

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: 77 (1986)

Heft: 18

Artikel: Lastführung mittels Rundsteuerung im Netz des EKS

Autor: Haberstich, Heinz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904267>

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>

Lastführung mittels Rundsteuerung im Netz des EKS

H. Haberstich

Mit der Erneuerung der über 20jährigen Rundsteueranlage konnte das Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen (EKS) auch eine automatische Lastführung zur Optimierung des Lastverlaufs realisieren. Während die Sendeanlage komplett erneuert wurde, blieben die Empfangsanlagen bei den Kunden weiterhin in Betrieb und konnten mit bescheidenem Aufwand angepasst bzw. umgestellt werden. In den letzten beiden Betriebsjahren wurden dank der Reduktion des Lastmaximums Einsparungen von je etwa Fr. 300 000.– bzw. Fr. 500 000.– erzielt.

En rénovant son installation de télécommande centralisée, vieille de 20 ans, l'entreprise d'électricité du canton de Schaffhouse a pu réaliser aussi un réglage automatique des charges en vue d'améliorer l'évolution des charges. L'installation émettrice a été entièrement rénovée alors que les installations réceptrices des clients sont restées en service et ont pu être adaptées ou changées à peu de frais. Grâce à la réduction de la charge maximale, il a été possible de faire des économies d'environ frs 300 000.– et frs 500 000.– ces deux dernières années d'exploitation

Adresse des Autors

Heinz Haberstich, Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen, Rheinstrasse 37, 8201 Schaffhausen

1. Das Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen (EKS)

1908 gegründet, ist das EKS eine sogenannte unselbständige, öffentlich-rechtliche Anstalt des Kantons Schaffhausen. Entsprechend seiner Struktur verfügt es nicht über ein Aktienkapital und hat demzufolge auch keine Dividende zu bezahlen. Hingegen ist es laut kantonalem Gesetz betreffend Beschaffung und Verteilung elektrischer Energie «nach industriellen und kaufmännischen Grundsätzen» zu führen. Daraus leitet sich das Bestreben des EKS ab, seinen Kunden gewisse vertretbare Beschränkungen im Strombezug zuzumuten, dafür aber möglichst günstige Tarife anzubieten.

Seit Anbeginn versorgt das EKS nicht nur den Kanton Schaffhausen (ohne die Stadt Schaffhausen und die Gemeinde Hallau, welche eigene Werke und auch eigene Tonfrequenz-Rundsteueranlagen besitzen), sondern noch ein fast ebenso grosses Gebiet in der deutschen Nachbarschaft. Während allerdings die Versorgung in der Schweiz ausnahmslos bis zum letzten Verbraucher geht, finden sich in Deutschland auch einige Weiterverteiler (Fig. 1).

Das EKS ist ein reines Verteiler-Unternehmen. Es bezieht den weitaus überwiegenden Teil der Energie von der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) über verschiedene 50-kV-Leitungen (später 110 kV) und transformiert die Übertragungsspannung in fünf Unterwerken auf die Mittelspannungsebene von 16 kV. Dieses Netz erstreckt sich über 519 km² und besteht aus etwa 350 km Freileitung und etwa 170 km Kabel. Von 345 Transformatorstationen gehen 440 km Niederspannungsfreileitungen und 540 km Kabel zu den Kunden. Die höchste kurzzeitige Netzlast betrug im kalten Januar 1985 etwa 92 000 kW, das höchste Stundenmittel 85 000 kW. Versorgt werden etwa 100 000 Einwohner mit einem Jahresumsatz von mehr als 400 GWh.

Der Belastungsverlauf an Tagen mit grossen Energieabgaben hat sich in den letzten Jahren verändert. Anstelle der obligaten Morgen- oder Mittagsspitzen traten vorerst als Ausnahme in den letzten beiden kalten Wintern jedoch Nachtbelastungen auf, die zum Teil höher lagen als die Tagbelastung. Mit Hilfe der im Herbst 1984 in Betrieb gesetzten Rundsteuer-Lastkontrollanlage konnten jedoch die sonst

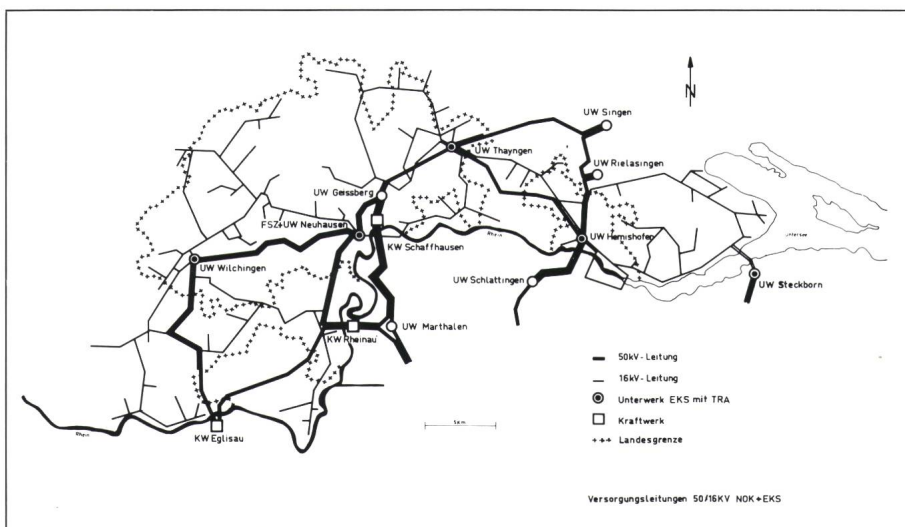


Fig. 1 Versorgungsgebiet des EKS

unvermeidlichen Spitzen gebrochen werden, ohne dass einerseits der Personalaufwand für die Bedienung grösser wurde oder andererseits die Kunden durch zu lange Abschaltungen benachteiligt worden wären.

2. Die bisherigen Tonfrequenz-Rundsteueranlagen des EKS

Gegen Ende der fünfziger Jahre, als die Bautätigkeit zunahm und Niederspannungsfreileitungsnetze auch in ländlichen Baugebieten kaum mehr erstellt wurden, mussten die Tarifumschaltung und die kundenfreundliche Boilersteuerung neu studiert werden. Zuvor gab es Schaltuhren bei den Kunden und in Transformatorstationen sowie auf den Freileitungsnetzen mitgezogene Steuerdrähte, gab es Diskussionen über verspätete Hoch-/Niedertarif-Umschaltungen und schliesslich immer mehr Aufwand zum Betreuen dieser Schaltuhren. Die seit Jahren durchgeführten Untersuchungen für den Ersatz der unbefriedigenden Apparate führten Anfang der sechziger Jahre zum Beschluss, eine Tonfrequenz-Rundsteueranlage (TRA) zu beschaffen.

Aus der damaligen Netzkonstellation ergaben sich 16-kV-Leitungslängen bis zu 16 km im Normal- und 30 km im Störbetrieb und Niederspannungsleitungen von zum Teil mehr als 1 km Länge. Die Wahl der «richtigen» Steuerfrequenz war aufgrund der gegebenen Last- und Netzverhältnisse nicht sehr einfach. Nach eingehenden Untersuchungen und Berechnungen wurde eine Nennfrequenz von 300 Hz festgelegt. Da der Schlupf der rotierenden Frequenzumformer berücksichtigt werden musste, waren die Rundsteuerempfänger (TRE) auf 291 Hz abgestimmt. Noch heute arbeitet eine grosse Zahl der damaligen TRE in den Kundenanlagen. Der Sendepiegel betrug je nach dem Ort der Messung und des Schaltzustandes des Mittel- und Niederspannungsnetzes zwischen 4 und 10 V. Weder vorhandene noch neue Blindstromkompensationsanlagen wurden mit Tonfrequenzsperrern versehen.

Die erste TRA wurde 1962 im Unterwerk Thayngen installiert und mit einer vollständigen Kommandoeinrichtung ausgerüstet. Jedes weitere Unterwerk erhielt im Abstand von 1–2 Jahren den gleichen Ausbau. Das Unterwerk Neuhausen, zum eigentlichen

Fernsteuerzentrum ausgebildet, übernahm schliesslich die Führung und Steuerung auch der anderen Unterwerks-Sendeanlagen. Das örtliche Kommandogerät war mit einigen Minuten Zeitverschiebung in Reserve und konnte jederzeit entweder über Fernsteuerung oder von Hand den Lokalbetrieb übernehmen. Einige Befehle, wie z. B. die Strassenbeleuchtungsschaltungen, wurden nur lokal gesendet.

Von Anfang an wurde Wert auf Kundenfreundlichkeit, aber auch auf lastausgleichende Massnahmen gelegt. Neben verschiedenen Tarifbefehlen wurden so bereits sieben Boilerkommandos und drei Spitzensperrebefehle eingeführt. Umstritten waren anfänglich (hauptsächlich unter EW-Leuten) die Apparatesperrungen. Die Aufklärungsarbeit speziell durch den Einsatz der Hausinstallationskontrolleure zeigte aber bald Erfolg, so dass der Grundsatz der variablen Freigabezeit gewisser Apparate allgemein akzeptiert wurde, insbesondere dann, wenn die unbeschränkte Benützung bei Bezahlung der Leistungskosten hätte verlangt werden können.

Obwohl damals (wie heute) im schweizerischen Versorgungsgebiet nur denjenigen Haushaltskunden der Doppeltarif gewährt wurde, welche energiespeichernde Apparate betrieben, befindet sich wegen der Sperrung

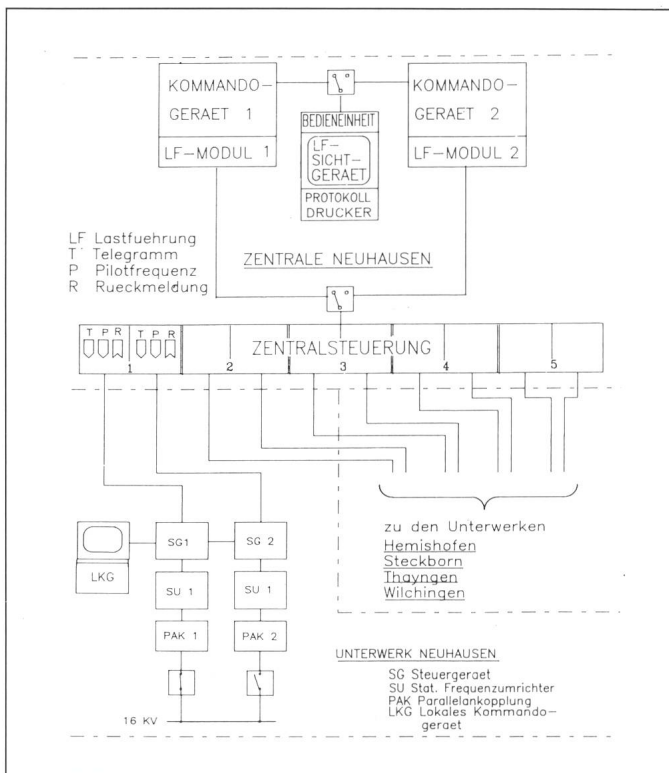
gewisser Verbraucher praktisch in jedem Haus ein Rundsteuerempfänger. Heute sind im gesamten, direkten Versorgungsgebiet etwa 11 200 TRE in Betrieb. Sie steuern mehr als 10 000 Doppeltarifzähler, etwa 55 000 kW fest- und 23 000 kW variabel-gesperrte Apparateleistung sowie etwa 40 000 kW Elektroheizung und 26 000 kW Boiler.

3. Die Erneuerung der Rundsteueranlage

Anlass dazu gaben folgende Überlegungen:

- Die stetig zunehmenden Anschlusswerte von steuerbaren Verbrauchern erforderten eine sichere und automatische, möglichst ohne personelle Eingriffe funktionierende Lastoptimierung.
- Durch die steigende Zahl zu steuernder Lastgruppen und neuer Steuerobjekte wurde eine erweiterte Befehlsstruktur notwendig.
- Die wachsende Bedeutung der Rundsteuerung und ihrer Betriebssicherheit rechtfertigten den Einsatz redundanter Reserveausrüstung.
- Wegen der Auswechslung einzelner 50/16-kV-Transformatoren gegen leistungsstärkere Einheiten mussten auch die Tonfrequenzankopplungen entsprechend verstärkt werden.
- Ein weiteres neues Unterwerk konnte nicht mehr mit dem alten Kom-

Fig. 2
Blockschema des
EKS-Rundsteuersystems



mandogerät ausgerüstet werden. Neue Komponenten mussten demnach so oder so installiert werden.

Der Entscheid zugunsten einer kompletten Erneuerung der Sendeanlagen kam schliesslich dadurch zustande, dass nun eine eigentliche Lastoptimierung mit Hilfe der TRA möglich wurde. Als Bedingungen waren dabei zu beachten:

- Die bisher eingebauten TRE mussten weiterhin in Betrieb bleiben können.
- Die Umstellung musste schrittweise innert einiger Jahre erfolgen.
- Der Aufwand bei Anpassungen des Sendeprogramms durch Kommando-Umstellungen an TRE bei Kunden musste minimal sein.
- Die Sendeleistung musste der Unterwerksleistung (neue Verteiltransformatoren 2×25 MVA) entsprechen.
- Die Vorbehalte und Garantien, wie sie bei einer Neuanlage zu erfüllen sind, mussten selbstverständlich auch hier eingehalten werden.

Die neue Rundsteuerzentrale des EKS (Fig. 2) basiert auf einer Kommandoeinrichtung mit integriertem Mikrocomputer. Sie kann nach folgenden Kriterien Befehle auslösen:

- Automatisch für zeitabhängige Befehle oder ab Lastführungsprogramm
- Manuell ab Rundsteuer-Bedienungsfeld
- Extern für die direkte Auslösung von Befehlen.



Fig. 3 Stromlieferung und Sender-Fernsteuerung durch Sturm unterbrochen

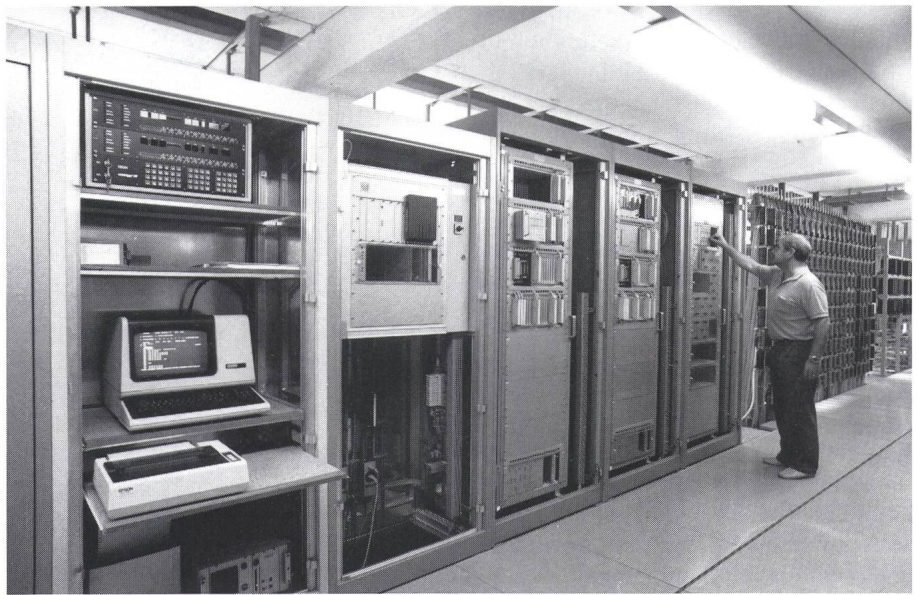


Fig. 4 Lokales Kommandogerät (vorn) und zentrales Doppelrechnersystem (hinten)



Fig. 5 Zentrale Neuhausen mit Lastführungs-Sichtgerät, Bedieneinheit und Protokolldrucker

Ist der Übertragungsweg zu den ferngesteuerten Unterwerken unterbrochen oder die Rundsteuerzentrale ausgefallen, werden durch lokale rechnergesteuerte Kommandogeräte mit Sichtgerät und Protokolldrucker die Befehle gleichwohl abgesetzt. Lokale Lastführung ist hier nicht vorgesehen. Im Frühjahr 1986 legte dieses Konzept seine Bewährungsprobe ab, als ein Orkan die Masten von zwei parallelgeführten Doppelleitungen auf etwa 800 m Länge knickte und damit auch die Kommunikation mit der Zentrale unterbrach (Fig. 3). Während der fast eine Woche dauernden Reparaturarbeiten konnte die Energieversorgung über andere Speiseleitungen des Netzes und der Rundsteuerbetrieb mit

dem lokalen Kommandogerät aufrechterhalten werden.

Die Bedeutung, die vom Werk der einwandfreien Funktion beigemessen wird, kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass die zentrale Kommandoeinrichtung mit einem Doppelrechnersystem ausgerüstet ist. Bei Ausfall des Kommandogeräts 1 übernimmt das im Hot-standby-Betrieb mitlaufende Kommandogerät 2 unterbrechungslos den Betrieb (Fig. 4), und die Lastführung geht gleichfalls problemlos von einem Modul 1 auf ein Modul 2 über.

Es sind gegen 100 adresscodierte Befehle programmiert, von denen 64 für die Lastführung eingesetzt werden können (Fig. 5).

Doppelte Sicherheit bieten auch die beiden Zentralsteuereinheiten und Übertragungswege pro Unterwerk für die dort installierten zwei Rundsteuer-sender. Jeder kann über einen der beiden Transformatoren bis zu 25 MVA Netzleistung aussteuern (Fig. 6). Verbraucherseitig werden die PROM-be-stückten Empfänger FTT allen Anforderungen der erweiterten Befehlsstruktur gerecht.

Das grosse Sicherheitsbedürfnis ist auch dadurch begründet, dass gewisse Zeitbefehle (Tarifumschaltung, Strassenbeleuchtung oder feste Sperrzeiten) von den Kunden sehr zeitgenau erwartet werden. Nichtfunktionieren könnte unter Umständen finanzielle oder aber doch immaterielle Schäden bewirken.

Bei den Schalt- und Freigabebefehlen, die der Lastführung unterliegen, müssen die garantierten Aufheiz- oder Betriebszeiten überwacht werden. Zu wenig aufgeheizte Boiler, nicht vollständig aufgeladene Speicherheizungen, zu lange Sperrzeiten bei Wärmepumpen oder zu kurze Freigabe der Kirchenheizung verärgern die Kunden und bringen unangenehme Reklamationen.

4. Die Lastführung

Die wichtigste Aufgabe der neuen Rundsteuer-Kommandozentrale ist zweifellos die Lastführung. Ziel und Zweck dieser Einrichtung ist es, den Belastungsverlauf zu optimieren. Die dadurch erreichte gute Benützungsdauer führt schliesslich zu günstigen Strom-Einkaufskosten und letztlich für den Kunden zu einem für ihn vorteilhaften Tarif.

Was alles ist nun verbraucherseitig über die Lastführung abschaltbar? Grundsätzlich sind dies Apparate und Anlagen,

- die Energie speichern, z.B. Boiler, Speicherheizungen
- deren Einschaltzeitpunkt verschoben werden kann, z.B. Wärmepumpen, Direktheizungen, Trinkwasserpumpwerke
- die zum Anschluss nur unter der Bedingung der Abschaltbarkeit bewilligt werden, z.B. Kirchenheizungen, Klimaanlage, spezielle Rampenheizungen u. dgl.

Voraussetzung für automatische Lastführung ist die zuverlässige Erfassung, Übertragung und Aufbereitung

Fig. 6
Parallelankopplung
16 kV, 25 MVA



der Energie-Zählwerte. Die eigentliche Lastkontrollfunktion für die gewünschte Auslösung von Rundsteuer-sendungen ist im LF-Modul des zentralen Kommandogeräts integriert.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass gegenüber der mit reinen Zeitbefehlen ausgestatteten Betriebsweise eine Einsparung an Leistungskosten erzielt werden kann. Bezogen auf die Verhältnisse beim EKS ergaben sich allein durch die Reduktion des Maximums in den beiden letzten Betriebsjahren Einsparungen von jeweils etwa Fr. 300 000.- bis Fr. 500 000.-, was eine sehr schnelle Amortisation der Rundsteueranlage ermöglicht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einerseits anfänglich noch nicht alle Kundenanlagen in die Lastführung einbezogen waren, sondern noch über reine Zeitbefehle gesteuert wurden, und dass andererseits im Hinblick auf die Reduktion der Höchstleistung mehr Heizungs- und Warmwasseranlagen bewilligt werden konnten. Durch den Einsatz der modernen Halbleitertechnik treten auch im Winter bei hoher Sendehäu-

figkeit weder sender- noch empfängerseitig unzulässige Materialbeanspruchungen auf.

5. Schlussbetrachtung

Die Vorteile der Rundsteueranlagen und die vielfältigen Steuerungsmöglichkeiten sind allgemein bekannt. Die grosse Verbreitung insbesondere bei den vielen schweizerischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen zeigt dies deutlich. Der Einbezug einer Lastoptimierung scheint demnach nur eine logische Folge zu sein. Vor allem im Hinblick auf die sich abzeichnende Verknappung des Energieangebots wird eine solche Einrichtung mehr und mehr an Bedeutung gewinnen. Ihre Anschaffung setzt eine sorgfältige Prüfung der Steuerungsmöglichkeiten voraus und erfordert Verständnis von Kunden und Elektrofachgeschäften. Die Durchführung des einen wie die Förderung des anderen ist für ein Elektrizitätswerk heute eine Selbstverständlichkeit.

SIEMENS

NEU

Zum
Anfassen nah:

SIMATIC 100U

Die erste
wirklich modulare
Kleinststeuerung

Das müssen Sie kennenlernen: **SIMATIC 100U**

Ein Kleinststeuer-Konzept wie kein anderes!

SPS-Leistung nach Mass

Zwei Zentralbaugruppen zur Wahl:
Hier können Sie, je nach Aufgabenumfang, gleich zwischen zwei Baugruppen wählen. Die Baugruppen sind selbstverständlich auch austauschbar.

Modulare Bus-Steckplätze

Die technische Grundlage für feinstufigen Aufbau: Anders als bei anderen Steuerungen ist die «Kommunikationsschiene» der SIMATIC 100U in einzelne Baugruppen-Unterteile, sogenannte Busmodule, integriert. **Diese Lösung ist weltweit einzigartig.**

Für jede Aufgabe die richtige Baugruppe

Peripheriebaugruppen à la carte:
Natürlich erhalten Sie aus dem 100U-Baukasten jede notwendige Peripheriebaugruppe. Einfach dazustecken, nur was es braucht – und nicht mehr!

Selbstverständlich vollkompatibel

Die kleine SPS mit den grossen SIMATIC-Vorteilen:
Mit jedem SIMATIC-Programmiergerät können Anweisungen für die neue Kleinststeuerung ebenso problemlos erarbeitet und überspielt werden, wie das innerhalb der SIMATIC-Familie schon zur Tradition geworden ist.

Jetzt bringen wir diese Neuheit, die erstmals an der INTERKAMA 86 Anfang Oktober vorgestellt wird, in Ihre Nähe.

Ob Sie neu in das Gebiet der Automatisierung einsteigen oder sich für ein zum ganzen SPS-System kompatibles Steuergerät interessieren:
Lernen Sie die SIMATIC 100U an unserer Präsentation mit Workshop kennen!

Wir laden Sie herzlich ein zu einem ersten «Kontakt» mit der neuen, systemkompatiblen Kleinststeuerung SIMATIC 100U.

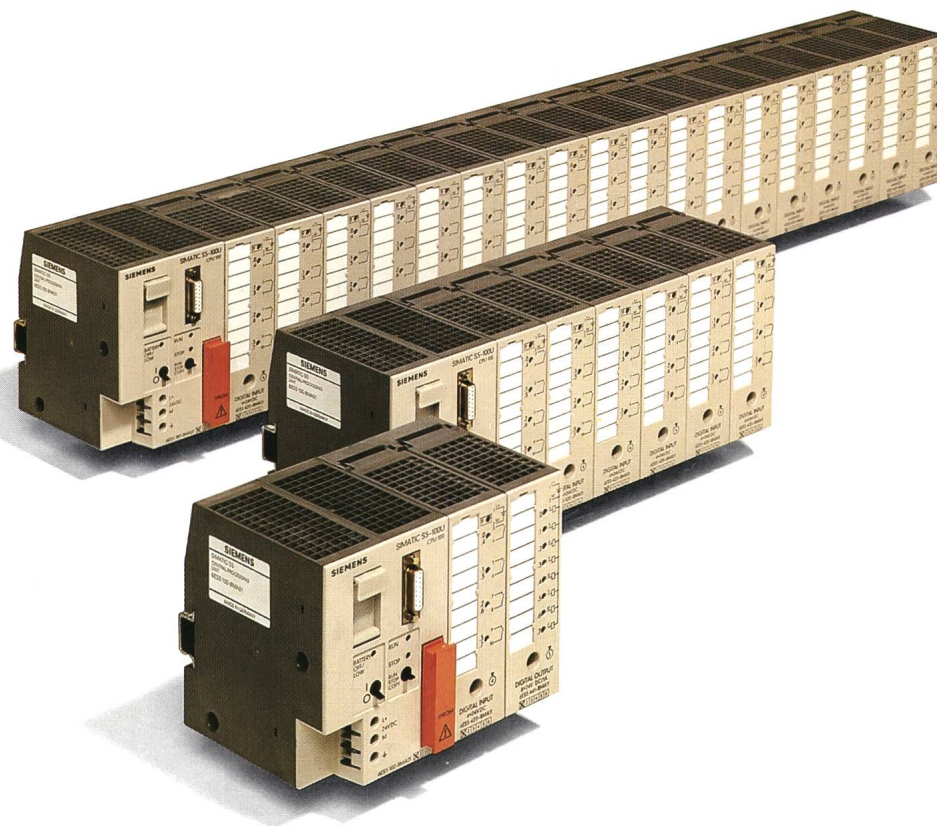
Im Ausstellungsteil zeigen wir Ihnen zusätzlich viele Neuheiten aus der SIMATIC S5-Familie.

**2 Stunden, die sich lohnen:
Besuchen Sie eines unserer Seminare mit Präsentation, Workshop und Ausstellung, vom 20. bis 24. Oktober 1986.
Wir freuen uns auf Ihren Besuch.**

(Orte und Zeiten auf den Anmeldekarten rechts. Falls keine Karten mehr vorhanden, genügt Ihr Anruf: Tel. 01-495 52 40)

Siemens-Albis AG
Automatisierungstechnik
8047 Zürich
Freilagerstr. 28

1020 Renens
Rue du Bugnon 42



Anmeldung zum Seminar über das neue Kleinsteuergerät SIMATIC S5-100U
(Einsendeschluss 7. Oktober 1986)

Bitte bestätigen Sie mir meine Teilnahme an folgendem Datum:
(Allfälligen Ausweichtermin kreuze ich mit Bleistift an)

Zeit:

- | <u>10–12 h</u> | <u>14–16 h</u> | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Montag, 20. 10. 1986, Hotel Novapark, Zürich, Badenerstrasse 420 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Dienstag, 21. 10. 1986, Hotel Einstein, St. Gallen, Berneggstrasse 2 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mittwoch, 22. 10. 1986, Kursaal, Bern, Schänzlistrasse 17–77 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Donnerstag, 23. 10. 1986, World Trade Center, MUBA Basel, Riehenring |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Freitag, 24. 10. 1986, Novotel Bussigny, Lausanne, Autoroute N9 |

Unterschrift:

(Absender auf der Rückseite bitte in Blockschrift)

1 3 4 6 7 8

Anmeldung zum Seminar über das neue Kleinsteuergerät SIMATIC S5-100U
(Einsendeschluss 7. Oktober 1986)

Bitte bestätigen Sie mir meine Teilnahme an folgendem Datum:
(Allfälligen Ausweichtermin kreuze ich mit Bleistift an)

Zeit:

- | <u>10–12 h</u> | <u>14–16 h</u> | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Montag, 20. 10. 1986, Hotel Novapark, Zürich, Badenerstrasse 420 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Dienstag, 21. 10. 1986, Hotel Einstein, St. Gallen, Berneggstrasse 2 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Mittwoch, 22. 10. 1986, Kursaal, Bern, Schänzlistrasse 17–77 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Donnerstag, 23. 10. 1986, World Trade Center, MUBA Basel, Riehenring |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Freitag, 24. 10. 1986, Novotel Bussigny, Lausanne, Autoroute N9 |

Unterschrift:

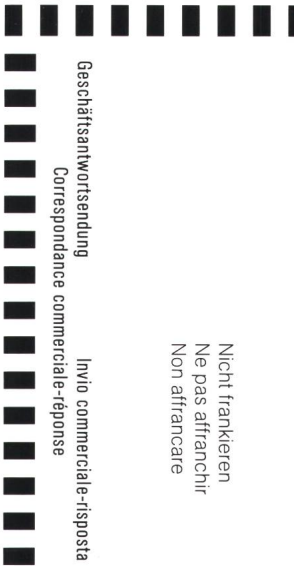
(Absender auf der Rückseite bitte in Blockschrift)

1 3 4 6 7 8

Vorname: _____
Abteilung: _____
Telefon int.: _____

Firma: _____
Str./Nr.: _____
PLZ/Ort: _____
Telefon: _____

Siemens-Albis AG
Automatisierungssysteme VEA
Postfach
8047 Zürich



Name: _____
Vorname: _____
Abteilung: _____
Telefon int.: _____

Firma: _____
Str./Nr.: _____
PLZ/Ort: _____
Telefon: _____

Siemens-Albis AG
Automatisierungssysteme VEA
Postfach
8047 Zürich

