

ISOLIERT UM ZU VERBINDEN

Die Geschichte der Nachrichtenkabel und deren Verlegung

Studienfach: Technikgeschichte
Dozent: Herr Schütze
Projekt: Referat Kabelbau
Autorin: Angela Kipp

Einführung

Kabel umgeben uns täglich, ohne dass wir besondere Notiz von ihnen nehmen: Stromkabel an Haushaltsgeräten, Werkzeugen und Lampen versorgen diese mit meist 220 Volt aus der Steckdose. Antennenkabel sorgen für einwandfreien Fernsehempfang. Der „Kabelsalat“ im und um den Heimcomputer überträgt Daten. Telefonkabel liefern analoge oder digitale Signale, die in unserem Telefon wieder in menschliche Sprache umgewandelt werden.

Damit erschöpft sich aber meist unser Wissen und Interesse an Kabeln. Deshalb will ich genau an diesem Punkt mit meinem Referat einsetzen. Hierbei gilt mein Hauptaugenmerk den Nachrichtenkabeln im Erdboden und im Meer, die trotz der enormen Bedeutung, die sie für die Geschichte der Telekommunikation spielen, in den meisten technikgeschichtlichen Publikationen recht knapp abgehandelt werden¹.

Wie kamen die Menschen darauf, elektrische Leitungen im Erdboden zu verlegen? Welche Schwierigkeiten tauchten dabei auf? Wie haben neue Technologien Kabel und Kabelbau verändert?

Diese Aspekte will ich im Folgenden näher beleuchten.

1. Warum Kabel?

Schon zu Beginn der elektrischen Telegrafie war daran gedacht worden, die Leitungen unterirdisch zu führen. Dies scheiterte allerdings am Fehlen eines Isoliermaterials, das dem feuchten Erdreich auf Dauer gewachsen war.

Es erschien wesentlich einfacher einen Kupferdraht durch die Luft, dem besten und billigsten Isolator, zu führen. Kupfer hat den Nachteil, dass es relativ elastisch ist, wodurch die Stützmasten in sehr geringem Abstand gesetzt werden mussten – ein teures Unterfangen. Außerdem konnten gewiefte Diebe mit dem erbeuteten Kupfer gekappter Leitungen ein gutes Geschäft machen. Also wurden oft billigere Eisendrähte mit Kupferlegierung verwendet, die sehr schnell rosteten. Zunächst wurden diese Drähte ohne weitere Isolierung an die Holzmasten genagelt, was bei feuchter Witterung dazu führte, dass der Strom in den Boden geleitet wurde. Es wurde mit verschiedenen nicht leitenden Materialien experimentiert und schließlich wurde mit dem Porzellanisolator in Form einer Doppelglocke eine brauchbare Lösung gefunden.

Andere Probleme ließen sich nicht so einfach lösen: Die Holzmasten verfaulten in der Erde, so dass sie nach drei Jahren spätestens ausgetauscht werden mussten. Spechte und Ameisen attackierten die Stützen und bei starkem Frost brachen die dünnen Leitungsdrähte.

Auf jeden Fall waren überirdische Telegrafienleitungen immer eine wartungsintensive und damit teure Sache. Ein anderer Aspekt der überirdischen Leitungsführung wollte dem Militär, bisher dem ausschließlichen Nutzer, überhaupt nicht schmecken: Die Telegrafienstrecken konnten nicht ausreichend bewacht werden, so dass es einem Gegner theoretisch möglich wäre, militärische Informationen abzuhören und gegebenenfalls mit einem gezielten Schnitt eine ganze Verbindungsstrecke lahmzulegen. Es musste doch Möglichkeiten geben, die Leitungen unter die Erde zu bringen.

¹ Zum Beispiel behandeln die Propyläen Technikgeschichte (Band 4 und 5, s. Literaturnachweis) das Thema Kabel und Kabelbau nur peripher unter den Aspekten Telegrafie und Telefonie.

2. Unter die Erde damit!

Die Geschichte des Kabelbaus beginnt mit einer Pflanze: 1842 kam ein Baumharz namens Guttapercha aus Singapur nach England. Seine Haupteigenschaften: es ist wasserundurchlässig, nicht säureempfindlich und leitet elektrischen Strom schlecht. Außerdem lässt es sich im erwärmten Zustand beliebig verformen und behält diese Form nach dem Erkalten bei. Wilhelm Siemens – Vertreter der Firma Siemens in London – schickte 1846 seinem Bruder Werner eine Probe von diesem Material nach Deutschland. Dieser experimentierte mit dem neuen Stoff und stellte fest, dass Leitungsdrähte sich damit vorzüglich isolieren lassen.

Versuche mit der neuen Isolierung auf der Telegrafienlinie entlang der Anhaltischen Eisenbahnstrecke zeigten aber bald einen Nachteil: Das Guttapercha wurde mit Walzen um den Draht gebracht, und diese Walznaht löste sich nach kurzer Zeit. Werner Siemens entwickelte daraufhin mit Johann Georg Halske eine Spezialpresse, die das Harz nahtlos um den Draht presst.

Mit dieser 1847 gemachten Erfindung beginnt die eigentliche Geschichte des Kabelbaus. Im gleichen Jahr erteilte die preußische Regierung Siemens den Auftrag, eine unterirdische Telegrafienleitung zwischen Berlin und Großbeeren zu legen, ein Jahr später soll Berlin mit Frankfurt am Main verbunden werden.

Allerdings traten bei der unterirdischen Verlegung ungeahnte Schwierigkeiten auf: Guttapercha war inzwischen so begehrt, dass es bald kaum mehr reines Material auf dem Markt gab. Als Siemens daraufhin auf vulkanisierten Gummi aus England umstieg, erwies sich dies als fataler Fehler: Der darin enthaltene Schwefel verband sich mit dem Kupfer der Leitungen. Auch die Ratten machten den Kabelbauern zu schaffen, sie nagten den Guttaperchamantel an, die Reparaturarbeiten waren aufwendig und deren Erfolg nicht von langer Dauer. Das besserte sich erst, als Siemens 1879 ein Verfahren entwickelte, die Erdkabel nahtlos mit Blei zu ummanteln.

1881 konnte dann das 1875 begonnene „Reichstelegraphen-Untergrundnetz“ mit einer Länge von 5.460 km vollständig in Betrieb genommen werden. Von Berlin ausgehend verband es 221 deutsche Städte, darunter Kiel, Köln, Straßburg, Konstanz und Frankfurt an der Oder.

3. Durch den Ärmelkanal

Wichtiger als auf dem Land, wo überirdische Leitungen eine Alternative darstellten, waren Kabel für die Verbindung von Inseln und Kontinenten. Schon relativ früh waren – zum Beispiel 1837 vom Telegraf-Pionier Wheatstone² – Überlegungen angestellt worden, wie England per Telegraf an den Kontinent angeschlossen werden könnte. Alle Versuche scheiterten allerdings an einer Isolierung, die dem aggressiven Meerwasser gewachsen war.

Mit Guttapercha als wasserdichter Kabelisolierung war dieses Problem gelöst und die beiden englischen Brüder Jacob (1808 - 1898) und John Watkins Brett verlegten 1850 das erste Seekabel zwischen Dover (England) und Cap Gris Nez (Frankreich). Das Kabel hielt allerdings nur einen Tag lang. Gerüchte über einen Fischer, der das Kabel für ein Seeungeheuer hielt und ein Stück heraustrennte, machten die Runde. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass das Kabel nur mangelhaft armiert war und sich an den Felsen der Küste durchgescheuert hatte.

Erst als 1851 Robert Stirling Newall (1812-1889), Erfinder des Drahtseils und Leiter der Drahtseilfabrik R.S. Newall & Co in Gateshead on Tyne sein Know-how zur Verfügung stellte, glückte den Bretts die Überbrückung des Ärmelkanals. Das neue Seekabel bestand aus vier guttapercha-isolierten Kupferadern, die miteinander verseilt und mit einer Schutzhülle aus geteertem Hanf versehen waren, und erhielt eine Armierung aus zehn Stahldrähten. Am 13. November wurde die 41 km lange Telegrafienlinie zwischen Dover und Calais in Betrieb genommen und blieb bis ins 20. Jahrhundert aktiv.

4. Kabelfieber

Verbindungen durch das Meer waren möglich, das hatten Newall und die Gebrüder Brett bewiesen. Das löste ein wahres Kabelfieber aus, versprach die Beteiligung an einem Kabelprojekt doch auch reichlich Gewinn – für die Aktionäre der von Brett und Newall gegründeten Kabelgesellschaft gab es bis zu 18 % Dividende. In den folgenden Jahren verband die Firma Newall England mit Irland und Belgien. 1854 wurde ein 640 km langes Kabel durch das Schwarze Meer gelegt, welches im Krimkrieg eine wichtige Nachrichtenverbindung für England darstellte, aber aufgrund fehlender Armierung nicht viel länger hielt.

Das nächste große Projekt der Brüder Brett sollte die Verbindung Frankreichs mit seiner größten Kolonie Algerien werden. Als „Mediterranean Extension Telegraph Co.“ sollten sie die schon bestehende Verbindung Frankreich – Korsika – Sardinien durch das Mittelmeer nach Afrika ausweiten. Allerdings war die Verlegungseinrichtung ihres Schiffes nur auf den relativ flachen Ärmelkanal ausgelegt, es fehlte an einer geeigneten Bremsvorrichtung. Bei einer Meerestiefe von über 500 m musste die Besatzung daher hilflos mit ansehen, wie das Kabel durch sein Eigengewicht immer schneller von der Kabeltrommel rollte und sich in Schleifen auf den Meeresgrund legte, was zu Kabelbruch und letztlich zum Scheitern des Unternehmens führte.

Die Firma Newall & Co. übernahm daraufhin den Auftrag und sicherte sich Werner Siemens als technischen Berater. Der hatte inzwischen eine wissenschaftliche Theorie entwickelt, mit der die erforderliche Bremskraft auf die Kabeltrommel bei unterschiedlichen Meerestiefen berechnet werden konnte. Das Kabel durfte nicht so stark abgebremst werden, dass es sich spannte und riss, es durfte aber auch nicht zu locker auf dem Meeresgrund liegen, da das außer dem beträchtlichen Materialverlust auch Kabelbruch zur Folge haben konnte. Um eine ordnungsgemäße Verlegung zu gewährleisten, entwickelte Siemens eine „Brems-Dynamometer-Einrichtung“. Mit ihrer Hilfe glückte 1857 die Verlegung des Kabels zwischen Cagliari und Bona.

² Charles Wheatstone (1802-1875): Professor für Experimentalphysik am King's College London und Erfinder mehrerer Zeigertelegraphen, die entlang englischer Eisenbahnlinien zum praktischen Einsatz kamen.

5. Durch den Atlantik

5.1. Geschäftsinteressen als Schrittmacher

Eine große Herausforderung für die Kabelbauer blieb der Atlantik. Die Mehrheit der Zeitgenossen hielt ein solches Unterfangen für unmöglich und jeden, der es versuchen wollte, für verrückt.

Eine Handvoll dieser „Verrückten“ gründete 1854 die „Atlantic Telegraph Company“, unter ihnen auch Samuel F. B. Morse (1791-1873), der Vater des Morse-Codes. Dabei waren es weniger idealistische Träumereien als vielmehr ganz reale Geschäftsinteressen, die im Vordergrund standen. Mit einer Telegrafienlinie über den Atlantik, so die Überlegung, wäre es möglich, Informationen von den Börsenplätzen und Rohstoffmärkten in Europa schneller zu erhalten, und man könnte auf Veränderungen auf dem Weltmarkt besser reagieren. Den Inhabern einer solchen Telegrafienlinie würde somit ein unermesslicher Einfluss zukommen, von den finanziellen Gewinnmöglichkeiten ganz zu schweigen.

Potentielle Geldgeber gab es also genug. Was fehlte, war jemand, der unternehmungslustig und risikofreudig genug war, dieses Mammutprojekt in die Tat umzusetzen.

5.2. Hartnäckigkeit contra „Gesunder Menschenverstand“ – das erste Transatlantikkabel

Der Papierfabrikant Cyrus West Field (1819-1892), Mitbegründer der Atlantic Telegraph Company, war so ein Unternehmer. Er war jedoch auch besonnen genug, um sich vorher bei Experten nach den Aussichten eines solchen Unternehmens zu informieren:

Matthew Fontaine Maury (1806-1873), der seit 1850 eine Tiefenkarte des Atlantiks zwischen England und Neufundland erstellte, versicherte ihm, dass sich die in Aussicht genommene Strecke zwischen Trinity Bay (Neufundland) und Valencia Island (Irland) vorzüglich für die Verlegung eines Kabels eignen würde: Zwischen den beiden Orten befinden sich keine Steilhänge oder stark wechselnde Tiefen, Maury sprach deshalb von einem „Telegraphenplateau“. Samuel Morse versicherte Field, dass eine Übertragung von Telegrafiesignalen über eine solche Strecke möglich sein sollte.

Die ersten Erfahrungen im Bereich der Seekabelverlegung konnte Field bei der Vollendung der Verbindung zwischen New York und Neufundland sammeln. Ein schwerer Sturm verhinderte im August 1855 die Überbrückung der 150 km langen Strecke, sie gelang erst im Juli 1856. Field erkannte, dass er einen erfahrenen Experten für die Planung und Ausführung der Atlantiküberquerung brauchte und fand ihn in Charles Tilston Bright (1832-1888), der als Ingenieur an der Verlegung des Kabels zwischen England und Irland beteiligt war.

Mit Hilfe der Atlantic Telegraph Company trieb er nun das Geld für die Herstellung des 4637 km³ langen Kabels auf. Es bestand aus einer Litze aus sieben Kupferdrähten, war mit drei Lagen Guttapercha isoliert, gefolgt von einer Lage geteertem Hanf, bewehrt mit 18 Eisendrähten. Die Küstenkabel besaßen eine zusätzliche Hanflage und dickere Eisendrähte. Da es kein Schiff gab, das diese gewaltige Kabellast aufnehmen konnte, stellte die englische Regierung das Kriegsschiff „Agamemnon“, die amerikanische die „Niagara“ zur Verfügung. Am 7. August 1857 stachen beide Schiffe von Valencia Island in See, die „Niagara“ begann mit dem Auslegen, die „Agamemnon“ sollte nach dem Verspleißen der Enden dann den Rest des Kabels nach Neufundland legen. Doch schon nach 300 Meilen, am 11. August, riss das Kabel und verschwand im Meer, die Expedition war gescheitert.

³ Über die Kabellänge gibt es unterschiedliche Angaben, zu der hier genannten vgl. Reuter, Michael: „Telekommunikation, Aus der Geschichte in die Zukunft“, Heidelberg, 1990, S.66. Nach Gööck, Roland: „Die großen Erfindungen: Nachrichtentechnik - Elektronik“, Künzelsau; 1988, S.151 waren es 4025 km oder 3750 km.

Beim nächsten Versuch, im Juli 1858, wurde in der Mitte des Ozeans begonnen, von wo aus die beiden Schiffe das Kabel zu den entgegengesetzten Küsten verlegten. Durch ein Spiegelgalvanometer wurde die Leitfähigkeit ständig überprüft. Nach zwei Kabelbrüchen mit aufwendigen Reparaturarbeiten und einem Wirbelsturm musste auch dieser Versuch als gescheitert angesehen werden.

Da aber „nur“ 800 km Kabel verloren gingen, konnte das Kabel schnell ergänzt werden. Zusätzlich wurden jetzt Brems-Dynamometer an den Auslegevorrichtungen angebracht. Trotz einem aggressiven Wal und einem Eisberg gelang die Verlegung diesmal, so dass am 5. August Queen Victoria und der US-Präsident James Buchanan Glückwunschtelegramme austauschen konnten. Cyrus Field wurde als Nationalheld gefeiert, die Alte und die Neue Welt waren sich so nah wie noch nie. Doch schon am 3. September kamen keine Nachrichten mehr durch das Kabel. Eine Untersuchung ergab, dass das Kabel durch die vielen Reparaturen nicht mehr ausreichend isoliert und die Metallpanzerung an vielen Stellen oxidiert war.

Dies hätte das Ende des transatlantischen Kabelbaus bedeuten können. Die Öffentlichkeit, die Field eben noch rauschend gefeiert hatte, warf ihm nun vor, dass alle Telegramme gefälscht gewesen seien und das Kabel nie wirklich funktioniert hätte.

Für Field war aber der einmonatige Betrieb des Kabels Beweis genug, dass das Projekt durchaus Aussicht auf Erfolg hatte. Noch einmal machte er sich daran, Geld für ein neues Kabel zu sammeln. Der amerikanische Bürgerkrieg (1861-65) verzögerte das Projekt, aber im Juli 1865 nahm Field einen erneuten Anlauf. Inzwischen hatten die Engländer John Chatterton und Willoughby Smith eine neue Isolier- und Ausgussmasse für Kabel, bestehend aus Guttapercha, Holzteer und Kolophonium, entwickelt. Dieses „Chatterton-Compound“ ermöglichte erstmals die Herstellung von Kabeln ohne Hohlräume und wurde nun bei dem neuen Atlantikkabel zwischen die vier Guttaperchalagen gegeben, so dass insgesamt acht Isolierschichten den Leiter umgaben. Dieser bestand aus einem gerade verlaufenden Kupferdraht, der von sechs weiteren Drähten spiralförmig umwunden wurde. Die Armierung bestand aus zehn Eisendrähten, die als Korrosionsschutz von fünf geteerten Hanflagen umgeben waren.

Ein geeignetes Schiff, das das gesamte Kabel aufnehmen konnte, war mit dem ehemaligen Passagierdampfer „Great Eastern“ gefunden. Doch nachdem schon 2000 km Kabel verlegt waren, brach es am 2. August und konnte nicht geborgen werden. Das kann doch einen Field nicht erschüttern – schon im Juli des nächsten Jahres machte er sich wieder auf den Weg. Und tatsächlich, nach 20 Tagen konnte das Kabel in der Hearts Content Bay auf Neufundland gelandet werden. Es gelang sogar, das im letzten Jahr verlorene Kabel zu bergen und zu reparieren, so dass nun gleich zwei Verbindungen über den Atlantik bestanden. Von nun an konnte der telegrafische Verkehr zwischen den beiden Kontinenten dauerhaft aufrechterhalten werden.

5.3. Die direkte Verbindung nach Amerika

Nach diesen Erfolgsmeldungen stiegen auch die Brüder Siemens wieder in das Seekabelgeschäft ein. Im Auftrag der „Direct United States Telegraph Co.“ sollte ein Kabel direkt, d.h. nicht über den Umweg über Neufundland, nach Rye Bay, New Hampshire, USA, verlegt werden. Für diesen Zweck wurde ein spezielles Kabellegerschiff gebaut: In den Bau und die Ausstattung der „Faraday“ flossen sämtliche Erkenntnisse aus nunmehr fast fünfundzwanzig Jahren Seekabelverlegung ein. 1874 machte sie sich unter Leitung von Karl Siemens auf, das erste direkte Atlantikkabel zu verlegen. Auch hier scheint ein Kabelbruch das Unternehmen vereiteln zu wollen, aber dank der Spezialausrüstung des Schiffs gelang es, das Kabel aus 6000 Metern Tiefe zu bergen und weiter zu verlegen. Am 15. September 1874 wurde es in Rye Bay angelandet und funktionierte auf Anhieb. Im Jahre 1886 bestanden bereits zehn Kabelverbindungen zwischen Nordamerika und Europa, und der Bedarf wuchs.

6. Neue Technologien erfordern neue Kabel

6.1. Größere Reichweiten für Telefongespräche

So beeindruckend die interkontinentalen Kabel auch waren, bislang konnten sie nur Telegrafiesignale übertragen. Wirkliches fern-sprechen, wie es die neue Entwicklung des Telefons erforderte, war meist nur innerhalb eines Ortes, und bis zu einer gewissen Entfernung (bis zu 750 km, im günstigsten Fall) auch über gut isolierte Freileitungen, möglich. Dies lag an der hohen Dämpfung der Signale, verursacht durch große Betriebskapazität infolge des geringen Adernabstands in den Kabeln. Im Klartext: zwei Adern verhielten sich zueinander wie die Platten eines Kondensators: Sie luden sich auf und erzeugten ein elektromagnetisches Feld. Das hatte zur Folge, dass schon Telegrafiesignale verzerrt, Telefongespräche aber schon bei geringen Entfernungen zur Unkenntlichkeit verstümmelt wurden.

Der Amerikaner serbischer Abstammung Michael Idvorsky Pupin (1858-1935) schlug 1899 vor, in die Leitungen nach bestimmten Abständen Selbstinduktionsspulen einzuschalten, die den genau entgegengesetzten Effekt hatten. Nach einem von ihm entwickelten Berechnungsverfahren waren diese Abstände genau bestimmbar. In Amerika kaufte die „American Telephone & Telegraph Company (A T&T)“ Pupin das Patent ab und entwickelte die „Pupinspulen“ zur Serienreife⁴ weiter, in Europa übernahm Siemens diese Aufgabe.

Zwar ließ sich durch die „Pupinisierung“ die Reichweite für Fernsprechverbindungen auf 1000 km erhöhen, doch spätestens dann müssten die abgeschwächten Signale wieder aufgefrischt werden. Bei Telegrafiesignalen war das durch Relais noch möglich – doch für das gesprochene Wort war noch keine Lösung gefunden worden. Das änderte sich 1906, als fast zeitgleich der Österreicher Robert von Lieben (1878-1913) und der Amerikaner Lee de Forrest (1873-1961) die Elektronenröhre erfanden. Mit dieser – vor allem für den Rundfunk entscheidenden – Erfindung war es möglich, die elektrischen Sprachwellen durch Verstärkung zu regenerieren. 1915 wurde diese Technik auf der 5400 km langen Strecke New York – San Franzisko zum ersten Mal eingesetzt und bewährte sich vorzüglich.

6.2. Größere Bandbreite für Telefon und Fernsehen

Telefonkabel verlegen zu lassen, ist ein teures Unternehmen: der Arbeitsaufwand bei der Verlegung, das wertvolle Kupfer als Leitungsmaterial, dazu die Kosten für eine ausreichende Isolierung und Bewehrung. Wäre es da nicht wünschenswert, wenn gleich mehrere Telefongespräche über eine Leitung abgewickelt werden könnten?

Die Lösung zu diesem Problem ist wieder eine Entdeckung, die vor allem der Rundfunk- und Fernsehtechnik zu Gute kommen sollte: Das Trägerfrequenzverfahren. Es basiert auf der Feststellung, dass sich sämtliche akustischen Ereignisse wellenförmig in Schwingungen fortpflanzen. Die menschliche Sprache hat wenig Schwingungen pro Sekunde (gemessen in Hertz (Hz)), hat also technisch gesprochen eine niedrige Frequenz (= niederfrequent). Wellen mit vielen Schwingungen pro Sekunde werden als hochfrequent bezeichnet und sind für das menschliche Ohr nicht hörbar. Beim Trägerfrequenzverfahren werden nun die niederfrequenten Sprachwellen auf eine hochfrequente Welle „aufmoduliert“, d.h. die Sprachschwingen werden der Trägerwelle quasi aufgesetzt. Die so manipulierte Trägerwelle wird nun zum Empfänger (z.B. Telefon des Gesprächspartners) geleitet, wo sie wieder „demoduliert“ wird, d.h. wieder in die niederfrequente menschliche Sprache umgesetzt wird. Jedem Telefongespräch wird eine andere Trägerwelle zugeordnet, wodurch mehrere Telefongespräche über ein Kabel abgewickelt werden können. Die Trägerwellen werden hierbei im Abstand von 4000 Hz gewählt: 3400 Hz als

⁴ die Serienreife wurde 1902 erreicht, die Entwicklung von langgezogenen, biegsamen Muffen mit Spulen für Seekabel zog sich bis 1906 hin.

Frequenzband der menschlichen Sprache, jeweils 300 Hz Abstand zur nächsten Welle, um Nebensprechen zu vermeiden.

Dieses Verfahren erforderte aber auch einen neuen Kabeltyp. Die bisherigen Kabel waren noch nicht gut genug gegen hochfrequente Schwingungen aus der Umgebung, die die Trägerwellen empfindlich gestört hätten, abgeschirmt. Außerdem engten die Pupinspulen die Übertragung auf ein Frequenzband von 300 – 2400 Hz ein. Also blieb das Trägerfrequenzverfahren weitgehend ungenutzt, bis in den 1930er Jahren die ersten Fernsehversuche gemacht wurden. Ziemlich schnell war klar, dass die Übertragung von Fernsehsendungen ein Kabel erfordern würde, das eine große Frequenzbandbreite übertragen kann. Die Lösung war mit der Entwicklung des Koaxialkabels durch die Firma Siemens gefunden. Es besteht aus einem Innenleiter, der tubenförmig von einem Außenleiter umgeben und gegen diesen mit dem Kunststoff Styroflex isoliert ist. Es ist damit extrem gut gegen Störeinflüsse von außen abgeschirmt, weshalb es heute auch bei Antennen- und guten Lautsprecherkabeln Verwendung findet. Im September 1934 bestand das Koaxialkabel in Berlin seine Feuerprobe: Über eine Strecke von 11,5 km gelang die Übertragung von einem Fernsehprogramm und 200 Telefongesprächen.

Trägerfrequenzverfahren, Koaxialkabel und Verstärker wurden in den kommenden Jahrzehnten zum Rückgrat der Nachrichtentechnik. Die erste Koaxial-Transatlantikverbindung (TAT 1) gelang 1956 von Oban (Schottland) nach Clarenville (Neufundland), 36 Fernsprechanäle standen zur Verfügung.

6.3. Lichtwellenleiter für das Multimedia-Zeitalter

Das Internet stellte neue Herausforderungen an die Kabeltechnik: Unmengen an Informationen, Bildmaterial und Software müssen täglich über Tausende von Kilometern in Millionen Haushalte übertragen werden. Wie kann diese Datenflut bewältigt und schnell und zuverlässig an die Frau oder den Mann gebracht werden?

Die Lösung für dieses Problem ist wirkungsvoll und kaum sichtbar: Mit hauchdünnen Glasfasern ist es möglich, Informationen als optische Signale zu übertragen. Hierbei werden die zu übertragenden Informationen digitalisiert, d.h. in einen binären Code umgewandelt und als eine Abfolge von Lichtimpulsen (z.B. Licht ein, aus, ein, ein,...) übertragen. Computerdaten basieren auf dem selben Code, weshalb sie besonders gut übertragen werden können. Auch für Telefongespräche bieten sich die Lichtwellenleiter an: Nach dem selben Prinzip wie dem oben beschriebenen Trägerfrequenzverfahren können den Schwingungen des Lichtes Sprachschwingungen aufmoduliert werden.

Schon 1966 gelang es dem amerikanischen Forscher Charles Kao, Telefongespräche über eine Glasfaser zu senden. Vor allem das Militär zeigte sich sehr interessiert, lagen die Vorteile dieser Lichtwellenleitertechnologie doch auf der Hand:

Lichtwellen sind nicht elektromagnetisch beeinflussbar, haben eine hohe Übertragungsbandbreite, sind billiger als die bisherigen Kabel (1g Glasfaser hat die gleiche Übertragungsleistung wie 10 kg Kupfer) und es können keine Kurzschlüsse auftreten.

Ein großes Problem stellte die Dämpfung der Lichtwellen dar: selbst das reinste Glas „schluckt“ noch einen großen Teil des Lichtes. In den folgenden Jahren begann ein wahrer Wettlauf um das Herabsetzen der Dämpfung, die wie beim Schall in Dezibel (dB) gemessen wird, und der Vergrößerung der Übertragungsrates. 1970 waren es 100 Megabit pro Sekunde bei einer Dämpfung von 20 dB/km, d.h. nach 1 km ist nur noch ein Hundertstel des ursprünglichen Signals übrig. 1979 waren es bereits 200 Gigabits pro Sekunde bei 0,2 dB/km.

Obwohl die sprunghafte Entwicklung im Multimediabereich damals noch nicht abzusehen war, beschloss die Deutsche Bundespost schon 1981 die Digitalisierung des Fernsprechnetzes und baute das Glasfasernetz in der BRD systematisch aus.

1988 wurde das erste Lichtwellenleiterkabel (TAT 8) von Schottland nach Neufundland gelegt.

Schon heute ist es möglich, mit einem Glasfaserbündel von der Stärke eines Kugelschreibers eine Milliarde Telefonate oder 200 000 Fernsehprogramme gleichzeitig zu übertragen. Dabei ist die Lichtwellenleitertechnik erst am Anfang ihrer Entwicklung. Immer größere Datenmengen an immer entlegene Orte zu bringen bleibt das Ziel der Kabelindustrie – das „Kabelfieber“ des 19. Jahrhunderts hat im Traum von der weltumspannenden Datenautobahn seine heutige Entsprechung gefunden.

Anhang

Literatur:

- CHRONIK VERLAG (HRSG.): „Chronik der Technik“, Augsburg, 1997
- F.A.BROCKHAUS (HRSG.): „Brockhaus‘ Conversationslexikon – Allgemeine deutsche Real-Encyklopädie“, 13.Aufl, Leipzig, 1882-1887
- FACHREDAKTION TECHNIK DES BIBLIOGRAPHISCHEN INSTITUTS (HRSG.): „...und wie funktioniert dies, Meyers erklärte Technik, Band 2“, Mannheim, 1967
- GÖÖCK, ROLAND: „Die großen Erfindungen: Nachrichtentechnik - Elektronik“, Künzelsau; 1988
- HANFLAND, CURT: „Die neuzeitliche Elektrotechnik, Ein Handbuch zum Studium und zum Nachschlagen, Band 2“, Leipzig, 1928
- HÜBNER, HANS/KASPERL, MIRJAM (HRSG.): „Postgeschichte auf Landkarten, Kartographische Dokumente zur deutschen Postgeschichte 1704-1993“, Berlin, 1996
- KARGER-DECKER, BERNT: „Die transatlantische Schlange“ in: Wunderwerke von Menschenhand, Leipzig, 1963
- REUTER, MICHAEL: „Telekommunikation, Aus der Geschichte in die Zukunft“, Heidelberg, 1990

Informationen aus dem Internet:

- RWE TELLIANCE AG: <http://www.rwe-telliance.de/html/weltderk/uebertragung.html>
- MEINHART KABEL GMBH: <http://www.meinhart.at/verkab/7/f007287.htm>