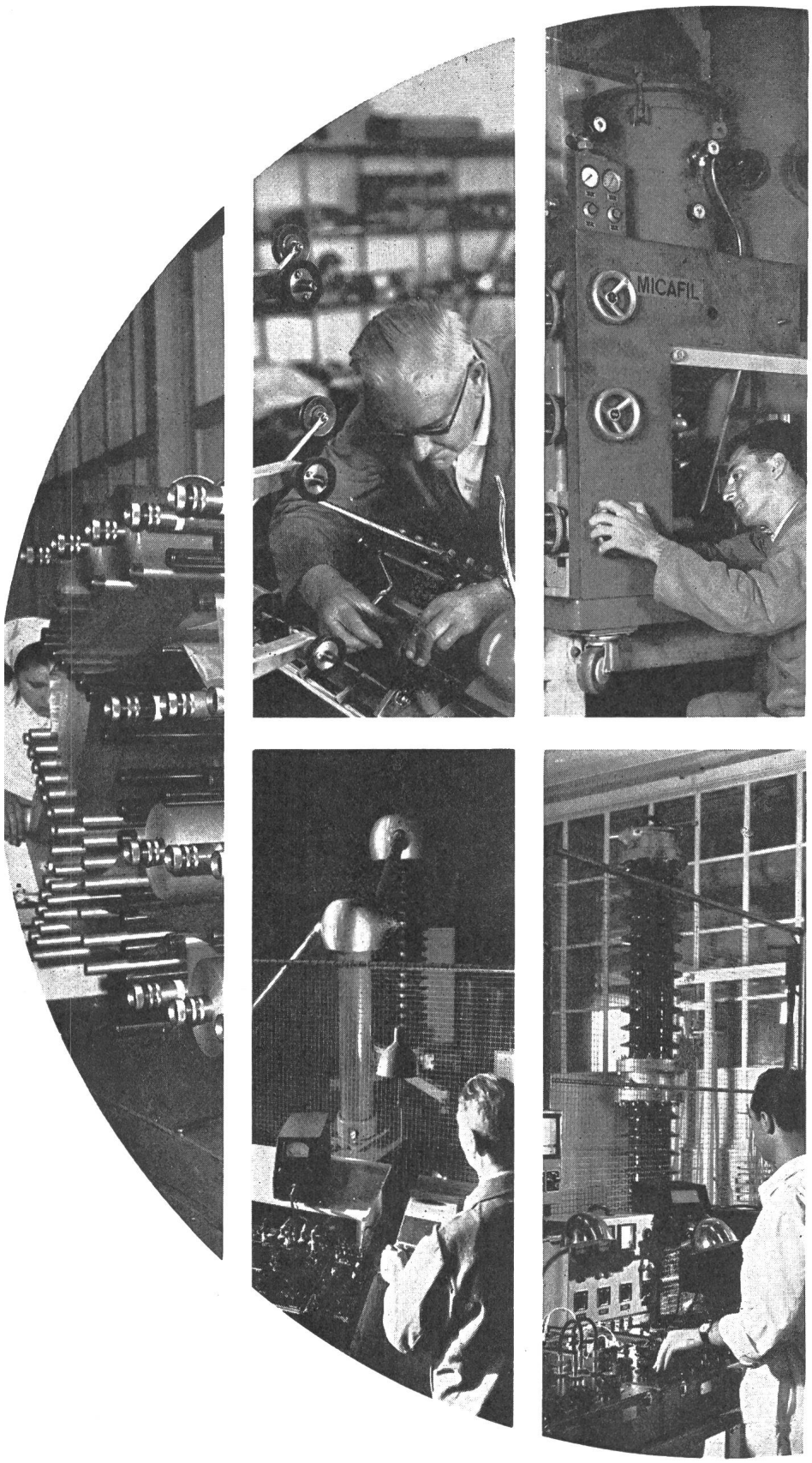
In der biologischen und chemischen Forschung kann der Laser verschiedene Anwendungen finden. Wird z. B. das Blut-Plasma mit Laser-Strahlen bestrahlt, tritt eine Änderung der Leitfähigkeit und der dielektrischen Konstanten des Plasmas ein. Diese Erscheinung wird durch die extrem hohe elektrische Feldkonzentration hervorgerufen. Bisherige medizinische und biologische Anwendungen des Lasers nutzen nur thermische Effekte des Laser-Strahles aus. Das hohe Spannungsfeld kann anderseits spezifische chemische Effekte erzeugen, wie z. B. Polymerisation oder freie Radikale. Weiterhin können dadurch anisotrope Moleküle ausgerichtet werden, was wiederum zu einer Änderung der Dielektrizitäts-Konstanten oder zu einer Änderung der Leitfähigkeit führt. Zukünftig lässt sich wahrscheinlich auch ein Laser zu chemischen Änderungen komplexer Verbindungen, z. B. Vaccine, verwenden.

Ein weiteres Interesse besteht in der Verhaltens-Änderung durch Laser-Strahlen-Einfluss. Bei Tieren wurde z. B. eine grosse Änderung in der Regenerierungs-Zeit von Augenzellgewebe nach Laser-Bestrahlung beobachtet.

*G. M.*

**Fortsetzung auf Seite 615**

**Suite voir page 615**

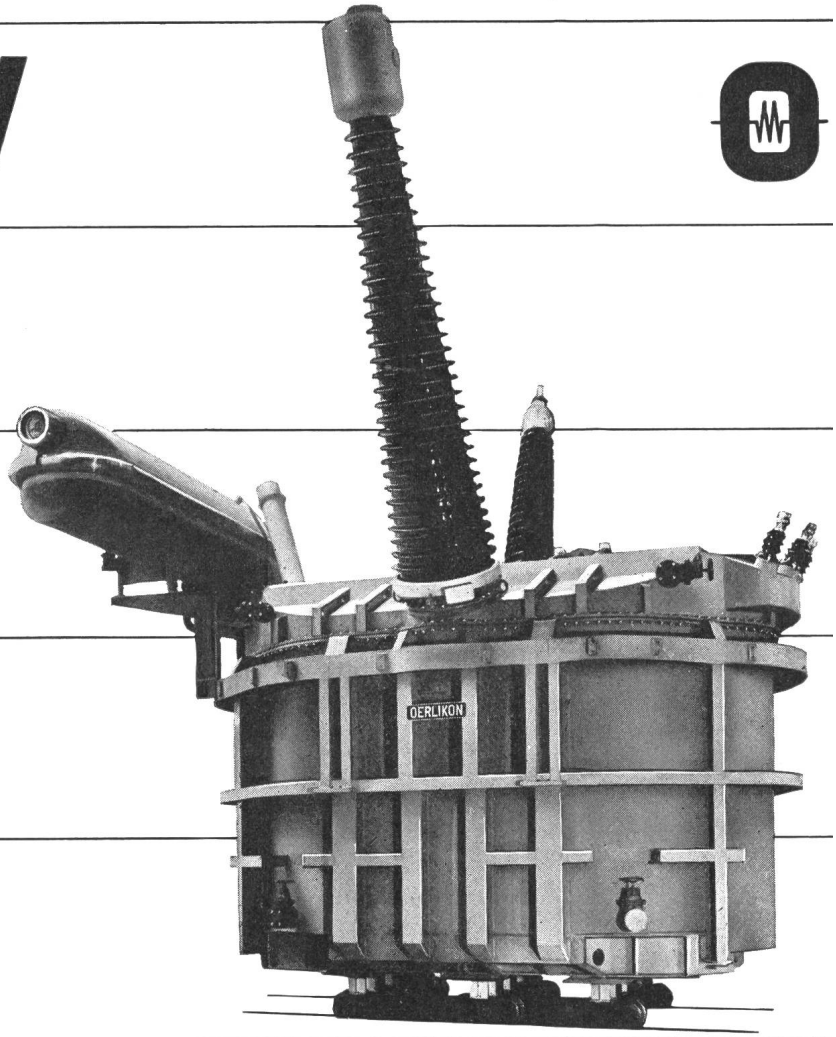



# Erfahrung und Verantwortung

ese zwei grundlegenden Forderungen werden heute an ein spezialisiertes Fabrikationsunternehmen gestellt. Verbunden mit jahrhntelangen Erfahrungen wurde durch intensive Forschungen die Grundlage für Spitzenleistungen geschaffen. So erreichten viele cafil-Produkte auf den Gebieten der Kondensatoren, Hochspannungsdurchführungen, Wickelmaschinen und der vakuumtechschen Anlagen für die Elektroindustrie international führende Marktpositionen. – Auf die Bedürfnisse des Kunden ausgerichtete, verlässige Ingenieurarbeit, verbindliche Beratung, Serviceleistungen und Garantien sind Verpflichtungen, die wir uns auferlegen, auch die zweite Forderung zu erfüllen: Übernahme der Verantwortung.

**MICAFIL AG ZÜRICH**

# 400 kV




**Maschinenfabrik Oerlikon**
**Zürich/Schweiz**

**Im Bau: Unterwerk Breite**
**410/250/16 kV, 600 MVA-Gruppe**

**Im Betrieb: Zentrale Tavanasa**
**410/250/13 kV, 800 MVA**