

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:	80 (1989)
Heft:	18
Artikel:	Grenzkostenorientierte Tarifgestaltung am Beispiel EdF
Autor:	Spring, F.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-903718

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: 26.01.2026

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

Grenzkostenorientierte Tarifgestaltung am Beispiel EdF

F. Spring

Für die EdF bilden die Tarife ein Schlüsselement zur Optimierung des gesamten Versorgungssystems im umfassenden Sinn. Das Tarifsystem der EdF stellt ein praktisches Beispiel der Anwendung von Grenzkostenüberlegungen auf die Tarifierung dar. Auch wenn es nicht direkt auf andere Unternehmungen übertragbar ist, können daraus Ideen und Ansätze für die Weiterentwicklung der Tarifierung entnommen werden.

Electricité de France considère les tarifs comme étant un élément-clé de l'optimisation de l'ensemble du système d'approvisionnement. Le système tarifaire d'EdF est un exemple pratique de l'application de considérations sur les coûts marginaux à la tarification. Même si ce genre de système ne peut être appliqué tel quel par d'autres entreprises d'électricité, il est cependant possible d'en tirer certaines idées et données pour la tarification future.

Leicht gekürzte Fassung eines Referates, das am 12. Internationalen Kongress über die Modellierung der Energiesysteme «Urbistik» am 23. Juni 1989 in Martigny gehalten wurde.

Adresse des Autors:

Fritz Spring, Bernische Kraftwerke AG (BKW), Viktoriaplatz, 3000 Bern 25.

Einleitung

Grenzkosten- und Grenznutzenüberlegungen wurden in der Volkswirtschaftslehre schon sehr früh ange stellt, unter anderem um das Verhalten der Marktteilnehmer und die Preisbildung auf verschiedenen Märkten zu erklären. Ihre Anwendung auf die Gestaltung der Tarife von leitungsgebundenen Energieträgern ist dagegen erst neueren Datums. Die Diskussion über Grenzkostentarife wurde in der Schweiz vor allem aktuell im Zusammenhang mit Postulaten für ein verstärktes Energiesparen und für den Ausstieg aus der Kernenergie. Sie basierte grösstenteils auf der Nationalfondstudie von Mauch und Ott des Büros Infras, die 1985 unter dem Titel «Ein Beitrag zur Ermittlung volkswirtschaftlich bestmöglicher Elektrizitätstarife in der Schweiz» veröffentlicht wurde [8]. Der weitere Verlauf der Entwicklung wurde vor allem durch folgende zwei Aspekte charakterisiert:

- Die Folgearbeiten beschränkten sich praktisch ausschliesslich auf die Anwendung auf die Elektrizität, und es gab kaum entsprechende Studien für andere Energieträger.
- Die Arbeiten basierten grösstenteils auf den Annahmen und Vorschlägen von Infras, und es wurden kaum weitere Grundlagen erarbeitet.

Damit wurden «Grenzkostentarife» in der Schweiz oft weitgehend mit dem von Infras vorgeschlagenen Modell und den daraus abgeleiteten Ergebnissen gleichgesetzt. Andere Modelle und konkrete Erfahrungen wurden dagegen kaum beachtet. Dadurch blieb eine Verbreiterung der Grundlagen aus, was die Akzeptanz einer Tarierung nach Grenzkosten beeinträchtigte.

Im vorliegenden Beitrag soll nun am Beispiel des Tarifsystems der Electricité de France (EdF) dargelegt werden, wie ein grenzkostenorientiertes Tarifmodell zur Optimierung eines leitungsgebundenen Energieversorgungssystems eingesetzt werden kann. Um die einzelnen Überlegungsschritte verdeutlichen zu können, beschränken sich die Ausführungen weitgehend auf die Produktion von Elektrizität. Es geht darum, an ausgewählten Beispielen das Verständnis für die Grundüberlegungen und Zusammenhänge zu vermitteln. Diese gelten analog auch für die Übertragung und Verteilung von Elektrizität. Sie können aber auch auf andere leitungsgebundene Energieträger und Versorgungssysteme übertragen werden.

Tarife: mehr als ein Instrument zur Mittelbeschaffung

In vielen Energieversorgungsunternehmen (EVU) werden Tarifentscheide in erster Linie unter dem Gesichtspunkt der Mittelbeschaffung gefällt. Dabei steht vor allem das durchschnittliche Tarifniveau oder das Ziel der Kostendeckung im Vordergrund. Die Tarife werden so festgelegt, dass ein ausgeglichenes Budget erreicht und die finanziellen Voraussetzungen für die Erhaltung der Eigenwirtschaftlichkeit und eine angemessene Eigenfinanzierung der geplanten Investitionen gesichert werden können. Der Tarifstruktur wird dagegen weniger Beachtung geschenkt.

Aus der Sicht einer effizienten Unternehmungsführung sowie aus der Optik der Volkswirtschaft ist die Sicherung des Budgetgleichgewichts eine notwendige, aber nicht eine hin-

Definition der EdF für die kurz- und langfristigen Grenzkosten

Zuerst einige allgemeine Feststellungen zum Verständnis der nachfolgenden Grenzkostendefinitionen:

- Den Ausgangspunkt bildet ein optimaler Park mit beliebig teilbaren Produktionseinheiten.
- Der Betrachtungszeitraum umfasst 1 Jahr.
- Kurz- und langfristige Grenzkosten beziehen sich auf den gleichen Zeitraum.

Es wird oft so verstanden, dass kurzfristige Grenzkosten die gegenwärtigen und langfristige Grenzkosten die zukünftigen Grenzkosten darstellen. Dies trifft nicht zu. In den folgenden Ausführungen beziehen sich sowohl kurzfristige als auch langfristige Grenzkosten auf den gleichen Betrachtungszeitraum von einem Jahr.

Kurzfristige Grenzkosten sind die Kosten, die eine zusätzlich nachgefragte Einheit dem Werk bei unverändertem Produktionspark verursacht.

Langfristige Grenzkosten sind die Kosten, die eine zusätzlich nachgefragte Einheit dem Werk bei entsprechendem Kapazitätsausbau verursacht.

Welche Zusatzkosten entstehen nun, wenn bei unverändertem Park eine zusätzliche Einheit nachgefragt wird?

- Im Normalfall kann das EVU diese durch höhere Auslastung des zuletzt eingeschalteten, nur teilweise ausgelasteten Werkes oder durch Zuschalten eines weiteren Werkes befriedigen. Bei optimaler Betriebsführung sind dies die Werke mit den höchsten variablen Kosten.
- Im Ausnahmefall kann zu Höchstlastzeiten in einem Park mit unveränderter Kapazität diese Zusatznachfrage nicht befriedigt werden. Es kommt zu Spannungsabfall und entsprechenden Abschaltungen. Dadurch entstehen der Volkswirtschaft Ausfallkosten.

Die kurzfristigen Grenzkosten sind deshalb wie folgt definiert:

**kurzfristige Grenzkosten =
variable Kosten (der zugeschalteten Anlagen) + Ausfallkosten**

Wenn es um die mathematisch erwarteten kurzfristigen Grenzkosten geht, müssen die variablen und die Ausfallkosten mit ihrer

jeweiligen Eintretenswahrscheinlichkeit p und $(1-p)$ multipliziert werden.

Welche Zusatzkosten entstehen aber dem Werk bei der Nachfrage nach einer zusätzlichen Einheit, wenn der Park ausgebaut werden kann und eine entsprechende zusätzliche Erzeugungseinheit bereitgestellt wird? In der Praxis kann dies durch eine Vorrerschiebung einer geplanten Investition um ein Jahr erreicht werden. Die sich daraus ergebenden Kosten werden als Antizipations- oder Bereitstellungskosten bezeichnet. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

**Antizipationskosten =
Zinskosten + Abschreibungskosten + fixe Betriebskosten**

Alle diese Kostenarten beziehen sich auf das erste Betriebsjahr, d.h. das Jahr, um das die Investition vorgezogen worden ist. Abgeschrieben wird zum Wiederbeschaffungswert, damit das Endergebnis so ist, wie wenn erst ein Jahr später investiert worden wäre.

Die langfristigen Grenzkosten entsprechen demnach den Kosten der zusätzlich erstellten Anlage und sind definiert als:

**langfristige Grenzkosten =
Antizipationskosten + variable Kosten (der neuen Anlage)**

Die Bedingung für den optimalen Ausbau des Parkes lässt sich nun anhand der kurz- und der langfristigen Grenzkosten wie folgt definieren:

kurzfristige Grenzkosten = langfristige Grenzkosten

oder anders ausgedrückt:

**Antizipationskosten =
gesparte Brennstoffkosten + gesparte Ausfallkosten**

Das bedeutet, dass der Park erst dann ausgebaut wird, wenn die durch eine Zusatznachfrage zu erwartenden zusätzlichen variablen und Ausfallkosten höher sind als die berechneten Antizipations- und variablen Kosten einer entsprechenden zusätzlichen Produktionseinheit. Mit dieser Bedingung können sowohl die Gesamtkapazität des Parkes wie auch die Anteile der einzelnen Kraftwerkstypen optimal dimensioniert werden. Für die optimale Zusammensetzung des Parkes wird von der unterschiedlichen Kostenstruktur der einzelnen Kraftwerkstypen ausgegangen.

reichende Voraussetzung für eine effiziente Tarifierung. Aus dieser Sicht ist das Tarifsystem mehr als ein Instrument zur Mittelbeschaffung. Wie muss aber das Tarifsystem ausgestaltet sein, damit es als Führungsinstrument eingesetzt werden kann und zudem auch der Erreichung volkswirtschaftlicher Ziele dient? Diese Frage soll am Beispiel des Tarifsystems der EdF beantwortet werden.

Als im Jahre 1946 die Elektrizitätsversorgung in Frankreich verstaatlicht wurde, musste die neu ins Leben gerufene Electricité de France (EdF) 12 000 Elektrizitätsversorgungsunternehmen und 15 000 Konzessionen übernehmen. Damit «erbt» die EdF eine fast unüberblickbare Tarifvielfalt und einen schlecht angepassten Produk-

tionspark. Diese Situation verlangte dringend nach einem effizienten Einsatz der knappen Ressourcen und nach einer Vereinheitlichung der Lieferbedingungen und Tarifansätze. Es zeigte sich aber bald, dass dazu die Formulierung von allgemeinen Tarifprinzipien nicht genügte. Zur Lösung dieser komplexen Aufgabe bedurfte es einer konsistenten theoretischen Grundlage. Diese wurde schliesslich in der Grenzkostentheorie der allgemeinen Volkswirtschaftslehre identifiziert.

Tarife als Element des Gesamtsystems

Die EdF geht davon aus, dass sie als EVU folgende drei grundlegende Anforderungen zu erfüllen hat:

- Sicherstellung der Versorgung
- kostengünstige Produktion und Verteilung
- optimale Tarifierung

Da diese drei Unternehmensziele miteinander verknüpft sind, können sie nicht unabhängig voneinander erfüllt werden. Das bedeutet für die EdF, dass ein optimales Tarifsystem nicht losgelöst von den übrigen Unternehmenszielen aufgebaut werden kann. Vielmehr müssen die geplanten Massnahmen im Tarifbereich so gestaltet werden, dass sie auch möglichst viel zur Erreichung der anderen Ziele beitragen. Dadurch stellt die Tarifierung nicht eine isolierte Teilaufgabe dar, sondern ein wichtiges Führungsinstrument, das zur Verwirklichung der Ge-

samtaufgabe der Unternehmung beträgt.

Die EdF versteht das Versorgungssystem in einem umfassenden Sinne als Angebots- und Nachfragesystem. Wie aus Figur 1 hervorgeht, bilden die Tarife ein Element in diesem System. Die Pfeile deuten die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Elementen an.

Ziel der EdF ist nicht nur die Optimierung des Produktionsparkes, sondern des gesamten Angebots- und Nachfragesystems. Ein Gleichgewicht im Optimum zwischen der Angebots- und der Nachfrageseite kann aber nur dann erreicht werden, wenn das Tarifsystem optimal ausgestaltet ist.

Deshalb kommt hier die Grenzkostentheorie zur Anwendung, die von der Zielsetzung eines gesamtwirtschaftlichen Optimums ausgeht. Dieses ist dann gegeben, wenn der Nutzen der letzten gelieferten Einheit eines Gutes (z.B. einer kWh) gleich den Kosten der Herstellung und Lieferung ist. Damit ist die Bedingung für die Erreichung eines Optimums auch kompatibel mit dem Prinzip der Gleichbehandlung der Kunden. Dieses verlangt, dass jedem Stromkunden die Kosten verrechnet werden, die er dem Elektrizitätsversorgungsunternehmen durch seinen Bezug verursacht.

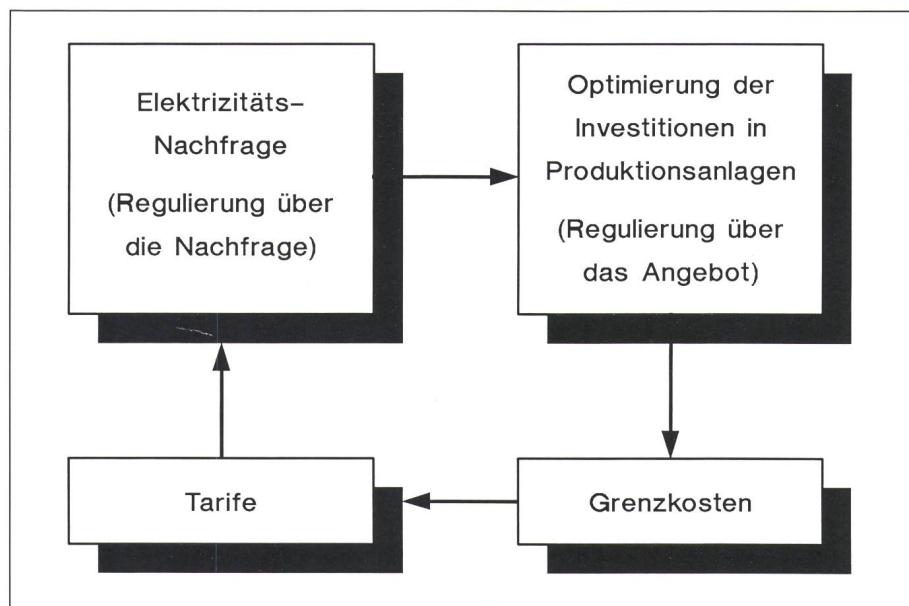
Schritte zur Optimierung des Versorgungssystems

Obwohl auch in Frankreich die Preise in verschiedenen Wirtschaftsbereichen von den formulierten Optimalbedingungen abweichen, hat sich die EdF entschieden, den ihr übertragenen wirtschaftlichen Teilbereich der Elektrizitätsversorgung durch eine Tarifierung nach Grenzkosten zu optimieren.

Der Prozess zur Optimierung des Versorgungssystems ist in Figur 2 dargestellt.

Untersuchung der Nachfrage als Ausgangspunkt

Den ersten Schritt für eine Optimierung des Versorgungssystems bildet eine vertiefte Untersuchung der Elektrizitätsnachfrage. Anhand der Datenreihen über den bisherigen Konsum und der erwarteten Entwicklung für die Planperiode wird die Nachfrage für ein Zieljahr (z.B. 1995) ermittelt. Dabei gilt es, sich Informationsgrundlagen über folgende Aspekte zu erarbeiten:

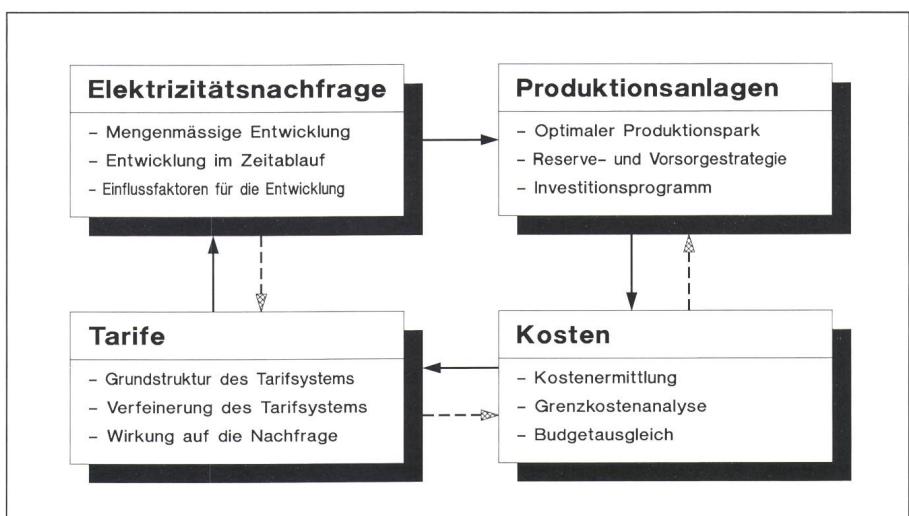


Figur 1 Das Versorgungssystem als Angebots- und Nachfragesystem

- Mengenmässige Entwicklung, d.h. Erstellen eines Energie- und Leistungsbudgets.
- Entwicklung im Zeitablauf, d.h. Ermitteln der Verbrauchsstruktur mit ihren typischen Schwankungen in der Form von täglichen und jährlichen Lastkurven sowie in Form einer Dauerkurve.
- Abschätzung der Einflussfaktoren für die Entwicklung der Nachfrage. Dabei sollte unterschieden werden zwischen Faktoren, die weitgehend unabhängig vom Einfluss des EVU sind, wie technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung, sowie Faktoren, die abhängig vom Angebot des EVU sind, wie Tarif-

struktur und -niveau oder Werkvorschriften und Werksteuerung.

Eine differenzierte Kenntnis der Nachfrage bildet eine unabdingbare Voraussetzung für eine optimale Ausgestaltung des Angebots (Produktionsparkes) sowie für eine entsprechende Ausgestaltung der Tarifstruktur. Viele EVUs betrachten die Nachfrage immer noch als weitgehend exogen vorgegeben und wenig beeinflussbar. Sie beschränken sich daher auf mengenmässige Nachfragebetrachtungen und operieren vor allem auf der Angebotsseite. Die EdF dagegen ist überzeugt, dass eine vertiefte Untersuchung der Nachfrage von entscheidender Bedeutung ist.



Figur 2 Optimierung des Elektrizitätsversorgungssystems

tung ist für eine optimale Ausgestaltung der übrigen Elemente des Versorgungssystems und für eine kostengünstige Elektrizitätsversorgung.

Optimale Ausgestaltung des Produktionsparks

In einem zweiten Schritt wird auf der Grundlage der Ergebnisse aus der Untersuchung der Nachfrage ermittelt, wie der Produktionspark ausgestaltet sein soll. Dazu sind neben den Nachfragedaten auch noch Informationen über die Kosten erforderlich. Ausgangspunkt für die Überlegungen bildet die Dauerkurve für das Zieljahr.

Die Fragen, die in diesem Schritt zu beantworten sind, lauten:

- Wie sollte ein optimaler Park beschaffen sein?

Die Zusammensetzung dieses optimalen Parkes ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Kostenstrukturen der verschiedenen Kraftwerkstypen, wie aus Figur 3 hervorgeht.

Aufgrund der Informationen über die Grenzkosten können aber nicht nur Optimalbedingungen für die Zusammensetzung sondern auch für den Gesamtausbau des Parks ermittelt werden.

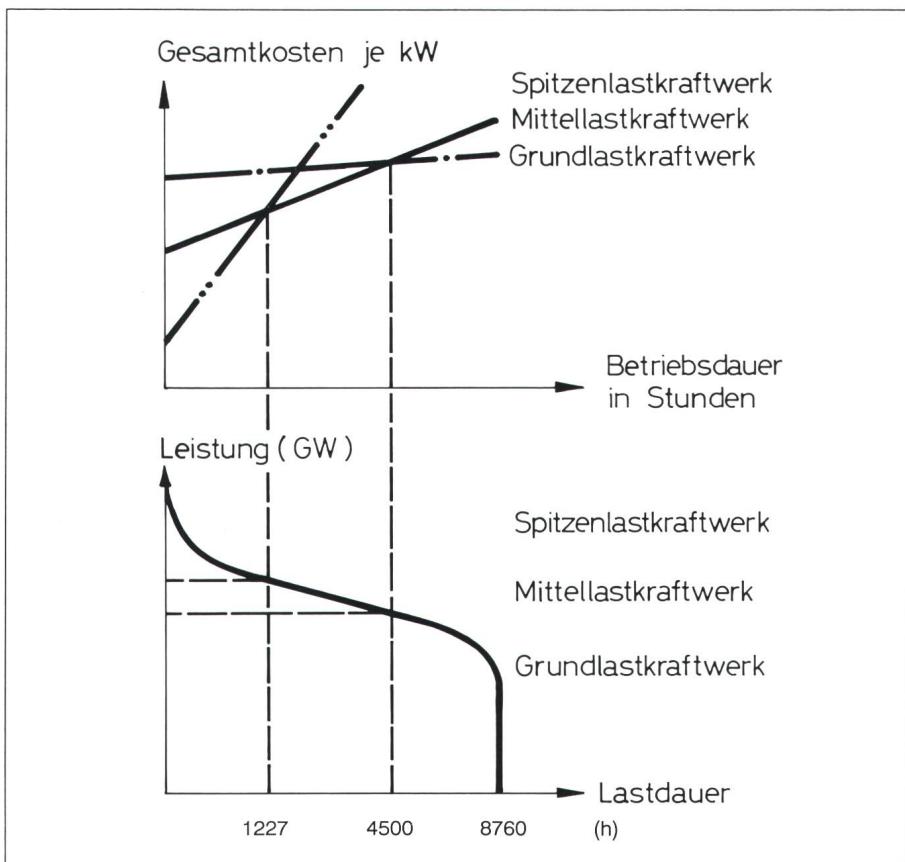
- Wieviel Reserve und Vorsorge ist erforderlich?

Auch für die optimale Reserve- und Vorsorgestrategie können wirtschaftliche Kriterien aus den Grenzkosten abgeleitet werden. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass die Reservestellung sowohl durch die Angebots- wie auch durch die Nachfrageseite geleistet werden kann (z.B. durch abschaltbare Lieferungen).

- Wie soll der Park ausgebaut werden?

Aus der Gegenüberstellung des bestehenden und des nun ermittelten optimalen Parkes ergibt sich der erforderliche Ausbau. Daraus und aus den realisierbaren Projekten kann das entsprechende Investitionsprogramm abgeleitet werden.

Natürlich können an Stelle von eigenen Ausbauprojekten und Beteiligungen auch entsprechende Beschaffungsverträge treten. Wichtig ist es aber, dass auf der Produktions- oder Beschaffungsseite nicht nur Einzelprojekte oder -verträge beurteilt, sondern dass von einem optimalen Gesamtkonzept für die Produktion ausgegangen wird, das Fragen beantwortet wie:



Figur 3 Optimale Einsatzbereiche von Kraftwerkstypen

- Brauchen wir mehr Spitzen-, Mittel- oder Grundlast?
- Was kostet uns unsere Reserve- und Vorsorgestrategie?

Ermittlung und Umlage der Kosten

Die Möglichkeit, kosten- und verursachergerecht zu tarifieren, hängt davon ab, wie weit ein EVU in der Lage ist,

- seine Kosten differenziert zu erfassen,
- die erfassten Kosten verursachergerecht auf die erbrachten Leistungen (Stromlieferungen) umzulegen.

Die entsprechenden Fragen können aufgrund der Finanzbuchhaltung nicht beantwortet werden. Zur Ermittlung der Kosten ist neben der Finanzbuchhaltung ein ausgebautes, betriebliches Rechnungswesen, bzw. eine Kostenrechnung erforderlich. Diese stellt eine wichtige Voraussetzung für eine kostenbewusste Unternehmungsführung dar und liefert die Grundlagen für die Grenzkostenanalyse. Die EdF führt neben einer Ist-Kostenrechnung, mit der die Kosten der abgelaufenen Perioden erfasst werden, auch eine Plankostenrechnung, mit der die zukünftigen Kosten für die Planperiode ermittelt werden. Die Basis für die

Plankostenrechnung bildet der optimale Park.

Ein zentrales Element für die Optimierung des Versorgungssystems bildet bei der EdF die Grenzkostenanalyse. Diese baut auf eingehenden, theoretischen Grundlagearbeiten auf, in denen untersucht wurde, wie die Grenzkostenüberlegungen aus der Volkswirtschaftslehre auf die konkreten Fragestellungen der Elektrizitätswirtschaft und insbesondere auf die Tarifierung angewendet werden können. Eine Übersicht über die Grenzkostendefinitionen der EdF findet sich im beigefügten Kasten. Die wichtigsten Überlegungen, die sich daraus ergeben, werden anhand der praktischen Anwendung auf die Tarifierung im folgenden Kapitel illustriert.

Aus der Grenzkostenanalyse lassen sich einerseits die Bedingungen für den optimalen Ausbau des Produktionsparks ermitteln, wie bereits dargestellt. Andererseits können Kriterien für die Bildung der Tarifstruktur und für die Umlage der Kosten auf die verschiedenen Tarifelemente formuliert werden, wie noch erläutert wird.

Die berechneten Kosten und das Investitionsprogramm ergeben ferner die Grundlage für die Ermittlung der Erträge, die notwendig sind für den Bud-

getausgleich und den angestrebten Eigenfinanzierungsgrad der Investitionen. Auf dieser Basis wird das durchschnittlich erforderliche Tarifniveau berechnet.

Von den Grenzkosten zur Tarifstruktur

Wie ist die Verbindung zwischen Grenzkosten und Tarifen? Bei den Grenzkosten geht es um die Frage: «Um wieviel ändern sich die Kosten, wenn sich die Nachfrage um eine Einheit verändert?» Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, dass die Grenzkosten um so stärker ansteigen, je höher die Auslastung des gesamten Parkes ist. Die Begründung liegt darin, dass bei unverändertem Park (kurzfristige Grenzkosten) und zunehmender Auslastung

- ein Werk mit höheren variablen Kosten zugeschaltet werden muss,
- die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls und damit die erwarteten Ausfallkosten steigen.

Das würde bedeuten, dass die Tarife eigentlich ständig, entsprechend der momentanen Auslastung des Parkes, gemäss den jeweiligen kurzfristigen Grenzkosten verändert werden müssen. Der Variation der Tarife sind aber in der Praxis Grenzen gesetzt. Die wichtigsten sind:

- messtechnische Voraussetzungen
- Informationsmöglichkeiten und -kosten
- Einfachheit und Verständlichkeit

Aufgrund dieser Gegebenheiten müssen die Grenzkostenüberlegungen bei ihrer Anwendung auf die Tarifierung stark vereinfacht werden.

Die Kunst des Tarifierens besteht darin, mit möglichst wenig Komponenten eine Tarifstruktur zu bilden, die den Verlauf der Grenzkosten möglichst genau abbildet. Gleichzeitig muss sie für die Kunden verständlich sein und ihnen erlauben, ihren Verbrauch entsprechend anzupassen. Die Differenzierung der Tarifstruktur ist dann optimal, wenn der erwartete zusätzliche Gesamtnutzen gleich den erwarteten zusätzlichen Gesamtkosten der Differenzierung ist.

Aus dieser Kosten-Nutzen-Bedingung kann abgeleitet werden, dass sich für Grossbezüger eine stärkere Tarifdifferenzierung als für Kleinbezüger rechtfertigt. Was für Grossbezüger einen vertretbaren Aufwand darstellt, kann für Kleinabnehmer prohibitiv

teuer sein. Ähnliches gilt auch in bezug auf die Verständlichkeit.

Welches sind die Grundelemente einer optimalen Tarifstruktur? Wie können die Grenzkosten vereinfacht wiedergegeben werden, so dass sie den Kunden trotzdem noch wirksame Kosten signale vermitteln? Die Grundelemente zum Aufbau einer optimalen Tarifstruktur sind:

● Unterteilung der Kunden in Tarifkategorien

Damit soll den unterschiedlichen Kosten Rechnung getragen werden, die die Kunden je nach der Bezugsart (Spannungsebene) und der Bezugsstruktur (abonnierte Leistung) dem EVU verursachen.

● Unterteilung des Tarifzeitraums in Zeitzonen

Die Nachfrage wird in wenige typische tages- und jahreszeitliche Zeitzonen mit möglichst ähnlichem Lastverlauf unterteilt. Damit wird den mit der Auslastung des Parkes sich verändernden Grenzkosten Rechnung getragen. Die in jeder Zeitzone anfallenden Grenzkosten werden zusammengefasst und durchschnittlich auf den entsprechenden Konsum umgelegt.

● Aufteilung der Kosten auf zwei Tarifglieder

Durch die Aufteilung der Kosten auf einen Energie- und Leistungspreis wird dem Umstand Rechnung getragen, dass ein unregelmässiger Bezug dem EVU höhere Kosten als ein regelmässiger verursacht. Der Energiepreis bezieht sich auf die bezogene Energie menge, der Leistungspreis auf die maximal bezogene Leistung. Bei gleichem Energiebezug ist der Leistungspreis eines Kunden um so höher, je höher seine individuellen Leistungsspitzen sind. Dies, weil das Werk seine Anlagen stärker ausbauen muss und damit weniger gut ausnützen kann. Beide Preise basieren auf gemessenen bzw. begrenzten (Leistung)Grössen.

● Schaffung von Tarifversionen nach Benutzungsdauer (Grosskunden)

Bei der Leistungsmessung wird nur die maximal bezogene Leistung gemessen oder begrenzt. Die Benutzungsdauer dagegen bringt zum Ausdruck, wie lange diese Leistung bezogen wird. Jede Tarifversion entspricht etwa der optimalen Einsatzdauer eines Kraftwerkstyps und weist eine entspre-

chende Kostenstruktur auf. Jeder Kunde wird demnach so behandelt, wie wenn er den Strom ab einem kleinen Spalten-, Mittel- oder Grundlastkraftwerk beziehen würde. die Tarifversionen basieren auf der eigenen Einschätzung der Benutzungsdauer durch die Kunden und sind von diesen frei wählbar. Die Tarifversionen sind so aufgebaut, dass ein Kunde dann am wenigsten bezahlt, wenn er die seiner Bezugscharakteristik am besten entsprechenden Tarifversion auswählt.

● Bildung von Tarifoptionen

Mit der Schaffung einer frei wählbaren Tarifoption für abschaltbare Lieferungen während der Höchstlasttage im Winter sollen teure Investitionen für Spitzenlast und Reservehaltung reduziert und damit die Ausnutzung der Anlagen verbessert werden. Die dadurch eingesparten Kosten für das EVU werden den Kunden in der Form von günstigeren Energiepreisen für den Winterbezug ausserhalb der Höchstlasttage weitergegeben.

● Wie reagieren die Kunden?

Auf der Basis von Kosten allein können keine Tarife gemacht werden. Es gilt zu beachten, dass unterschiedliche Tarifstrukturen unterschiedliche Nachfragereaktionen der Kunden bewirken. Deshalb ist es unerlässlich, die Tarife auch auf Verständlichkeit und Akzeptanz sowie auf ihre Anreizwirkung auf die Nachfrage zu überprüfen. Damit können erwünschte Reaktionen verstärkt und unerwünschte abgeschwächt werden. Da die Kundenreaktionen nie vollständig voraussehbar sind, ist zudem eine schrittweise Einführung von Neuerungen besonders wichtig. Auf diese Weise können, aufgrund der jeweils beobachteten Reaktionen, bei jedem folgenden Schritt Anpassungen und Korrekturen vorgenommen werden. Dadurch kann das Risiko von ungewollten Entwicklungen (z.B. wandernde Lastspitzen) und hohen Anpassungskosten verringert werden.

Aufbau des Tarifsystems der EdF

Die praktische Umsetzung der vorangehenden Überlegungen ist ausführlich im anschliessenden Beitrag von T. Wälchli dargestellt. Die nachfolgende Beschreibung beschränkt sich auf die Darstellung einiger Grundzüge und einschlägiger Tarifbeispiele.

Grenzkosten

- Die Tarifkategorien werden nach der abonnierten Leistung der Kunden gebildet

EdF ist anlässlich der letzten Tarifreform von Tarifkategorien nach Spannungsebene auf Tarifkategorien nach abonniertener Leistung übergegangen. Nach diesen Tarifkategorien und allfälligen Optionen innerhalb der einzelnen Kategorien werden die Tarifblätter gegliedert.

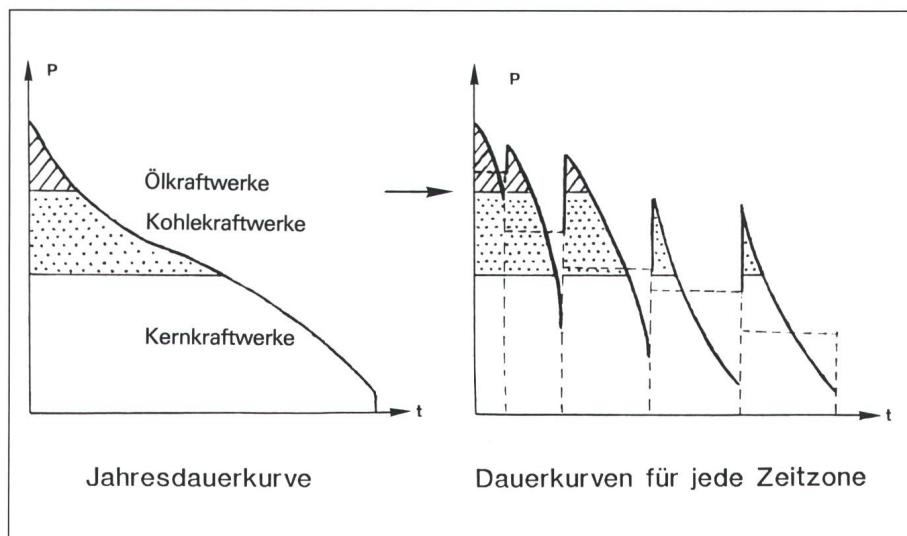
- Das Jahr wird in tages- und jahreszeitliche Zeitzonen unterteilt

Aufgrund des typischen Nachfrageverlaufs (Dauerkurve) wird das Jahr in Zeitzonen mit ähnlichen Lastverläufen und entsprechenden durchschnittlichen Grenzkosten unterteilt. Dies sei am Beispiel des Tarifs «Vert A5» dargestellt, bei dem das Jahr in fünf tages- und jahreszeitlichen Zeitzonen eingeteilt ist. In diesen werden die Tarifansätze entsprechend den unterschiedlichen durchschnittlichen Grenzkosten abgestuft (Fig. 4). Die Abstufung erfolgt aus der Sicht der kurzfristigen Grenzkosten (unveränderter Park) aufgrund der Intensität der Kapazitätsausnutzung. Aus der Sicht der langfristigen Grenzkosten erfolgt sie aufgrund der unterschiedlichen Verantwortlichkeit der Zeitzonen für den Kapazitätsausbau. Die Einteilung der Zeitzonen ist verschieden von einer Tarifkategorie zur andern, die Anzahl der Zeitzonen nimmt von den Gross- zu den Kleinabnehmern ab.

- Die Unregelmässigkeit des Bezuges ergibt die Aufteilung der Kosten auf den Leistungs- und Energiepreis

Je unregelmässiger der Bezug bei einer gegebenen Energiemenge ist, desto höher muss die vom Kunden abonnierte und vom Werk bereitgestellte Leistung für diese Energiemenge sein. Bei einer Verstetigung des Verbrauchs, bei gleicher Bezugsmenge, spart der Kunde dem EVU Kosten für die Kapazitätserweiterung. Der Leistungspreis soll daher die Kapazitätskosten für die Unregelmässigkeiten des Bezuges widerspiegeln. Bei der EdF wird der so berechnete Leistungspreis noch nach Zeitzonen abgestuft. Damit soll der unterschiedlichen Verantwortlichkeit des Bezuges in den einzelnen Zeitzonen für den Netzausbau Rechnung getragen werden.

Bei regelmässigem Bezug korrelieren die Kapazitätskosten der Produktion und des allgemeinen Netzes gut mit dem mittleren Energiekonsum.



Figur 4 Unterteilung der Jahresdauerkurve in Dauerkurven nach Zeitzonen

Aus diesem Grunde sollen die durch den «regelmässigen Anteil des Bezugs» verursachten Kosten auf den Energiepreis umgelegt werden.

Auf dem Detailverteilnetz ist die Verschachtelung geringer und die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Lastspitze durch den einzelnen Bezüger mitverursacht wird. Deshalb sollen die entsprechenden Kapazitätskosten auf den Leistungspreis umgelegt werden. In der zeitlichen Verteilung soll die Spitzenlastzone den höchsten Anteil tragen. Die anderen Zeitzonen sollen einen Anteil entsprechend ihrer geringeren Verantwortlichkeit für den Kapazitätsausbau tragen.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich das in Figur 5 dargestellte Schema für die Verteilung der Kapazitätskosten auf den Leistungs- und Energiepreis.

- Die Benutzungsdauer ermöglicht die Bildung von Tarifversionen

Ausgehend von einer durchschnittlichen Benutzungsdauer der Kunden einer Tarifkategorie (allgemeiner Tarif), werden, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kostenstrukturen der verschiedenen Kraftwerkstypen, verschiedene Tarifversionen gebildet. Damit kann der vom Durchschnitt einer Tarifkategorie abweichenden Kostenverursachung der einzelnen Kunden Rechnung getragen werden. Dies ist bei Grosskunden, wo bereits kleine Abweichungen vom Durchschnitt finanziell stark ins Gewicht fallen, unerlässlich.

Die vier Tarifversionen sind gegliedert nach der Länge der Benutzungsdauer. Da sie frei wählbar sind und nicht auf einer gemessenen Grösse basieren, erfordert der Aufbau der Tarif-

Kosten Preise	Kosten, die durch den durchschnittlichen Konsum verursacht werden	Kosten, die durch die Ungleichmässigkeit des Konsums verursacht werden
Leistungspreis	Feinverteilung (Bezugsspannung)	Erzeugung Übertragung Grobverteilung Feinverteilung (Bezugsspannung)
Energiepreis	Erzeugung Übertragung Grobverteilung	

Figur 5: Verteilung der Kapazitätskosten auf den Leistungs- und Energiepreis

versionen in besonderem Masse Konsistenz sowie Berücksichtigung der Anreizwirkung und möglicher Kundenreaktionen.

● *Die Abschaltbarkeit der Lieferung während der mobilen Lastspitze ermöglicht eine Tarifreduktion*

Die frei wählbare Option «effacement - jours de pointe» (EJP) der EdF ist eine interessante Massnahme, um den Bedarf an Reserveenergie und an Spitzenlastwerken zu begrenzen und damit eine günstigere Produktionsstruktur und ein tieferes durchschnittliches Tarifniveau zu erzielen. Sie geht davon aus, dass eine optimale Produktionsstruktur nur unter Miteinbezug der Nachfrageseite erreicht werden kann.

Der EJP-Tarif unterscheidet sich von der Grundoption des entsprechenden Tarifs durch hohe Energiepreise während der 22 Tage der mobilen Lastspitze und tiefere Energiepreise während der übrigen Zeitzonen im Winter. Er wird nach Angaben der EdF von den Grossbezügern heute bereits recht gut benutzt.

● *Auswirkungen*

Gemäss Angaben der EdF sind die Auswirkungen der Einführung des neuen Tarifsystems vor allem wahrnehmbar:

- in einer Glättung der Tages-Lastganglinie,
- in einer kostengünstigeren Versorgung und besseren Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen.

Schlussfolgerungen

● Tarife sind mehr als ein Instrument zur Mittelbeschaffung und zur Sicherung des Budgetgleichgewichts eines Versorgungsunternehmens. Das Tarifsystem, als Führungsinstrument ausgestaltet, kann dem Erreichen der Unternehmensziele und der Optimierung

des gesamten Versorgungssystems dienen.

● Das Tarifsystem bildet ein Schlüsselement des gesamten Versorgungssystems, verstanden als Angebots- und Nachfragesystem. Es kann deshalb nicht losgelöst von den übrigen Elementen optimiert werden.

● Eine differenzierte Kenntnis der Nachfrage und der Faktoren, die ihre Entwicklung beeinflussen, ist von entscheidender Bedeutung für eine optimale Ausgestaltung des Versorgungssystems. Einer vertieften Untersuchung der Nachfrageseite sollte daher grösseres Gewicht beigemessen werden.

● Die Berechnung von zukünftigen Tarifen sollte nach Möglichkeit auf der Basis eines optimalen Parks beruhen, damit sich die Nachfrage über die Information der Preise in die Richtung eines Optimums bewegt. Damit können hohe Anpassungsverluste vermieden werden.

● Kosten- und verursachergerechte Tarife setzen eine differenzierte Ermittlung der Kosten voraus. Grenzkostenüberlegungen zur Optimierung der Investitionen und zur kostenverursachungsgerechten Ausgestaltung der Tarife können nicht besser sein, als die Informationsbasis über die Kosten, auf der sie beruhen.

● Grenzkostenüberlegungen können Grundlagen für den Aufbau der Tarifstruktur und die Berechnung der einzelnen Tarife liefern. Daneben sind aber auch die Anreizwirkung auf die Nachfrage sowie die vorliegenden Randbedingungen (Messtechnik, Informationskosten, Verständlichkeit) zu beachten. Wesentlich ist auch, dass Neuerungen im Tarifbereich schrittweise und im Rahmen eines rückgekoppelten Prozesses eingeführt werden.

● Das Beispiel der EdF zeigt, dass ein komplexer Sachverhalt, wie ihn die

Tarifierung darstellt, nicht mit einem einfachen Tarifsystem abgebildet werden kann. Ein linearer Lösungsansatz wird deshalb kaum zu einem verursachergerechten Tarifsystem führen.

● Kann die rationelle und sparsame Energieverwendung mit grenzkostenorientierten Tarifen gefördert werden? Die EdF geht davon aus, dass die Bedürfnisstruktur der einzelnen Kunden sehr unterschiedlich ist und dass damit auch ihre Reaktionsmöglichkeiten auf Tarifanreize sehr verschieden sind. Mit einem möglichst verursachergerechten und offenen Tarifsystem, das den Kunden Wahlmöglichkeiten bietet, können daher auch in dieser Hinsicht bessere Ergebnisse erzielt werden.

Literatur

- [1] *M. Francony, J.B. Galland, B. Lescœur, W. Varoquaux: Principes de tarification de l'électricité en France*, Publikation der EdF, ohne Datum
- [2] *M. Francony, B. Lescœur, Ph. Penz: Tarification au coût marginal: La révision des tarifs de l'électricité en France et la prise en compte de l'évolution du système d'offre-demande de l'électricité*, Publikation der EdF, Paris 1981
- [3] *Electricité de France (Hrsg.): Les principes de la tarification d'Electricité de France*, Sammlung von Artikeln zur Tarifierung, herausgegeben in Buchform von der EdF, Paris 1987
- [4] *Electricité de France (Hrsg.): Prix de vente de l'électricité (Tarifblätter der EdF)*, document d'information interne du 1.8.1988
- [5] *Forster, G., Fauconnier, Ch.: La tarification de l'électricité en France*, Publikation der EdF, Paris 1988
- [6] *Forster, G.: Un exemple d'élaboration et de mise en place d'un système tarifaire en République Islamique de Mauritanie*, Bericht der EdF International, Paris, April 1988
- [7] *I. Hoven, W. Schulz: Kostenorientierte Stromtarife, erschienen in Zeitschrift für Energiewirtschaft, Nr. 4/88, S. 221-239*
- [8] *S. Mauch, W. Ott: Ein Beitrag zur Ermittlung volkswirtschaftlich bestmöglichster Elektrizitätstarife in der Schweiz*, Grüschi 1985.

Transformateurs de distribution à bain d'huile

Oel-Netz-Transformatoren

Fabrication
IEO

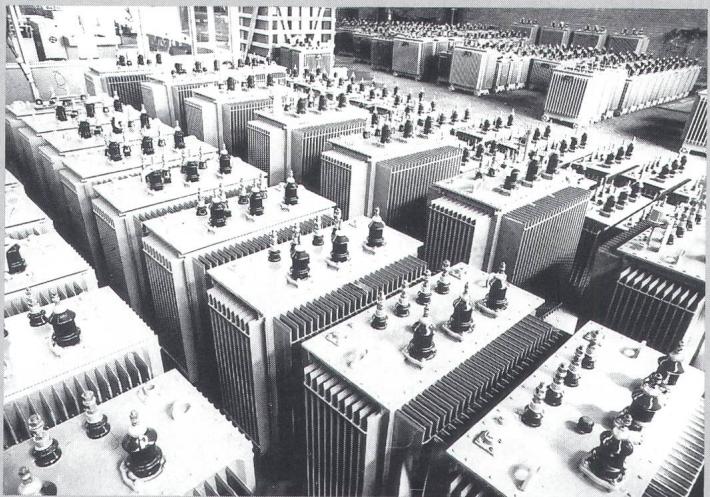
- Puissance jusqu'à 10 MVA
- Tensions nominales jusqu'à 36 kV
- Normes ASE ou CEI
- Exécutions avec pertes réduites
- Transformateurs pour redresseurs
- Transformateurs de démarriages
- Autotransformateurs
- Bobines d'inductance

Variantes:

- Leistungen bis 10 MVA
- Nennspannungen bis 36 kV
- SEV oder IEC Normen
- Verlustarme Ausführungen
- Gleichrichtertransformatoren
- Anlauftransformatoren
- Spartransformatoren
- Drosselpulen

Fabrikat
IEO

Varianten:

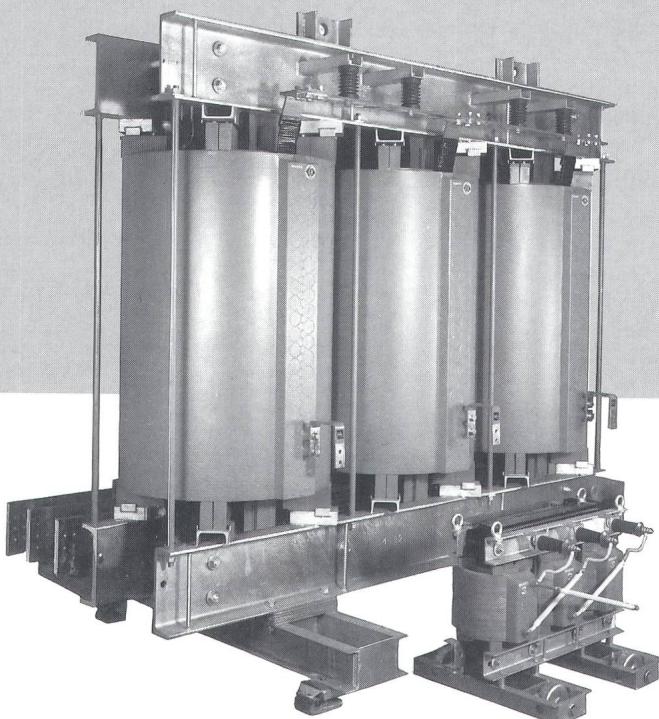


Transformateurs isolés à la résine

Gießharz-Leistungs-Transformatoren



MAYLAMID®



- Puissances jusqu'à 16 MVA AN ou 24 MVA AF
- Tensions nominales jusqu'à 36 kV
- Non polluant
- Peu encombrant
- Libre de décharges partielles
- Résistant au choc de court-circuit
- Difficilement inflammable
- Résistant à l'humidité
- Résistant aux variations de températures

- Leistungen bis 16 MVA AN oder 24 MVA AF
- Nennspannungen bis 36 kV
- Umweltfreundlich
- Raumsparend
- Teilentladungsfrei
- Stoßkurzschlussfest
- Schwer entflammbar
- Keine Verfeuchtung
- Temperaturwechselfest



APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE HAUTE ET BASSE TENSION

ELEKTRISCHE APPARATE FÜR HOCH- UND NIEDERSPANNUNG

GARDY S.A.
C.P. 230
15, rue Marziano
CH-1211 GENÈVE 24

Tel. 022/43 54 00
Telex. 422 067
Teleg. YDRAG-GENÈVE
Fax. 022/43 95 48

GARDY