

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 6 (1928)

Heft: 6

Artikel: Kabelverlegungen in der Einflusszone von Gebirgsbächen = Poses de câbles dans la zone d'influence des torrents

Autor: Trechsel, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873766>

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: 14.02.2026

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

Kabelverlegungen in der Einflusszone von Gebirgsbächen.

Von W. Trechsel, Bern.

Der regenreiche Sommer 1927, der uns verschiedene verheerende Wasserkatastrophen am Oberrhein, im Tessin, im Wallis und am Genfersee gebracht hat, war zu eingehenden Studien über die zweckmässigste Art der Verlegung von Kabeln in der Einflusszone der Gebirgsgewässer sehr geeignet.

Die Vorgänge, die oft zu Schäden und Störungen an Kabeln führen, sind ja gewiss von vielen Zufällen und besonderen Umständen abhängig und lassen sich im allgemeinen nicht in ein Schema pressen. Trotzdem haben sich bei näherer Untersuchung solcher Ereignisse einige typische Fälle gezeigt, die sich oft in ähnlicher Weise wiederholen und einen Schluss auf Vorbeugungsmassnahmen gestatten. Im Nachstehenden sei versucht, aus den eingegangenen Berichten und aus eigener Anschauung eine zusammenfassende Darstellung derartiger Ereignisse zu geben und die daraus abzuleitenden Schlüsse und Lehren für künftige Kabelbauten zu besprechen.

Ein Blick auf die Schweizerkarte zeigt, dass die Hauptflüsse unserer grösseren Täler aus einer Anzahl von kleineren Bächen gespeist werden, die meist fast rechtwinklig in das Haupttal ausmünden. Jeder dieser Bäche hat seinen eigenen Charakter, der durch seine Umgebung näher bestimmt wird. Massgebend hierfür sind die Steilheit des Geländes, bzw. der Flanken des Haupttales, die geologische Formation, die geographische Orientierung und die Vegetation.

Viele dieser kleinen Gewässer sind die Abläufe von Gletschern. Sie führen zu jeder Zeit Wasser. Ihr Bett ist tief eingeschnitten und meist frei von Schutt und Geröll. Im Oberlauf liegt oft ein mehr oder weniger stark mit Moräneschutt angefüllter See, der das Geschiebe zurückhält. Die Talseiten sind im obern Teil vollständig kahl, im untern Teil von Wald und Weiden durchsetzt. Charakteristisch für diese meist viele Kilometer langen Wasserläufe sind auch die verschiedenen Talstufen, die das Wasser treppenartig bald durch wenig steile Talböden, bald durch enge, steile Schluchten führen. Diese Wasserläufe sind an Stellen, wo sie schon in früheren Jahren Schaden angerichtet hatten, mit Seitendämmen versehen. Wege und Strassen führen in verhältnismässig hohen, gut fundierten Bogenbrücken über die Schluchten. Spezielle Massnahmen sind bei Kreuzungen mit solchen Gewässern in der Regel nicht notwendig. Gegen Katastrophen ganz grossen Umfanges, die allein hier Schaden stiften können, ist ohnehin kein Kräutlein gewachsen.

Neben den grossen Bächen weisen unsere Haupttäler fast immer eine Anzahl Bächlein auf, die zur trockenen Sommerszeit wenig oder gar kein Wasser führen. Ihr Lauf ist meist kurz. Sie sind die Abläufe der steilen Hänge der obern Wald- und Weideregion des Haupttales. Die Einzugsgebiete

Poses de câbles dans la zone d'influence des torrents.

Par W. Trechsel, Berne.

L'été 1927, de pluvieuse mémoire et auquel on doit les inondations qui dévastèrent la vallée du Rhin supérieur, le Tessin, le Valais et la région du lac Léman, était bien fait pour permettre d'étudier d'une façon minutieuse la manière la plus rationnelle de poser les câbles dans la zone d'influence des ruisseaux de montagne.

Les événements qui occasionnent des dommages ou des dérangements aux câbles dépendent très souvent du hasard et de circonstances spéciales, et il n'est généralement pas possible de leur appliquer à tous le même schéma. Si, toutefois, on les examine de plus près, on constate qu'ils comportent certains cas typiques, qui se manifestent fréquemment d'une manière identique et permettent de juger de la nature des mesures de protection qu'il convient de prendre. Dans les lignes qui vont suivre, nous essayerons, en nous basant sur les rapports adressés à l'autorité supérieure et sur nos propres observations, de grouper ensemble les événements de ce genre et de commenter les conclusions et les leçons que l'on peut en tirer pour les futures poses de câbles. Un coup d'œil jeté sur la carte de la Suisse montre que les principaux cours d'eau qui arrosent nos vallées les plus importantes sont alimentés par un certain nombre de petits ruisseaux qui, presque toujours, pénètrent à angle droit dans la vallée principale. Chacun de ces ruisseaux a son caractère particulier, qui lui est imprimé par la nature des lieux qui l'avoisinent, notamment par la déclivité des flancs de la vallée principale, par la formation géologique, l'orientation géographique et la végétation.

Bon nombre de ces petits ruisseaux sont collecteurs des eaux d'ablation des glaciers. Ce sont les torrents persistants. Leur lit, profondément encaissé, est presque toujours dépourvu d'éboulis et de galets. Dans leur cours supérieur, ils traversent souvent un lac qui, retenant les matériaux rocheux, est plus ou moins rempli de débris de moraines. Les flancs de la montagne sont complètement dénudés de végétation dans leur partie supérieure et parsemés de forêts et de pâturages dans leur partie inférieure. Ce qui confère également un caractère particulier à ces ruisseaux, longs parfois de plusieurs kilomètres, ce sont les différents gradins qui coupent la vallée et qui amènent l'eau, de cascabelle en cascabelle, tantôt sur des pentes peu rapides, tantôt dans des gorges étroites et abruptes. Dans les endroits où jadis ils commettaient des ravages, les torrents sont maintenant contenus dans leur lit par des digues. Les chemins et les routes franchissent les gorges sur des ponts en arc bien fondés et relativement élevés. Aux points de croisement avec les cours d'eau de cette nature, il n'est généralement pas nécessaire de prendre des mesures de sécurité spéciales. Au reste, aucun ouvrage d'art ne serait assez puissant pour résister aux catastrophes de grande envergure, les seules qui puissent ici causer des dommages.

Outre les grands ruisseaux, nos vallées principales recèlent presque toujours de petits ruisseaux qui

betragen oft nur einige Millionen Quadratmeter. Im Oberlauf sammeln sie das von den felsigen Bergflanken und Weiden ablaufende Regenwasser, und in der Waldregion haben sie sich im Laufe der Jahrtausende in steile Schluchten eingefressen, deren Hänge oft unterwühlt sind und bisweilen viele Tausende von Kubikmetern flottanten Terrains enthalten, das durch das Wurzelwerk der Bäume und Sträucher auf dem darunter liegenden Felsen in trockenen Zeiten festgehalten wird, bei lange dauernden Regenperioden viel Wasser fasst und dann vermöge seiner Schwere abreisst. Stürzen derartige Humus- und Schuttmassen in den hoch angeschwollenen Bergbach, so verstopfen sie auf kurze Zeit seinen Lauf. Das Wasser wird gestaut und presst dann die ganze Masse mitsamt einigen im Bachbett liegenden grossen Steinblöcken unaufhaltsam talwärts. Nichts widersteht der elementaren Gewalt. Das normale Bachbett wird zu eng. Durch die mitfahrenden Steinblöcke werden die Trockenmauern der Sohlen und Dämme aufgerissen, die Durchführungen unter den Brücken binnen wenigen Minuten zugeschüttet. Trifft diese gänzlich mit Wasser durchtränkte Masse auf ein ernstliches Hindernis, so breitet sie sich in kurzer Zeit aus. Das Wasser sucht sich dann einen neuen Weg in der Richtung des stärksten Gefälles, bis es eine Ebene oder die Talsohle erreicht, wo sich das Geschiebe lagern kann und zum Stillstand kommt. Es ist wohl kein Zufall, dass die grössten Störungen an unsern Kabelanlagen in der letzten Zeit gerade von derartigen Wildwassern verursacht wurden.

Im Bois Noir, bei St. Maurice, hat die Geschiebemasse das Durchflussprofil unter der Strassenbrücke ausgefüllt und sich über die Brücke ergossen. Die übergrosse Last drückte die Gitterträger ein. Unser Kabel Lausanne-Martigny, das die Brücke in einem Zoreisen passierte, hat, soviel bis heute bekannt ist, nur deswegen keinen Schaden gelitten, weil es zu beiden Seiten des Brückenkopfes durch einen ∞ förmigen Bogen verlängert war und deswegen offenbar nachgeben konnte.

Im Gegensatz zu dieser günstigen Anordnung waren die Kabel bei Veytaux ausserhalb der Brücke über die Veraye auf deren Bergseite in einer Mannesmann-Stahl-Rohrleitung gefangen und straff verlegt. Die Geschiebemasse erfasste das Rohr von der Seite, löste es aus den beidseitigen Mauerlagern und drückte Rohr und Kabel mitsamt einem Teil der Steinbrücke mehrere Meter weit fort, wobei die armierten Kabel zerrissen wurden.

In Trimmis war das gusseiserne Einzugrohr etwa 2 m tief unter der gepflasterten Bachsohle der sogen. Masanserrufe durchgeführt. Trotzdem wurden Rohr und Kabel stark beschädigt. Das Bachbett wurde aufgerissen, das Rohr blossgelegt und durch das nachfolgende Geschiebe zerdrückt. Ein grosser Felsblock fiel auf das eine Kabel und verursachte einen starken Bleimanteldefekt, wodurch es rasch unbrauchbar wurde.

Während in diesen drei Fällen insbesondere der Druck des Geschiebes als die Hauptursache der Katastrophe angesehen werden muss, zeigten die Unter-

sont à sec ou presque pendant la période des grandes chaleurs estivales. Leur cours est généralement peu long. Ils prennent naissance sur les pentes rapides de la région supérieure des forêts et des pâturages de la vallée principale. Leur bassin ne mesure souvent que quelques millions de mètres carrés. Dans le cours supérieur se réunissent les eaux de pluie venant des flancs rocheux et des pâturages et, dans la région boisée, les ruisseaux ont creusé au cours des siècles des gorges abruptes, dont les flancs sont souvent constitués par des milliers de mètres cubes de terrain mouvant retenu, dans les temps de sécheresse, par les racines des arbres et les buissons croissant sur les rochers où il repose, mais qui, pendant les longues périodes de pluie, absorbe beaucoup d'eau puis se rompt et se détache sous l'action de son propre poids. Si ces masses de terre meuble et de matériaux de tout genre se précipitent dans le ruisseau fortement enflé par les pluies, elles interrompent son cours pendant un temps assez court. L'eau s'accumule et exerce une pression irrésistible sur toute la masse comprenant aussi quelques gros blocs de pierre parsemés dans le lit du ruisseau. Rien ne résiste à la violence des éléments. Le lit normal du ruisseau devient trop étroit. Les blocs de pierre, dans leur course rapide, arrachent les murs en pierre sèche du radier et des digues et obstruent en quelques minutes le débouché des ponts. Si cette masse détrempée se heurte à un obstacle sérieux, elle s'élargit en peu de temps. L'eau cherche à se frayer un autre chemin dans la direction de la pente la plus rapide jusqu'à ce qu'elle ait atteint soit un endroit plat, soit le fond de la vallée où elle dépose les matériaux qu'elle roulait, puis s'apaise. On ne saurait certes attribuer au pur hasard le fait que les dérangements les plus graves qui aient affecté ces derniers temps nos installations souterraines soient précisément imputables aux apports torrentiels de cette nature.

Au Bois Noir près de St-Maurice, la masse des matériaux charriés obstrua le débouché du pont de la route et se répandit par-dessus ce pont. En raison de son poids excessif, elle parvint à enfoncer les appuis treillagés. Notre câble Lausanne-Martigny, qui franchissait le pont dans un canal en fers zorés, n'a, que nous sachions, subi aucun dommage pour la raison que des deux côtés du pont il formait un crochet en forme de ∞ et que, de ce fait, il aura pu céder sous la pression.

A l'encontre de cette judicieuse disposition, les câbles passant près de Veytaux à côté du pont de la Veraye étaient enfermés dans une conduite en tuyaux d'acier Mannesmann et posés d'une façon rigide. La masse des matériaux transportés saisit le tuyau d'un côté, l'arracha de la position qu'il occupait dans les deux murs latéraux et l'emporta, ainsi que le câble et une partie du pont de pierre, sur une distance de plusieurs mètres; le câble armé se rompit.

A Trimmis, le tuyau en fonte de fer était enterré à environ 2 mètres de profondeur au-dessous du radier pavé du torrent de Masans. Malgré cette disposition, le tuyau et le câble furent sérieusement endommagés. Le lit du ruisseau fut défoncé, le tuyau mis à nu et écrasé par les apports torrentiels subséquents. Un gros bloc de rocher s'abattit sur le câble,

suchungen verschiedener anderer Wasserschäden an Kulturen, Strassen und Brücken Gefahren etwas anderer Art, die bei der Kabelverlegung vermieden werden müssen. Im Tessin z. B. waren infolge eines lange andauernden, ungewöhnlich starken Regens die Flüsse verschiedener Seitentäler stark angewachsen, so dass die Ebene unterhalb Biasca vollständig überflutet wurde. Durch die Hecken, Zäune und Umfassungsmauern der Grundstücke stark gehemmt, durchfloss das Wasser mit reissender Geschwindigkeit die in der Gefällsrichtung liegenden Strassen und Hohlwege. Ueberall dort, wo der Durchpass eng war, hielt die Chaussierung der Strasse nicht stand. Sie wurde samt dem Steinbett aufgerissen und das Terrain an einzelnen Stellen bis auf eine Tiefe von 2 m aufgewühlt.

Im ganzen genommen lassen sich bei den Wildwasserausbrüchen folgende zwei charakteristische Fälle unterscheiden:

Fall 1. Es handelt sich in der Hauptsache nur um eine stark vermehrte Wassermenge.

Fall 2. Es ist ein Terrainabbruch (Murgang) erfolgt und das Wasser bringt Geschiebe mit.

Diese beiden Fälle können auch beide kurz nacheinander eintreten.

Im Fall 1 besteht die Gefahr einer starken Auskolkung des Bachbettes überall da, wo der Wasserlauf verengt ist und deshalb die Wassergeschwindigkeit sehr gross wird, also vor allem bei den meist zu engen Durchlässen unter den Strassen. Diese Auskolkungen können die Widerlager der Brücken unterwaschen, so dass sie sich senken und darüber führende Kabel zerreißen. Unter der Bachsohle durchgeführte Leitungen sind an solchen Stellen der Blosslegung ausgesetzt, wobei mitgeführte Steine, Sträucher und Bäume, die am Kabel hängen bleiben, eine grosse Gefahr bilden. Trotzdem sind diese Fälle die weniger gefährlichen.

Im Fall 2 sind meist wesentlich stärkere Kräfte am Werk. Eine auf schiefer Bahn gleitende, wassergetränkte Schlamm- und Geschiebemasse besitzt auch bei mässigem Umfange ein Gewicht von einigen 100 Tonnen und die in Richtung des Gefälles wirkende Kraft kann je nach dem Neigungswinkel einen Druck von 50–100 Tonnen auf ein sich quer stellendes Hindernis ausüben.

Treten beide Fälle zusammen ein, so besteht die Gefahr einer Auskolkung des Bachbettes mit nachfolgender, plötzlicher Wiedereinfüllung der ausgekolkten Löcher, wobei blossgelegte Kabel zerdrückt oder zerrissen werden können. (Fall Masans).

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass der Projektierung von Kabelleitungen in der Gebirgszone, mehr noch als in der Ebene, eine möglichst eingehende Auskundung der Gegend vorauszu-gehen hat. Der Lauf der Gewässer, ihre Geschichte und ihr Einzugsgebiet sind genau zu erforschen, eingedenk des Sprichwortes „Mieux vaut prévenir que guérir“. Wertvolle Aufschlüsse wird man in vielen Fällen durch die nächsten Anwohner erhalten, deren Anwesen oft durch die zu kreuzenden Wild-

causa de graves dégâts à son armature de plomb et le mit rapidement hors service.

Alors que dans les trois cas précités ce fut surtout la pression des matériaux charriés qui détermina la catastrophe, des expertises faites à l'occasion de divers autres dommages causés aux cultures, aux routes et aux ponts démontrèrent qu'il existe des dangers d'une autre nature auxquels on peut parer lors de la pose des câbles déjà. Au Tessin, par exemple, les pluies persistantes grossirent à tel point les cours d'eau descendant de plusieurs vallées latérales, que la plaine au-dessous de Biasca fut complètement submergée. Fortement entravée dans son cours par les haies, clôtures et murs entourant les propriétés foncières, l'eau se précipita avec une vitesse inouïe dans les routes et ravins situés dans la direction de la pente. Dans les passages étroits, le revêtement de la route ne put résister à la violence des eaux. Il fut arraché ainsi que l'empierrement, et le terrain, en quelques endroits, fut labouré jusqu'à une profondeur de 2 m.

En résumé on peut, lorsqu'il se produit une forte crue d'eau torrentielle, distinguer deux cas caractéristiques:

1er cas. Il s'agit, en général, d'une simple crue d'eau.

2e cas. Il y a éboulement de terrain et l'eau roule des matériaux de tout genre.

Ces deux cas peuvent aussi se succéder immédiatement.

Dans le premier cas, il est à craindre que le lit du ruisseau ne s'affouille fortement partout où il est resserré et où, par conséquent, la vitesse de l'eau est très grande, notamment dans les passages étroits situés au-dessous des ponts des routes. Ces affouillements peuvent déchausser les culées, qui s'affaissent en arrachant les câbles que les ponts supportent. Les lignes enfouies sous le radier à ces endroits-là risquent d'être mises à nu, et les pierres, buissons et arbres que l'eau transporte restent accrochés au câble et l'exposent sérieusement. Les cas de ce genre sont cependant ceux qui présentent le moins de danger.

Dans le deuxième cas sont en général à l'œuvre des forces sensiblement plus puissantes. Une masse humide de galets et de boue engagée sur un plan incliné possède, même si le volume n'en est pas très considérable, un poids de quelques centaines de tonnes, et la force qui s'exerce dans la direction de la pente peut, suivant l'angle d'inclinaison, exercer une pression de 50 à 100 tonnes sur un obstacle s'opposant à la marche de la coulée.

Si les deux cas signalés se produisent simultanément, il est à craindre que le lit du ruisseau ne s'affouille et que des apports subséquents de matériaux ne viennent subitement remplir les creux produits par l'érosion et écraser, voire arracher les câbles mis à nu (cas du torrent de Masans).

Les considérations qui précèdent démontrent que, lorsqu'on élabore les projets de lignes souterraines à poser dans la zone montagneuse, il faut, au préalable, procéder à une exploration encore plus minutieuse que ce n'est le cas pour la plaine. On étudiera à fond le cours des ruisseaux, leur histoire et leur bassin et l'on s'inspirera du proverbe: „Mieux vaut prévenir que guérir“. On pourra, dans bon

wasser bedroht werden und denen alle Vorkommnisse seit Generationen wohl bekannt sind. Die beste Sicherungsmassnahme ist natürlich die Wahl eines möglichst ungefährdeten Tracés für die Leitung. Leider lassen sich, speziell in den engen Bergtälern, gefahrvolle Wildwasserkreuzungen trotz aller Sorgfalt nicht immer vermeiden. Es gelten dann folgende Regeln:

Ueberführungen auf Brücken können nur bei ganz grossem Durchflussprofil und gut fundierten Widerlagern als sicher angesehen werden. Ist eine Unterführung unter dem Bachbett nötig, so ist zur Verhütung der Auskolkung der Einbau einer tiefen und breiten, auf der Talseite allenfalls armierten Betonschwelle zu empfehlen. Das Kabel ist in einem Eisenkanal, vor Druck geschützt und frei beweglich, unmittelbar oberhalb dieser Schwelle, d. h. auf der Bergseite, einzulegen. Ausserdem sollte die Bachsohle durch Mauerwerk aus grossen Bruchsteinen oder durch eine grosse Betonplatte bis auf zirka 6 m oberhalb der Kreuzungsstelle gesichert sein. An verengten Stellen eines Bachbettes oder wenig unterhalb davon sind Kreuzungen unzweckmässig.

In allen derartigen Fällen sollten Reservelängen eingesetzt werden. Die Einfügung einer \sim förmigen Reservelänge auf beiden Seiten von gefährdeten Flussübergängen empfiehlt sich aus verschiedenen Gründen. Bei einem Seitendruck auf das Kabel werden diese Schleifen ausgleichend wirken und eine Beschädigung durch Zug eine Zeitlang oder sogar ganz verhindern. Sodann gestatten sie auch bei Strassenumbauten, die an solchen Stellen oft vorkommen (Hebung der Brücke usw.), ein leichtes Anpassen der Länge an den neuen Zustand. Schliesslich sind sie auch bei Hebung des Fehlers durch Einfügung einer neuen Spleissung wertvoll.

Aehnliche Vorsichtsmassnahmen sind auch bei Durchquerung von Steinschlaggebieten und Kreuzungen mit Lawinenzügen nötig, wobei die Gefährzone meist wesentlich breiter ist als bei Bächen, so dass die Sicherung in grösserer Breite angeordnet werden muss.

Weiter ist zu beachten, dass die Gefahr der Auskolkung eines Kabelgrabens auf der Bergseite einer Strasse wesentlich grösser ist als auf der Talseite, weil das aus den Seitenwegen auf die Strasse strömende Wasser in der Regel im Seitengraben der Bergseite läuft. Die Verlegung eines Kabels auf der Talseite ist jedoch aus naheliegenden Gründen nur da zweckmässig, wo keine Stützmauern vorhanden sind. Am meisten der Auskolkung ausgesetzt sind die Stellen der Strasse, bei denen steile Seitenwege einmünden, oder wo beidseitig der Strasse die Einfriedigungsmauern der Privatgrundstücke den Wasserdurchfluss hindern, so dass die Strasse auch als Bachbett dienen muss. Solche Stellen sind, wenn sie nicht vermieden werden können, durch ein besonders schweres Steinbett über dem Kabelgraben gegen Auswaschungen zu sichern.

Wenn auch alle diese Massnahmen gegen Elementarschäden hohe Kosten im Gefolge haben, so er-

nombre de cas, recueillir de précieux renseignements auprès des habitants du voisinage immédiat, vu que leurs propriétés sont fréquemment menacées par les torrents que la ligne est appelée à croiser et qu'ils en connaissent parfaitement le régime depuis des générations. Mais la meilleure mesure de protection sera toujours celle qui consiste à choisir, pour la ligne, un tracé aussi peu exposé que possible. Hélas et malgré tous les soins apportés en la circonstance, il n'est pas toujours possible, surtout dans les vallées étroites, d'éviter les dangereux croisements avec des torrents. En pareil cas, on appliquera les règles suivantes:

Le passage sur les ponts ne peut être considéré comme absolument sûr que si leur débouché présente une très large section transversale et si les culées reposent sur de solides fondations. S'il est nécessaire de faire passer la ligne sous le lit du ruisseau, il est indiqué, pour prévenir les affouillements, de construire un seuil large et profond en béton que l'on armera, s'il y a lieu, du côté de la vallée. Le câble sera placé au-dessus de ce seuil, c'est-à-dire en amont, et logé dans une canalisation métallique capable de résister à la pression et où il pourra se mouvoir librement. En outre, le radier du ruisseau devra être constitué, sur une longueur d'environ 6 m en amont du point de croisement, par un ouvrage en maçonnerie formé de grosses pierres de carrière ou par une grande dalle de béton. Il n'est pas rationnel d'établir des croisements aux endroits resserrés du lit d'un ruisseau ou peu au-dessous de ces endroits.

Dans tous les cas de ce genre, on devra donner du mou au câble, c'est-à-dire ménager des longueurs de réserve. L'adjonction de longueurs de réserve en forme de \sim de chaque côté des ruisseaux dont le croisement présente des dangers, se recommande pour diverses raisons. Lorsque le câble doit subir une pression latérale, ces crochets exercent une action compensatrice et empêchent momentanément, ou même complètement, qu'il ne se produise des dégâts sous l'effet de la traction. Elles permettent également, lors de corrections de routes, souvent nécessaires aux endroits de ce genre (exhaussement du pont, etc.), d'adapter sans peine la longueur du câble au nouvel état de choses. Enfin, elles sont aussi précieuses lorsque, pour réparer un défaut, on confectionne une nouvelle épissure.

Des mesures de protection sont aussi nécessaires quand la ligne traverse des régions exposées aux chutes de pierres ou croise des couloirs d'avalanches; en l'occurrence, la zone dangereuse est, la plupart du temps, passablement plus large que près des ruisseaux et oblige à effectuer des mesures de sécurité sur une plus large échelle.

Il convient en outre de remarquer que les risques d'affouillement d'une canalisation souterraine sont notablement plus grands lorsque cette canalisation longe une route du côté de la montagne que lorsqu'elle la suit du côté de la vallée, vu que l'eau qui arrive des chemins latéraux s'écoule d'ordinaire par le fossé qui borde la route du côté de la montagne. Il n'est toutefois rationnel, pour des raisons faciles à comprendre, de poser un câble du côté de la vallée que lorsque la route n'est pas consolidée par un mur de soutènement. Les points de la route les plus

höhen sie doch im allgemeinen die Sicherheit der für den Verkehr wichtigen Fernkabelleitungen ganz erheblich. Diese Ausgaben lohnen sich sehr wohl, da die Hebung von Fehlern meist mit noch höheren Kosten verbunden ist.

* *

exposés aux affouillements sont ceux où aboutissent d'abrupts chemins latéraux. Le même danger existe lorsque la route est bordée des deux côtés par des murs de clôture de terrains privés; ces murs s'opposant à l'écoulement des eaux, la chaussée doit faire fonction de lit de ruisseau. Ces endroits-là, lorsqu'on ne peut les éviter, doivent être protégés contre l'action érosive des eaux impétueuses par un empierrement particulièrement lourd recouvrant la canalisation souterraine.

¶ Quand bien même toutes ces mesures de protection contre les dégradations que causent les éléments naturels occasionnent des frais considérables, il n'en reste pas moins que, en général, elles accroissent notablement la sécurité des lignes souterraines interurbaines, si importantes pour l'écoulement du trafic. La levée des défauts coûtant plus cher encore dans la majorité des cas, il vaut certes la peine de consentir de tels sacrifices pécuniaires.

Störungen an den Ferntelefonleitungen.

Von Arthur Stettler, Bern.

Ueber die Störungen an den interurbanen und internationalen Telefonleitungen der Schweiz lassen sich auf Grund der statistisch verarbeiteten Wochenberichte, umfassend die jährliche Zeitperiode vom 1. November 1926 bis 31. Oktober 1927, folgende allgemein interessierende Angaben machen. (Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich jeweils auf das Vorjahr 1925/26).

1. Interurbane Telefonleitungen.

An den im Betrieb stehenden 4027 (3734) inländischen Basisleitungen, die sowohl oberirdisch als auch in Kabel geführt sind, verzeichnet die Statistik insgesamt 3680 (2632) Störungsfälle mit einer totalen Störungsdauer von 72,850 (34,911) Stunden. Gegenüber dem Vorjahre ist also in der Unterbrechungsdauer eine sehr wesentliche Verschlechterung von ungefähr 108% festzustellen. Zugleich hat aber auch die mittlere Stundendauer zur Hebung der Unterbrechungen eine ganz beträchtliche Zunahme erfahren, da sie volle 7 Stunden beträgt; dadurch hat sich die durchschnittliche Störungsdauer für den Einzelfall auf nicht weniger als 20 Stunden (13) erhöht.

Immerhin ist hervorzuheben, dass von 2683 Leitungen oder 66% (71%) keine Störungsmeldungen vorliegen. Es gab demnach 1344 oder 34% (29%) Basisleitungen, die über 1 Stunde gestört waren.

Ueber 24 besonders wichtige und dabei vielfach gestörte Freileitungen, mit Gruppierung nach geographisch charakteristischen Linienstrecken, gibt die beige druckte Tabelle Auskunft.

Die nachstehenden Angaben stellen durchschnittliche Rechnungsergebnisse dar über Störungsfälle und Störungsdauer an oberirdisch geführten interurbanen Telefonleitungen (Schleifen), die teilweise Gebiete mit sehr kritischen Witterungsverhältnissen berühren. Gegen die elementaren Naturgewalten, von denen die fraglichen Linienstrecken

öfters heimgesucht werden, vermag schlechterdings kein Freileitungsbau aufzukommen.

Immerhin kann auch der Kabelbau solchen Gewalten gegenüber (Lawineingang, tiefgehende Erdbeben, Hochwasser usw.) nicht immer ausreichenden Schutz gewähren.

In zwei Fällen wurden unterirdisch geführte Fernkabel durch Unwetterkatastrophen beschädigt, nämlich am 2. August 1927 in Veytaux, wo das Hochwasser der Veraye die Kabel-Rohrleitung, die parallel zur Strassenbrücke verlegt und beidseitig eingemauert war, wegschwemmte und die darin verlaufenden armierten Fernkabel zerriss, und am 23. September bei Trimmis, wo der Wildbach der Masanser-Rüfe das Strassenbett wegtrug und den in 3 Meter Tiefe verlaufenden Kabelschutzkanal freilegte. Im letztgenannten Falle wurden durch mitgewälzte grosse Felsblöcke die Gussröhren des Kanals und mit ihnen auch das Telephonkabel an einer Stelle zerdrückt. Zu gleicher Zeit wurde durch den Rheindammbruch bei Schaan (Vaduz) das unterirdische Fernkabel beschädigt.

Die in der vorstehenden Tabelle genannte *Julierlinie* wurde am 21. November 1926 in der Nähe der Passhöhe auf einer Strecke von etwa 600 Meter Länge durch einen besonders starken Schnee- bzw. Eisansatz an den Drähten und unter heftigen Sturmwinden vollständig zerstört. Bild 1 und 2 veranschaulichen die Verheerungen, vermögen aber nur eine schwache Vorstellung zu geben von der Gewalt der in den Berggegenden des Kantons Graubünden orkanartig auftretenden Schneestürme.

Vergleicht man die Störungen auf Freileitungen und auf Kabeln miteinander, so ergibt sich — es handelt sich annähernd um 1500 Doppeladern in Fernkabeln, — dass die verkabelten Leitungen im Durchschnitt etwa $\frac{2}{3}$ weniger häufig gestört sind als die oberirdisch geführten Fernsprechleitungen. Hinsichtlich der Unterbrechungsdauer dagegen halten