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: 69 (1978)

Heft: 22: Sondernummer Elektrotechnik 1978 = Edition spéciale Electrotechnique 1978

Artikel: Moderne Kabelfernsehanlagen

Autor: Blunier, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-914958

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: 13.07.2025

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

Moderne Kabelfernsehanlagen

Von E. Blunier

621.397.722(494);

In der Schweiz werden heute bereits zahlreiche Städte und Regionen über Kabelfernsehanlagen mit 10 oder mehr Fernsehprogrammen sowie einer ganzen Reihe von UKW-Programmen versorgt. Durch den Richtstrahl-Zubringerdienst der PTT erübrigt sich seit zwei Jahren der Bau von grossen, exponierten Antennenanlagen, und das Programmangebot wird dadurch in naher Zukunft noch wachsen, wobei man vermehrt Nachbarkanaltechnik zur Schaffung der nötigen Programmkapazität einsetzen wird. Die Verwendung der Kabel in umgekehrter Richtung beschränkt sich noch auf wenige Dienste; in der Schweiz stehen der Einführung echten Zweiweg-Kabelfernsehens neben den hohen Kosten vor allem rechtliche Probleme im Wege.

En Suisse, de nombreuses villes et régions reçoivent déjà par câbles 10 programmes de télévision ou plus, ainsi que toute une série de programmes en OUC. Grâce aux circuits d'apport à faisceaux hertziens des PTT, la construction de grandes antennes exposées est devenue inutile depuis deux ans et l'offre de programmes augmentera encore à l'avenir, en utilisant plus fréquemment la technique d'occupation de canaux adjacents pour atteindre la capacité de programmes requise. L'emploi bidirectionnel des câbles est encore limité à quelques services; en Suisse, l'introduction d'une véritable télévision interactive par câbles se heurte surtout à des problèmes de nature juridique, ainsi qu'aux coûts élevés.

1. Einleitung

Seit den frühen sechziger Jahren befasst man sich in der Schweiz mit Kabelfernsehanlagen. Während zu Beginn vor allem die Verbesserung der Empfangsqualität und die Vergrösserung des Programmangebots für relativ kleine in sich abgeschlossene Gebiete Anlass zum Bau solcher Anlagen mit bis zu sechs Fernsehprogrammen gab, baut man heute bereits Anlagen, um ganze Städte und Regionen mit 10 oder mehr Fernsehprogrammen sowie einer Reihe von UKW-Programmen über Distanzen von 20...40 km zu versorgen. Im wesentlichen bestehen Kabelfernsehanlagen aus den Einrichtungen für Signalbeschaffung und -transport sowie der eigentlichen Feinverteilungsanlage.

2. Programmbeschaffung

Bis vor zwei Jahren war jeder Ersteller einer Grossgemeinschaftsantennen-Anlage (GGA) – wollte er ein attraktives Programmangebot bieten – gezwungen, durch umfangreiche Tests einen geeigneten Standort für seine Empfangsanlage zu suchen. Das führte vielfach zum Bau von eigentlichen Höhenempfangsstationen, die vom zu versorgenden Verteilnetz recht weit entfernt sein konnten. Als Beispiel sei die Empfangsstation für die Kabelanlage der Stadt Chur angeführt, die auf dem Pizol aufgebaut wurde. Empfindlicher als die dadurch anfallenden Kosten für die lange Zuleitung fiel für viele Anlagen die beschränkte Zugänglichkeit der Empfangsanlage während der Wintermonate ins Gewicht. Heute bietet die PTT über ein speziell aufgebautes Richtstrahlnetz (GAZ = Gemeinschafts-Antennen-Zubringer) den Betreibern von GGA-Anlagen ausländische Fernseh- und in Kürze auch UKW-Programme in einwandfreier Qualität zur weiteren Verteilung in ihren Anlagen an[1]).

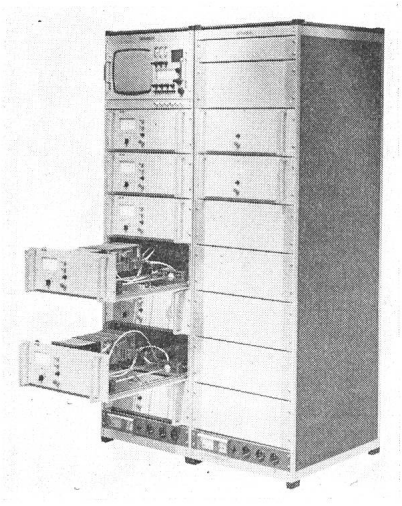

Fig. 1
Kopfstation einer GGA mit ZF-Programmaufbereitung und mit Messempfänger

Damit entfällt der Zwang zum Bau von zusätzlichen Höhenstationen mit all ihren Problemen, und die Empfangsstelle kann in das Zentrum oder zumindest in die Nähe des Verteilgebietes gesetzt werden. Dank diesen Anstrengungen der PTT ist es heute z. B. möglich, auch in der Westschweiz die Fernsehprogramme aus Österreich und Deutschland zu sehen.

3. Signalaufbereitung

Die Aufgaben der Signalaufbereitung (Kopfstation) sind in Stichworten kurz die folgenden: Selektieren – Verstärken – Umsetzen – Nivellieren – Regeln.

Die über normale Empfangsantennen oder Richtstrahl empfangenen Radio- und Fernsehprogramme werden kanalweise aufbereitet und über eine geeignete Zusammenschaltung in die nachfolgenden Signaltransportleitungen eingespeist. In grösseren Anlagen gelangen heute fast ausschliesslich Signalaufbereitungen über Norm-Zwischenfrequenz (ZF), 30 bis 40 MHz bei TV und 10,7 MHz bei UKW zur Anwendung. Mit solchen Kopfstationen (Fig. 1) lassen sich im Normalfall alle gestellten Anforderungen erfüllen, wie

– Aufbereiten und Belegen von frequenzbenachbarten Fernsehkanälen,

– separate Bildträger- und Tonträgerbehandlung (Tonträgerabsenkung, Tonträgerregelung)

– automatische Umschaltung vom Betriebs- auf einen Reservekanal bei Ausfall der Betriebskanalaufbereitung.

Fig. 2 zeigt das Blockschaltbild einer solchen Kanalaufbereitung. Der Eingangsumsetzer setzt das Eingangssignal (ein Kanal in den Fernsehbändern F I, F III oder F IV/V) mit Hilfe eines quarzgesteuerten Oszillators über einen Ringmischer in die Norm ZF-Lage – BT 38,9 MHz, TT 33,4 MHz – um. Im anschliessenden ZF-Verstärker wird je nach Bedarf durch ein 5- oder 9-Kreis-Filter die gewünschte Selektion erzeugt. Die eingebaute Regelschaltung erlaubt Eingangspegelschwankungen von ± 20 dB mit einer Genauigkeit von ± 0,5 dB auszuregeln. Das vom ZF-Verstärker gelieferte Bild-ZF-Signal weist infolge der geforderten Selektion des ZF-Filters relativ grosse Gruppenlaufzeiten auf. Diese Laufzeiten werden mittels einer Allpass-Schaltung in der Tonabsenkungs-Kassette auf Werte zwischen 50...100 ns entzerrt. Um die für eine Nachbarkanalbelegung geforderte Tonträgerabsenkung von 16 dB zu erhalten, wird das Ton-ZF-Signal am Eingang

[1]) Vgl. Bull. SEV/VSE 69(1978)8, S. 392.

der Tonträgerabsenkungs-Kassette vom Bild-Signal getrennt und durch einen Begrenzungsverstärker separat verstärkt. Mit Hilfe des Dämpfungsstellers am Ausgang des Ton-ZF-Verstärkers lässt sich die gewünschte Tonträgerabsenkung einstellen. Im anschliessenden quarzgesteuerten Ausgangsumsetzer wird das komplette ZF-Signal so umgesetzt, dass am Ausgang der Kopfstation ein Kanal im Bereich von 40 bis 300 MHz zur Verfügung steht. Der Ausgangsumsetzer kann auf Wunsch mit einer Pegelregelung ausgerüstet werden. Diese gestattet Pegelrestfehler aus der ZF-Regelung und eventuelle thermisch bedingte Verstärkungsänderungen der Kanalaufbereitung auf $\pm$ 0,25 dB auszugleichen.

Für Spezialfälle werden Signalaufbereitungen über die Videoebene aufgebaut. Da in der Videoebene ein Regenerieren des Bildinhaltes möglich ist, erlaubt es der Einsatz entsprechender Geräte, Programme, die zum Beispiel durch Gleichkanalsender gestört werden, immerhin so aufzubereiten, dass eine für die Verteilung in einer GGA befriedigende Bildqualität erreicht wird. Die aufbereiteten Signale stehen am Ausgang der Kopfstation im Frequenzbereich von 47...300 MHz zur Verfügung.

4. Verteilnetz

Heute werden Verteilnetze normalerweise im Frequenzbereich von 0...300 MHz aufgebaut. Aus den vielen Problemen eines GGA-Verteilnetzes sollen zwei Teilaspekte etwas näher beleuchtet werden.

Programmkapazität: In den frühen sechziger Jahren wurden Anlagen mit bis zu sechs Fernsehprogrammen und UKW gebaut. Heute sind Anlagen mit 10 und mehr TV-Programmen die Regel. Durch die Möglichkeiten, welche die Programmzubringung über das Richtstrahlnetz der PTT bietet, wird sich das Programmangebot in naher Zukunft nochmals um bis zu drei Kanäle erweitern. Nimmt man an, dass in grösseren Anlagen das heute viel diskutierte und versuchsweise auch schon eingesetzte Lokalfernsehen weitere ein bis zwei Kanäle beanspruchen wird und zur Überwachung der Anlagen zwei bis drei Service-Kanäle belegt werden, sind Programmkapazitäten von 20 Kanälen in neuen Anlagen durchaus denkbar.

Kanalraster: Behält man den Teilnehmer eines Kabelfernsehnetzes und dessen Bedürfnisse als Mass der Dinge im Auge, kommt der Wahl des Kanalrasters in einer GGA-Anlage entscheidende Bedeutung zu.

Heutige Fernsehempfänger sind mehrheitlich noch mit Kanalwählern für die Normalkanäle in folgenden Frequenzbereichen ausgerüstet: F I = 47...68 MHz, F III = 174 bis 230 MHz und F IV/V = 470...862 MHz.

Da praktisch alle grösseren GGA-Anlagen für den Frequenzbereich von 47...300 MHz gebaut werden und damit auch die sog. Sonderkanäle in den Bereichen 118...174 MHz und 230...300 MHz benützen, hat sich die Empfängerindustrie nach langem Zögern entschlossen, sog. Kabelfernsehtuner (Kanalwähler) für den Frequenzbereich von 40...300 MHz anzubieten. Damit wird es möglich, die bei älteren Geräten benötigten Teilnehmerkonverter, welche die Sonderkanäle in den in älteren Geräten vorhandenen UHF-Bereich umsetzen – und in mancherlei Hinsicht nicht das Optimum darstellen – sukzessive zu eliminieren.

Im sog. Zweier-Schritt, d.h. bei Belegung jedes zweiten Kanals im VHF-Bereich (30...300 MHz), ist es also theoretisch möglich, 16 Kanäle zu belegen. Hat ein Teilnehmer kein Gerät mit Kabeltuner oder keinen Teilnehmerkonverter zur Verfügung, bleibt ihm nur noch ein Angebot von maximal acht Fernsehkanälen übrig, wobei die angegebenen Kanalzahlen sich in der Praxis infolge Direkteinstrahlung von Ortssendern noch weiter verringern werden. Diese Tatsachen führten in den letzten Jahren immer mehr zum Wunsch nach einer Nachbarkanalbelegung, bei der zwischen den einzelnen Signalen keine Frequenzlücke mehr freigehalten wird. Bei einer solchen Frequenzausnutzung erweitert sich die Programmkapazität in die heute gewünschte Grössenordnung. Dies führte in den letzten Jahren dazu, dass auch in der Schweiz einige Anlagen mit Nachbarkanalbelegung gebaut wurden. Die Leute der GGA Zug haben dabei eigentliche Pionierarbeit geleistet. Da auch Empfangsgeräte ohne Kabeltuner mehrheitlich in der Lage sind, Kanäle, die unmittelbar unterhalb des Kanals 5 (174...181 MHz) liegen, zu verarbeiten, können Besitzer solcher Geräte ohne Zusatzinvestitionen an modernen Kabelanlagen 11...14 Programme empfangen. Fig. 3 zeigt das Frequenzspektrum einer modernen GGA-Anlage.

Die Nachbarkanaltechnik stellt allerdings recht hohe Ansprüche an die Planung und die eingesetzten Bauelemente:

– Um Störungen, die durch zu kleine Intermodulationsfestigkeit und Selektionseigenschaften der Empfänger verursacht werden, zu verhindern, muss der Pegelhaltung erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

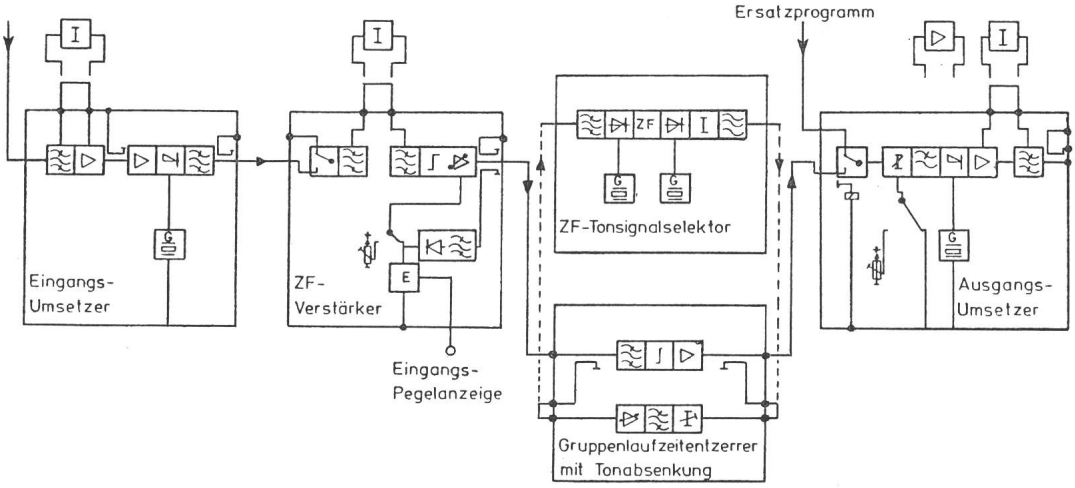

Fig. 2
Funktionsschaltbild einer Fernsehsignalaufbereitung mit Tonträgerbehandlung (Frequenzversatz und/oder Tonträgerpegelabsenkung)
G Quarzgesteuerter Oszillator
E Eingangspegelauswerter
I Steckbares Dämpfungsglied

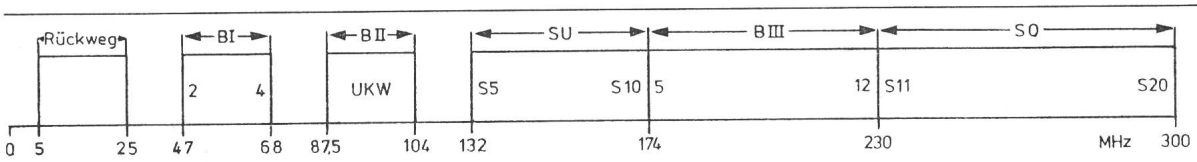

Fig. 3 Frequenzspektrum einer modernen Kabelfernsehanlage (Nachbarkanalbelegung)

Rückweg	max. 2 TV-Kanäle plus Digital-Kanäle	SU	Untere Sonderkanäle S 5...S 10 (S 2...S 10)
B I	Norm-TV-Kanäle 2...4	B III	Norm-TV-Kanäle 5...12
B II	UKW-Normkanäle	SO	Obere Sonderkanäle S 11...S 20

– Die ganze Anlage muss bis zum Teilnehmer HF-dicht aufgebaut werden.

– Die Entkopplung zweier Teilnehmeranschlüsse muss mindestens 45 dB betragen.

– Um Intermodulationsstörungen zweiter Ordnung der Anlage selbst auszuschliessen, sollten nur Verstärker in «Push-Pull-Technik» zum Einsatz kommen.

5. Zweiweg-Betrieb

Die bisherigen Überlegungen bezogen sich auf den Vorwärtsbetrieb von Kabelanlagen im Frequenzbereich von 47...300 MHz, also in der Verteilrichtung. Der nicht ausgenutzte Bereich von 0...30 MHz steht demnach noch zur Verfügung und kann zum Aufbau einer Einkabel-Zweiweg-Anlage verwendet werden, was in vielen Fällen sehr erwünscht ist.

Eine andere Möglichkeit zum Aufbau einer Zweiweg-Anlage ist durch den Einsatz eines zweiten Kabels für den Rückweg gegeben. Die dabei notwendigen Verstärkereinrichtungen für den Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb können entweder in einem gemeinsamen oder in zwei getrennten Gehäusen untergebracht werden. Die Frequenzbereiche der beiden Übertragungswege können prinzipiell die gleichen sein. Für grosse Anlagen wird auch eine Systemvariante, die sich aus beiden genannten Lösungsmöglichkeiten zusammensetzt, angeboten.

Die Zwei-Kabel-Variante bietet technisch kaum Probleme, ist aber aufwendiger. Im folgenden sei deshalb speziell auf das Ein-Kabel-Verfahren eingegangen. Der Frequenzbereich für den Rückweg liegt heute normalerweise zwischen 5 und 30 MHz. Die untere Frequenzgrenze ist durch die in die Verstärker eingebauten Stromversorgungsweichen für die Fernspeisung der Verstärkerstationen gegeben. Die obere Frequenzgrenze entspricht der unteren Frequenzgrenze des Vorwärtsweges, abzüglich des Überschneidungsbereiches für Hoch- und Tiefpassfilter.

In Fig. 4 ist das Blockschaltbild eines Zwei-Weg-Verstärkers gezeigt. Der wesentliche Unterschied gegenüber einem Ein-Weg-Verstärker liegt in den an den Ein- und Ausgängen der Verstärker angeordneten Weichen zur Auftrennung und Zusammenschaltung der Vorwärts- und Rückwärts-Frequenzbereiche. Durch das Einfügen dieser Weichen ergeben sich gegenüber einem Einwegsystem höhere Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrungen. Die Zunahme dieser Verzerrungen hängt vom Aufwand ab, der bei der Filterkonstruktion getrieben wird, und von der Breite der Frequenzlücke zwischen den beiden Übertragungsbereichen. Die Filter müssen im wesentlichen die folgenden Anforderungen erfüllen:

– *kleine Grunddämpfung* (0,5...1 dB) ist notwendig, da durch die Einfügung der Filter auch im Vorwärtsbereich die Dynamik des Systems und die Verstärkerfeldlängen eingeschränkt werden.

– wird eine *hohe Überschneidungsdämpfung* (40...50 dB) nicht erreicht, so entsteht in der aus dem Vor- und dem Rückwärtsverstärker sowie den beiden Weichen gebildeten Schleife eine Mitkopplung, und die Verstärkerstation neigt zum Schwingen. Um eine genügende Schwingsicherheit zu erreichen, muss die Schleifenverstärkung mindestens – 6 dB betragen.

– *kleine Dämpfungsverzerrungen* (0,5...1 dB): Dämpfungsverzerrungen entstehen zum einen dann, wenn ein Teil des Signals über die Schleife aus den beiden Weichen und den Rückwärtsverstärkern wieder zum Verstärkereingang gelangt und sich je nach Phasenlage zum eigentlichen Signal addiert oder subtrahiert; zum zweiten ergeben sie sich durch frequenzabhängige Fehlanpassungen. Werden in einem System die linearen Dämpfungsverzerrungen zu gross, müssen sie durch geeignete Massnahmen auf zulässige Werte korrigiert werden, was einigen Aufwand erfordert.

– *kleine Gruppenlaufzeitverzerrungen* (1...20 ns): In der Fernsehtechnik werden hinsichtlich Gruppenlaufzeitverzerrungen sehr hohe Anforderungen gestellt. Das zu übertragende Fernsehbild wird bekanntlich in viele kleine Bildpunkte zerlegt, die als Rechteckimpuls übertragen werden. Die Amplitude eines Impulses entspricht dabei der Helligkeit des jeweiligen Bildpunktes. Rechteckimpulse bestehen aus einer grossen Zahl einzelner Frequenzen. Erfahren diese Frequenzen auf dem Übertragungsweg verschieden grosse Verzögerungen, verliert der Impuls seine ursprüngliche Rechteckform. Schon Laufzeitunterschiede von 0,1 bis 0,5 µs verursachen ein verschwommenes, unscharfes Bild.

Da Laufzeit- und Dämpfungsverzerrungen auf die Frequenzabhängigkeit von Blindwiderständen zurückzuführen sind, treten sie auch stets gemeinsam auf.

6. Anwendungen des Rückweges

Von der Technik her lässt sich die Benützung des Rückweges aufteilen in Schmalband- und Breitbanddienste.

Mögliche Schmalbanddienste sind zum Beispiel: Betriebsüberwachung der Verteilanlage, Pay-TV mit zentraler Abrechnung (Rückmeldung vom Teilnehmer zur Zentrale), Sicherheitsüberwachung (Medizinisch, Feuer, Einbruch), Stellungnahme der Teilnehmer zu den Programmen oder zu aktuellen

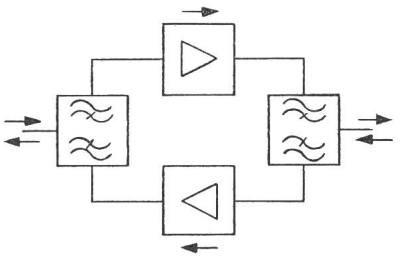

Fig. 4
Blockschaltbild eines Zweiweg-Verstärkers

Ereignissen. Diese Schmalbanddienste umfassen überwiegend das Verteilnetz bis zum Teilnehmer. Zur Realisierung dieser Dienste muss aus frequenzökonomischen Gründen zum Teil auf Digitalsysteme zurückgegriffen werden.

Zu den *Breitbanddiensten* gehören zum Beispiel: die dezentralisierte Einspeisung von öffentlichen Fernsehprogrammen, das Lokalfernsehen mit dezentralisiertem Aufnahmestudio (für Lokalfernsehsendungen, die direkt in der Kopfstation produziert werden, ist kein «Two-way» erforderlich), aber auch der Austausch von Daten, Bildern, eventuellen Vorlesungen zwischen Banken, Bibliotheken, Schulen usw. Die Breitbanddienste sind vorwiegend als Punkt-Punkt-Verbindungen zu betrachten.

Bereits heute werden in der Schweiz in einigen Anlagen die Anlagen-Betriebsüberwachung und die dezentralisierte Einspeisung von Fernsehprogrammen angewendet. Die weiteren möglichen Nutzungen des Rückweges einer Kabelfernsehanlage müssen infolge der hohen Kosten – die sie sowohl beim Teilnehmer als beim Anlagenbetreiber verursachen – noch als Zukunftsmusik betrachtet werden.

Echte Zweiweg-Anlagen wurden bis heute vor allem in den USA aufgebaut. Dies geschah nicht zuletzt deshalb, weil 1972 von der Federal Communication Commission (FCC) gefordert wurde, dass grössere Cable-Television-(CATV-)Anlagen zweiwegfähig aufgebaut werden müssen. Nach ersten euphorischen Anfängen hat sich jedoch aus verschiedenen Gründen, vor allem aus finanziellen Überlegungen eine Ernüchterung eingestellt. Die Forderung des FCC wurde wieder zurückgenommen, und es befinden sich nur wenige Zweiweg-Anlagen in Betrieb, die den aufgebauten Rückweg auch konsequent nützen. Eine der grössten derartigen Anlagen in den USA, die praktisch alle beschriebenen Anwendungen des Rückweges aufweist, befindet sich in der Stadt Columbus/Ohio.

In Europa und speziell in der Schweiz wird nach Meinung des Verfassers der Bau und der Betrieb von echten Zweiweg-Anlagen vor allem vom Nachweis eines Bedürfnisses und von der Lösung der sich stellenden rechtlichen Probleme (zum Beispiel PTT-Regal, Konzessionsauflagen usw.) abhängen. Die Erfahrungen, die mit den heutigen Anlagen gesammelt werden, können dabei wertvolle Erkenntnisse für den weiteren Ausbau des Kabelfernsehens in der Schweiz bringen.

Adresse des Autors
Erich Blunier, Siemens-Albis AG, Antennentechnik, Postfach, 8047 Zürich.