

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: 75 (1984)

Heft: 6

Artikel: Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen in der chemischen Industrie

Autor: Bachmann, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904382>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.01.2025

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

Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen in der chemischen Industrie

H. Bachmann

Wärme-Kraft-Kopplung ist in der Industrie nichts Neues. Der gleichzeitige Bedarf an Prozesswärme bei nicht zu hohen Temperaturen und elektrischer Energie sowie das Interesse an einer guten Ausnützung des eingesetzten Brennstoffes, wobei oftmals auch Abfälle verwendet werden, führte vor allem in der Papier- und der Chemieindustrie zur Errichtung von WKK-Anlagen. Dass neben Fragen der Primärenergieausnutzung und der Wirtschaftlichkeit vor allem auch dem Gesichtspunkt der Zuverlässigkeit der Energieversorgung eine wesentliche Bedeutung beigemessen wird, demonstriert dieser Beitrag mit den Erfahrungen einer Grossfirma, die über mehrere WKK-Anlagen verfügt.

Le couplage chaleur-force n'est pas quelque chose de nouveau dans l'industrie. Le besoin simultané de chaleur pour les processus à des températures pas trop élevées et d'énergie électrique, ainsi que le souci d'une bonne exploitation du combustible utilisé – des déchets sont aussi souvent employés – a conduit à l'installation de systèmes de couplage chaleur-force, principalement dans l'industrie chimique et du papier. Dans cet article, il est démontré, à l'aide des expériences acquises par une grande entreprise disposant de plusieurs unités de couplage chaleur-force, qu'une grande importance est accordée non seulement aux questions de l'utilisation de l'énergie primaire et de la rentabilité, mais aussi à l'aspect fiabilité de l'approvisionnement en énergie.

1. Wärme-Kraft-Kopplung – eine Erfindung der Neuzeit?

Es war nicht (nur) Liebhaberei, sondern absolute Notwendigkeit, dass sich früher der industrielle Unternehmer mit besonderer Sorgfalt um die Antriebsenergie für seine Maschinen kümmerte. Mit seinem Beitrag wurden Wasserturbinen und Dampfmaschinen zu Energiequellen grosser Zuverlässigkeit entwickelt, noch bevor sie in Kraftwerken zur Stromerzeugung Eingang fanden.

Mit dem Ausbau der Verteilnetze der Elektrizitätswerke ist die Versorgung der Fabrikbetriebe mit preisgünstiger Energie für «Kraft» und «Licht» zu einem einfach zu lösenden Problem geworden. Und doch vermochten sich in vielen, meist älteren Betrieben private Kleinkraftwerke bis auf den heutigen Tag zu erhalten. Meistens sind es hydraulische Kraftwerke sowie Anlagen mit Wärme-Kraft-Kopplung in der Papierindustrie und der chemischen Industrie, wo viel Prozess-Wärme bei relativ niedriger Temperatur gebraucht wird. Letztere sind also keineswegs Erfindungen der heutigen Tage.

2. Praktische Systeme der Wärme-Kraft-Kopplung

Vor 1930 war es üblich, Kolbendampfmaschinen dem Wärmeverbraucher vorzuschalten. Heute ist die Gegendruck-Dampfturbine am weitesten verbreitet. Dampf von 40–115 bar wird in Dampfturbinen auf niedrigen Druck von 12–5 bar entspannt, bevor er über das Dampfnetz zum Wärmeverbraucher strömt. Bei Entnahme oder Anzapfturbine kann eine Teilmenge des durchströmenden Dampfes

bei einem höheren Druck als dem Austrittsdruck entnommen werden.

Dieses System ist von der Physik her nahezu ideal, es wandelt die chemisch in den Brennstoffen gebundene Wärme zu etwa 85–90% in elektrischen Strom und Nutzwärme in Form von Dampf um. Die Turbinen und Generatoren sind äusserst zuverlässig, robust und erreichen eine hohe Lebensdauer. Die Dampfkessel, aus denen sie gespeist werden, lassen sich mit jedem verfügbaren Brennstoff beheizen, selbst mit Abfällen. Eine Eigenart dieses Systems ist, dass stets weniger als ein Sechstel der zugeführten Energie «verstromt» werden kann und der Rest als Nutzwärme anfällt. Dieser Vorgang ist physikalisch bedingt und lässt sich vereinfacht anhand typischer Dampfzustände am Eintritt und Austritt einer Gegendruckdampfturbine darstellen.

Eintritt:
525 °C, 110 bar: Wärmehalt etwa 820 kcal/kg

Austritt:
220 °C, 10 bar: Wärmehalt etwa 685 kcal/kg

Für die Umformung in Strom
verfügbar: etwa 135 kcal/kg

oder etwa 1/6 der Eintrittsenergie

Es ist nicht wirtschaftlich, die Gegendruckdampfturbine auf den Wärmespitzenbedarf des Werkes auszuliegen. Die praktische Stromausbeute liegt also stets unter diesem Sechstel der umgesetzten Brennstoffenergie. Das genügt im allgemeinen nicht, um den vollen Strombedarf eines Chemiebetriebes zu decken. Von Überschussstrom, der an Dritte abgegeben werden könnte, ist schon gar keine Rede. Will oder muss der Unternehmer mehr als dieses Sechstel selber thermisch erzeugen, muss er sich nach anderen Systemen umsehen. Eine Kondensations-turbine, eventuell mit Anzapfung für kombinierten Gegendruck-Kondensa-

Adresse des Autors

H. Bachmann, Ciba-Geigy AG, 4002 Basel

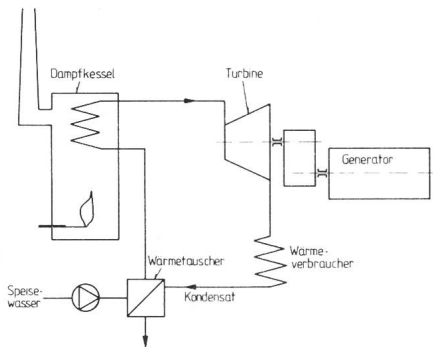


Fig. 1 Schema einer Gegendruck-Dampfturbinenanlage

Der Wärmetauscher zwischen Kondensat und Frischwasser schützt in Chemiebetrieben Dampfkessel und Turbine vor Korrosion bei allfälligen Durchbrüchen chemischer Substanzen in den Dampfkreislauf beim Wärmeverbraucher. Bei Kondensationsturbinen tritt anstelle des Wärmeverbrauchers ein luft- oder wassergekühlter Kondensator.

tionsbetrieb, ist eine mögliche Alternative. Die Folge ist natürlich der bekannte schlechte Wirkungsgrad von nur etwa 30–35% im Kondensationsbetrieb (s. Fig. 1).

Ein neueres System, das korrekterweise Kraft-Wärme-Kopplung genannt werden müsste, ist die Gasturbine mit Abhitzekegel. Die Anlage wird auf die gewünschte Stromproduktion ausgelegt, die gewinnbare Nutzwärme kann in gewissen Grenzen variiert werden. Der thermische Wirkungsgrad der Stromerzeugung sinkt aber, je grösser die erzeugte elektrische Energie im Vergleich zu der Nutzwärme ist (s. Fig. 2).

Eine Variante zu diesem System stellt der Diesel- oder Gasmotor, kombiniert mit dem Abhitzekegel, dar. Für kleinere Leistungen hat diese Kombination in letzter Zeit in Blockheizkraftwerken Eingang gefunden. Für grössere Leistungen ist sie in der Schweiz nicht üblich; auch die Gasturbine ist bei uns selten.

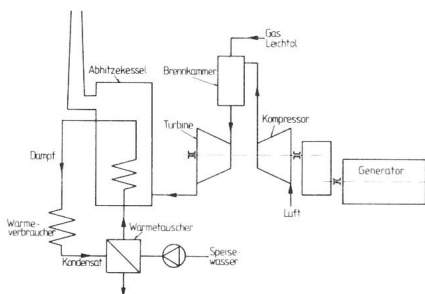


Fig. 2 Schema einer Gasturbine mit Abhitzekegel
Je nach Menge, Druck und Temperatur des Dampfes aus dem Abhitzekegel benötigt letztere eine Zusatzheizung.

Bei Gasturbine und Kolbenmotor ist man in der Wahl der Brennstoffe begrenzt.

3. Wie attraktiv ist die Wärme-Kraft-Kopplung?

Ohne Zweifel besteht in vielen Industrie- und Dienstleistungsbetrieben wie Spitälern, Banken usw. die Absicht, die schon sehr zuverlässige Elektrizitätsversorgung noch weiter abzusichern. Stromunterbrüche können zum Sicherheitsrisiko bei chemischen Prozessen sowie in Operationsräumen und Intensivstationen von Spitälern werden, sie können Ergebnisse von Langzeitversuchen in Forschungsbetrieben gefährden, Abläufe in EDV-Anlagen durcheinanderbringen und alle geschäftlichen Tätigkeiten lähmen.

Da eine Speicherung von elektrischer Energie nicht praktikabel ist, stellt das eigene Elektrizitätswerk die einzig mögliche Alternative zum Strombezug aus dem öffentlichen Netz dar. Ein eigenes Kraftwerk in Reserve zu halten, das jedes Jahr während 20 Minuten in Betrieb ist – dies ist die langjährige durchschnittliche Ausfallsequenz des öffentlichen Netzes in Basel –, wäre eine teure Versicherungsprämie. Es liegt deshalb nahe, den Spiess umzudrehen und die wichtigen und risikobehafteten Verbraucher aus dem eigenen Stromgenerator zu versorgen und bei dessen Ausfall auf das öffentliche Netz umzuschalten.

Die übliche wirtschaftliche Forderung ist dabei, dass der selbst erzeugte Strom preislich konkurrenzfähig ist zu dem in der Schweiz traditionell günstigen Strom aus dem öffentlichen Netz. Bei den heutigen hohen Brennstoffpreisen erreicht das eine gut ausgelastete WKK-Anlage gerade noch. Eine auf die Strom- oder Wärmespitzen ausgelegte Anlage oder eine Kondensationsturbine ist jedoch kaum mehr konkurrenzfähig.

In den frühen siebziger Jahren trugen die Brennstoffkosten in der Vollkostenrechnung einer typischen Gegendruckturbine etwa 20% zum Preis des Eigenstroms bei; heute sind es 60%. Die Elektrizitätsproduktion mit WKK ist also nicht mehr das Geschäft, das es einmal war. Attraktiv ist natürlich der hohe thermische Wirkungsgrad der WKK auch in der Hinsicht, dass geringere Mengen von Verbrennungsrückständen die Umwelt belasten.

4. Wie betriebssicher ist die WKK?

In den Stammhauswerken der Ciba-Geigy AG hatten in den siebziger Jahren umfassend durchgeführte Risikoanalysen auch Massnahmen im Bereich der elektrischen Energieversorgung zur Folge. Neben der Eigenstromversorgung mit WKK-Anlagen und der Installation von Notstromagregaten sind auch die internen Verteilnetze mit ihren Schalteinrichtungen in die Ausbau- und Sanierungsarbeiten einbezogen worden.

Die erste Erfahrung aus diesen insgesamt enormen Anstrengungen ist überraschend. Die Analyse der 43 Stromausfälle, die sich von 1970–1980 in den Stammhauswerken ereigneten, ergibt folgende interessante Tatsachen:

- 15 Ereignisse betrafen mehrere Bauten oder ganze Werke.
- 36 Ereignisse wurden durch Kurzschlüsse oder Unterbrüche innerhalb des Werkes verursacht.
- Bei 80% der Ereignisse, die mehrere Bauten betrafen, hat sich die Eigenstromversorgung als Folge des Ereignisses abgeschaltet. Wenn der Ausfall des Aussennetzes die Ursache war, konnte das Eigenstromnetz innert längstens 30 Minuten für eine Teilversorgung aufgebaut werden.
- In einem Fall ist der Stromausfall auf das Aussteigen eines Dampfkessels, in keinem Fall auf das Aussteigen einer Turbine oder eines Generators zurückzuführen.

In Industrienetzen liegt ein technisches Hauptproblem offenbar in der Beherrschung ungedämpfter Kurzschlüsse. Inzwischen konnten allerdings die Folgerisiken wesentlich entschärft werden.

Ist die Schaffung einer sicheren Stromversorgung vordringliches Ziel, genügt es nicht, mit einer zweiten zuverlässigen Versorgungsquelle die Redundanz zu schaffen – unsere WKKs haben sich als wirklich zuverlässig erwiesen. Es ist vielmehr dafür zu sorgen, dass der eigene Generator im Moment des Netzausfalles nur die Last übernehmen muss, die er mit der momentan zur Verfügung stehenden Antriebsleistung (lies: Dampfbedarf!) auch bewältigen kann.

In den meisten Fällen besteht die Reserve in der freien Kapazität des öffentlichen Netzes. Für die Bereitstellung der Lieferkapazität erheben die

Standort	Baujahr	Leistung MVA	Druckgefälle		Eigenstromerzeugung 1982 in GWh	
			Eintritt bar ($^{\circ}$ C)	Austritt bar ($^{\circ}$ C)	Gegendruck- turbine	Gas- turbine, Kondensa- tionsturbine
Basel	1947	5	43	11/5	34,7	-
	1976	8,5	(430) 110 (520)	(300/250) 9,5 (250)		
Schweizer- halle	1962	4	42	15/5	16,7	-
Monthey	1968	6,3	55	12/6	11,5	-
	1972	23	(520) 110 (520)	12/6		
	1977	27	Gasturbine			
Grenzach	1971	10	115	15/4,5	18,6	19,7
	1971	10	(520) 75 (500)	4,5/0		
Total	-	93,8	-	-	81,5	61,5
					143	

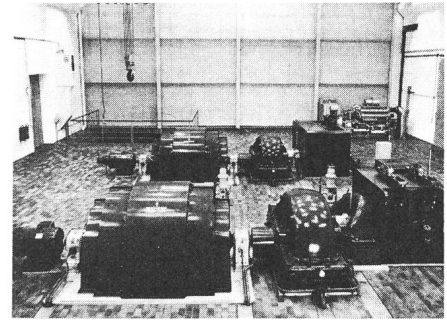


Fig. 3 Blick in die Kraftwerkzentrale des Ciba-Geigy-Werkes in Grenzach

Im Vordergrund rechts die Entnahme-Kondensationsturbine mit ihrem 10-MVA-Generator; links in der Mitte die Turbo-Generator-Gruppe von ebenfalls 10 MVA mit Gegendruckturbine und im Hintergrund ein Notstromdiesel mit Generator für das Anfahren der Energiezentrale bei ausgefallenem öffentlichem Stromnetz.

(Foto Siemens)

Elektrizitätswerke eine spezielle Gebühr. Die gleiche Reservekapazität kann dabei für verschiedene Eigenstromanlagen bereitstehen, da diese kaum gleichzeitig ausfallen.

5. WKK-Anlagen im Stammhaus der Ciba-Geigy AG

Die Tabelle I stellt ein Inventar der heute vorhandenen WKK-Anlagen dar und gibt Auskunft über ihr Alter und die Hauptdaten. Im nachfolgenden soll kurz auf wesentliche Randbedingungen, Eigenarten oder geplante Änderungen der einzelnen Anlagen eingegangen werden.

5.1 Anlage Basel

Im Hauptsitz der Firma sind heute die älteste Gegendruckdampfturbine aus dem Jahre 1947 und eine der jüngsten (1976) in Betrieb. Die alte Turbine wird demnächst durch eine erdgasgefeuerte Gasturbine von 5 MWel, kombiniert mit einem 12-MWth-Abhitze-kessel, ersetzt. Die Investition wird ausgelöst durch einen altershalber zu ersetzenden Kohle/Öl-Dampfkessel. Das neue Konzept trägt nicht nur den Bestrebungen für verminderte Schadstoffemissionen Rechnung, es fügt sich auch besser ein in unser Brennstoffkonzept und passt sich der veränderten Energiebedarfsstruktur an.

Der Wärmeverbrauch von etwa 365 GWh/a hat sinkende Tendenz und variiert vom Sommer zum Winter im Verhältnis 1:3 wegen der hohen Raumwärmeanteile. Der Elektrizitätsverbrauch ist leicht steigend und verteilt sich gleichmässig übers Jahr. Gemäss Projekt soll die neue Zentrale 45 GWh Eigenstrom an den Gesamtbedarf von 120 GWh liefern. Es ist nun interessant, den Aufwand an Primärenergie für die 8-MW-Dampfturbine und die 5-MW-Gasturbine zu vergleichen (Tab. II).

5.2 Anlage Grenzach

Das auf badischem Boden vor den Toren Basels liegende Werk versorgt sich vollständig mit Eigenstrom. Zu diesem Schritt hat man sich primär aus wirtschaftlichen Gründen entschlossen. Dank dem grossen Anteil des mit Wärme-Kraft-Kopplung erzeugten

elektrischen Stromes gelingt es, einen Durchschnitts-Strompreis zu erzielen, der denjenigen des öffentlichen Werkes unterbietet.

Die Wärmegrundlast liefert ein 100 t kohlegefeuerter Dampfkessel, bei extremem Spitzenbedarf wird ein ölgefeuerter Kessel dazugeschaltet. Die elektrische Grundlast deckt ein 10-MVA-Generator ab, der von einer Gegendruckturbine angetrieben wird. Für den restlichen Strombedarf kommt der zweite 10-MVA-Generator auf, im Gespann mit einer Entnahme-Kondensationsturbine (Fig. 3). Der Primärenergieverbrauch für den Gegendruckbetrieb ist demjenigen des Kondensationsbetriebes in Tabelle III gegenübergestellt.

Um den Wirkungsgrad der Stromerzeugung zu verbessern, wird die Entnahme-Kondensationsturbine ersetzt durch eine neue Kondensationsturbine mit 115 bar Eintrittsdruck, einer Anzapfung bei 15 bar (ungeregelt) und einer Entnahme bei 4,5 bar (geregelt).

In Notsituationen lässt sich übrigens mit der benachbarten Kollegialfirma ein Dampfverbund über eine

Gegenüberstellung des Primärenergieeinsatzes bei einer Gegendruck-Dampfturbine und einer Gasturbine mit Abhitze-kessel

Tabelle II

	Dimension	Gegendruck- Dampfturbine 8 MW	Gasturbine 5 MW
Eigenstromerzeugung	MWh/a	33 000	15 000
Betriebsstunden	h/a	5 500	3 000
Wärme-Primärenergie	MWh/a	40 920	22 350
Spezifischer Wärmebedarf	MWh/MWh	1,24	1,49

	Dimension	Gegendruck-Eigenerzeugung (1983)	Eigenerzeugung im Kondensationsbetrieb (1983)
Eigenstromerzeugung	MWh/a	23 062	16 457
Wärme-Primärenergie	MWh/a	29 009	70 631
Spezifischer Wärmebedarf	MWh/MWh	1,26	4,29

Hochdruckleitung herstellen. Ausserdem kann dann aus dem öffentlichen Elektrizitätsnetz eine begrenzte elektrische Leistung für die Aufrechterhaltung der wichtigsten Betriebe bezogen werden.

5.3 Anlage Schweizerhalle

Hier ist mit einer Gegendruckdampfturbine eine reine WKK-Anlage in Betrieb. Bemerkenswert ist, dass fast die Hälfte des Dampfes aus der Verbrennungsanlage für flüssige und gasförmige Abfälle stammt.

5.4 Anlage Monthey

Seit Bestehen des Werkes verfügt das Werk Monthey im Kanton Wallis über eigene Wasserkraftwerke und ist an anderen Wasserkraftwerken beteiligt. Trotzdem war die Nutzung der thermisch mit WKK erzeugten Elektrizität stets auch wirtschaftlich interessant. Die 25-MW-Gasturbine (Fig. 4) mit Abhitzeessel wird allerdings heute wegen des hohen Gaspreises haupt-

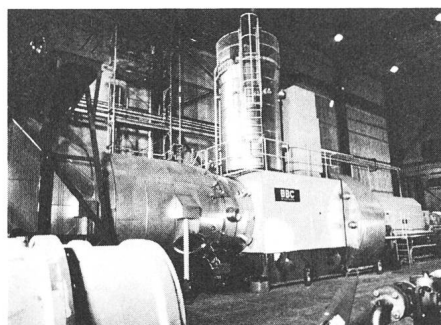


Fig. 4 Gasturbine im Ciba-Geigy-Werk Monthey Links ist der Gaseintritt in den Abhitzeessel noch zu erkennen. Der Kessel mit einer Maximalleistung von etwa 97 MW_{th} ist nicht mehr sichtbar. In der Mitte die Turbine der Kompressor und die stehende Brennkammer. Rechts der 27-MVA-Generator und Hilfsaggregate.

sächlich zur Überwindung von Engpässen in der Stromproduktion in Betrieb genommen. Dies ist im Frühjahr der Fall, wenn die Stauseen erschöpft sind.

Im Balkendiagramm (Fig. 5) ist der Energieverbrauch in den Schweizer Werken der Ciba-Geigy AG von 1970 bis 1982 dargestellt. Die thermische Eigenstromproduktion erreichte 1978 mit 625 TJ (174 GWh) den bisherigen

Höchststand. Gut die Hälfte davon stammte aus der Gasturbine Monthey.

6. Welche Zukunft hat die Wärme-Kraft-Kopplung?

Es sieht so aus, als ob sich die Preisrelation zwischen Brennstoff und Elektrizität in naher Zukunft nicht ändern wird. Eine reine Wärme-Kraft-Kopplung mit Gegendruckdampfturbine, wie sie in gewissen Industrien, aber auch in Fernheizwerken möglich ist, hat nach wie vor gute Chancen, wirtschaftlich und ökologisch vernünftig Elektrizität zu produzieren. Nicht zuletzt hilft mit, dass die Industrieturbinen ausserordentlich zuverlässige Maschinen sind.

Eher skeptisch ist die Zukunft der Block-Heiz-Kraftwerke mit kleinen bis mittleren Diesel- und Gasmotoren zu beurteilen, die diesen Zuverlässigkeitsstandard doch bei weitem nicht erreichen.

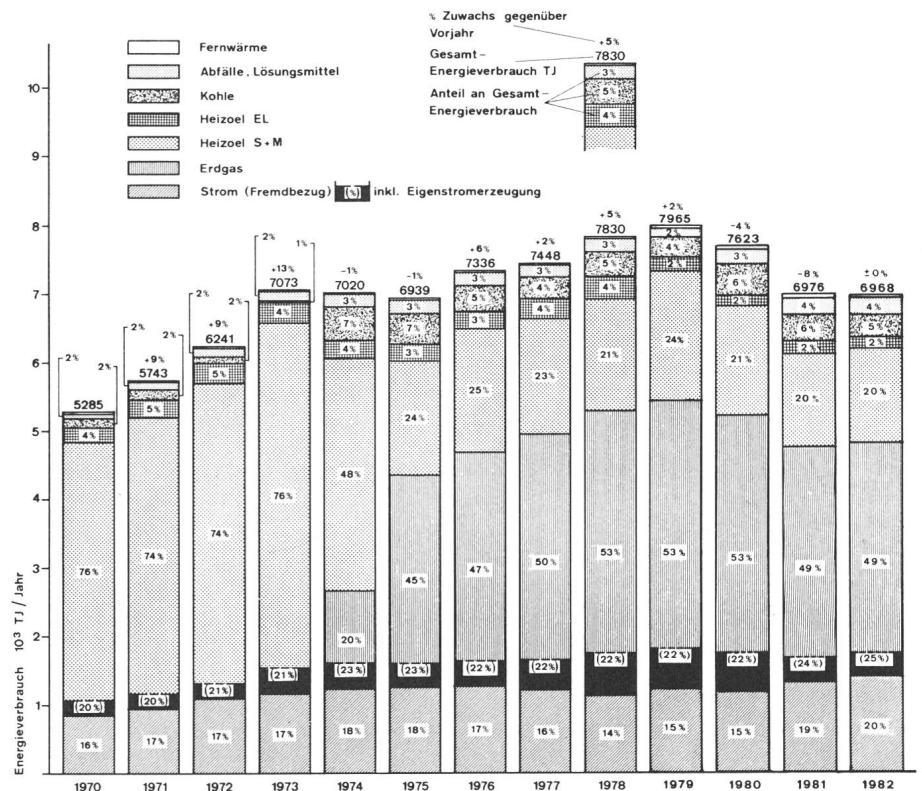


Fig. 5 Entwicklung des Gesamtenergieverbrauches in den Schweizer Werken der Ciba-Geigy AG Schwarz hervorgehoben ist die Stromproduktion mit Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen. Sie erreichte 1978 mit 625 TJ (174 GWh) ihren Höchststand. Gut die Hälfte stammte damals aus der Gasturbine Monthey. Wegen der gestiegenen Gaskosten springt dieses Aggregat heute nur noch ein, um die Produktionslücke auszufüllen, die sich in den Wasserkraftwerken jeweils im Frühjahr bei leeren Stauseen einstellt.

Tunnelbeleuchtung! Wir haben das Know-How.

Die ATB hat all das, was es für die gezielte Realisierung einer Tunnelbeleuchtung braucht: viel Erfahrung auf diesem Gebiet, die erforderlichen Messgeräte für Lichtverteilungen und lichttechnische Grössen, Software und Computer für lichttechnische Berechnungen, eine eigens entwickelte Beleuchtungssteuerung nach dem Leuchtdichtedifferenz-Prinzip mit Leuchtdichte-Sensoren ... und nicht zuletzt: langlebige, energiesparende Lichtquellen und wartungsfreundliche Leuchten.

Die ATB ist Vertreter des grössten Lampenherstellers der Welt, der

GENERAL  ELECTRIC®

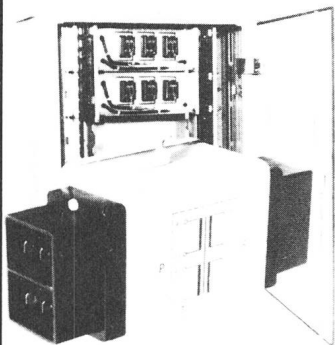
ATB

Aktiengesellschaft
für technische
Beleuchtung

Seebergstrasse 1
8952 Schlieren ZH
Tel. 01/730 77 11

Kabelabschlusseinrichtungen

für Luftkabelanlagen, Spannungsfestigkeit 20 kV



- für Innen-, Aussen-, Sockel- oder Mastmontage in verschiedenen Höheneinheiten aus Spezial-Kunststoff oder massivem Stahlblech
- fertig verdrahtet mit Übertrager (Bauform 60), Übertragerschiene mit Trennplatten und Verbindungsstecker
- Zusätzlicher Überspannungsschutz mit Überspannungsableitern

telbit ag

Telbit AG Ingenieurunternehmung
Telekommunikation — Elektronik — Funk
CH 8340 Hinwil, Brunnelweid, ☎ 01 937 25 50

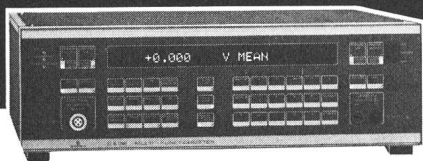
**Für Ferien und
fürs
Wochenende:**

... Reka-Checks!

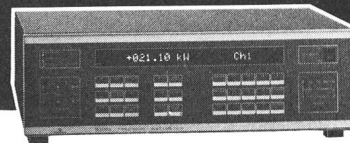
reka

Leistungen, $\cos \varphi$, Spannungen, Ströme, Impedanzen aus einer Messung ...

Zwei neue Digital-Wattmeter mit aussergewöhnlichen Eigenschaften:



D-5135 Systemfähiges Multi-Funktionsmeter mit Digitalanzeige. Zweikanalig, mikroprozessor-gesteuert, misst Spannungen, Ströme und Leistungsgrössen von Gleich-, Wechsel- und Mischsignalen im Bereich von DC bis 100 kHz. Aus einer Messung ermittelt das Gerät bis zu 10 Kennwerte. IEEE 488-Businterface und Analogausgang standardmässig.



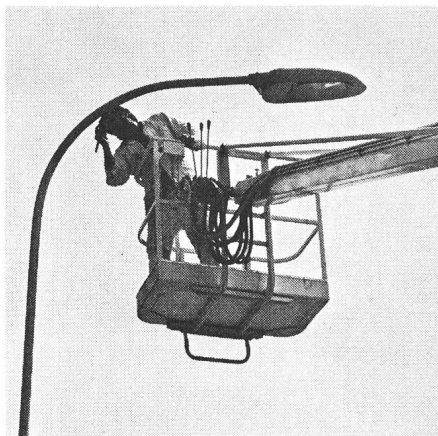
D-5155 Systemfähiges, hochgenaues Digital-Wattmeter. Mikroprozessor-gesteuertes Instrument zur Messung von Einphasen- und Drehstrom-Leistungen, $\cos \varphi$, Spannungen, Ströme, Impedanzen im Frequenzbereich von 15 bis 1000 Hz. Eingänge belastbar bis 800 V/60 A dauernd (bis 100 A kurzzeitig). Aus einer Messung können bis zu 32 Kennwerte ermittelt werden. IEEE 488-Businterface und Analogausgang standardmässig.



Armin Zürcher AG Mess- und Regeltechnik Tel. 01/461 17 50
Grubenstrasse 54, Postfach, 8045 Zürich

Wir sind gründlicher und günstiger.

Wir pflegen Kandelaber.



Wir sind Spezialisten für die Pflege und den Unterhalt von Kandelabern. Mit Erfahrung, mit Hebebühne, selbstkletternder Reinigungsmaschine, DUPLEX-Korrosionsschutz-System und mit Fachleuten.

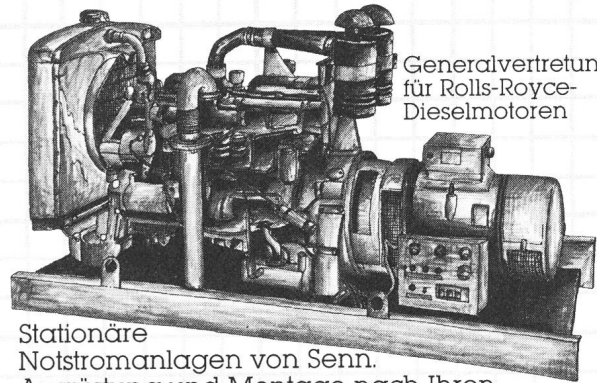


Hans Gassler AG, Schönenwerd, 064/411 449

Verlangen Sie unsere Offerte.

Jeisy Aarau

Die immer Einsatzbereiten.



Generalvertretung für Rolls-Royce-Dieselmotoren

Stationäre Notstromanlagen von Senn. Ausrüstung und Montage nach Ihren Anforderungen. Aggregate mit Diesel- oder Gasmotoren bis 1000 kVA Leistung. Als Spitzenlastgruppe oder Wärme-Kraft-Koppelung.

Verlangen Sie detaillierte Unterlagen oder eine unverbindliche Beratung.

Fabrikation, Verkauf, Vermietung, Service.

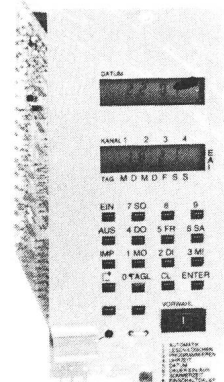
SENN AG

Heinz Senn AG
Bernstrasse 9, 4665 Oftringen/Switzerland
Telefon 062/41 34 44 Telex 68 901

Elektronische 4-Kanal-Schaltuhr SC 250

Neu!

- Rack-Einschub
- Ein Jahr im voraus programmierbar (Datumvorrangschaltung)
- automatische Sommer-/Winterzeitumschaltung
- Betriebsstundenzähler für jeden Kanal
- Als Sonderausführung: Mutteruhr oder Nebenuhr (polarisierter Minutenimpuls)
- Schaltfunktionen: Ein, Aus, Impuls
- leichte Programmierung



Ihr Elektromaterial-Grossist führt alle NOVITAS-Produkte

NOVITAS

NOVITAS AG Elektrische Apparate
Seestrasse 367, 8038 Zürich
Tel. 01-482 21 32/482 13 29, Telex 59572

