

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:	79 (1988)
Heft:	21
Artikel:	Das zukünftige paneuropäische digitale Mobiltelephonsystem : Teil 3 : Digitalisierung der Sprache und Netzwerkaspekte
Autor:	Ochsner, H.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-904099

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: 23.02.2026

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

Das zukünftige paneuropäische digitale Mobiltelephonssystem

Teil 3: Digitalisierung der Sprache und Netzwerkaspekte

H. Ochsner

Der dreiteilige Beitrag gibt eine Übersicht über das zukünftige paneuropäische digitale Mobiltelephonssystem. Nachdem die ersten beiden Teile (Heft 11/88 und 15/88) sich insbesondere mit den Dienstleistungen des neuen Kommunikationssystems und der systemtechnischen Realisierung der Funkstrecke befasst haben, schliesst dieser letzte Teil die Serie mit einem Überblick über die vorgesehene Sprachcodierung sowie über einige wichtige Netzaspekte.

Cet article en trois parties donne une vue du système paneuropéen de téléphonie mobile numérique de l'avenir. Après que les deux premières parties (cahiers 15/88 et 17/88) s'étaient occupées en particulier des prestations du nouveau système de communication et de la réalisation du système de la chaîne radio, ce dernier article termine la série par une vue du codage vocal prévu ainsi que de certains aspects importants relatifs aux réseaux.

Adresse des Autors

Dr. Heinz Ochsner, Ascom Autophon AG,
Ziegelmattstrasse 1-15, 4503 Solothurn

Die Digitalisierung der Sprache

Die Sprachinformation wird im GSM-System als digitaler Datenstrom mit einer (ungeschützten) Datenrate von 13 kbit/s übertragen. Die dazu notwendigen Algorithmen wurden speziell für diese Anwendung geschaffen. Die folgenden Abschnitte erläutern das Verfahren, welches man mit Regular Pulse Excited - Long-Term Prediction (RPE-LTP) bezeichnet. Das Blockschaltbild des RPE-LTP-Verfahrens ist in der Figur 13 skizziert; die Figur 13a zeigt den Codier- und die Figur 13b den Decodieralgorithmus. Das gesamte Verfahren besteht aus drei Teilen: einer LPC-Transformation (Linear Predictive Coder), einer ersten Datenreduktion der RPE- und LPC-Parameter, sowie einer zweiten Datenreduktion durch eine Langzeit-Prädiktion. Ausgangspunkt für die Codierung ist ein binäres PCM-Signal, welches Abtastwerte mit einer Genauigkeit von 13 Bit (lineare Quantisierung) und einer Abtastrate von 8000 Werten pro Sekunde beinhaltet. Dieses Signal von 104 kbit/s wird entweder durch eine direkte A/D-Wandlung des analogen Sprachsignals oder aber aus einem Standard-64-kbit/s-PCM-Signal durch Expansion der nichtlinearen Quantisierung gemäss CCITT G.721 gewonnen.

1. Lineare Predictive Coding (LPC)

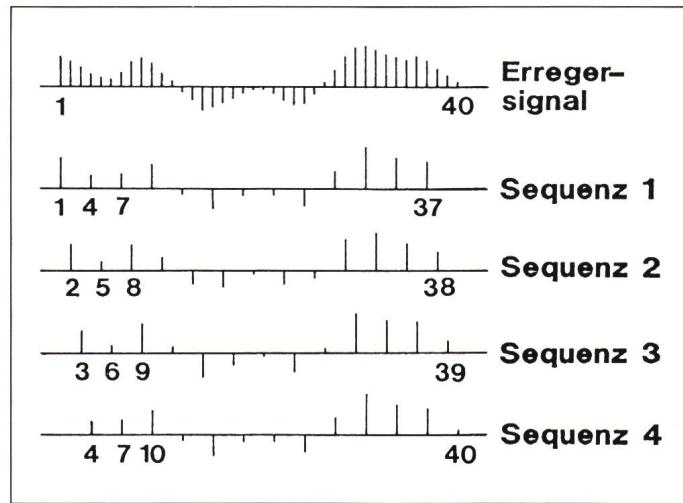
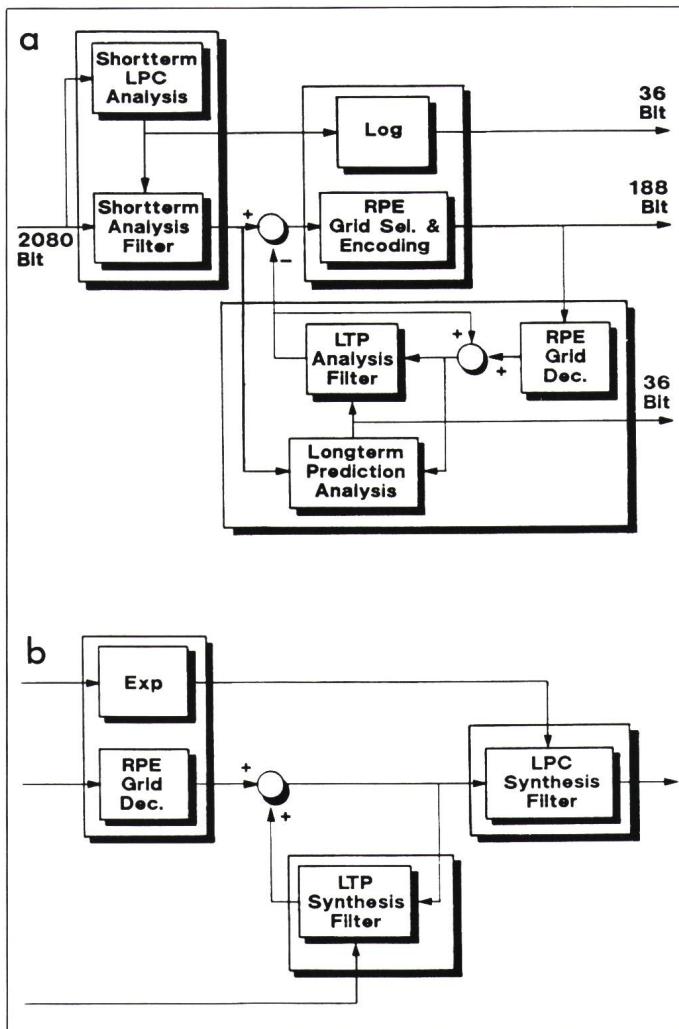
Der erste Schritt in der Codierung besteht aus der sogenannten LPC-Analyse oder -Transformation. Man versucht hierbei eine Analogie zur Spracherzeugung im menschlichen Sprechapparat zu erzielen, wo durch Lunge und Kehlkopf ein Erregersignal erzeugt und anschliessend durch Rachen und Mundhöhle/Lippen geformt

wird. Das digitale PCM-Signal wird nun in ein Erregersignal (das RPE-Signal) und in Koeffizienten eines zeitvarianten Filters (LPC-Koeffizienten) transformiert. Alle 20 ms wird ein Block von 2080 bits (entsprechend 160 Abtastwerten) genommen, um daraus 8 Filterkoeffizienten zu gewinnen. Diese werden zum Decoder übertragen. Auf der Senderseite wird das PCM-Signal durch das inverse Filter verzerrt, womit nun das Erregersignal vorliegt. Dieses Signal, welches immer noch aus 160 Abtastwerten besteht, wird zur Empfangsseite übertragen. Dort wird ein Synthesefilter mit den empfangenen Koeffizienten geladen, das empfangene Erregersignal wird gefiltert, und es entsteht wieder das PCM-Sprachsignal. Es ist wichtig zu beachten, dass mit der LPC-Analyse erst eine Transformation des Signals, aber noch keine eigentliche Datenreduktion stattgefunden hat. Insbesondere besteht das Erregersignal immer noch aus 160 Abtastwerten. Die Datenreduktion hat erst noch zu erfolgen.

2. Datenreduktion der RPE- und LPC-Parameter

Der Informationsgehalt dieser neuen Parameter lässt sich nun aufgrund zweier Tatsachen in einer Art und Weise reduzieren, wie es in einem PCM-Signal nicht möglich ist. Die in der Figur 13a zu sehende Subtraktion und die in Figur 13b zu sehende Addition der Ausgangssignale des LTP-Analyse- und -Synthese-Filters (unterer Block) sei vorerst einmal ausser acht gelassen.

Zuerst wird die Tatsache ausgenutzt, dass das menschliche Gehör Lautstärken in einer logarithmischen Skala wahrnimmt. Anstelle der eigentlichen Filterparameter werden deshalb ihre Logarithmen übertragen, für deren



Figur 14
Auswahl von Sequenzen mit 13 Abtastwerten aus ursprünglich 40 Abtastwerten des Erregersignals

Figur 13
Digitalisierung und Datenkompression für Sprache

a) Codierung
b) Decodierung

Darstellung je nach Koeffizient 3 bis 6 Bit ausreichen.

Eine nächste wichtige Eigenschaft des Sprachsignals ist, dass das Erregersignal eine außerordentlich grosse Redundanz besitzt und deshalb rigoros reduziert werden kann. Dabei wird folgendermassen vorgegangen (Figur 14): Die 160 Abtastwerte werden in vier Untergruppen von 40 Werten (entsprechend 4 mal 5 ms) aufgeteilt. Für jede dieser Untergruppen werden aus diesen 40 Werten nochmals 4 Sequenzen zu je 13 Werten bestimmt. Die Sequenz 1 besteht aus den Werten mit den Nummern 1, 4, 7, ..., 37, die Sequenz 2 aus den Werten Nr. 2, 5, 8, ..., 38, die Sequenz 3 aus den Werten Nr. 3, 6, 9, ..., 39, und die Sequenz 4 aus den Werten Nr. 4, 7, 10, ..., 40. Diese Sequenzen entstehen also aus der Unterabtastung des bestehenden Signals. Von den vier möglichen Sequenzen wird nun lediglich diejenige übertragen, welche die grösste

Energie besitzt, die andern werden vernachlässigt. Von den ursprünglichen 160 Abtastwerten werden nun also nur noch für jede Untergruppe eine Sequenz von 13 Werten, insgesamt also 52 Abtastwerte übertragen. Auf der Decoderseite müssen diese Werte natürlich wieder ins richtige Raster eingefügt werden; die fehlenden Werte werden auf Null gesetzt.

3. Long-Term Prediction

Die Datenreduktion lässt sich nun aber noch weiter treiben. Beachtet man die LPC-Analyse genauer, so stellt man fest, dass die Analyse nach 160 Abtastwerten, d.h. alle 20 ms, neu gestartet wird. Eine mögliche Korrelation benachbarter Blöcke, wie sie beispielsweise bei langen Vokalen sehr wohl möglich ist, wird im bislang beschriebenen Verfahren nicht berücksichtigt. Diese Tatsache wird nun aber in der LTP-Analyse (Longterm-Prediction Analysis) ausgenutzt. Dabei wird folgendermassen vorgegangen: Die jeweils übertragene Sequenz (13 Werte) des Erregersignals wird im Sender auf dieselbe Art und Weise rekonstruiert, wie das im Empfänger geschieht. Es wird nun diejenige 5 ms lange Sequenz in den bereits übertragenen (und daher dem Empfänger bekannten) Werten gesucht, welche mit der aktuellen Sequenz maximale Korrelation aufweist. Die Korrelation wird über 15 ms bestimmt, wobei dieses Intervall bei gewissen Untergruppen auch in den vorangegangenen 20-ms-Block ragen kann. Zur Übertragung gelangt nun die Differenz zur bereits übertragenen Sequenz sowie eine Angabe, auf welcher Position der Referenzblock zu finden ist. Dadurch kann die Anzahl notwendiger Bit, ähnlich etwa wie bei der Deltamodulation oder der differentiellen PCM, weiter reduziert werden.

Auf die geschilderte Art und Weise

konnten die ursprünglich 2080 Bit in jedem 20 ms Block auf nur noch 260 Bit reduziert werden. Die erzielte Sprachqualität ist wesentlich besser als die Qualität, welche analogen FM-Mobiltelephoniesysteme aufweisen, sie ist durchaus mit der Qualität, die man von der 64-kbit/s-Übertragung her kennt, vergleichbar. Die Qualitätsverringerung im eben geschilderten Verfahren manifestiert sich hauptsächlich durch eine leicht erhöhte Hintergrundgeräusch.

Netzwerkaspekte

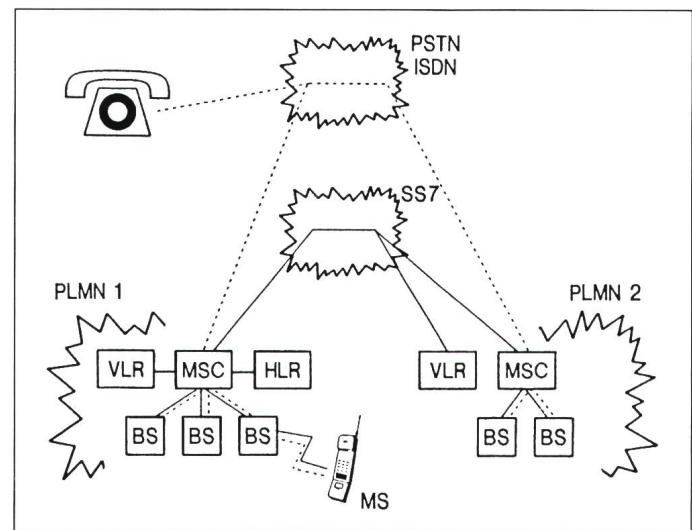
In diesem Abschnitt werden Aspekte des Netzwerkes, d.h. insbesondere der Vermittlung betrachtet. Die vertiefte Betrachtung dieser Netzwerkfunktionen und der dazugehörigen Signalisierprotokolle würde aber den Rahmen dieses Aufsatzes bei weitem sprengen, umfassen die dazugehörigen Empfehlungen doch mehrere tausend Seiten, oder mehr als drei Viertel der gesamten GSM-Empfehlungen. In diesem Abschnitt wird lediglich die besondere Problematik der Mobiltelephonienetze betrachtet.

Bereits im ersten Teil dieser Reihe wurde erwähnt, dass sich ein zelluläres Mobiltelephonennetz von einem gewöhnlichen festen Telephonennetz unterscheidet:

- In der normalen Telephonie besteht ein Gespräch im wesentlichen aus den drei Phasen Verbindungsaufbau, Gespräch und Verbindungsabbruch. Vermittlungsfunktionen finden dabei nur in der ersten und letzten Phase statt. Bei Zellulärnetzen, welche mit einer Handoverprozedur arbeiten, müssen Vermittlungsfunktionen auch während des Gespräches stattfinden.
- In einem Mobilnetz welches Roaming (Beweglichkeit des Teilnehmers bei gleichzeitiger Erreichbarkeit) über ein sehr weites Gebiet erlaubt, sind zusätzliche Signalisierungsfunktionen notwendig, welche beispielsweise den gegenwärtigen Standort des Mobilteilnehmers zu erfahren oder die Zugriffsberechtigung eines Teilnehmers zu bestimmen erlauben. Im GSM-Netz bewirken diese Funktionen Verkehr über internationale Signalisiernetzwerke und müssen durch diese auch unterstützt werden.
- Die Tatsache, dass auf der Funkstrecke, d.h. auf der «Teilnehmerleitung» Kapazität nur bei Bedarf zugeteilt wird, erfordert besondere Massnahmen.

Figur 15
Verknüpfung der Verkehrs- und Signalisiernetzwerke

PLMN:
Public Land Mobile Network
HLR:
Home Location Register
VLR:
Visitor Location Register
MSC:
Mobile Services Switching Center
BS:
Basisstation
MS:
Mobilstation



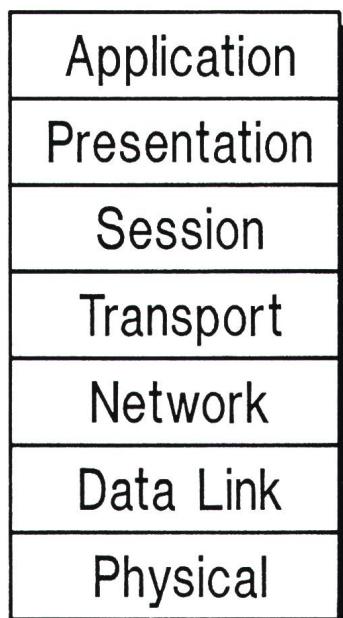
Im folgenden wird auf diese Probleme genauer eingegangen. Dazu zeigt die Figur 15 noch einmal die funktionelle Architektur des gesamten Netzes, inklusive der beteiligten festen Netze. Im Gegensatz zur Figur 2 (erster Teil) unterscheidet man hier zwischen den Verbindungen für Verkehrsdaten, welche das feste Telephonennetz, ein Datennetz oder ein integriertes Netz ansprechen, und solchen für die Signalisierung, die feste Signalisiernetze nutzen. Dabei sind innerhalb des Netzes drei Arten von Verbindungen zu unterscheiden: die Funkverbindung zwischen Mobilstation und Basisstation (MS-BS), die Verbindungen zwischen

den Funkvermittlungsstellen (MSC) und den Datenbanken der Location Registers (HLR und VLR¹), sowie die dazwischenliegende Verbindung zwischen Basisstation und Funkvermittler (BS-MSC). Auf allen drei Teilstrecken erfolgen die Erläuterungen anhand des 7schichtigen ISO-OSI-Referenzmodells (Fig. 16).

1. Die Verbindung zwischen Mobilstation (MS) und Basisstation (BS)

Auf dieser Verbindung müssen die Besonderheiten der Funkübertragung berücksichtigt werden. Im OSI-Referenzmodell werden diese ausschließlich durch die unteren drei Schichten (Physical, Data Link, Network) abgedeckt. Der vierten Schicht (Transport Layer) müssen hingegen alle Netzwerkaspekte, und damit auch die Tatsache, dass eine Funkverbindung vorliegt, verborgen bleiben².

Im OSI-Modell findet normalerweise in jeder Schicht eine Kommunikation zwischen Partnereinheiten (Peer Entities) statt. Ein Protokoll (Peer-to-Peer Protocol) legt die Regeln dieses Datenverkehrs fest. Nun laufen aber



Figur 16 Die Architektur des ISO-OSI-Kommunikationsmodells

¹ Das in derartigen Netzwerken notwendige Operation and Maintenance Center (OMC), welches für den Unterhalt und Betrieb verantwortlich ist, wurde in Fig. 15 weggelassen; es wäre ebenfalls durch eine Signalisierverbindung mit MSC/HLR/VLR verbunden.

² Zum mindesten bei den heutigen Mobilsystemen ist dies noch eine Idealvorstellung, da selbst vom Benutzer unterschiedliche Bedienprozeduren bei Mobiltelefonen und drahtgebundenen Telefonen gefordert werden.

in jeder Schicht auf beiden Seiten zusätzliche Prozeduren ab, welche keine Kommunikation mit der Partnereinheit bewirken, obwohl diese Prozeduren teilweise Entscheidungen mit bedeutender Tragweite zur Folge haben. Beispiele solcher Entscheidungen sind etwa:

- Die Qualität der gegenwärtigen Funkverbindung ist derart, dass ein Handover notwendig ist.
- Der Funkweg scheint unterbrochen zu sein, demnach ist die Verbindung zu beiden Gesprächsteilnehmern unverzüglich abzubrechen.

Bei der Definition des GSM-Systems wurden diese Managementfunktionen von den eigentlichen Kommunikationsfunktionen getrennt, weil diese ersten sehr umfangreiche Aufgaben (insbesondere die Bewertung und Zuteilung der notwendigen Kapazität auf dem Funkweg) zu bewältigen haben und zweitens oft Funktionen der ersten und der dritten Schicht gleichzeitig betreffen. Wie in der Figur 17 zu sehen, werden die Managementfunktionen in der sogenannten Mobile Management Entity (MME) zusammengefasst.

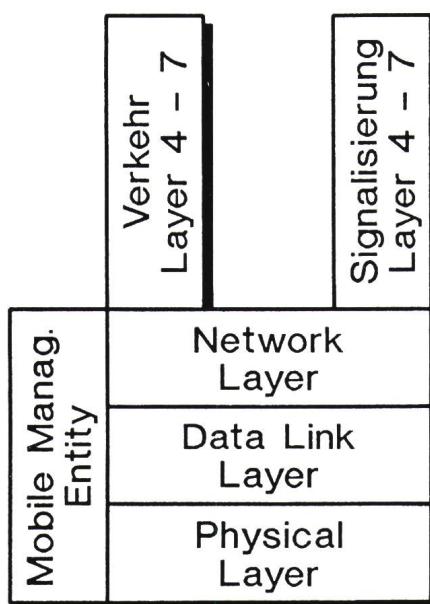
Im folgenden werden die Aufgaben der unteren drei OSI-Schichten sowie der MME auf der Verbindung zwischen der Mobil- und der Basisstation etwas genauer beschrieben. Dabei ist aber zu beachten, dass diese durch die GSM-Empfehlungen nur soweit spezifiziert werden, als sie für den Betrieb unbedingt notwendig sind, d.h. es wird spezifiziert

- die physikalische Funkverbindung (durch die Serie 05),
- die Protokolle der Schichten 1 bis 3 (durch die Serie 04), und
- Teile der MME der Mobilstation (ebenfalls durch die Serie 04).

Nicht spezifiziert, weil für den Zugriff zum Netz und für das internationale Roaming nicht notwendig, wurden beispielsweise

- die internen Schnittstellen (Service Access Points - SAP) zwischen den Schichten untereinander sowie zwischen den Schichten und der MME.
- die MME der Basisstation und des Netzwerks.

Die Beschreibung der Prozeduren der einzelnen Schichten beschränkt sich hier auf die Signalisierungsfunktionen. Eine Übersicht über die wichtigsten Funktionen ist in der Figur 18 zu sehen. Da, wie bereits erwähnt, die Service Access Points zwischen den



Figur 17 Kommunikation zwischen Mobil- und Basisstation: Architektur

Schichten nicht definiert sind, werden sie in dieser Abbildung auch nicht gezeigt.

Network Layer - Schicht 3

Die Funktionen dieser Schicht haben generell die Aufgabe, Verbindungen von einem Mobilteilnehmer durch das Mobilnetz in das leitungsvermittelte öffentliche Telephonnetz zu erstellen, zu unterhalten, sowie ordentlich zu beenden. Sie lassen sich in 3 Untergruppen klassieren:

Verwaltung der Verbindung (Call Control - CC): Die Verwaltung der

Verbindung ist weitestgehend äquivalent zu ISDN, insbesondere zur Empfehlung CCITT Q. 931. Die Aufgaben bestehen aus:

- dem Verbindungsaufbau, sowohl von der festen, wie auch von der beweglichen Seite ausgehend,
- dem Verbindungsunterhalt, insbesondere auch bei sich ändernden Funkbedingungen,
- dem Verbindungsabbruch,
- Benutzerinformationen, wie Besetzzeichen usw.
- der Unterstützung der Zusatzdienste im Zusammenhang mit Verbindungen, wie etwa bedingte Anrufumleitung, Anklopfen usw.

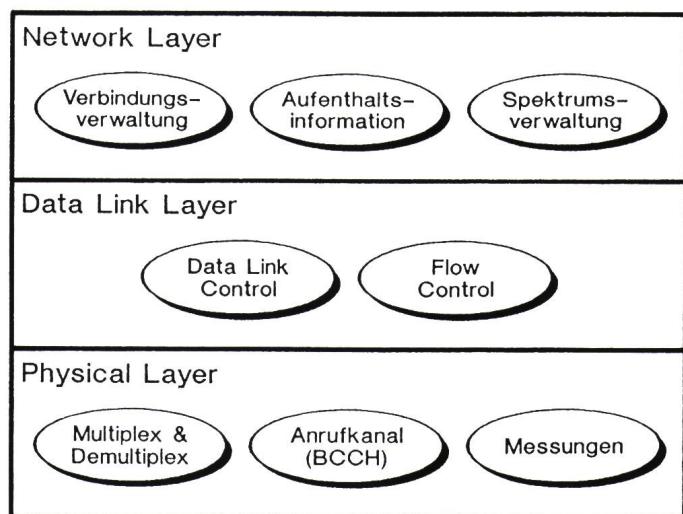
Verwaltung der Aufenthaltsinformation (Mobility Management - MM): In dieser Gruppe von Prozeduren findet man die Aufgaben, die aufgrund des zunächst unbekannten Aufenthaltsortes, sowie der Beweglichkeit des Teilnehmers notwendig sind wie:

- die Identifikation des Teilnehmers, Prüfung der Zugriffsberechtigung,
- die Standortregistrierung,
- allgemeine Systeminformationen.

Verwaltung des Spektrums (Radio Resource Management - RR): Die dritte Gruppe von Prozeduren berücksichtigt die Tatsache, dass Radioressourcen nur dann zugewiesen werden sollen, wenn sie auch wirklich benötigt werden, sowie dass die Qualität dieser Ressourcen grossen Schwankungen unterworfen ist und gelegentlich eine Neuverteilung erforderlich ist:

- Erstellung, Unterhalt und Freigabe von Kontroll- und Verkehrskanälen,

Figur 18 Kommunikation zwischen Mobil- und Basisstation: Aufgaben der unteren drei Schichten



- Zuweisung der verschiedenen Funktionen an die geeigneten Kontrollkanäle³ (ACCH, BCCH usw.),
- Beobachtung und Beurteilung der Kanalqualität,
- Handoverfunktionen.

Data Link Layer - Schicht 2

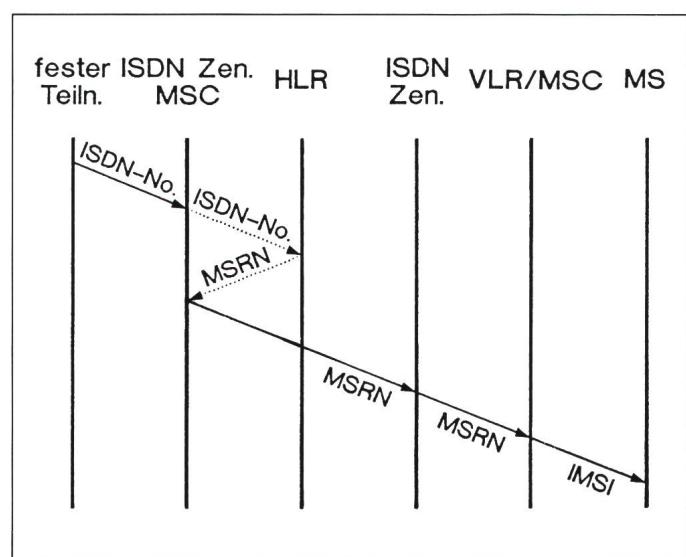
Die Aufgabe des Data Link Layers im OSI-Modell ist ganz allgemein die Sicherstellung der richtigen Übertragung der Datentelegramme des Networklayers über den fehlerverursachenden physikalischen Kanal. Hier wurden dann auch die Konzepte, wie sie beispielsweise in den entsprechenden Protokollen ISDN (LAPD gemäss CCITT X.200, Q.900), in LAPB (X.25), oder auch in HDLC (ISO 3309/4335) verwendet wurden, übernommen. Anpassungen waren notwendig wegen der unterschiedlichen Formate der Telegramme. Anders als etwa in LAPD (Link Access Protocol D-Channel) von ISDN sind hier nämlich keine Begrenzungsflags notwendig; die Synchronisation wird durch den physikalischen Layer gewährleistet. Auch die Tatsache, dass mehrere logische Kontrollkanäle vorliegen, bedurfte einer besonderen Betrachtungsweise für das Datalink-Protokoll. In Analogie zu den Bezeichnungen der logischen Kanäle Bm und Dm bezeichnet man das Protokoll im vorliegenden Fall als Link Access Protocol Dm (LAPDm).

Physical Layer - Schicht 1

Die Schicht 1 ist für die Funkübertragung der Verkehrs- und Signalisierdaten verantwortlich. Insbesondere kann diese Schicht folgende Aufgaben durchführen:

- Erstellen von Datenpaketen, deren Multiplexierung in TDMA-Rahmen sowie die Übertragung dieser Rahmen auf einem vorgegebenen Funkträger zur Erstellung von dedizierten Kontroll- oder Verkehrskanälen,
- Suchen und Festhalten (MS) eines Anrufkanals (BCCH) bzw. Erzeugen (BS) eines solchen,

Figur 19
Verbindungsauflauf zu einem mobilen Teilnehmer



- Ausführen von Messungen und Brichterstatuten über die Kanalqualität eines benutzten Kanals bzw. Feststellen, ob ein nicht benutzter Kanal belegt ist.

2. Die Verbindungen zwischen Funkvermittlungsstelle (MSC), Datenbanken (HLR, VLR) und Netzwerk

Der Signalisierverkehr zwischen Funkvermittlungsstellen (Mobile Services Switching Center - MSC), den Datenbanken (Home, bzw. Visited Location Registers HLR/VLR) und dem festen Netzwerk dient zwei Aufgaben: der Registrierung und späteren Bestimmung des gegenwärtigen Standortes des Mobilteilnehmers sowie der der Verbindungsvermittlung vom oder zum mobilen Teilnehmer. Während die Vermittlung ähnlich der Vermittlung mit festen Teilnehmern abläuft, sind für die Bestimmung des Aufenthaltsortes neue Transaktionen im Signalisiernetzwerk notwendig. Diese Transaktionen setzen voraus, dass sämtliche beteiligten Mobilnetze, sinnvollerweise aber auch die beteiligten Telephonnetze der festen Teilnehmer, über ein Signalisiernetzwerk CCITT Nr. 7 (SS7, siehe Kasten) verbunden sind.

Anruf eines mobilen Teilnehmers

Eine typische solche Transaktion ist die Datenbankabfrage beim Anruf eines Mobilteilnehmers. Die Prozedur ist in der Figur 19 erläutert. Der anruhende (feste) Teilnehmer wählt die ISDN-Nummer des mobilen Teilnehmers. Diese Nummer ist unabhängig

vom gegenwärtigen Aufenthaltsort des Mobilteilnehmers. Es handelt sich deshalb dabei nicht eigentlich um eine Teilnehmernummer, sondern um die Nummer eines Datenbankeintrages im sogenannten Home Location Register (HLR) desjenigen Netzwerkes, bei welchem der Mobilteilnehmer sein Abonnement besitzt (Home Public Mobile Telephone Network - HPLMN). Während der Vermittlung wird an irgendeinem Vermittlungsknoten erkannt, dass es sich bei der ISDN-Nummer nicht um eine Teilnehmernummer, sondern um einen HLR-Eintrag handelt. Im Idealfall ist dies die Ortszentrale des anrufenden Teilnehmers, weil die Vermittlung zum eigentlichen Standort des Mobilteilnehmers nun über den kürzest möglichen Weg erfolgen kann. Im schlechtesten Fall ist es die erste Funkvermittlungsstelle der HPLMN des angerufenen Teilnehmers; in diesem Fall erfolgt nämlich die Vermittlung möglicherweise über sehr grosse Umwege. Auf jeden Fall wird die Vermittlung gestoppt und durch eine spezielle Transaktion der gegenwärtige Standort des Anzurufenden abgefragt.

Dieser Standort wird als Mobile Station Roaming Number (MSRN) vom HLR an die anfragende Vermittlungsstelle angegeben. Die MSRN hat wieder die Form einer ISDN-Nummer, so dass nun die Vermittlung anhand der MSRN weitergehen kann. Weitere dazwischenliegende Vermittlungsknoten brauchen dabei nicht zu wissen, dass es sich hier um eine spezielle Nummer handelt, da diese ja das gleiche Format wie eine normale Telefonnummer hat.

³ Es ist das Los eines Berichtes über ein in der Definition stehendes System, dass er sich gelegentlich selber korrigieren muss: Im ersten Teil wurde gesagt, das Konzept der verschiedenen Kontrollkanäle beziehe sich auf Layer 1. Zwischenzeitlich hat sich gezeigt, dass dieses Konzept sinnvollerweise bereits in der dritten Schicht zur Anwendung gelangt.

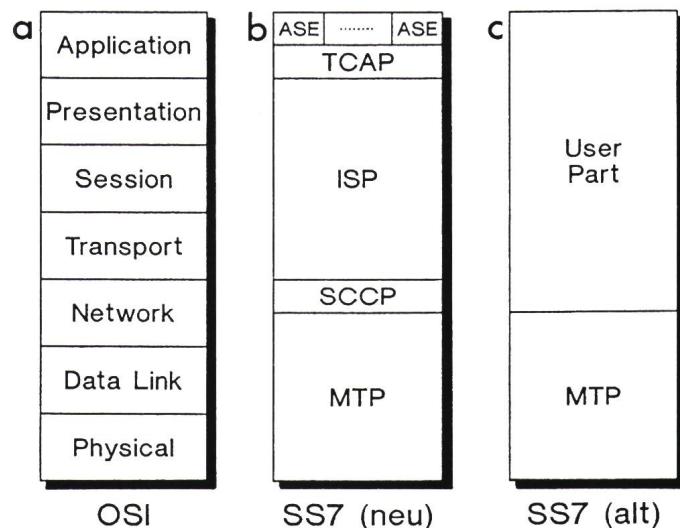
Das Signalisiersystem Nr. 7 von CCITT

Mit Signalisierung, oder auch Zeichengabe, bezeichnet man die Datenübertragung, welche zur Vermittlung einer Telefonverbindung nötig ist. War die allererste Form der Signalisierung in der Telefonie noch die verbale Mitteilung des gewünschten Teilnehmers an das «Fräulein vom Amt», so kann man bereits bei den ersten automatischen Telephonnetzen von einer Datenübertragung sprechen. Allerdings war die zu übertragende Information sehr einfach, sie beschränkte sich auf Wahlimpulse, Taximpulse und einige akustische Signale für den Teilnehmer, wie Freizeichen, Besetztzeichen usw. Mit zunehmender Modernisierung und Internationalisierung der Telephonnetze wurden aber auch die Ansprüche an Vielfalt und Kapazität der Signalisiersysteme grösser. Insbesondere die Tatsache, dass in einem ISDN verschiedene Dienste möglicherweise eine unterschiedliche Vermittlung erfordern, mündete in ein grundsätzliches Überdenken der Signalisierungsproblematik.

Eine weitere Schwierigkeit bildete die Tatsache, dass in den alten Systemen für die Signalisierung die gleichen Kommunikationswege zur Verfügung standen wie für das eigentliche Gespräch. Um eine möglichst effiziente, der momentanen Belastung angepasste Vermittlung zu gestalten, sollten aber Anfangs- und Endknoten bereits über eine Signalisierverbindung verfügen, bevor die eigentliche Vermittlung der Benutzerverbindung stattfindet. Aus diesem Grund wurden eigentliche Signaliernetzwerke geschaffen, über welche die Vermittlung stattfindet. Diese Art von Zeichengabe wird mit Common Channel Signalling oder mit *Zentralem Zeichenkanal* bezeichnet.

Das CCITT Common Channel Signalling System No. 7 (SS7) wurde für die Kommunikation zwischen ISDN-Vermittlungsstellen definiert. Eine spezifische Vermittlungstätigkeit besteht aus einer Transaktion, welche aus dem Austausch und der Bestätigung mehrerer digitaler Datentelegramme oder Meldungen besteht. Dieser Austausch erfolgt meldungsvermittelt, d.h. einzelne Meldungen derselben Transaktion können unterschiedliche Wege im Netz-

Figur A1
Die Architekturen
des ISO-OSI-
Modells und des
CCITT-Signali-
siersystems Nr. 7



werk gehen. Die Übertragung von Meldungen zwischen zwei Endknoten kann natürlich über mehrere Zwischenknoten (Signalling Transfer Points – STP) erfolgen. Für die Kommunikation zwischen den Vermittlungsknoten wurde ein dem OSI-Modell sehr ähnlich geschichtetes Referenzmodell verwendet. Die Äquivalenz ist in den Figuren A1a und A1b ersichtlich.

Message Transfer Part (MTP): Der MTP ist verantwortlich für die Übertragung von Meldungen zwischen zwei Zwischenknoten. Er umfasst etwa die Funktionen von Physical, Data Link und Teilen des Network Layers im OSI-Modell.

Signalling Connection Control Part (SCCP): Die verbleibende Funktion des Network Layers, nämlich die Erstellung einer Verbindung zwischen den beiden Endknoten für die Übertragung einer einzelnen Mitteilung obliegt dem SCCP. Man beachte, dass sämtliche Zwischenknoten lediglich MTP und SCCP unterstützen müssen; dies bedeutet, dass die Zwischenknoten von der Art und der Anwendung der übertragenen Mitteilungen nicht berührt werden.

Intermediate Service Part (ISP): Der ISP würde die OSI-Layers 4 bis 6 umfassen. Da diese Schichten in einer meldungsvermittelten Umgebung aber bedeutungslos sind, bleibt der ISP vorläufig leer.

Transaction Capabilities Application Part (TCAP): Im Signalisiersys-

tem Nr. 7 wird der OSI-Application-Layer aufgeteilt in einen applikationsunabhängigen Transaktionsteil (TCAP), welcher die Fähigkeit hat, Transaktionen zu vollziehen, und in mehrere der nachfolgend beschriebenen ASE.

Application Service Elements (ASE): Sie sind zuständig für die Ausführung der anwendungsspezifischen Aufgaben. Mehrere ASE werden zu einem Application Part zusammengefasst.

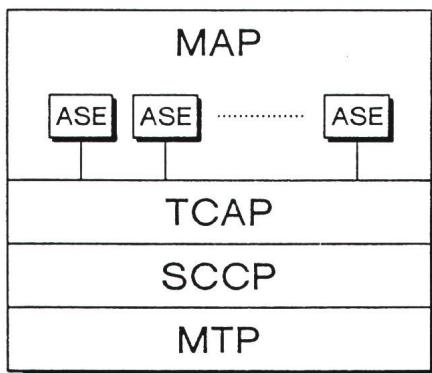
An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass diese Architektur erst kürzlich definiert wurde. Die erste Version von SS7 bestand aus anwendungsabhängigen User Parts, die unmittelbar oberhalb des MTP folgten (Fig. A1c). Um eine möglichst grosse Äquivalenz zwischen SS7 und OSI zu erzielen, wurde die Architektur jedoch kürzlich entsprechend Figur A1b geändert. Die Situation ist heute allerdings etwas verworren, weil beide Architekturen zusammen existieren. Für Telefonie und ISDN existieren User Parts entsprechend der alten Architektur, während dem Application Part – OMAP und die Mobiltelephonie (Mobile Application Part – MAP) definiert wurden. Es ist noch offen, und letztlich auch eine Angelegenheit der einzelnen Netzbetreiber, wie lange diese Architekturen noch parallel existieren.

Einmal im Mobilnetz des tatsächlichen Aufenthaltes angekommen (Visited PLMN – VPLMN), wird die MSRN als spezielle Nummer erkannt. Es handelt sich nämlich hier immer noch nicht um die Nummer, mit welcher das Mobilgerät angesprochen wird. Für diese ist nämlich weder die gewählte Nummer (weil diese vom Land des abgehenden Anrufes abhängig ist) noch die MSRN (weil diese vom Land des gegenwärtigen Aufenthaltes des Angerufenen abhängig ist) von Belang. Vielmehr wird der Aufruf von der MSC zum Mobilgerät durch eine fest zugeteilte International Mobile Subscriber Identity (IMSI) vorgenommen. Die IMSI kann beispielsweise dem Mobilgerät fest zugeteilt oder auch in einer Chipcard gespeichert sein. Der Aufruf über Funk geschieht nun mittels IMSI über sämtliche vom VLR kontrollierten Basisstationen.

Es wurde hier vorausgesetzt, dass jegliche Information über MSRN oder IMSI während der Registrierung des Mobilteilnehmers im VPLM erzeugt und an den richtigen Stellen abgespeichert wurde. Leicht abweichende Abläufe sind ebenfalls möglich, bei welchen diese Information jeweils bei jedem Anruf neu erzeugt wird. Dies vermehrt zwar den Signalaufwand, und damit die Zeit für den Verbindungsaufbau, verringert aber den notwendigen Speicheraufwand im VLR.

Der Mobile Application Part (MAP)

Das Signaliessystem Nr. 7 (SS7), welches für die Vermittlung im ISDN entworfen wurde, verfügt grundsätzlich nicht über Fähigkeiten, Datenbanken entsprechend der im vorangehenden Abschnitt erläuterten Prozedur zu unterhalten und abzufragen. Allerdings erlaubt die Flexibilität von SS7 die Definition von neuen Application Specific Elements (ASE). Deshalb musste SS7 zur Unterstützung der Mobiltelephonie um einen sogenannten Mobile Application Part (MAP) erweitert werden. Wie in der Figur 20 zu erkennen, besteht MAP aus mehreren ASE, welche für die notwendigen Transaktionen zur Registrierung und Abfrage des Aufenthaltes des Mobilteilneh-



Figur 20 Architektur des CCITT-Signaliessystems Nr. 7 mit dem «Mobile Application Part»

mers notwendig sind. MAP muss in denjenigen Vermittlungsstellen implementiert werden, die mit dem Mobilnetz direkt involviert sind. Dies sind natürlich die MSC, HLR und VLR selber sowie diejenigen Zentralen des festen ISDN, welche die Möglichkeit haben sollen, Anrufe zu Mobilteilnehmern als solche zu erkennen und die notwendige Abfrage durchzuführen.

3. Die Verbindung zwischen Funkvermittlungsstelle (MSC) und Basisstation (BS)

Auch auf dieser Strecke ist Signalierverkehr zu bewältigen. Da es sich bei der Basisstation ebenfalls um eine Art Vermittlungsstelle handelt – die Anrufe werden ja zu verschiedenen Teilnehmern weitergeleitet –, kommt hier sinnvollerweise auch SS7 zur Anwendung. Weil aber keine Zwischenknoten mehr vorkommen, konnte insbesondere der Signalling Connection Control Part (SCCP) wesentlich vereinfacht werden.

Schlussbemerkungen

Mit diesem dritten Teil ist die Beschreibung des neuen Paneuropäischen Mobiltelephonsystems vorerst einmal abgeschlossen. Da diese keineswegs Vollständigkeit beansprucht und nur die wichtigsten Punkte grob gestreift werden konnten, soll abschliessend eine kleine, wahrschein-

lich immer noch unvollständige Liste zeigen, welche Punkte die Spezifikation des Systems noch zusätzlich beinhaltet:

- die ganze Problematik der Datendienste, ihre Implementation, der Fehlerschutz,
- die Art und Weise, wie eine Mobilstation vom Netz einen Funkkanal anfordert oder wie sie vom Netz angerufen wird.
- Probleme der Synchronisation zwischen der Mobilstation und dem Netz sowie innerhalb des Netzes,
- die Handover-Prozeduren,
- die Möglichkeiten der Mobilstation, nur dann zu senden, wenn wirklich etwas zu übertragen ist, bei Gesprächspausen aber keine Energie abzustrahlen,
- Sicherheitsaspekte, wie etwa die korrekte Identifikation und Authentifikation des Mobilteilnehmers oder die Verschlüsselung des Signals auf der Funkstrecke.
- Die Übertragungsaspekte im festen Netz, die u.a. wegen der langen Verzögerungen auf dem Funkkanal zu berücksichtigen sind,
- Aspekte des Betriebs und Unterhaltes,
- generell Aspekte der Sicherstellung der korrekten Funktion von Geräten, seien es nun Mobilgeräte oder auch Netzwerkkomponenten.

Die Länge dieses Beitrages, vor allem aber auch die Länge der vorhergehenden Liste von hier nicht beschriebenen Systemfunktionen macht deutlich, wie schwierig der Aufbau eines grenzüberschreitenden Kommunikationsnetzes, das höchsten Bedienungsansprüchen genügen soll, geworden ist. Das Fundament für solch komplexe Systeme erarbeiten internationale Normenkommissionen. Im Grunde genommen – und das ist das Erstaunliche an dieser Entwicklung – wird der wichtigste Teil der Systementwicklung in internationaler Kooperation geleistet. Es ist sicher keine Übertreibung, wenn man behauptet, dass nur eine aktive Teilnahme in den entsprechenden Normengremien den rechtzeitigen Zugang zu den überlebenswichtigen Informationen sichert.



Werner Günthör, champion du monde et médaillé olympique du lancement du poids.

L'instant de la victoire se prépare longuement

Des mois, des années d'entraînement pour préparer l'éclair de six lances du poids... et le triomphe.

Des mois, des années d'efforts acharnés d'un magnifique athlète et de son entraîneur, pour se dépasser sans cesse.

Câbles Cortaillod rend hommage au très grand champion qu'est Werner Günthör, à son travail long et persévérand.

Car dans son domaine, Câbles Cortaillod connaît la valeur d'une intense préparation.

Au fil des mois et des années, inlassablement, Câbles Cortaillod investit en temps, en techniciens, en laboratoires, en efforts de recherches, d'innovations, de développements... pour mettre au point des produits et services sans cesse améliorés.

CH-2016 CORTAILLOD/SUISSE
TÉLÉPHONE 038 / 44 11 22
TÉLÉFAX 038 / 42 54 43
TÉLEX 952 899 CABC CH



CABLES CORTAILLOD
ÉNERGIE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

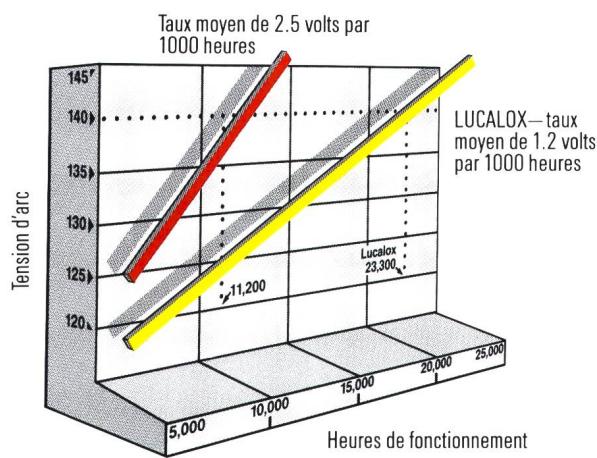
Une technologie avancée, des services, la sécurité.

HYPERTENSION



DANGER

Le problème de presque toutes les lampes sodium haute pression



Le réservoir d'amalgame exclusif GE fait des LUCALOX® des lampes longues durées.

La durée des lampes Sodium Haute Pression dépend de la rapidité avec laquelle leurs tensions d'arc augmentent.

Plus élevé est le taux d'augmentation de cette tension par milliers d'heures, plus courte est la durée de la lampe.

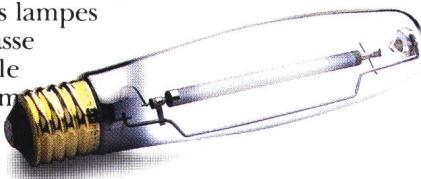
Une raison pour laquelle les autres lampes Sodium Haute Pression sont hors service plus rapidement, c'est qu'elles stockent tout leur "combustible" (l'amalgame Sodium-Mercure) à l'intérieur du tube à décharge, près des électrodes qui en fonctionnant, ont une température élevée. Il en résulte un noircissement rapide des extrémités du tube à décharge, ce qui augmente la chaleur et la pression: la tension d'arc augmente rapidement et la lampe a une durée relativement courte.



La solution.

La lampe Sodium Haute Pression LUCALOX est équipée d'un réservoir exclusif extérieur au tube à hargé dans lequel est stocké l'amalgame. Celui-ci s'introduit dans l'arc qu'au fur et à mesure des points.

En résulte un accroissement beaucoup plus faible à tension d'arc: 1.2 v par millier d'heures (le taux en d'augmentation est en général de 2 à 3 volts par 100 heures pour les lampes Sodium Haute Pression sans réservoir). C'est pourquoi la durée de moyenne à laquelle on peut étreindre avec les lampes LUCALOX dépasse beaucoup celle des lampes Sodium Haute Pression ordinaires.



Pour en savoir davantage sur la montée en tension d'arc des lampes Sodium Haute Pression et sur les lampes LUCALOX longue durée, Postez aujourd'hui même le coupon réponse à:

Société _____

Nom _____

Fonction _____

Adresse _____

GETSCO, INC.
6, Rue du Simplon
CH-1207 Geneva



GE Lighting

Kabel für brandheisse Verbindungen



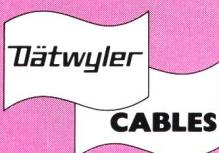
pyrofil

Sicherheitskabel.

Ein heißer Tip für Gebäude und Anlagen mit höchsten Sicherheitsforderungen, Sachwertkonzentration oder hoher Personalbelegung bei begrenzten Fluchtmöglichkeiten. «pyrofil»-Kabel weisen hervorragende Eigenschaften im Brandfall auf, gewährleisten langen Funktionseinsatz und sind thermisch hoch belastbar und scheiden keine schädlichen und korrosiven Gase und Dämpfe aus. «pyrofil» von Dätwyler – die flammwidrige Kabelserie.

Nichts verbindet mehr

als gemeinsames Bewusstsein für Qualität. Schön, dass wir einander so gut verstehen. Kabelsysteme von Dätwyler. Durchdachte, massgeschneiderte Lösungen für jede nur denkbare Anwendung. Vom zukunftsorientierten Hochspannungskabel über Sicherheitskabel bis High-Tech-Lichtwellenleiterverbindungen. Sie wissen, was Sie brauchen. Von uns bekommen Sie es. Das ist ein Versprechen, über das Sie mit uns reden sollten. Denn wer sich gut versteht, muss sich um gute Verbindungen nicht sorgen.



Qualität verbindet

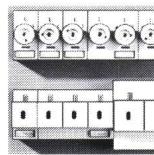
Dätwyler AG
Kabelfabrik
CH-6460 **Altdorf**
Schweiz
Telefon: 044-4 11 22
Telex: 866 364 dag ch
Telefax: 044-4 15 07

Direkt über ihm: Die neuen Uniline von Weber.

Er hat sie bereits, die präzis auf die jeweiligen Anforderungs- und Bedürfnisse abgestimmten Aufbauelemente.

In Zukunft darauf verzichten? Niemals. Damit ist alles noch ein schönes Stück einfacher für ihn.

Die Uniline ULAB von Weber.



Neukonzipiert mit wesentlichen Montage- und Verdrahtungsvorteilen. Neues Design, aber gleiche Grundriss-Abmessungen wie bisher.

Alle Abdeckungen schlagfest, hellgrau. Lieferbar für 25A/1-3 polig, 63A/1+3 polig und DIN-Schienenmontage. Aufsteckbarer Neutralleiter-trenner.

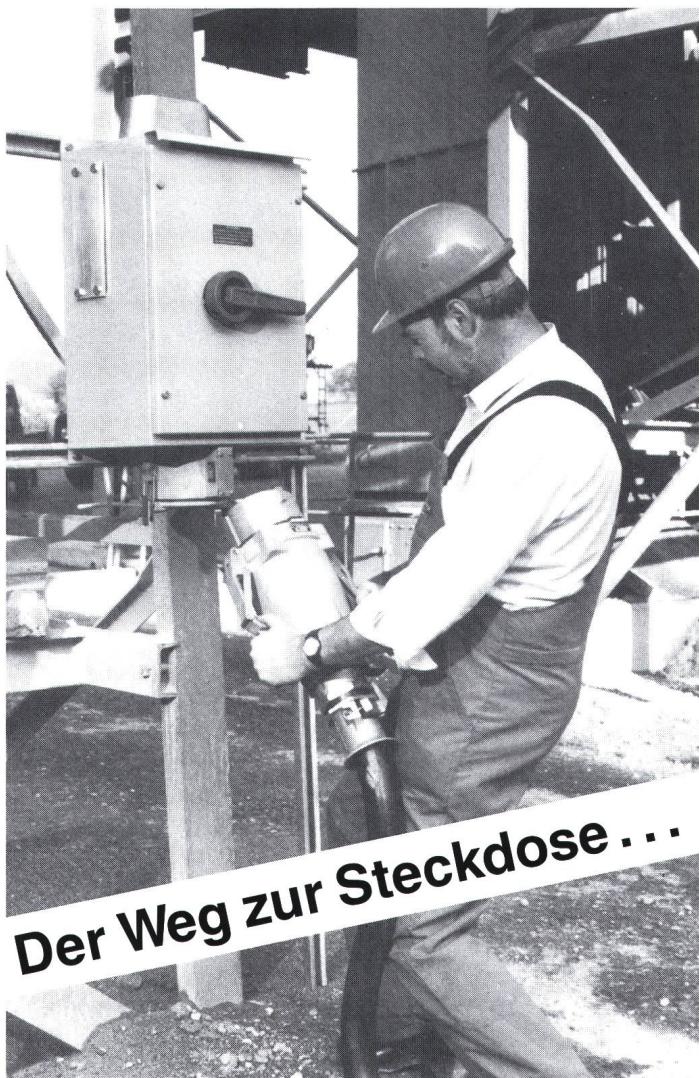
Die konsequente Weiterentwicklung eines bewährten Systems. Hilft Ihnen, schneller am Ziel zu sein.



**Swiss-Made
für die ganze Welt.**

B&S

Weber AG
Elektrotechnische
Apparate und Systeme
CH-6020 Emmenbrücke
Telefon 041 50 55 44
Ab 1. Juli 041 50 70 00



Der Weg zur Steckdose...

...führt oft durch Dreck, Schlamm und Sand. Zum Beispiel auf der Baustelle, im Tunnel, in der Giesserei oder im Kieswerk. – Kein Problem!

Unsere neue Steckergeneration 250 A/400 A ist für härteste Beanspruchung geschaffen worden.

Verbraucher bis 400 A und bis 1000 V Betriebsspannung können jetzt steckbar angeschlossen werden.

Der Schalter der Wandsteckdose ist **mechanisch** mit dem Stecker verriegelt, so dass dieser nicht unter Last gezogen werden kann.

Ein echtes Plus für Ihre Sicherheit!

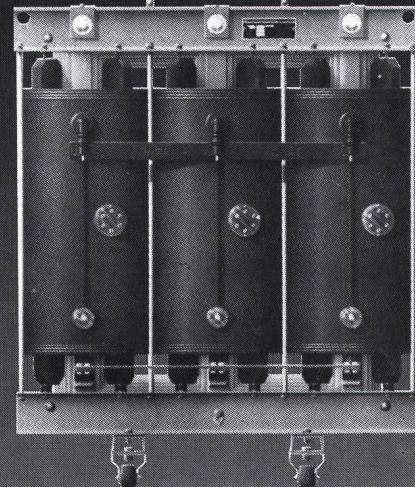
Verlangen Sie ausführliche Unterlagen!

RAUSCHER & STOECKLIN AG
CH-4450 SISSACH
TELEFON 061/98 34 66
TELEFAX 966 122
TELEFAX 061/98 38 58

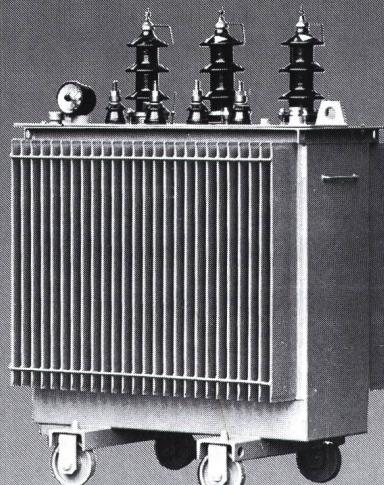
**RAUSCHER
STOECKLIN**

Unsere Transformatoren

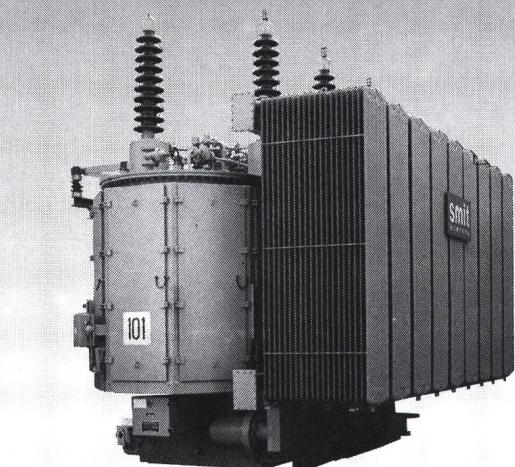
Giessharz-Netztransformatoren



Öl-Netztransformatoren



Großtransformatoren



Unsere Produkte sind nicht nur preisgünstig, auch die Verluste werden optimiert. Wir unterbreiten Ihnen gerne ein Angebot.

ELTAVO Walter Bisang AG

Elektro- und Industrieprodukte
CH-8222 Beringen/Schaffhausen
Tel. 053 / 35 31 81, Fax 053 / 35 31 52

eltavo