

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 38 (1947)
Heft: 24

Artikel: Kabelschäden
Autor: Sandmeier, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056774>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

Kabelschäden

Vortrag, gehalten an der 6. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 21. Juni 1947 in Biel, von F. Sandmeier, Bern

621.315.2.0046

Der Verfasser berichtet über die Mannigfaltigkeit der Schäden, die an im Erdboden verlegten Schwachstromkabeln der Telephonverwaltung auftreten, und über deren erwiesene oder vermutete Ursachen. Während 1925 etwa 100 Schadenfälle gemeldet wurden, waren es 1945 — zum grossen Teil durch die Ausdehnung und vermehrte Verkabelung der Telephonnetze bedingt — bereits 402 Fälle. Eine der wichtigsten Ursachen der Kabelschäden ist die chemische und die elektrolytische Korrosion.

L'auteur présente un compte-rendu des diverses avaries, auxquelles sont soumis les câbles souterrains à courant faible de l'Administration des téléphones. Il en indique les causes constatées ou supposées. Tandis qu'en 1925 il a été signalé une centaine d'avaries, celles-ci atteignent le nombre de 402 en 1945, ce qui provient surtout de l'extension des réseaux téléphoniques et du fait que les câbles souterrains sont de plus en plus nombreux. L'une des causes les plus importantes des avaries de ces câbles est la corrosion chimique et électrolytique.

Allgemeines

Wenn man über Kabelnetze diskutiert, stehen gewöhnlich die wissenschaftlichen Grundlagen und die Probleme der Fabrikation, der Verlegung und des Betriebes im Vordergrund. Lassen Sie uns hier einmal einige Worte verlieren über eine andere Seite der Kabeltechnik: Ueber die Gefahr der Beschädigung, der die Kabel ständig ausgesetzt sind.

Man sollte meinen, ein Kabel sei, bei aller Sorgfalt, die bei der Fabrikation und bei der Verlegung darauf verwendet wird, fast unbegrenzt haltbar. Leider ist dies durchaus nicht der Fall.

Die Kabel sind, wie alles Menschenwerk, ziemlich vergängliche Dinge. «Die Elemente hassen das Gebild der Menschenhand.» Wir zählen zu diesen unfreundlichen Elementen auch

Mäuse,
Bauunternehmer,
wild gewordene Lastwagenanhänger,
Zirkusdirektoren,
Photographen,
Glacehändler,
Gaswerke,
Elektrische Eisenbahnen,
das Volk der Soldaten

und noch eine Reihe anderer, zu meistens unbeabsichtigten Angriffen geeigneter Institutionen.

Sie sehen, es fehlt der Gesamtheit der Kabelleinde nicht an einer schönen Mannigfaltigkeit, und der Kabeldoktor kann sich nicht beklagen über Mangel an Abwechslung.

Wir wollen nun die Tätigkeit der Kabelleinde etwas näher beleuchten. Die Beleuchtung kann naturgemäss nur in kurzen Streiflichtern bestehen. Wie die angerichteten Schäden in natura aussehen, sehen Sie an der kleinen Ausstellung charakteristischer Fälle¹⁾.

Fürchten Sie nicht, dass ich Ihnen hier etwa eine Theorie der Korrosion entwickle. Erstens verstehen die Theorie nur wenige Gelehrte und von diesen noch einige falsch (nach der Meinung der andern), und zweitens hat die Theorie bis heute nichts zur Verminderung der Korrosionsschäden beigetragen. Wir wollen den Erscheinungen nur einen Schritt näher treten als das Publikum, wenn es sieht, wie wir immer wieder schön asphaltierte Strassen aufgraben, eben um Kabelschäden zu finden.

¹⁾ An der Versammlung lag eine instruktive Auswahl an Resten von beschädigten Kabeln vor.

Das Bestreben, elektrische Leitungen unterirdisch zu verlegen, ist so alt, wie die Elektrotechnik selber. Die ersten Versuche wurden vor etwa 150 Jahren unternommen. Der Weg zu den modernen Kabeln, die wir kennen, war lang und mühevoll. Wir wollen hier nur zwei der wichtigsten Marksteine der Entwicklung nennen.

Die ersten Leitungen, aus Eisen- oder Kupferdraht, waren mit Baumwolle, Seide, Jute, Harz, Pech, Kautschuk oder anderen Nichtleitern isoliert und in Röhren aus Eisen oder Blei eingezogen. Diese Leitungen können aber noch nicht als Kabel im heutigen Sinne angesprochen werden.

Das erste Kabel, das diesen Namen verdient, war das Guttaperchakabel. Es wurde im Jahre 1847 von *Werner von Siemens* erfunden. Wir könnten also dieses Jahr das 100jährige Jubiläum des Schwachstromkabels feiern.

Das Guttaperchakabel war sehr störungsanfällig. Guttapercha hält sich im tiefen Wasser, besonders im Meere, sehr gut, nicht aber im Boden. Es ist bezeichnend für die damalige Situation, dass schon im Jahre 1850 ein Verfahren entwickelt wurde, ebenfalls durch *Werner von Siemens*, um den Ort der Kabelfehler durch Widerstandsmessungen zu bestimmen.

Die Kabeladern, seien sie isoliert wie sie wollen, müssen vor allem gegen das Eindringen der Feuchtigkeit geschützt werden. Mit dem Isolationswert steht und fällt die Betriebstauglichkeit des Kabels.

Kein organischer Stoff ist absolut und auf die Dauer wasserundurchlässig. Vollkommen wasserdicht sind, von den keramischen Stoffen abgesehen, nur die Metalle und von diesen ist nur das Blei für Kabelmäntel brauchbar. Der zweite und vielleicht der wichtigste Markstein in der Entwicklungsgeschichte der Kabel ist deshalb die Erfindung der Bleipresse durch den Schweizer *François Borel*. Die Erfindung wurde dann wiederholt von *Siemens* und *Halske*. Das deutsche Patent *Borel* wurde erteilt im Oktober 1879, das von *Siemens* im November 1882.

In dieser Bleipresse, die seither noch modifiziert wurde, wird das Aderbündel mit einem nahtlosen und satt anliegenden Bleirohr, dem Bleimantel, umhüllt. Damit ist das Problem des Feuchtigkeitsschutzes im Prinzip gelöst.

Aber es ist auch hier dafür gesorgt, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen. Bei der Verarbeitung in der Bleipresse sind die Weichheit, die

Duktilität und der niedrige Schmelzpunkt Bedingung für das Gelingen. Im Terrain dagegen führen Weichheit und Duktilität leicht zu Beschädigungen. Das Blei ist ja so weich, dass es sich mit dem Fingernagel ritzen lässt, und Löcher werden geschätzt zum Beispiel im Käse, nicht aber im Kabelmantel.

Dazu kommen noch andere Untugenden. Das Blei neigt sehr zur Rekristallisation, was sich nachteilig auf die mechanische Festigkeit auswirkt.

Mit der chemischen Beständigkeit ist es auch nicht weit her. Man erinnert sich zwar gerne an die Tatsache, dass Dachbedeckungen aus Bleiplatten an Gebäuden in Italien und Frankreich jahrhundertlang den Einflüssen des Wetters standhielten, und dass Bleiröhren von römischen Wasserleitungen sogar zwei Jahrtausende im Boden erhalten blieben. Leider haben unsere Kabelmäntel den Kniff, alt zu werden und dabei ihre Jugendfrische zu bewahren, noch nicht herausgebracht. Sie gehen allerdings selten an Altersschwäche zugrunde, eher an Krankheiten, oft an Ansteckung, z. B. durch Locheisen.

Das Blei hat überhaupt gewisse chemische Eigenheiten, die uns ab und zu Rätsel aufgeben. Ein bekannter Chemiker, Professor an der ETH, fasste neulich die Tücken des Bleies in den Stoßseufzer zusammen: «Ja, das Blei, das Luder!»

Mit diesem lüderlichen Material fabrizieren wir nun Jahr für Jahr eine Menge Kabel. Wir müssen uns mit den Unzulänglichkeiten des Materials abfinden, um seiner guten Eigenschaften willen. Der Kabelbauer gehört zu der Kategorie der Optimisten, und hier hat bis jetzt der Optimist recht behalten.

Die Kabelschäden haben ohne Zweifel in den letzten Jahren im schweizerischen Telephonkabelnetz zugenommen. Wir zählten

im Jahre 1925 total etwa	100	Kabelschäden,
1935 waren es	172	
und 1945 schon	402	Fälle.

Es wäre aber falsch, aus diesen Zeilen auf eine wachsende Gefährdung zu schliessen. Die Zunahme hat zwei Ursachen. Erstens wächst naturgemäss die Zahl der Störungen mit der Ausdehnung des Netzes. Zweitens wurden in der jüngsten Zeit durch systematische Arbeit Schäden aufgedeckt, die jahrelang bestanden haben, aber den Betrieb nicht störten. Es ist sicher damit zu rechnen, dass die Zahl der Fehler wieder kleiner wird, wenn an allen Orten die kranken Kabel, krank zum Teil auf Grund von früher begangenen Fehlern, ausgemerzt sind. Ganz vermeiden lassen sich die Schäden nicht, weil wir die Kabel nicht dort verlegen können, wo die Bedingungen am günstigsten sind, sondern weil wir sie dort verlegen müssen, wo sie gebraucht werden, in dicht besiedelten Gegenden, häufig im Kulturland.

Vom Total der Jahre 1935 und 1945 waren Montagefehler:

1935	39	Fälle
1945	51	Fälle.

Die meisten dieser Montagefehler sind Fehlspleisungen, schlechte Lötstellen usw., also nicht Mantelschäden. Wir befassen uns deshalb nicht weiter mit ihnen.

An Korrosionen zählten wir:

1935	10	Fälle, 5 rein chemische und 5 elektrolytische
1945	112	Fälle, 78 rein chemische und 34 elektrolytische

Die mechanischen Beschädigungen beliefen sich

1935	auf	95	Fälle
1945	auf	132	Fälle, und zwar waren es
1935	4,	1945	7 Naturereignisse
1935	52,	1945	69 Bauarbeiten
1935	10,	1945	14 Blitzschläge
1935	2,	1945	3 Starkstromeinflüsse
1935	17,	1945	21 Mäusefrass
1935	8,	1945	18 Ermüdungsbrüche

und schliesslich zählten wir

1935	27	u. 1945	24	Fälle von Fabrikationsfehlern.
------	----	---------	----	--------------------------------

In den Jahren 1935 bis 1945 haben die Kabelschäden aller Kategorien zugenommen, mit Ausnahme der Fabrikationsfehler. Das berechtigt uns erstens zu der wichtigen Feststellung, dass doch *eine* Ursache der Fehlerzunahme in der Vergrösserung des Kabelnetzes zu suchen ist, es sei denn, man wolle annehmen, dass auch die Angriffslust, z. B. von Mäusen, Bauarbeitern und Blitzschlägen gestiegen sei. Zweitens können wir erfreulicherweise feststellen, dass die Sorgfalt bei der Fabrikation zugenommen hat.

Chemische Korrosion

Das Blei ist, vom chemischen Standpunkt aus, ein ziemlich unedles Metall. Es bedeckt sich an der Luft mit einer Oxydschicht, die dann das darunterliegende Metall vor weiterer Oxydation schützt. Im Boden wird aber die Schutzschicht von den Bodenwassern aufgelöst, und dann geht der chemische Angriff weiter, bis der Bleimantel ein Loch hat: Das Kabel ist der chemischen Korrosion zum Opfer gefallen.

Das kann 50 Jahre dauern, aber auch nur 10 oder 4. Manchmal sieht man die Störung kommen, weil der Isolationswiderstand langsam abnimmt. Bisweilen tritt sie urplötzlich auf, nämlich immer dann, wenn der Boden durch schwere Regenfälle, Ueberschwemmungen, Schneeschmelze usw. stark durchnässt wird und das löchrige Kabel, wie man sagt, ersäuft.

Die chemische Korrosion arbeitet in der Regel langsam. Die erste Schutzschicht wird aufgelöst, es bildet sich ein Korrosionsprodukt, das zuerst wieder schützend wirkt, dann aber selber zersetzt wird. Es geht immer mehr Blei in Lösung, bis an jener Stelle alles Blei zersetzt ist. Das Endprodukt ist immer das Bleikarbonat, das in seiner reinen Form bekannt ist unter dem Namen Bleiweiss.

In besonders eindrucksvoller Form vollzieht sich diese Bleiweissfabrikation, wenn Leuchtgas zugegen ist. Wir hatten vor einigen Jahren einen Fall in Stäfa. Der Bleimantel war meterlang in Bleikarbonat verwandelt. Das Gaswerk hat allerdings aus der illegalen chemischen Tätigkeit seiner undichten Gasleitung keinen Nutzen gezogen, sondern uns die Kosten der Kabelreparatur bezahlt.

Eine der vielen Möglichkeiten für eine unabwendbare chemische Korrosion wird geschaffen durch das Vorhandensein von Feuchtigkeit, Sauer-

stoff und Kohlensäure. Alle drei sind in der geringen Tiefe, in der unsere Kabel im Boden verlegt sind, in ausreichender Menge anzutreffen. Zum Ueberfluss wird dann die eine oder andere Komponente oft noch durch einen neckischen Zufall vermehrt.

In Neuenburg hatte ein Glaceverkäufer während der heissen Jahreszeit seinen ambulanten Erfrischungsstand täglich an einer bestimmten Stelle am Trottoirrand aufgestellt. Am Abend schüttelte er jeweiligen den Rest seines an und für sich ausgezeichneten Kühlmittels, nämlich Kohlensäureschnee, also feste Kohlensäure, in das Gräbli neben dem Trottoir. Die Kohlensäure drang natürlich in den Boden ein und der Endeffekt war ein Loch in dem zufällig dort verlaufenden Kabel, mit prächtig funktionierender Bleiweissfabrikation. Der Sünder ging straflos aus, in der Meinung, man könne von einem Glacehändler weder Kenntnisse in den Korrosionswissenschaften noch in der Kabelgeographie verlangen.

In die Kategorie der chemischen Korrosion mit aussergewöhnlicher Ursache gehört auch die Beschädigung durch Ameisen.

Ein Beispiel: In Muolen hatte sich in der Ausräumung im Betonsockel eines Kabelüberführungstragwerkes, neben dem Bleikabel, eine Ameisenkolonie eingenistet. Durch die ausgeschiedene Ameisensäure wurde der Kabelmantel schwer angegriffen; das Blei war stellenweise vollständig zersetzt.

Diese Ameisenkorrosion ist gar nicht so selten. Vor zwei Jahren wurde ein ähnlicher Fall sogar an einem Starkstromkabel an der Kornhausbrücke in Bern beobachtet.

In vielen Naturböden ist die Korrosionsgefahr nicht sehr gross. Zu fürchten sind vor allem

Kalk,
Humus-,
Moor- und
Lehmböden.

Die Lehmböden sind schädlich, nicht weil der Lehm das Blei angreift, sondern weil er die Feuchtigkeit festhält, die anderen Böden wegen des Gehaltes an Säuren, Humussäuren und Moorsäuren oder an Alkali, Kalkwasser. Die Säuren greifen das Blei direkt an, Kalk nicht; dieser löst aber die Schutzschicht auf, ganz nach der Regel: Geht er nicht auf den Gummi, so geht er auf den Leim.

Im allgemeinen sind die Naturböden nicht so schlimm. Die Böden, mit denen wir rechnen müssen, sind aber selten rein, sondern meistens infiltriert, verseucht mit allerlei Fremdstoffen, die alle das Blei angreifen.

Die Situation wurde einmal treffend charakterisiert durch ein Telephonamt, das in einer Kabelfehlermeldung schrieb, im Kabelkanal sei die ganze Bauernchemie anzutreffen gewesen, was heissen will, eine ganze Musterkarte von Düngstoffen.

In der Tat stehen die so nützlichen Düngstoffe, natürliche und in der chemischen Fabrik hergestellte, als Kabelfeinde im Vordergrund. Wie oft treffen wir in den Kabelfehlermeldungen die lakonische Bemerkung: Ursache Jauche.

Neben Jauche, Mist und Kunstdünger schlagen wir uns herum mit lecken Kanalisationsrohren, mit Abwassern aus Käsereien, Schweinemästereien, Mostereien usw. Ich will Ihnen diese Dinge nicht alle aufzählen. Wir müssen uns damit abgeben, da sie eine ständige Gefahr für die Kabel bilden.

Die von solchen Stoffen verursachten Anfressungen sind vom chemischen Standpunkt aus interessant, aber der Umgang mit dem Material ist manchmal nicht angenehm. Ich erinnere mich eines Falles aus der Nähe des Gaswerkes Burgdorf, bei dem das zur Untersuchung eingesandte Material einen bestialischen Gestank verbreitete. Die Ursache war ein Pfropfen aus faulendem Schlamm, der den Kabelkanal meterweit ausfüllte und von einer Pilzkolonie besiedelt war. Es war dort alles schön beieinander; Schlamm, Kanalisationsabwasser, Gas und Fäulnispilze. In dieser Umgebung hat es das Kabel immerhin 45 Jahre ausgehalten.

Schneller ging es in Werdenberg, wo eine Mosterei im Freien jeden Herbst einen Haufen Obsttrester aufschichtete. Durch den Regen wurden diese Abfälle ausgelaugt, die Sauce drang in den Boden ein und nach einigen Jahren war der Mantel des dort verlaufenden Teilnehmerkabels durchlöchert.

Ein anderer Fall: In St. Gallen war im Hofe eines Hauses, in dem sich die Arbeitsräume eines bekannten Photogeschäftes befinden, ein Fass zum Sammeln der gebrauchten Fixiernatronlösung aufgestellt. Ab und zu wurde etwas von der Lösung verschüttet, versickerte im Boden, und da an jener Stelle ein Teilnehmerkabel im Boden lag, trat auch prompt die Durchlöcherung des Bleimantels ein.

Nicht immer liegt der Ursprung der angreifenden Agenzien leicht erkennbar neben dem angerichteten Schaden.

Vor drei Jahren «ersoff» das Kabel Farvagny-Vilarsell. Die Fehlerstelle befand sich in einem horizontal verlaufenden, sandigen Waldweg. 100 m davon entfernt steigt der Kabelkanal über ein steiles Bord hinauf und verläuft dann in Kulturland, in Wiesen und Aeckern, die intensiv gedüngt werden. Das Regen- und Schneewasser trug die Bauernchemie in den Kabelkanal, ein Bächlein half nach und schwemmte die Bescherung hinunter, die dann auf der horizontalen Strecke liegen blieb. Der Sandboden hätte das Kabel niemals angegriffen, hier war aber das Resultat ein Loch im Kabelmantel, 9 Jahre nach der Auslegung des Kabels. Das Loch war ein sogenannter Nadelstich, eine feine Oeffnung, durch die kaum eine Nähnadel gesteckt werden konnte.

Diese Nadelstiche sind charakteristisch für eine besondere Art der chemischen Korrosion, nämlich für die Korrosion unter Mitwirkung eines Katalysators. Katalysator nennt der Chemiker einen Stoff, der an einem chemischen Prozess so teilnimmt, dass er den Vorgang beschleunigt, selber aber nicht verändert wird.

Wir haben Gründe für die Annahme, dass in vielen Fällen von chemischer Korrosion solche Katalysatoren im Spiele sind.

Sie haben sich natürlich schon lange gefragt, ob denn die Bleimäntel, da sie so leicht chemisch an-

greifbar sind, nicht gegen diese Angriffe geschützt werden.

Freilich ist ein Schutz vorhanden. Er besteht aus drei Lagen Papier und einer Lage Jutegarn. Alles ist schön fest um das Kabel gewickelt und mit Asphalt verklebt und imprägniert, genau so, wie das Binsenkörbchen, in dem der kleine Moses seinerzeit den Nil hinunterfuhr.

Der Vergleich kommt nicht von ungefähr. Das Pech des alten Testaments war syrischer oder mesopotamischer Asphalt, und wenn wir nur reinen Asphalt für die Kabel verwenden könnten, wären die Korrosionen weniger zahlreich. Die handelsübliche Mischung, die wir anwenden müssen, ist aber manchmal nicht rein genug, und dann haben wir den Bock zum Gärtner gemacht, die Kabel korrodieren schneller als ohne Asphalt.

Ein Beispiel: In Wilchingen lagen in einem Abstand von etwa 1 m eines unserer normalen, asphaltierten Teilnehmerkabel und ein nacktes Bleirohr, von einer alten Wasserleitung herstammend, zusammen in demselben lehmigen Boden. Das Bleirohr lag 60 Jahre dort und war tadellos erhalten, das Kabel war 6 Jahre nach der Auslegung von Korrosion durchlöchert.

Die in der Asphaltmischung enthaltenen Stoffe, die wir im Verdacht haben, als Katalysatoren zu wirken, sind die Phenole. Sie kennen eine Sorte dieser Phenole unter dem Namen Karbolsäure.

Die Fälle von katalytischer Korrosion sind so zahlreich, dass wir daraus eine besondere Gattung machen müssen; wir nennen sie Phenolkorrosion.

Ich brauche Ihnen wohl nicht besonders zu sagen, dass wir den Kampf gegen die Phenolkorrosion auf verschiedenen Fronten führen.

Elektrolytische Korrosion

Eine ganz besondere und gefährliche Gattung von Kabelschäden bilden die elektrolytischen Anfrassungen. Sie entstehen, wenn vagabundierende Ströme im Boden den Weg über unsere Kabelmäntel einschlagen. Vagabundierende Ströme nennen wir solche elektrische Ströme, die im Boden ohne besondere Leitung fließen. Treffen sie auf Metallmassen, z. B. Kabel, so benutzen sie diese auf kürzeren oder längeren Strecken als Leitungswege. Dort, wo sie aus dem Kabel austreten, entstehen durch elektrolytische Zersetzung des Bleies Löcher im Kabelmantel.

Diese vagabundierenden Ströme können verschiedene Ursachen haben. Eine ist die Elementbildung im Boden. Das Hauptkontingent der für unsere Kabel gefährlichen Vagabunden stellen aber die elektrischen Bahnen, wenn ihr Betriebsstrom nicht vollständig durch die Schienen, sondern teilweise durch den Boden fließt.

Die Untersuchung und Beurteilung der chemischen und elektrochemischen Kabelschäden bilden für uns oft harte Knacknüsse.

Mechanische Beschädigungen

Um so einfacher liegen die Verhältnisse bei den mechanischen Beschädigungen. Wie einfach ist es

doch, ein Kabel mit einem Spitz Eisen zu durchlöchern! Die Methode ist auch viel wirksamer als die langweilige chemische Zersetzung.

Letzten Winter fror in Airolo die Hauptwasserleitung ein. Da man dort anscheinend auch nicht alles mit Nostrano machen kann, musste prestissimo die streikende Wasserleitung im hart gefrorenen Boden ausgegraben werden. Die unerwartete, aber eindrucksvolle Wirkung der Grabarbeiten auf unser Gotthardkabel war eine gründliche Zerstörung.

In der Nähe von Giornico wurden vor einigen Jahren durch einen Bauunternehmer Felsen gesprengt. Ein Block ging seine eigenen Wege und schlug in einer Tiefe von 60...80 cm das Kabel entzwei.

Ich glaube, die alten Urner und Liviner haben im Jahre 1478, als sie in der Schlacht von Giornico Felsblöcke den Abhang hinunter auf das Heer der Mailänder wälzten, kaum daran gedacht, dass ihre Methode 460 Jahre später und in derselben Gegend Anwendung finde, zwecks Verursachung von Kabelschäden.

Kriegerische Handlungen und Telephonkabel vertragen sich überhaupt schlecht. Es braucht nicht einmal Bomben dazu. In Thun sollte vor Jahren ein Teilnehmerkabel ausgelegt werden. Die Kabeltrommel war, derweil der Graben ausgehoben wurde, in einer Ecke des Zeughaushofes aufbewahrt, just am Ende des Weges, den die Schildwache auf dieser Seite des Areals zurückzulegen hatte. Nun wissen Sie, dass das zweistündige Hin- und Herpatrouillieren «in finsterner Mitternacht» wie es im Liede heisst, eine ziemlich langweilige Beschäftigung ist. Ob sich nun ein Tapferer die Sache kurzweiliger machen wollte, ob er das Hindernis als bequemen Anschlag und Umkehrpunkt bei der hin- und hergehenden Bewegung benutzte oder ob er es aus einem anderen, unerfindlichen Grunde tat, kurz, er stiess bei jeder Runde mit dem aufgepflanzten Bajonett in die mit Strohzöpfen umwundene Kabeltrommel hinein. Der Kabelmantel sah nachher aus wie ein Sieb. Da niemand eine Ahnung davon hatte, nicht einmal der Angreifer, wurden die Schäden erst bemerkt, als das Kabel ausgelegt war.

Bei Bauarbeiten ist es für die Arbeiter ja wirklich nicht leicht, zu unterscheiden, was ihnen im Boden unter das Eisen kommt.

In Galmiz sollte kürzlich ein Bach gestaut werden. Beim Ausheben der Baugrube für die Barriere spürten die Arbeiter im Boden, dazu noch unter Wasser, ein Hindernis. Es gelang mit dem Breitmeissel und mit vieler Mühe, das Hindernis zu zerschneiden. Es war aber kein Stein, sondern unser Kabelkanal mit dem Kabel Bern-Galmiz-Neuenburg! Nicht zu sagen, wie schnell dann unser Reparaturwagen davon sauste, um die Folgen des Missverständnisses zu beseitigen.

Bei solchen Beschädigungen spielt ja der Zufall die Hauptrolle.

Ein purer Zufall ist es, wenn ein kleiner Wanderzirkus auf einem freien Platz sein Zelt aufschlägt und dabei einen Zeltpflock ausgerechnet durch un-

seren Kabelkanal samt Kabel hindurchtreibt, wie es letztes Jahr in Brugg passierte.

Ein neckischer Zufall war sicher auch im Spiel — oder war es ein Ausdruck infernalischer Bosheit? — bei dem Rencontre eines Lastwagenanhängers mit unserem Fernkabel Luzern–Olten. In Dagersellen trennte sich aus irgend einer Ursache der Anhänger vom ziehenden Lastwagen, fuhr einige Meter gradaus, schwenkte dann seitwärts ab und stach mit der Deichsel in den Boden, ausgerechnet dort, wo das Kabel lag. Jene Stelle des Kabels war dann charakterisiert durch den Vers von Busch: «Der Rest ist nicht mehr zu gebrauchen».

Eine Art von Kabelschäden gibt es, die nicht dem Zufall, sondern der bösen Absicht entspringt, das sind die Anfressungen durch Mäuse. Der erste Mäuse-Alarm erfolgte im Jahre 1849 in Deutschland. Die damalige preussische Telegraphenverwaltung fand dann aber, die Gefahr sei nicht gross. Nun, sie ist heute gross genug; die von Mäusen verursachten Kabelschäden sind ziemlich zahlreich. In unserer Verwaltung stammen die ersten Nachrichten über Mäuseschäden aus dem Jahre 1925, wie in den Technischen Mitteilungen der TT-Verwaltung zu lesen ist²⁾.

Warum die Mäuse unsere Kabel annagen, wissen wir heute noch nicht. Man hat lange geglaubt, die Mäuse verirren sich im Kabelkanal und suchten dann durch Nagen einen Ausweg. Sie nagen aber auch Kabel an, die in grösseren Räumen an der Wand befestigt sind. Sie sind dabei noch wählerisch, sie nagen ein Kabel an und lassen das hart daneben liegende in Ruhe. Sie fressen weder das Blei noch die Jute noch das Papier, man findet immer neben dem Loch im Kabelmantel ein Häufchen Späne.

Was hat man nicht schon dagegen getan! Man hat Gift gestreut, giftige Gase in die Kanäle geblasen, man hat die Mäuse auf frischer Tat ertappt und totgeschlagen. Einmal hat man sogar einen solchen unterirdischen Wühler und Nager gefangen und zur hochnotpeinlichen Untersuchung nach Bern gebracht. Weil das Auto erst spät am Abend ankam, musste die Untersuchung auf den folgenden Tag verschoben werden, aber da war der Delinquent, wohl infolge der ausgestandenen Angst, gestorben. Wir haben ihn dann noch eine Weile, aus Pietät, in Spiritus aufbewahrt. Er hat sein Geheimnis mit in den Sprit genommen.

²⁾ siehe Techn. Mitt²⁾. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. Bd. 3(1925), Nr. 6, S. 220.

Andere Schadenursachen

Soll ich noch erzählen von den miraculösen Kabelschäden?

Vom Blitz, der in den Nussbaum schlägt und durch die Wurzeln den Weg in unser Kabel findet?

Oder vom Funken, der in Erstfeld jahrelang vom Bleimantel zur eisernen Brücke übersprang, jedesmal, wenn auf dem benachbarten Geleise der Gott-hardbahn ein Zug vorbeifuhr, bis der Bleimantel ein Loch hatte?

Oder von der Erdsenkung in Schweizerhalle, im Salinengebiet, wo der Boden unter dem Kabelkanal verschwand, so dass der Kanal eine geraume Zeit das Trottoir trug, bis er unter der Last der Verantwortung zusammenbrach und das Kabel Basel–Zürich zerriss?

Oder von der elektrolytischen Korrosion in Versoix, wo das Kabel von Streuströmen der Strassenbahn Genf–Versoix angegriffen wurde und wo Störungen auftraten, 20 Jahre nachdem die Bahnanlagen abgebrochen worden waren?

Oder von den Eisquetschungen, wo die Störungsursache jeweils aufgetaut ist, wenn man den Fehler findet?

Oder vom Wandertrieb der Kabel, von der eigenartigen Tendenz, unter dem Einfluss der Bodenerschütterungen sich in der einen Längsrichtung fortzubewegen, bis der Bleimantel reisst?

Die Bedrohungen unserer Kabel gehen ins Unermessliche. Um das Mass voll zu machen, gibt es zahlreiche Fälle, in denen der Bleimantel von selbst auseinander fällt. Dies sind die Ermüdungsbrüche.

Jeder Metallgegenstand ist aus sehr kleinen Kristallen zusammengesetzt. Durch dauernde mechanische Beanspruchung wird das Gefüge dieser Kristall-Agglomeration gelockert, das Metall wird müde, es entsteht ein Bruch. Beim Blei ist die Gefahr eines solchen Auseinanderfallens der Kristalle besonders gross. Es ist eine Tücke des Bleies.

Die Ermüdungsbrüche kommen hauptsächlich vor an Luftkabeln und an Kabeln, die längs Brücken, Strassen-Stützmauern usw. geführt sind. Die Ursachen der Ermüdung sind der Fahrzeugverkehr, der Wind und — *horribile dictu* — die Sonnenbestrahlung. Fahrzeuge und Wind erzeugen Vibrationen und die Sonnenbestrahlung wechselnde Erwärmung.

Adresse des Autors:

F. Sandmeier, technischer Beamter der Abteilung Versuche und Forschung der Generaldirektion der PTT, Bern.