

**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:** 78 (1987)

**Heft:** 17

**Artikel:** Thyristorbestückte Pulsmodulatoren für amplitudenmodulierte Rundfunksender

**Autor:** Schminke, Wolfram

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-903916>

### **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:** 16.03.2025

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

# Thyristorbestückte Pulsmodulatoren für amplitudenmodulierte Rundfunksender

W. Schminke

**Amplitudenmodulierte Tonrundfunksender hoher Leistung wurden bis vor kurzem mit tetrodenbestückten Pulsdauermodulatoren ausgerüstet. Diese werden jetzt zunehmend abgelöst durch Schaltungen mit Thyristoren. BBC Brown Boveri stellt halbleiterbestückte Pulsstufenmodulatoren für Trägerleistungen bis zu 600 kW her. Neben hohem Wirkungsgrad und langer Lebensdauer beinhalten die neuen Systeme Möglichkeiten wie dynamische Trägersteuerung und einen speziellen Einseitenbandbetrieb, der sich dank einem neuartigen digitalen Verfahren durch einen besonders hohen Wirkungsgrad auszeichnet. Der vorliegende Beitrag beschreibt diese neuen Modulatoren und berichtet über erste Betriebserfahrungen mit einem 500-kW-Kurzwellensender.**

*Récemment encore, les émetteurs de radiodiffusion de grande puissance étaient équipés de modulateurs de longueur d'impulsion à tétrodes, qui sont maintenant remplacés de plus en plus souvent par des circuits à thyristors. BBC Brown Boveri fabrique des modulateurs à gradins d'impulsion à semi-conducteurs pour des puissances de porteurs jusqu'à 600 kW. Outre le rendement élevé et la plus longue durée de vie, ces nouveaux systèmes permettent une commande dynamique de la porteuse et un fonctionnement en mode à bande latérale unique de rendement exceptionnel, par un nouveau procédé numérique. L'article décrit ces modulateurs et indique des premières expériences avec un émetteur à ondes courtes de 500 kW.*

## Adresse des Autors

Dr. Wolfram Schminke, dipl. Ing., BBC Brown Boveri AG, EKT-V, 5401 Baden.

## 1. Einleitung

Schon in früheren Veröffentlichungen wurden halbleiterbestückte Pulsmodulatoren in Hochleistungsendern beschrieben [1]. Ausgehend von bewährten Halbleiterlösungen für zunächst senderfremde Anwendungen, waren bei BBC Brown Boveri unterschiedliche Konzepte untersucht und entsprechende Erfahrungen gesammelt worden. Auf der Basis dieser Überlegungen konnte mittlerweile ein verbesserter und vereinfachter Pulsstufenmodulator zur Serienreife entwickelt werden, der Trägerleistungen von 500 bis 600 kW erlaubt [2]. Dieser Modulator und seine Anwendung in einem modernen 500-kW-Kurzwellensender werden im folgenden vorgestellt.

## 2. Das Prinzip des Pulsstufenmodulators (PSM)

Der Anodenmodulator liefert an seinem Ausgang die Anodengleichspannung mit überlagerter Niederfrequenzspannung:

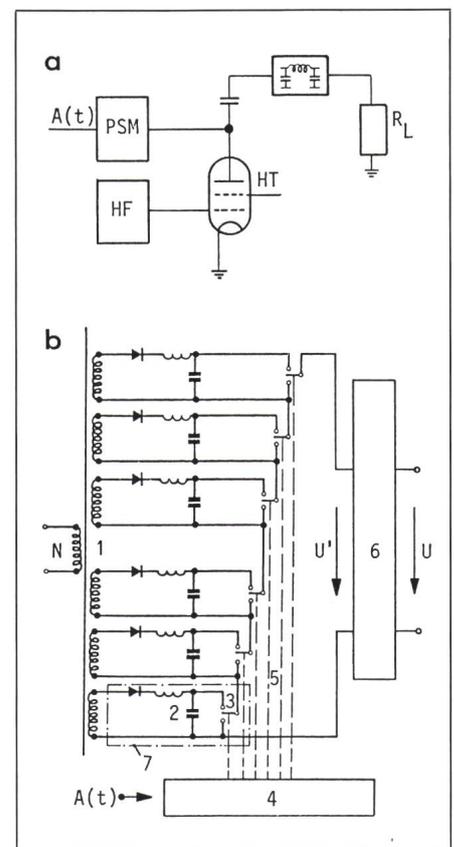
$$U = U_C [1 + m \cdot \cos(\Omega t + \varphi_0)] \quad (1)$$

mit

- $U$  = Anodenspannung
- $U_C$  = Anodengleichspannung
- $m$  = Modulationsgrad ( $m \leq 1$ )
- $\Omega$  = Kreisfrequenz des Modulationssignals
- $\varphi_0$  = Referenzphase
- $t$  = Zeit

Das Trägersignal wird dem Steuergitter der Hochleistungstetrode zugeführt. Diese benötigt in der Regel für möglichst verlustarmen Betrieb eine hohe Anodenspannung von z. B. 14 kV. Da Halbleiterelemente keine so hohe Spannungsfestigkeit erreichen, werden bei Thyristorgeräten einzelne,

unabhängig voneinander ein- und ausschaltbare Schaltnetzteile in Serie geschaltet. Die Figur 1 zeigt das von Brown Boveri aus einer ganzen Reihe

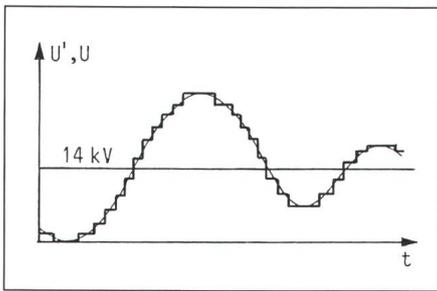


Figur 1 Senderprinzip

- |      |                                 |
|------|---------------------------------|
| a    | Sender                          |
| PSM  | Pulsstufenmodulator             |
| HF   | Trägerfrequenzgenerator         |
| A(t) | Eingangssignal                  |
| HT   | HF-Tetrode                      |
| RL   | Last                            |
| b    | Pulsstufenmodulator (PSM)       |
| N    | Mittelspannungsnetz (3...24 kV) |
| 1    | Transformatoren                 |
| 2    | Kondensatorbank                 |
| 3    | Umschalter                      |
| 4    | Numerische Steuerung            |
| 5    | Lichtleiterübertragung          |
| 6    | Pulsfrequenzfilter (Tiefpass)   |
| 7    | Schaltstufe                     |
| U'   | Ausgangssignal vor Filter       |
| U    | Anodenspannung                  |

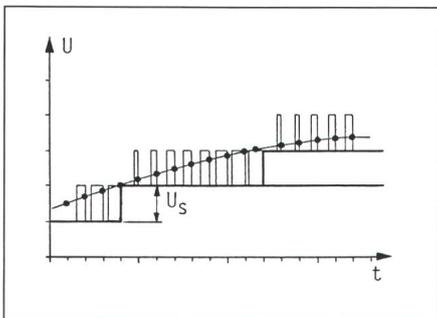
von Möglichkeiten ausgewählte Senderprinzip. In Figur 1a ist die getrennte Aufbereitung von HF- und NF-Signal dargestellt. Die Figur 1b zeigt das Prinzip des thyristorgesteuerten Pulsstufenmodulators mit einem Teil der insgesamt 32 Schaltmodule, wobei die 6pulsigen Gleichrichter der Einfachheit halber Iphasig gezeichnet wurden. Die Isolation der Stufen untereinander erfolgt über den Speisetransformator, die potentialfreie, völlig numerische Steuerung der Module wird mit Lichtleitern vorgenommen.

Je nach Anzahl der ein- bzw. ausgeschalteten Module ergibt sich eine Ausgangsspannung von zunächst stufigem Verlauf (Fig. 2).

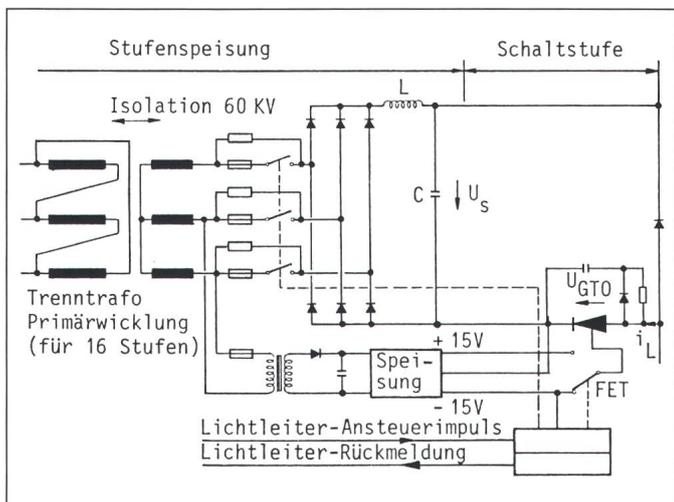


Figur 2 Ausgangsspannung des Pulsstufenmodulators

Nach Addition aller Stufenspannungen in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  vor und nach dem Pulsfrequenzfilter.



Figur 3 Pulsdauermodulation zur Ausglättung des stufigen Spannungsverlaufs



Figur 4 Prinzipschaltbild der Schaltstufe

$$U' = U_S \cdot n \quad (2)$$

mit

- $U'$  = grobe Pulsergangsspannung
- $U_S$  = Modulspannung
- $n$  = Anzahl der eingeschalteten Module

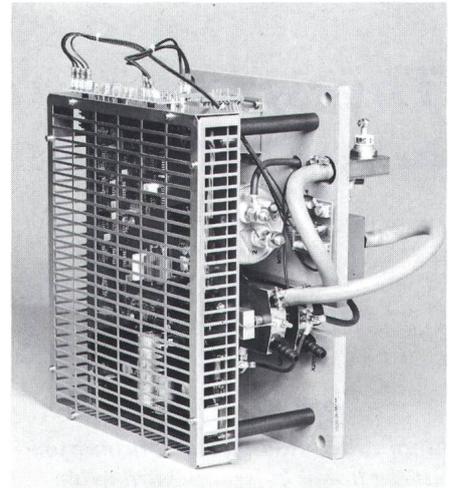
Zur Feinmodulation wird der pulsstufenmodulierten Spannung eine Pulsdauermodulation überlagert (Fig. 3). Das nachgeschaltete Pulsfrequenzfilter bildet daraus die verzerrungsfreie Ausgangsspannung  $U$ .

Kernstück des Modulators ist die einzelne Schaltstufe (Fig. 4). Sie besteht aus einer Speisung mit sechspulsiger Gleichrichtung, einer Speichereinheit (Kondensatorbatterie  $C$  mit Ladedrossel  $L$ ) und dem eigentlichen Schalter, einem abschaltbaren Thyristor mit Freilaufdiode sowie entsprechender Beschaltung und Steuerung. Die Figur 5 zeigt ein Photo der Schalteinheit.

Eine wesentliche Entwicklungsaufgabe bestand darin, möglichst kurze Ein- und Ausschaltzeiten der Einzelstufe zu erreichen. Diese werden durch folgende Eigenschaften des Halbleiterelementes begrenzt:

- endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ladungsträger,
- maximal zulässige Strom- und Spannungsteilheiten,
- thermische Belastbarkeit.

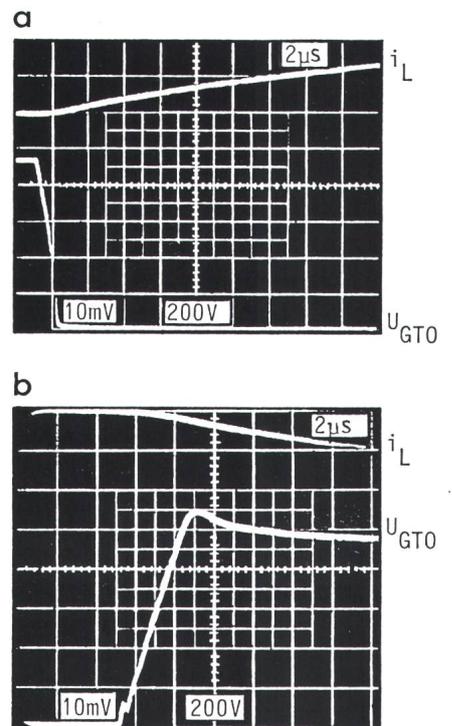
Die Figur 6 zeigt das Ein- und Ausschaltverhalten einer Stufe im regulären Betrieb. Die erreichte Abschaltzeit ist so kurz, dass auf einen speziellen Kurzschliesser (Crowbar) zum Schutz der Vakuumröhre bei inneren Überschlägen verzichtet werden konnte. Diese Eigenschaft führte übrigens zu einer Spezialanwendung des Modulators in einem Fusionsexperiment mit



Figur 5 Schaltmodul mit Stufensteuerung

5,5 MW Ausgangsleistung bei 55 kV [3].

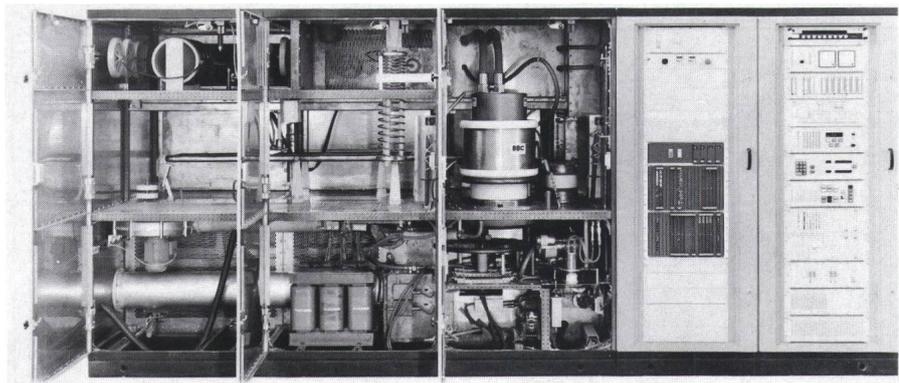
Da alle Schaltstufen untereinander gleich sind, d.h. eine gleiche Amplitudenänderung hervorbringen, lassen sich die mit relativ hoher Frequenz aufeinanderfolgenden Ein- und Ausschaltvorgänge gleichmäßig über die Stufen verteilen, woraus eine wesentliche Verringerung der Schaltfrequenz für die Einzelstufe und damit sehr



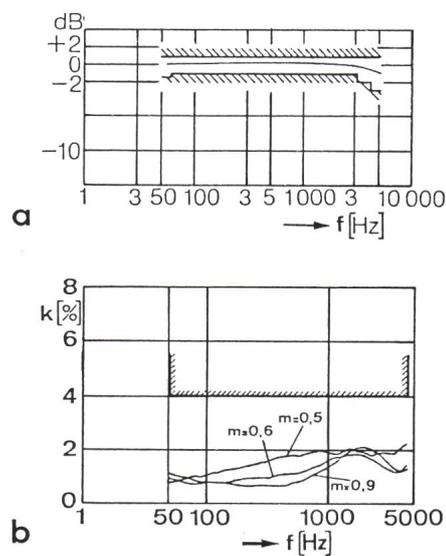
Figur 6 Schaltverhalten des abschaltbaren Thyristors

- $i_L$  Laststrom
- $U_{GTO}$  Spannungsabfall über GTO
- horizontale Skalierung: 2  $\mu$ s/Einheit
- vertikale Skala: 200 V/Einheit
- 10 A/Einheit

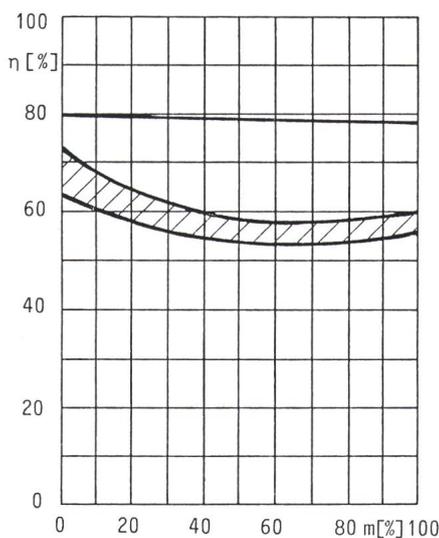
- a Einschaltvorgang
- b Ausschaltvorgang



Figur 7 500-kW-Kurzwellensender



Figur 8 Messergebnisse  
17-MHz-Rundfunkband  
a Frequenzgang  
b Klirrfaktor  $k$  bei verschiedenen Modulationsgraden  $m$ .



Figur 9 Gemessene Gesamtwirkungsgrade diverser 500-kW-Kurzwellensender  
 ■ Bereich mit klassischem Modulator im B-Betrieb  
 — Pulsstufenmodulator.

niedrige Schaltverluste resultieren. Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, dass die Pulshöhen nur noch die Stufenhöhe  $U_s$  statt wie bei konventionellen Pulsdauermodulatoren die doppelte Trägeramplitude  $2U_C$  erreichen und deshalb entsprechend niedrigere Pulsfrequenzkomponenten erzeugen.

Erwähnenswert ist auch die Verbesserung der Redundanz. Der vorübergehende Ausfall einer kleinen begrenzten Anzahl von Stufen führt erst bei sehr hohen Modulationsgraden zu Qualitätseinbußen, wobei auch dann noch kein Betriebsunterbruch erfolgen muss.

### 3. Betriebserfahrung

Das beschriebene Modulationsprinzip hat sich mittlerweile schon bei einer Reihe von Rundfunksendern im Leistungsbereich von 250 bis 600 kW bewährt. Die in den Figuren 8 und 9 wiedergegebenen Daten beziehen sich auf einen 500-kW-Kurzwellensender (Fig. 7). Die Figur 8 zeigt, dass der Frequenzgang und der Klirrfaktor die CCIR-Empfehlungen für Tonrundfunk problemlos einhalten [4]. In Figur 9 ist der Wirkungsgradverlauf eines BBC-500-kW-Senders, in Abhängigkeit vom Modulationsgrad  $m$ , für eine typische Trägerfrequenz dargestellt.

### 4. Trägersteuerung mit PSM-Sendern

Weitere Energiekostensparnis ergibt sich, wenn vom klassischen AM/DSB-Betrieb auf Trägersteuerung (Dynamic Carrier Control DCC) übergegangen wird [5].

Die Beziehung Formel (1) lässt sich verallgemeinern zu

$$U = U_{C0} + mU_C \cdot \cos(\Omega t + \varphi_0) \quad (3)$$

mit  $U_{C0} \leq U_C$

Voraussetzung für verzerrungsfreien Sendebetrieb ist

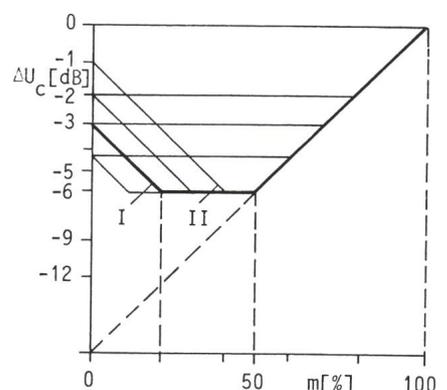
$U \geq 0$  (Anodenspannung),

d. h. für  $m < 1$  kann ohne Einschränkung der empfangenen Seitenbandleistung eine Reduktion der Trägeramplitude von  $U_C$  auf  $U_{C0}$  vorgenommen werden. Der Höreindruck hängt jedoch nicht nur von der Seitenbandleistung, sondern auch von der Trägerleistung ab, vor allem während der Modulationspausen. Dies darom, weil die automatische Verstärkungsregelung (AGC) des Empfängers vom Träger gesteuert wird. Man kann also über  $U_{C0}$  nicht beliebig verfügen. Ein praxiserprobter Verlauf von  $U_{C0}$  in Abhängigkeit von  $m$  ist in Figur 10 dargestellt.

Der Pulsstufenmodulator kann auch als gleichspannungsgekoppelter Verstärker bezeichnet werden. Als solcher ist er ohne weiteres in der Lage, die langsam variierende Trägeramplitude  $U_{C0}$  mitzuverstärken. Die dazu nötigen Zeit- und Amplitudenkriterien können problemlos in der numerischen Pulsersteuerung untergebracht werden. Diese Massnahmen erlauben, je nach mittlerem Modulationsinhalt bis zu 50% des Energieverbrauchs einzusparen, ohne dass die Empfangsqualität spürbar beeinträchtigt wird.

### 5. Einseitenbandbetrieb

Die obenerwähnte Gleichspannungsverstärkung ermöglicht auch ein neuartiges Einseitenbandverfahren (ESB). Bekanntlich bestehen bei den Rundfunkbetreibern Bestrebungen,



Figur 10 Geeignete Abhängigkeiten der Trägeramplitude  $U_C$  vom Modulationsgrad  $m$  für Trägersteuerung  
 $U_{C0} \geq 0$  db

vor allem im Kurzwellenbereich Einseitenbandbetrieb mit reduziertem Träger einzuführen. Ein Einseitenbandsignal mit reduziertem Träger lässt sich (für eine einzelne NF-Frequenz) darstellen als:

$$e(t) = A_C \cdot \cos \omega t + A_S m \cdot \cos(\omega \pm \Omega)t \quad (4a)$$

bzw. in komplexer Schreibweise

$$\underline{e}(t) = A_C e^{j\omega t} + A_S m e^{j\omega t} \cdot e^{\pm j\Omega t} \quad (4b)$$

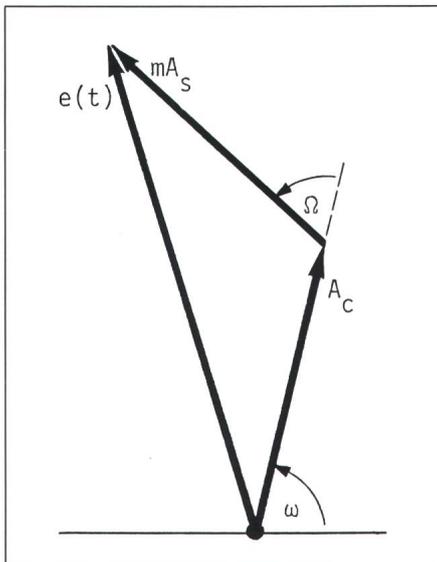
$$= A_C e^{j\omega t} (1 + m A_S / A_C \cdot e^{\pm j\Omega t}) \quad (4c)$$

$$= A_C e^{j\omega t} \cdot A(\Omega) \cdot e^{j\varphi(\Omega)} \quad (4d)$$

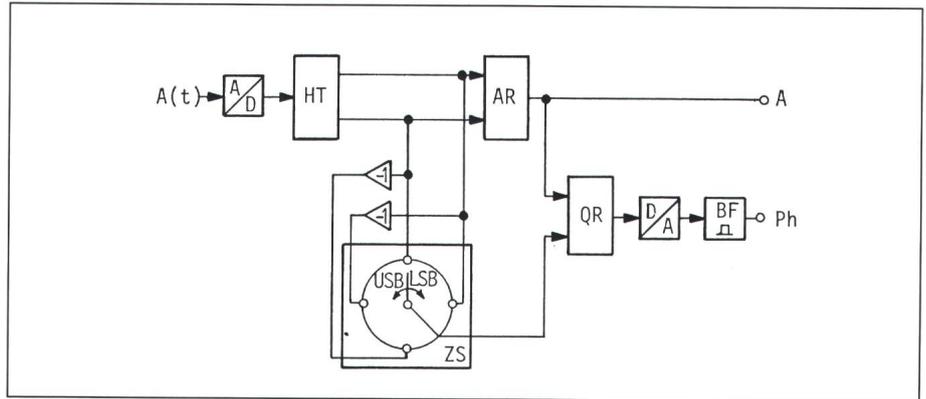
mit

- $A_C$  = Trägeramplitude
- $A_S$  = maximale Seitenbandamplitude
- $A(\Omega)$  = Amplitude NF-Teil
- $\varphi(\Omega)$  = Phase NF-Teil
- $m$  = Modulationsgrad
- $\omega$  = Trägerkreisfrequenz
- $\Omega$  = Modulationkreisfrequenz (Vorzeichen vor  $\Omega$  bestimmt Lage)

Die zugehörige Zeigerdarstellung findet sich in Figur 11. Der Zeiger  $m A_S$  rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit  $\Omega$  um die Spitze des mit  $\omega$  rotierenden Zeigers  $A_C$ . Infolgedessen lässt sich  $e(t)$  verstehen als Resultat einer Amplitudenmodulation (Längenänderung) und einer Phasenmodulation (gegen-



Figur 11 Zeigerdarstellung eines Einseitenbandsignals mit reduziertem Träger  
Pfeilrichtung von  $\Omega$  gültig für oberes Seitenband.



Figur 12 Blockschaltbild des digitalen BBC-Einseitenbandmodulators

A/D	Analog-Digital-Wandler	ZS	Zyklischer Schalter
HT	Hilbert-Transformator	USB	Oberes Seitenband
AR	Amplitudenrechner	LSB	Unteres Seitenband
QR	Quotientenrechner	$A(t)$	Analoges NF-Signal
D/A	Digital-Analog-Wandler	A	Ausgang für Amplitudensignal zum PSM-Verstärker
BF	Bandpassfilter	Ph	Ausgang für Phasensignal zum modifizierten Synthesizer

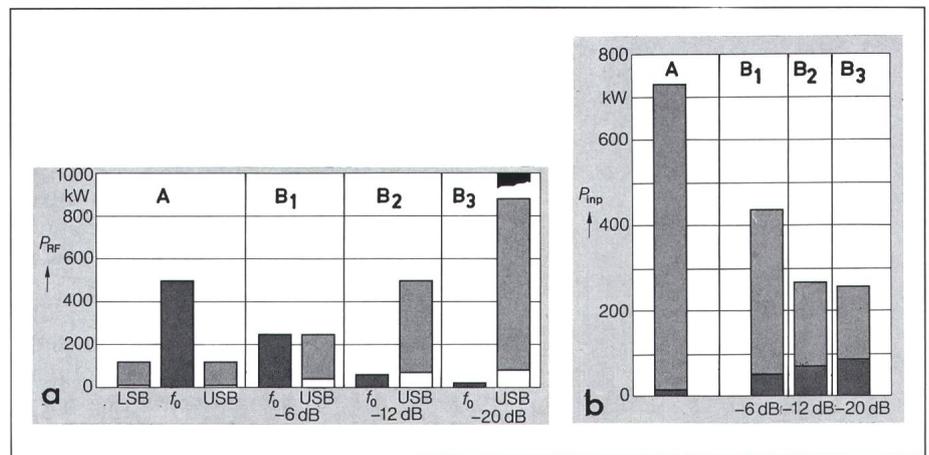
über dem Bezugszeiger  $A_C$ ). Diese Eigenschaft wird bei der BBC-Einseitenbandmethode ausgenutzt. Dazu werden die Amplitude und Phase des NF-Teils (4d) getrennt verarbeitet (Fig. 12). Die Aufteilung geschieht digital in einem sog. Hilbert-Transformator, der den (komplexen) NF-Teil zuerst in zwei um  $90^\circ$  phasenverschobene

Komponenten ( $x, y$ ) aufteilt. Der Amplitudenrechner (AR) ermittelt die Amplitude

$$A(\Omega) = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (5)$$

der Quotientenrechner über

$$\varphi(\Omega) = \arctg(y/x) \quad (6)$$



Figur 13 Leistungsrelationen zwischen DSB und SSB am Beispiel eines 500-kW-Kurzwellensenders

A	Klassischer DSB-Betrieb	B <sub>2</sub>	SSB mit 12-dB-Trägerabsenkung
B <sub>1</sub>	SSB mit 6-dB-Trägerabsenkung	B <sub>3</sub>	SSB mit 20-dB-Trägerabsenkung

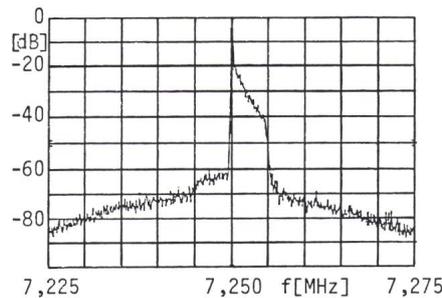
  

a	Leistungsbilanz bei unterschiedlicher Trägerabsenkung	b	Eingangisleistung
$P_{RF}$	Effektive Hochfrequenzleistung	$P_{in}$	Eingangisleistung, 500 kW
$f_0$	Trägerfrequenz	$m$	Mittlerer Programm-Modulationsgrad, 30%
PEP	Peak Envelope Power	$\eta$	Gesamtwirkungsgrad, 72%
LSB	Unteres Seitenband		Leistungsbezug vom Speisenez
USB	Oberes Seitenband		Seitenbandleistung im Programmbetrieb
DSB	Zweiseitenbandbetrieb		Seitenbandleistung im Testbetrieb
ESB	Einseitenbandbetrieb		
	Seitenbandleistung im Programmbetrieb		
	Seitenbandleistung im Testbetrieb		
	Effektive Hochfrequenzleistung $P_{RF}$ bei der Trägerfrequenz $f_0$ .		

die Phase, wobei ein zyklischer Schalter (ZS) die für das untere bzw. obere Seitenband richtigen Vorzeichen zuordnet. Die Steuersignale  $A$  und  $\varphi$  werden mittels eines sehr schnellen Signalprozessors berechnet. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich in [6]. Wesentlich für den Einseitenbandbetrieb des PSM-Senders ist, dass am Ausgang dieses Signalprozessors sowohl ein digitales Amplitudensignal als auch ein Phasensignal zur Verfügung stehen. Das digitale Amplitudensignal wird dem PSM-Verstärker ohne weitere Umformung über den digitalen Eingang zugeführt. Das Phasensignal wird in einem modifizierten Synthesizer eingegeben und dem Hochfrequenzsteuersignal für die Trägerfrequenz aufgeprägt. Diese Methode ergibt in Verbindung mit einem pulserbestückten Hochfrequenzteil folgende Vorteile:

- Die theoretisch mögliche Spitzenhüllkurvenleistung<sup>1</sup> (PEP), d.h. die jeweils doppelte Trägerleistung bzw. die achtfache Seitenbandleistung im Vergleich mit dem DSB-Betrieb wird erreichbar (Fig. 13a).
- Der Wirkungsgrad bleibt bei voller PEP identisch wie beim DSB-Betrieb, da die Arbeitspunkteinstellung der HF-Endstufe unverändert im C-Betrieb beibehalten wird, was

<sup>1</sup> Effektivwert der HF-Leistung im Enveloppenmaximum



**Figur 14** Spektrum des Senderausgangssignals bei ESB-Betrieb (500-kW-Sender) mit CCIR-Rauschen moduliert

Trägerreduktion	-6 dB
Trägerleistung	250 kW
mittlerer Modulationsgrad	50%
mittlere Ausgangsleistung	333 kW
gemessener Wirkungsgrad	72,6%
Trägerfrequenz	7,25 MHz

- zu entsprechend geringerer Netzaufnahmeleistung führt (Fig. 13b).
- Eine Umstellung der HF-Kreise auf eine andere Lastimpedanz entfällt, da der Arbeitspunkt unverändert bleibt.
- Alle im Betrieb erforderlichen Umstellungen von DSB auf ESB werden auf kleinem Leistungsniveau vorgenommen.
- Filterabstimmungen sind nicht erforderlich, da die ESB-Modulationsaufbereitung digital erfolgt.
- Die digitale Ausführung garantiert eine gute Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität.

- Ausreichende Störabstände sind mit vertretbarem Aufwand leichter erreichbar als bei analogen Ausführungen.

Das beschriebene Verfahren wurde bereits in mehreren 500-kW-Kurzwellessendern installiert. Die Figur 14 zeigt die Qualität der spektralen Verteilung einer Einseitenbandemission, dessen reduzierter Träger (-6 dB) mit CCIR-Rauschen moduliert wurde.

#### Literatur

- [1] W. Tschol and J. Kane: New directions in high power broadcast transmitter design. IBC'82. International Broadcasting Convention, 18...21 September 1982, Brighton/U.K.; p. 107...111.
- [2] W. Schminke: Hochleistungsmodulator in PSM-Technik für 500-kW-Kurzwellen- und 600-kW-Mittelwellensender. Brown Boveri Technik 72(1985)5, S. 235...240.
- [3] U. Boksberger a.o.: The solid state textor high voltage neutral beam accelerator power supplies. Proceedings of the 11th Symposium on Fusion Engineering, Austin, 1985.
- [4] Spectra and bandwidths of emission. CCIR-Recommendation 328-5. XVth Plenary CCIR-Assembly, Geneva 1982. Volume I: Spectrum utilization and monitoring; p. 349...358.
- [5] L. Pungs und F. Gerth: Ein neues Modulationsverfahren für Rundfunksender. Zeitschrift für Technische Physik 15(1934)12, S. 609...613.
- [6] M. Gautschi und W. Tschol: Neue Einseitenband-Modulationsmethode für Hochleistungs-Rundfunksender. Brown Boveri Technik 72(1985)7, S. 332...335.

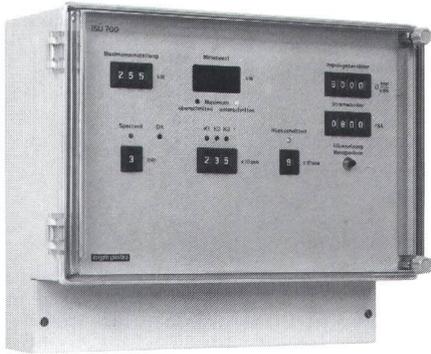
STROM-

KOSTEN

SENKEN

...durch Vermeiden von Lastspitzen.

Maximumwächter-Anlagen steuern vollautomatisch und rund um die Uhr Ihren Verbrauch.



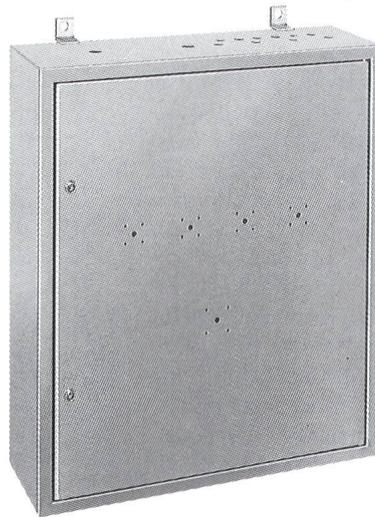
Beachtliche Einsparungen erlauben rasche Amortisation!

**B** Bruno  
**W** Winterhalter AG  
Industrieprodukte Tel. 01-830 50 30

Birgistr. 10  
8304 Wallisellen  
Telex 826 212  
Fax 01-830 79 52



Edelstahl  
Normkasten  
und Schränke



- Rost- und Säurebeständig
- Material 1.4301 oder 1.4517
- Schutzart IP 55 bis IP 65
- lieferbar in allen Dimensionen
- Ausführung mit **EMP-Schutz**
- vorteilhafte Preise und Lieferfristen

Bitte verlangen Sie unsere ausführlichen Unterlagen.

**Wyser + Anliker**  
Telefon 01-301 22 33

**8052 Zürich**  
Grünhaldenstrasse 41

## ERNI VISTROL Prozessleitsystem In jeder Beziehung ausgewogen!

**ERNI**

ERNI VISTROL – ein PC-AT mit EGA-Farbgraphik – ist ein kosteneffizientes Gebäude- und Prozessleitsystem zum Überwachen, Steuern, Regeln, Protokollieren und Archivieren von 100 - 1000 Datenpunkten.

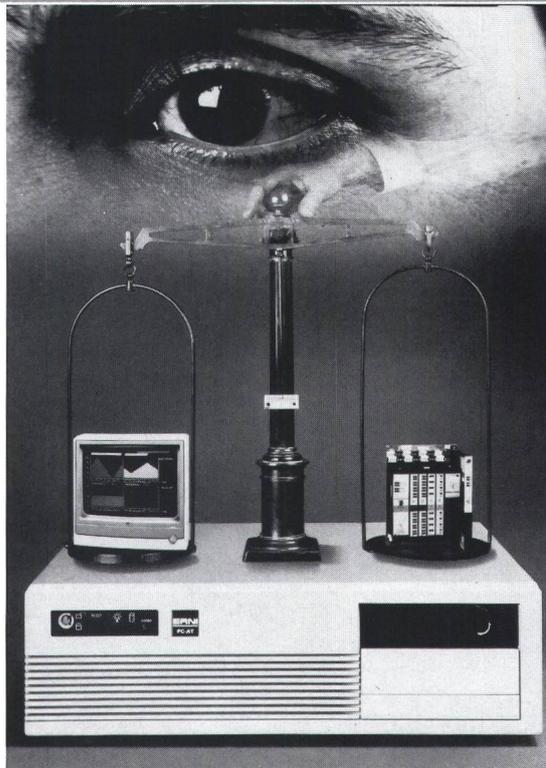
ERNI VISTROL – In jeder Beziehung ausgewogen – d.h. auch für Sie optimal!  
Für die Prozessdaten-Ein-/Ausgabe stehen folgende Subsysteme zur Wahl:

- ERNI OCTOBus (direkte Buskoppelung)
- ERNI Industriecomputersysteme 990E und 680E (intelligente Subsysteme)
- SPS TI 520C/525/530C/560/565 (speicherprogrammierbare Steuerungen)

Unsere zuständigen Verkaufingenieure stehen Ihnen gerne zur Verfügung.

**ERNI + CO. AG**

CH-8306 Brüttsellen/Zürich  
Telefon 01/835 35 35, Telex 827 333,  
Fax 01/833 49 66



ERNI – die Spezialisten in der Industrie-Elektronik bieten Ihnen mit dem kleinsten der ERNI-Leitsysteme, dem ERNI VISTROL, ein in jeder Beziehung ausgewogenes Farbgraphik-Einplatzleitsystem mit dem Aufwärtspfad zur Familie der grösseren BOSS-Mehrplatzleitsysteme.

AL  
NIVEAU

**INTELEC 1907**

Halle 106 Stand 441

Leistungsschutz-  
schalter  
*Disjoncteur*

Fehlerstromschutz  
*Bloc différentiel*

Modulare Apparate für die  
Niederspannungs Endverteilung

*Appareils modulaires pour la  
distribution terminale en basse tension*

**multi 9**



**Prisma P**

≤ 3200 A

Modulare Schaltschränke  
für den Schalttafelbauer  
*Armoire modulaire  
pour le tableautier*

Leistungsschutzschalter  
*Disjoncteur*

**Masterpact**

800 A ÷ 3200 A



**RM6 +**

– 24 KV

SF6-Mittelspannungszellen  
*Cellules moyenne tension SF6*

USV-Anlage  
im Informatikraum  
*Onduleur  
en salle d'informatique*

**EPS 2000**



**MERLIN GERIN AG**

Bahnhofstrasse 18  
5504 Othmarsingen

52, avenue Giuseppe-Motta  
1202 Genève

Tel.: (064) 56 10 62  
Telex: 27 221  
Telefax: (064) 56 21 87

tél.: (022) 33 58 00  
télex: 27 221  
téléfax: (022) 33 58 06

# VENTILATOREN



**Minilüfter** (Serie R90-CH)  
die bewährten Abluftventilatoren für WC  
und Bad



**Dunstabzugshauben** (Serie EDH)  
sorgen für eine geruchsfreie Küche  
**Luftreiniger** (air control)  
der elektronische Luftreiniger für Büro und  
Wohnbereich  
**Nachlaufschalter** (HVS)  
diverse Schalt- und Regelgeräte bieten  
Sicherheit und Komfort für Ihre Lüftungs-  
anlage



**Fenster- und Wandventilatoren**  
(Serien GX und WX)  
der Name bürgt seit Jahrzehnten für her-  
vorragende Qualität  
**Radial-Schachtventilatoren** (Serie DX)  
das breite Programm an druckstarken  
Aufputz-Ventilatoren



Beachten Sie bitte Katalog electro team, Teilliste 17.  
Verlangen Sie unverbindlich Detailprospekte.

320



## OTTO FISCHER AG

Elektrotechnische Artikel en gros  
Aargauerstrasse 2, Postfach, 8010 Zürich  
Tel. 01/276 76 76, Telefax 01/276 76 86, Telex 822 940

# Limitor<sup>®</sup> bietet die neueste Problemlösung Temperaturschutz

mit Rückschaltung nur auf Wunsch

**Der kleinste vollisolierte Motorprotector mit Wiedereinschaltperre jetzt lieferbar**

für Vorschaltgeräte, Transformatoren, Küchenmaschinen, Rolladenantriebe u. v. a. mehr.  
Wiedereinschaltung automatisch oder durch Betätigung von aussen.



- neuartiges Gehäuse hermetisch dicht
  - hohe Druckfestigkeit
  - hohe Ansprechempfindlichkeit
  - Temperaturbereich von 60–150° C
  - Litzenlänge 100 mm oder länger
  - VDE- und UL-Approval
- Ausführliche Unterlagen und Muster unter Q 62 senden wir Ihnen gerne zu.

Besuchen Sie uns auf der **INELTEC BASEL**  
Halle 224, Stand 361

**Temperatur sicher im Griff**

Limitor AG  
Hallwylstr. 78  
8036 Zürich  
Tel. 01/241 46 16  
Telex: 814 146  
Telefax: 241 78 90



**INELTEC Basel**  
8.-12. 9. 1987  
Halle 106, Stand 211

## Ihre Wildegger Kabelmacher informieren

**Haben Sie sie schon?**



**die aktuelle Preis- und Lagerliste unserer Spezialkabel**

Verlangen Sie Ihr persönliches Exemplar mit untenstehendem Talon oder rufen Sie uns an

**064/570 111**



Senden Sie uns Ihre Spezialitäten-Preisliste

Name \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
Strasse \_\_\_\_\_

**Kupferdraht-Isolierwerk AG**  
5103 - Wildegg

# CINCH

PRODUITS CHIMIQUES HAUTE-PERFORMANCE  
CHEMISCHE HOCHLEISTUNGS-PRODUKTE



Vaste choix d'aérosols, colles et mastics silicone, dégrissants et lubrifiants spéciaux.  
Conditionnement unique, emballage à code couleur!

Grosse Auswahl von Sprays, Silikon- Klebe- und Dichtungsmasse, Antilockier- und Spezial-Schmiermittel.  
Erstklassige Verpackungsart, Markierung nach Farbcode!

Demandez notre catalogue spécial !  
Tous les produits sont déclarés à l'OFSP.

Verlangen Sie unseren Spezialkatalog !  
Alle Produkte sind beim BAG angemeldet.

**BUGNARD S.A.**  
Ch. de Montelly 46  
OUTILLAGE  
WERKZEUGE  
1000 Lausanne 20



☎ 021 / 24 00 54  
**LAUSANNE**  
Télex 455 926

**Wer den Namen TEHALIT hört und dabei  
an Energie-Versorgung denkt ...  
Wer für neue Techniken zusätzliche  
Kommunikations- und Versorgungsleitungen  
legen muß und das  
mit System tun will ...**



**der gibt sich nicht  
mit weniger zufrieden und nimmt TEHALIT.  
Der eindeutigen Vorteile\* wegen.**

\* TEHALIT entwickelt und fertigt Systeme für die flexible Elektroinstallation. Maßgeschneidert und für alle baulichen Anforderungen.

TEHALIT ist kompetenter Gesprächspartner der Elektro-Großhändler, Planer, Installateure und Bauherren.

TEHALIT beteiligt sich an Messen und bietet in jeder Form aktive Unterstützung am Ort des Verkaufs. Genauso präzise und zuverlässig ist der TEHALIT Lieferservice.

**TEHALIT**

Systeme für die flexible  
Elektroinstallation.

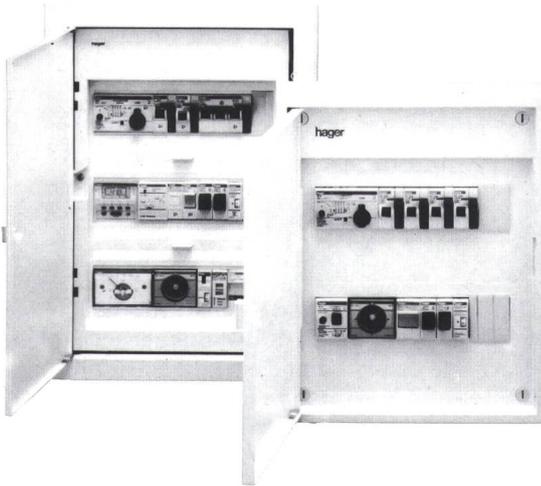
Lieferung über den  
Elektro-Großhandel oder durch

**büni** Böni & Co. AG  
8500 Frauenfeld  
Tel. 054 25 61 61



**hager**

voire Ihr Partner  
partenaire für alle  
pour le modulare  
modulaire Einbaugeräte



### Neuigkeiten ✱

LS-Schalter 6 kA "L" + "U"  
FI-Schalter  selektiv  
Lastabwurfrelais 15/90 A  
Stromrelais 3/7 A  
Schützen mit Schaltanzeige

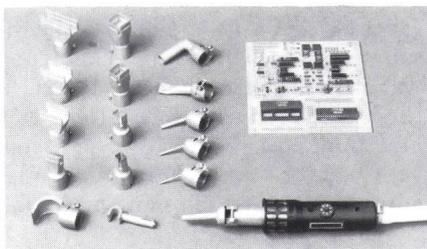
Thermostat-, Dämmungs-  
Schaltcomputer  
Verteilerschränke 90 VS  
Türen mit Gamma-Verteiler  
Verdrahtungs-Systeme

INELTEC '87, Halle 115, Stand 325

### Kontaktloses Entlöten und Löten

mit dem Leister-Labor «S»-Heissluftgerät

Elektronische Temperaturregelung von 20 bis 600 °C. Elektronische Luftmengenregelung von 1 bis 150 Liter per Minute. Zum kontaktlosen Entlöten und Löten von SMD- und DIP-Bauteilen in 2–4 Sekunden.



Verlangen Sie  
kostenlosen  
Prospekt GE 123

Karl Leister  
6056 Kägiswil  
Tel.: 041 / 66 00 77  
Fax: 041 / 66 78 16  
Telex: 86 64 04

Als Generalvertreter von Firmen wie  
Du Pont / General Electric / ICI /  
Weisser / Kautt & Bux / Kienle &  
Spiess / Krempel / Nedelko  
zeigen wir an unserem

## Stand 111, Halle 213

innovative, wirtschaftliche, sichere  
und umweltfreundliche Beispiele  
von technisch anspruchsvollen  
Problemlösungen – zum Teil aus  
eigener Fertigung – in den Fach-  
gebieten

# Automation Antriebstechnik Stromverteilung Informatik + Kommunikation

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Comax Comax  
ineltc **Ihr Partner**  
8-12 sept. 87 **für Kommunikation**

**Comax** und **Sicherheit**  
Signal  
COMAX SIGNAL AG

Halle 1  
Stand 361  
CH-4552 Derendingen  
Gewerbstrasse 1  
Telefon 065 41 11 61  
Telex 934 764  
Telefax 065 42 40 05

# Wachendorf

Technischer Grosshandel  
4002 Basel, Auf dem Wolf 10  
Tel. 061 / 42 90 90  
Telex 962225, Telefax 061 / 41 44 63