

Kabelfehlerstatistik 1980-1992 = Statistique des défauts de câbles 1980-1992

Autor(en): **Sägesser, Kurt / Keller, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **72 (1994)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874696>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Kabelfehlerstatistik 1980–1992

Statistique des défauts de câbles 1980–1992

Kurt SÄGESSER und Hans KELLER, Bern

1 Einleitung: Zweck der Kabelfehlerstatistik

Die Kabelfehlerstatistik liefert Angaben, aufgrund derer sich der Zustand und die Störanfälligkeit des PTT-Kabelnetzes beurteilen lassen. Das Erkennen von Schwachstellen im Kabelnetz erlaubt, zur Verminderung oder Verhütung bestimmter Fehlerquellen geeignete Massnahmen zu treffen. Ferner gibt die Statistik Aufschluss, ob sich Schutzmassnahmen gegen bestimmte Schäden, beispielsweise gegen Korrosion oder Blitze, bewähren. Schliesslich können Erhebungen über Kosten und Arbeitsstunden von Störungsbehebungen zu Wirtschaftlichkeitsberechnungen verwendet werden, wenn es gilt, zwischen bestehenden und neuen, allenfalls auch teureren, aber weniger störanfälligen Lösungen zu entscheiden.

Von der vorliegenden Statistik wurden nicht erfasst: Fehler in den Überführungen im Fern- und Hauptverteiler, in den Aufstiegskabeln der Kabelstangen und Hausinstallationen sowie sämtliche oberirdischen Leitungen mit Ausnahme der Luftkabel.

2 Definitionen

21 Kabelfehler

Als Kabelfehler bezeichnet man einen Vorfall oder eine Störung, die Reparaturarbeiten an der Kabelanlage (Kabel, Spleissung, Endverschluss) nötig macht. Ein Fehler hat nicht in jedem Fall eine Beeinträchtigung des Telefon- oder Datenverkehrs zur Folge. Beschädigungen der Einzugssysteme oder Kabelschutzkanäle zählen nicht als Kabelfehler.

22 Fehlerarten

Als *Fabrikationsfehler* werden alle Fehler betrachtet, die nach der Abnahme des Materials in der Fabrik oder in den Lagern der Telecom PTT, während des Baus oder während des Betriebes als Materialfehler oder als Folge mangelhafter Fabrikation festgestellt werden.

Unter *Montierungsfehler* fallen alle Fehler, die nach der Inbetriebsetzung, das heisst nach der Abnahmemessung an der Anlage, festgestellt werden und die auf vorschriftswidrige oder unsachgemässe Montage zurückzuführen sind.

1 Introduction: But de la statistique des défauts de câbles

La statistique des défauts de câbles fournit des indications permettant de juger de l'état et de la vulnérabilité aux dérangements du réseau des câbles des PTT. Si l'on reconnaît les points faibles de ce dernier, des mesures appropriées peuvent être prises pour que l'apparition de certaines sources de défauts soit réduite ou supprimée. En plus de cela, la statistique montre si les mesures de protection contre certains dégâts donnent de bons résultats, par exemple en ce qui concerne la corrosion ou la foudre. Enfin, ces évaluations des coûts et des heures de travail qu'entraîne la suppression des dérangements peuvent servir de base à des calculs de rentabilité, quand il s'agit de choisir entre des solutions existantes ou des solutions nouvelles éventuellement plus coûteuses mais moins sujettes aux dérangements.

Ne sont pas évalués dans cette statistique: les défauts des raccordements dans les répartiteurs interurbains et principaux, les défauts des câbles d'ascension des points de transition et des installations domestiques, ainsi que ceux de toutes les lignes aériennes à l'exception des câbles aériens.

2 Définitions

21 Défauts de câbles

Est réputé défaut de câble un événement ou un dérangement qui rend nécessaire des travaux de réparation à l'installation (câble, épissure ou tête de câble). Un défaut n'entrave pas dans tous les cas le trafic téléphonique ou des données. Des endommagements des systèmes de tirage ou des canalisations de protection ne sont pas considérés comme des défauts de câbles.

22 Genres de défauts

Sont considérés comme *défauts de fabrication* tous les défauts mis en évidence soit après l'acceptation du matériel en usine ou dans les entrepôts de Telecom PTT, pendant la construction ou l'exploitation, qu'il s'agisse de défauts de matériel ou de fabrication.

Sont réputées *erreurs de montage* tous les défauts découverts après la mise en exploitation, c'est-à-dire après

In die Kategorie *mechanische Beschädigungen* fallen alle mechanischen Beschädigungen von Kabeln und deren Kanälen, Spleissungen, Endverschlüssen usw., mit Ausnahme der Beschädigungen durch die Telecomm-Handwerker während der Montage. Letztere werden als Montierungsfehler registriert, wenn die Beschädigung erst nach der Inbetriebsetzung des Kabels festgestellt wird oder wenn in der Anlage ein bleibendes Merkmal, wie eine zusätzliche Spleissung oder ein reparierter Bleimantel, zurückbleibt. Werden bei einem Schadenfall mehrere Kabel beschädigt, so wird je Kabel ein Fehler gezählt.

Korrosionsfehler sind Schäden, bei denen der Korrosionsangriff zur Undichtheit des Bleimantels führt. Durchgerostete Kabelkanäle und Korrosionsangriffe an Kabelmänteln, die anlässlich von Kabelausbauten festgestellt wurden, sind, auch wenn Kanäle oder Kabel ersetzt werden müssen, nicht als Kabelfehler mitgezählt. Werden während der Behebung eines Korrosionsfehlers weitere undichte Stellen des Kabelmantels entdeckt, so wird je Kabelsektion nur ein Fehler registriert.

Bei *Blitz- und Starkstromschäden* werden für jeden beschädigten Kabelanschluss und für jede beschädigte Kabelsektion je ein Fehler gezählt, obwohl auch hier sehr oft innerhalb einer Kabelsektion mehrere Schadenstellen festgestellt werden.

Ermüdungsschäden treten hauptsächlich in stark befahrenen Strassen auf, verursacht durch Vibrationen des rollenden Verkehrs. Die Ermüdungsschäden äussern sich als Kabelbrüche bei den Spleissmuffen und in Aufstiegskanälen.

23 Kabel

Teilnehmerkabel (TK) verlaufen zwischen dem Hauptverteiler jener Zentrale, an der der Teilnehmer angeschlossen ist, und seinem Kabelanschluss oder Endverschluss am Übergang zur Freileitung.

Fern- und Regionalkabel (FK, RK) dienen der Verbindung zwischen den Zentralen.

3 Die Entwicklung des Kabelnetzes und der Fehlerzahlen während den Jahren 1980–1992

Die jährliche Fehlerzahl sagt allein wenig aus. Die Fehlerhäufigkeit, das heisst die Zahl der Fehler je Jahr und 100 km Kabel, berücksichtigt demgegenüber die Anlagegrösse. Sie ist deshalb für die meisten Fehlerarten eine sinnvolle Beziehung. *Figur 1* zeigt die Entwicklung des Kupferkabelnetzes im Verhältnis zur Zahl der gemeldeten Kabelfehler. Die Gesamtkabellänge im Teilnehmerkabelnetz nahm beinahe linear um jährlich 3,41 % zu, d. h. von 87 211 km im Jahre 1980 um 35 722 km auf 122 933 km Ende 1992, was einer Vermehrung von 41 % entspricht.

Im Gegensatz zum fast linearen Wachstum des Anschlussnetzes weicht die Zahl der gemeldeten Fehler vom Mittel von 7600 je Jahr um plus 725 im Jahre 1983 und um minus 630 im Jahre 1986 ab. Seit 1989 mit 7399 Kabelfehlermeldungen ist die Tendenz wieder steigend, und Ende 1992 wurden 7883 Fehler verzeichnet.

les mesures de recette de l'installation et qui sont dus à un montage non conforme aux instructions ou inadéquat.

Entrent dans la catégorie des *endommagements mécaniques* tous les endommagements mécaniques des câbles y compris ceux des canaux, épissures, têtes de câble, etc., à l'exception de ceux qui sont causés par les artisans des télécommunications pendant le montage. Ces derniers dommages sont enregistrés en tant qu'erreurs de montage s'ils sont découverts seulement après la mise en service du câble ou s'il subsiste un signe permanent, tel qu'une épissure additionnelle ou une gaine de plomb réparée. Lorsque plusieurs câbles sont endommagés en même temps, on ne compte qu'un défaut par câble.

Les *dommages dus à la corrosion* sont des dégâts causés par l'attaque de corrosion qui rend perméable la gaine de plomb. Les caniveaux de câble percés par la rouille et les attaques de corrosion constatées lors du démontage de câbles ne sont pas comptés en tant que défauts de câble même si les caniveaux ou les câbles doivent être remplacés. Si l'on découvre d'autres perforations de la gaine de plomb pendant la réparation d'un dommage dû à la corrosion, un seul défaut est enregistré.

En cas de *dégâts provoqués par la foudre et par le courant fort*, on ne compte qu'un seul défaut pour chaque terminaison et section de câble endommagée, même si

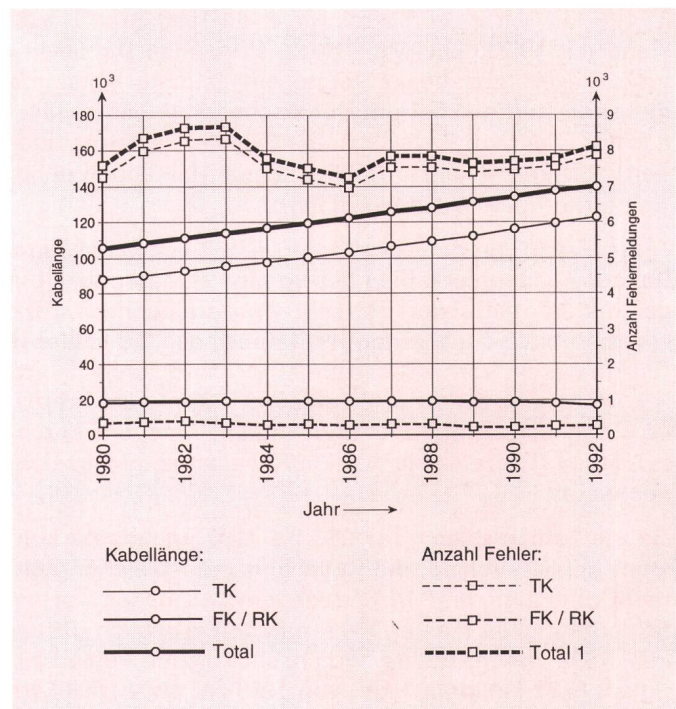


Fig. 1 Kabelfehlermeldungen und Entwicklung der Kabellängen — Rapports de défauts de câble et développement des longueurs de câble

Kabellänge — Longueur de câble
 Anzahl Fehlermeldungen — Nombre de rapports de défauts
 Jahr — Année
 Anzahl Fehler — Nombre de défauts
 TK Teilnehmerkabel — Câble d'abonnés
 FK/RK Fernkabel, Regionalkabel — Câbles interurbains, câbles régionaux

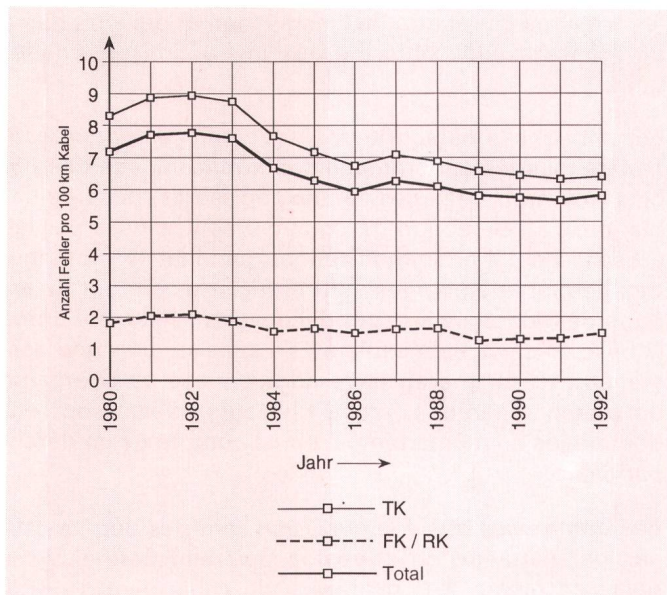


Fig. 2 Kabelfehler je 100 km Kabel — Défaits de câble par 100 km

Jahr — Année
 Teilnehmerkabel — Câble d'abonnés
 Fernkabel, Regionalkabel — Câbles interurbains, câbles régionaux

Bei den Kabellängen im Kupfer-Fern- und Regionalnetz (FK/RK) stellte man bis 1986 noch ein leichtes Wachstum fest, seither ist aber wegen des Einsatzes der Glasfaserkabel ein Rückgang eingetreten. Die Gesamtkabellänge betrug 1980 18 250 km, nahm dann noch um 0,74 % jährlich zu und erreichte Ende 1986 ihren Höchststand mit 19 200 km. Mit der zunehmenden Digitalisierung dieser Netzebenen folgte eine stetige Abnahme der alten Kupferkabel um durchschnittlich 0,55 % jährlich auf 17 044 km Ende 1992. Die Zahl der Fehlermeldungen ist ziemlich konstant, aber tendenziell abnehmend, sie betrug im Mittel 300 pro Jahr.

Figur 2 zeigt die Zahl der Fehler je 100 km Kabellänge. Bei den Teilnehmerkabeln betrug die Fehlerhäufigkeit in der ersten Hälfte der Betrachtungsperiode noch 8,07, während es in der zweiten Hälfte nur noch 5,9 Fehler je 100 km waren. Von 1980 bis Ende 1992 sind durchschnittlich im Anschlussnetz 6,46 Fehler je 100 km aufgetreten, im Gegensatz zum Fern- und Regionalnetz, wo durchschnittlich 1,6 Fehler je 100 km Kabellänge zu verzeichnen waren.

Da die Fehlerzahlen von 1986 bis 1992 annähernd konstant geblieben sind, die Kabellängen im gleichen Zeitraum aber um rund 14 % zugenommen haben, ist die Fehlerhäufigkeit (Fehler/100 km Kabel) erheblich gesunken. 1992 wären, bei der durchschnittlichen Fehlerhäufigkeit (6,62 Fehler/100 km) von 1986 an, etwa 2600 Fehler mehr aufgetreten.

4 Fehleranzeige

Eine sehr wichtige Aufgabe des Mess- und Entstörungsdienstes in den Telecom-Direktionen ist das Eingrenzen und das Beheben der Kabelfehler, bevor der Betrieb gestört wird. Sämtliche Fern- (FK) und Regionalkabel (RK) sowie die grossen Teilnehmerkabel (TK) werden heute

dans une section on doit très souvent constater plusieurs dégâts.

Les dommages dus à la fatigue se produisent surtout dans les routes très fréquentées; ils sont causés par les vibrations dues au trafic. Les dégâts dus à la fatigue se manifestent par des ruptures de câbles aux manchons d'épissure et dans les canaux d'ascension.

23 Câbles

Les câbles d'abonnés (CA) sont posés entre le répartiteur principal du central, auquel l'abonné est raccordé, et la terminaison de câble chez lui ou la terminaison de câble formant la transition avec une ligne aérienne.

Les câbles interurbains et régionaux (CI, CR) servent à relier les centraux.

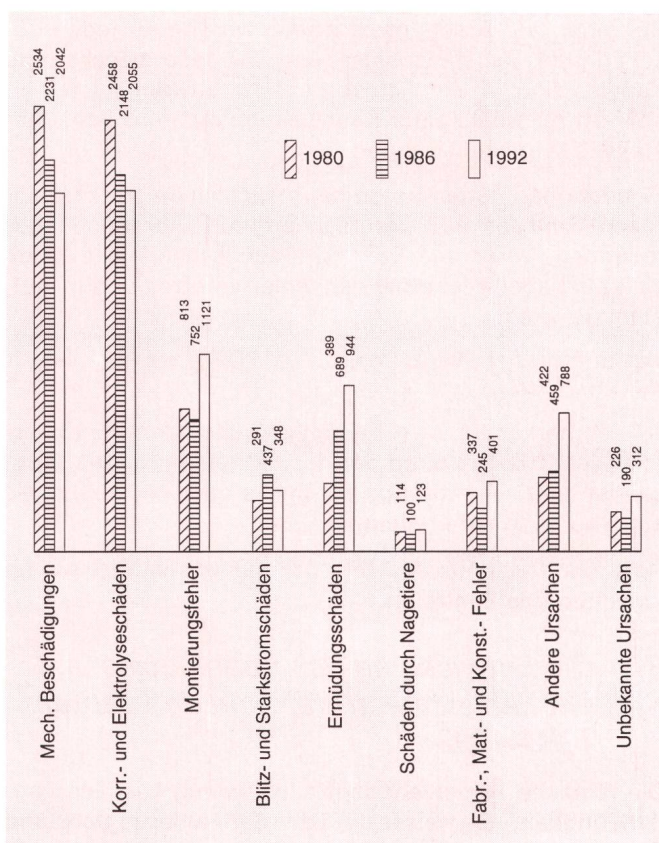


Fig. 3 Ursachen der Kabelstörungen — Cause des dérangements de câbles

Mechanische Beschädigungen — Endommagements mécaniques
 Korrosions- und Elektrolyseschäden — Dommages dus à la corrosion et à l'électrolyse
 Montierungsfehler — Erreurs de montage
 Blitz- und Starkstromschäden — Dégâts provoqués par la foudre ou le courant fort
 Ermüdungsschäden — Dommages dus à la fatigue
 Schäden durch Nagetiere — Dégâts causés par des rongeurs
 Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler — Défauts de fabrication, de matériel et de construction
 Andere Ursachen — Autres causes
 Unbekannte Ursachen — Causes inconnues
 1980: Total 7584 Fehler — 7584 défauts au total
 1986: Total 7251 Fehler — 7251 défauts au total
 1992: Total 8134 Fehler — 8134 défauts au total

Tabelle I. Fehleranzeige
Tableau I. Indication des défauts

Fehleranzeige durch: Indication du défaut par:	Fern- und Regional- kabel (FK/RK) Câbles interurbains et régionaux (CI/CR)		Teilnehmerkabel (TK) Câbles d'abonnés (CA)		Total	
	Durchschnitt Anzahl Fehler/Jahr Défauts/an en moyenne	in % en %	Durchschnitt Anzahl Fehler/Jahr Défauts/an en moyenne	in % en %	Durchschnitt Anzahl Fehler/Jahr Défauts/an en moyenne	in % en %
Betriebsstörung Dérangement	111	36,91	4272	56,18	4383	55,45
Meldung von Schadenstellen Annonce du lieu d'endommagement	69	22,89	1512	19,88	1581	20,00
Kontrollmessung LTN Mesure de contrôle par la Division des réseaux de lignes	52	17,25	1713	22,53	1765	22,33
Kontrollmessung V + U Mesure de contrôle par la Division de la commutation et de la transmission	23	7,60	94	1,25	117	1,48
Automatische Messeinrichtung Installation de mesures automatiques	46	15,35	13	0,16	59	0,74
Gesamttotal Total général	301	100	7604	100	7905	100

mit automatischen Isolationsmesseinrichtungen dauernd überwacht. Die Anschlusskabelnetze werden periodisch auf ihre Isolation gemessen. Aus *Tabelle I* ist ersichtlich, woher die Störungen gemeldet wurden und welche Netzebenen sie betreffen.

Bei den Fern- und Regionalkabeln werden rund 40 % aller Fehler anlässlich von Kontrollmessungen festgestellt, bei den Teilnehmerkabeln sind es etwa 25 %.

Als zu hoch wird der Prozentsatz der aufgrund von Betriebsstörungen gemeldeten Fehler erachtet. Liegt er im Fern- und Regionalnetz mit 37 % verhältnismässig hoch, so übersteigt er im Anschlussnetz die Hälfte aller gemeldeten Fehler und beträgt 56 %. Mit vermehrten Kontrollmessungen könnten diese Prozentsätze sicher vermindert werden. 20 % der Fehler werden direkt von der Schadenstelle gemeldet. Dieser Prozentsatz war fast konstant, tendenziell aber eher abnehmend.

5 Ursachen der Kabelstörungen

Über die Ursachen der Kabelstörungen geben *Tabelle II*, *Figur 3* und folgende Ausführungen nähere Auskünfte.

5.1 Mechanische Beschädigungen

Der Anteil der mechanischen Beschädigungen an der gesamten Fehlerzahl beträgt im Mittel 28,4 % oder 2244 Fehler jährlich.

Die höchste Zahl mechanischer Beschädigungen wurde im Jahr 1973 mit 3224 Fehlern registriert. 1981 wurden noch 2722 Fehler gemeldet, die bis 1992 kontinuierlich

3 *Développement du réseau de câbles et du nombre de défauts au cours des années de 1980 à 1992*

Le nombre de défauts par année à lui seul n'est pas significatif. Par contre, la fréquence des défauts, c'est-à-dire le nombre de défauts par année *et* par 100 km de câble, tient compte de l'étendue des installations. Pour la plupart des genres de défaut, c'est donc une relation utile. La *figure 1* montre le rapport entre le développement du réseau câblé en cuivre et les défauts de câbles annoncés. La longueur totale des câbles du réseau d'abonnés a augmenté à peu près linéairement de 3,41 % par année, c'est-à-dire qu'elle a passé de 87 211 km en 1980 à 122 993 km à fin 1992. Cela représente une augmentation de 35 722 km ou 41 %.

A l'inverse de la croissance presque linéaire du réseau de raccordement, le nombre des défauts annoncés s'écarte de plus 725 en 1983 et de moins 630 en 1986 de la moyenne annuelle de 7600. Depuis 1989 avec 7399 défauts annoncés, la tendance est à la hausse et à fin 1992 on comptait 7883 défauts reconnus.

En ce qui concerne le réseau interurbain et régional en cuivre, on a observé une croissance modérée jusqu'en 1986, puis, suite à l'introduction des câbles à fibres optiques, on a constaté une diminution des défauts. La longueur totale des câbles était de 18 250 km en 1980. Elle a augmenté ensuite de 0,74 % par année pour atteindre 19 200 km à la fin de 1986. Avec la numérisation croissante des réseaux de ce niveau, la longueur des anciens câbles en cuivre a diminué de 0,55 % en moyenne pour

Tabelle II. Ursachen der Kabelstörungen
Tableau II. Causes des défauts

Fehlerart — Genre de défauts	1980		1986		1992	
	Absolut — Valeur absolue	je 100 km par 100 km	Absolut — Valeur absolue	je 100 km par 100 km	Absolut — Valeur absolue	je 100 km par 100 km
Mechanische Beschädigungen — Endommagements mécaniques	2460	2,33	2145	1,75	1962	1,40
Korrosions- und Elektrolyseschäden — Dommages dus à la corrosion l'électrolyse	2458	2,33	2148	1,75	2055	1,47
Montierungsfehler — Erreurs de montage	813	0,77	752	0,61	1121	0,80
Blitzschäden — Dégâts provoqués par la foudre	266	0,25	428	0,35	344	0,25
Starkstromschäden — Dégâts provoqués par le courant fort	25	0,02	9	0,01	4	0,003
Ermüdungsfehler — Dommages dus à la fatigue	389	0,37	689	0,56	944	0,67
Naturereignisse — Dommages dus aux éléments naturels	74	0,07	86	0,07	80	0,06
Schäden durch Nagetiere — Dégâts causés par des rongeurs	114	0,11	100	0,08	123	0,09
Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler — Défauts de fabrication, de matériel et de construction	337	0,32	245	0,20	401	0,29
Andere Ursachen — Autres causes	422	0,40	459	0,37	788	0,56
Unbekannte Ursachen — Causes inconnues	226	0,21	190	0,16	312	0,22
Total	7584	7,19	7251	5,91	8134	5,81

auf 1962 Fehler abnahmen. Die Fehlerhäufigkeit betrug im Jahre 1972 4,2 Fehler je 100 km, nahm seither mehr oder weniger stetig ab und erreichte 1992 mit 1,4 Fehlern auf 100 km ihren tiefsten Wert (Fig. 4). Die Hauptverursacher der mechanischen Beschädigungen sind nach wie vor die Erdbaumaschinen, während die Fehlerhäufigkeit bei den Gruppen «Handwerkzeuge» und «andere mechanische Einflüsse» mit durchschnittlich 0,23 bzw. 0,16 Fehler je 100 km nahezu konstant ist.

Die erfreuliche Tatsache des doch beachtlichen Rückgangs der Fehler durch mechanische Beschädigungen trotz stetigen Wachstums der Kabelnetze und starker Bautätigkeit kann nicht eindeutig begründet werden. Folgende Fakten haben einen Einfluss auf den Fehlerückgang gehabt:

- Seit zwei bis drei Jahrzehnten werden Querfeldein-Trassees in bebaubaren und landwirtschaftlich nutzbaren Gebieten möglichst vermieden.
- Es werden sicherere, dafür vielleicht etwas teurere Trassen, entlang oder in Feld- und Radwegen sowie Strassen gebaut, die vielfach noch einbetoniert sind.
- Gute bis sehr gute Pläne mit genau eingemessenen Kabel-Trassees sind heute grösstenteils vorhanden.
- Der Druck der Versicherungen auf die Bauunternehmungen, mit dem Bonus-Malus-System bei den Prämien, hat nun in der Betrachtungsperiode ihre Wirkung gezeigt.

erreichte 17 044 km à la fin de 1992. Le nombre des défauts annoncés est assez stable, avec toutefois une tendance à la baisse. Il est en moyenne de 300 par année.

La figure 2 montre le nombre de défauts par 100 km de câble. Pour les câbles d'abonnés, la fréquence des défauts était encore de 8,07 par 100 km pour la première moitié de la période d'observation et de 5,9 pour la seconde moitié. De 1980 à fin 1992, on compte en moyenne 6,46 défauts par 100 km dans le réseau d'abonnés, alors que dans les réseaux interurbain et régional, le nombre des défauts était en moyenne de 1,6 par 100 km de câble.

Vu que le nombre des défauts est resté pratiquement constant de 1986 à 1992, tandis que la longueur totale des câbles a augmenté de 14 %, la fréquence des défauts (défauts/100km) a diminué considérablement. Avec la même fréquence de défauts que la moyenne déterminée depuis 1986 (6,62 défauts/100 km), le nombre de défauts pour 1992 eut été de 2600.

4 Annonce des défauts

Une tâche très importante du service des mesures et des dérangements des Directions des télécommunications est de localiser et de réparer les défauts de câbles avant que l'exploitation ne soit perturbée. Tous les câbles interurbains et régionaux ainsi que les grands câ-

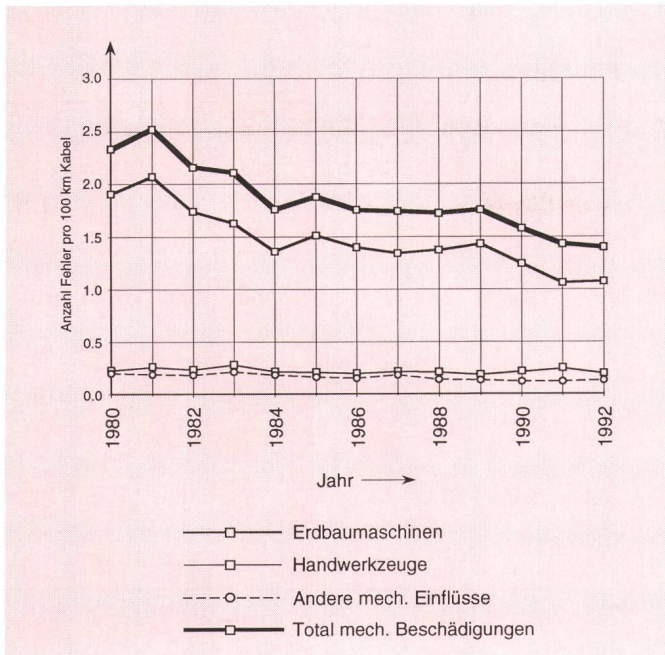


Fig. 4 Mechanische Beschädigung je 100 km Kabel — Endommagements mécaniques par 100 km
 Anzahl Fehler pro 100 km Kabel — Nombre de défauts par 100 km de câble
 Jahr — Année
 Erdbaumaschinen — Excavatrices
 Handwerkzeuge — Outillage
 Andere mechanische Einflüsse — Autres influences mécaniques
 Total mechanische Beschädigungen — Total des endommagements mécaniques

– Die Bauunternehmungen legen sehr grossen Wert auf eine gute Ausbildung ihrer Baumaschinenführer. Das war früher nicht immer der Fall.

52 Korrosions- und Elektrolysefehler

Der Anteil der Korrosions- und Elektrolysefehler an der gesamten Fehlerzahl beträgt im Mittel 30,3 % und ist somit der grösste prozentuale Anteil der unterschiedlichen Ursachengruppen.

Mitte der sechziger Jahre wurden neue Korrosionsschutzmassnahmen eingeführt. Nebst feuerverzinkten Kabelkanälen, die einen besseren kathodischen Schutz gewährleisten, wurde bei den mit Blei ummantelten Kabeln ein verschweisstes Polycellulband eingebaut (im Fachjargon auch «Vögtli-Schutz» genannt), in der Hoffnung, dass sich dieser Schutz günstig auf die Bleimantelkorrosion auswirken würde.

Wie aus *Tabelle III* ersichtlich ist, hat sich diese Schutzmassnahme vorzüglich bewährt. Von 1980 bis 1992 entfallen im Durchschnitt nur 35 Fehler oder 1,46 % auf Kabel mit Vögtli-Schutz, gegenüber 2230 Fehler oder 93,11 % auf Kabel ohne dieses Schutzband. Das heisst auch, dass fast sämtliche aufgetretenen Korrosionsschäden auf alte Kabel mit Baujahr vor 1962 zurückzuführen sind.

Dies belegt auch *Figur 5*, wenn man das Kabelalter beim Auftreten des Fehlers berücksichtigt. Betrachtet man zum Beispiel das Kabelalter beim Auftreten von 50 % aller gemeldeten Korrosionsfehler im Jahr 1980, so betrug

bles de raccordement d'abonnés sont surveillés en permanence par des équipements de mesure d'isolement. La résistance d'isolement des câbles dans les réseaux de raccordement est également vérifiée périodiquement. Le *tableau I* indique la provenance des dérangements et quels niveaux de réseaux étaient concernés.

Pour les câbles interurbains et régionaux, 40 % des défauts ont été constatés lors des mesures de contrôle. Cette valeur est d'environ 25 % pour les câbles d'abonnés.

Le pourcentage des défauts annoncés à la suite de dérangements d'exploitation est considéré comme trop élevé. Si les 37 % concernant les réseaux interurbain et régional sont déjà relativement élevés, avec 56 % dans le réseau de raccordement, ce pourcentage est supérieur à la moitié de tous les défauts annoncés. Ces rapports pourraient sûrement être réduits en augmentant les mesures de contrôle. En effet, 20 % des défauts sont annoncés directement depuis le lieu de dérangements. Ce pourcentage est presque resté constant, en marquant toutefois une légère tendance à la baisse.

5 Causes des dérangements de câbles

Le *tableau II*, la *figure 3* ainsi que les explications qui suivent renseignent de manière plus détaillée sur les causes des dérangements de câbles.

51 Endommagements mécaniques

La part des endommagements mécaniques par rapport au nombre total des défauts est de 28,4 % en moyenne, soit de 2244 défauts par année.

Le plus grand nombre d'endommagements mécaniques a été enregistré en 1973 avec 3224 défauts. En 1981, on annonçait encore 2722 défauts. Ce nombre a diminué continuellement pour s'établir à 1962 en 1992. La fréquence qui était alors de 4,2 défauts par 100 km a dimi-

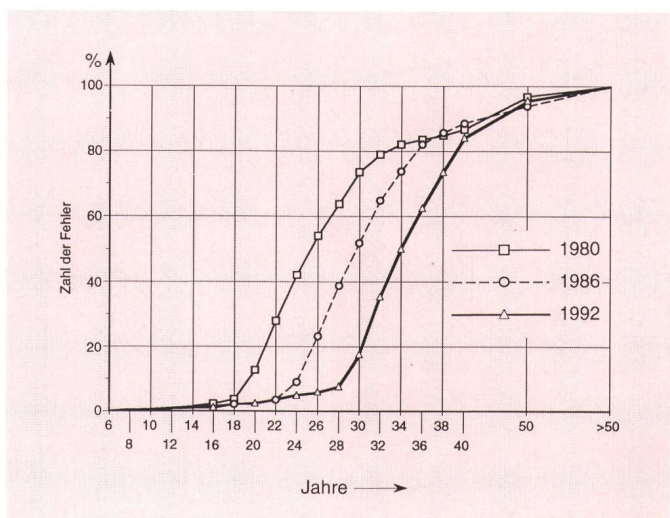


Fig. 5 Korrosionsfehler, bezogen auf die Betriebsdauer der betroffenen Anlagen — Défauts dus à la corrosion par rapport à la durée de service de l'installation
 Zahl der Fehler — Nombre de défauts
 Jahre — Années

Tabelle III. Anzahl Fehler bei Korrosions- und Elektrolyseschäden
 Tableau III. Nombre des dommages dus à la corrosion et l'électrolyse

Fehlerursache Cause de défaut	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Bleimantelkorrosion ohne Vögtli-Schutz Corrosion des gaines de plomb sans protection Vögtli	2245	2583	2508	2967	2602	2295	2012	2007	1997	2095	1948	1801	1924
Bleimantelkorrosion mit Vögtli-Schutz Corrosion des gaines de plomb avec protection Vögtli	14	24	37	23	22	27	28	31	53	41	55	69	36
Korrosion mit unbekannter Ursache Cause de la corrosion inconnue	171	146	191	164	124	94	90	76	97	58	84	109	93
Elektrolysefehler Défauts dus à l'électrolyse	25	9	10	7	8	9	18	27	36	17	15	13	2
Total	2458	2762	2746	3161	2756	2425	2148	2141	2183	2211	2102	1992	2055

dieses rund 25 Jahre und im Jahre 1992 bereits 34 Jahre. Beide Jahrszahlen weisen in etwa auf die Einführung der erwähnten Schutzmassnahme hin.

Eine weitere Schutzmassnahme, die zu einer praktisch stetigen Abnahme der Bleimantel-Korrosionsschäden trotz wachsendem Kabelnetz beitrug, ist die Ummantelung des Bleis mit Kunststoff (Fig. 6). Betrug der Anteil der kunststoffummantelten Kabel 1980 noch bescheidene 4 %, so stieg dieser kontinuierlich bis 1992 auf fast 30 % an. Von etwa 1994 an werden überhaupt keine Kabel mit Blei- oder anderem Metallmantel mehr fabriziert. Das bedeutet, dass bei den neuen Kabeltypen keine Korrosionen mehr auftreten können.

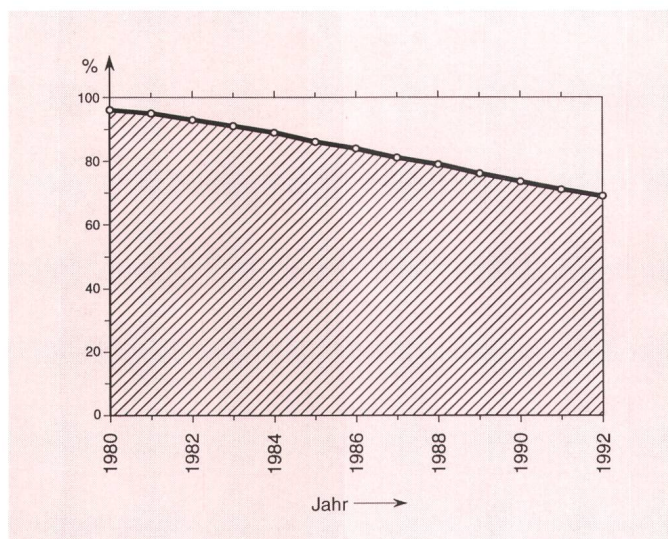


Fig. 6 Anteil Kabel mit Blei- und Kunststoffmantel – Pourcentage des câbles à gaine métallique et en matière synthétique

Jahr – Année

▨ Kabel mit Metallmantel – Câbles à gaine métallique

□ Kabel mit Kunststoffmantel – Câbles à gaine en matière synthétique

nué plus ou moins constamment pour atteindre sa valeur plus basse de 1,4 défaut par 100 km en 1992 (fig. 4). Les causes principales des endommagements mécaniques sont toujours dues aux pelles mécaniques, alors que la fréquence des défauts dans les groupes «outillage» et «autres incidences mécaniques» reste pratiquement constante à des valeurs de 0,23, respectivement 0,16 défaut par 100 km en moyenne.

Il est difficile d'expliquer de manière claire la diminution réjouissante des défauts par endommagement mécanique, malgré l'extension constante des réseaux câblés et une forte activité de construction. Les points suivants ont certainement une influence:

- Depuis deux à trois décennies on évite autant que possible les tracés coupant à travers champs dans les régions habitables et cultivables.
- On construit des tracés plus sûrs, même s'ils sont peut-être un peu plus chers, le long des chemins, des pistes cyclables ou des routes, voire dans ces ouvrages, en prévoyant encore le plus souvent un enrobage de béton.
- Aujourd'hui, on dispose dans la plupart des cas de bons à très bons plans sur lesquels les tracés sont reportés avec des cotes précises.
- La pression exercée sur les entreprises de construction par les sociétés d'assurance avec leur système de primes bonus/malus a produit ses effets au cours de la période de relevés considérée.
- Actuellement, les entreprises de construction attachent une grande importance à la formation des conducteurs de machines de chantier, ce qui n'était pas toujours le cas auparavant.

52 Dommages dus à la corrosion et à l'électrolyse

La part des dommages dus à la corrosion et à l'électrolyse par rapport au nombre total des défauts est de 30,3 % en moyenne et représente donc le plus grand pourcentage des groupes de causes pris en considération.

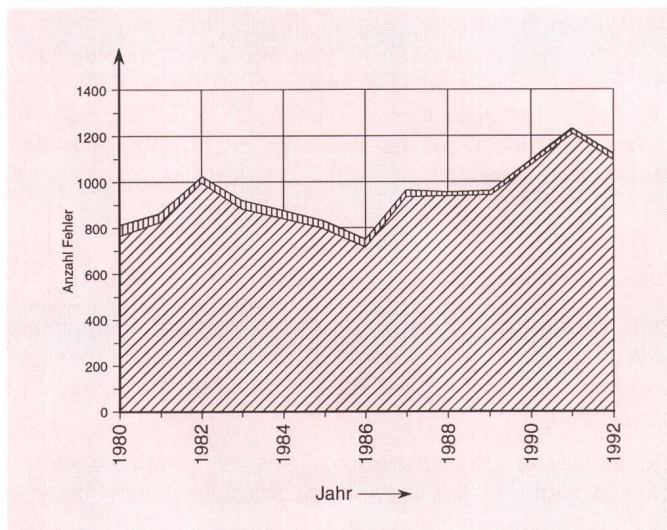


Fig. 7 Montierungsfehler in den verschiedenen Netzebenen — Erreure de montage aux plans de réseaux différents

Anzahl Fehler — Nombre de défauts
Jahr — Année

▨ Montierungsfehler von Teilnehmerkabeln — Erreurs de montage des câbles d'abonnés
▧ Montierungsfehler von Fern- und Regionalkabeln — Erreurs de montage des câbles interurbains et régionaux

Gemäss Tabelle III nehmen die Elektrolysefehler einen verschwindend kleinen Platz ein. Deren Zahl betrug im Mittel 15 Fehler je Jahr oder 0,63 % aller Korrosions- und Elektrolysefehler, was ebenfalls bedeutet, dass die getroffenen Schutzmassnahmen richtig sind.

53 Montierungsfehler

Der Anteil der Montierungsfehler an der gesamten Fehlerzahl beträgt im Mittel 12,1 %, das entspricht 0,78 Fehler je 100 km der gesamten Kabellängen im Kupferkabelnetz.

Der Anteil von Montierungsfehlern im Fern- und Regionalnetz zur Gesamtzahl aller Montierungsfehler beträgt nur 3 %, was daraus schliessen lässt, dass in diesen beiden Netzebenen sehr sorgfältig gearbeitet wird (Fig. 7).

Folgende durchschnittliche Prozentanteile geben Auskunft über die Art der Montierungsfehler (Fig. 8):

- 17,30 % an Kabeln
- 63,10 % an Spleissungen
- 18,45 % an Endverschlüssen
- 1,15 % andere

Betrachtet man den Verlauf der Zahl von Montierungsfehlern an Spleissungen, so stellt man fest, dass von 1980 bis 1982 die Zahl der Fehler um 176 auf 652 zunahm. Von 1983 bis 1989 pendelte die Zahl um das Mittel von 560 Fehlern je Jahr, stieg dann aber rasch um jährlich 100 Fehler auf die höchste Zahl von 807 Fehlern im Jahre 1991.

Die Fehlerzahl gibt jedoch noch keinen Massstab über die Güte der geleisteten Arbeit je Monteur, denn in einer Spleissung von z. B. mehreren hundert Doppeladern kann unter Umständen nur eine oder ein paar wenige Doppeladern betroffen sein, das gleiche gilt auch für die

Au milieu des années 1960, de nouvelles mesures contre la corrosion ont été introduites. A part des caniveaux en fer zingués au feu, qui offrent une meilleure protection cathodique, un ruban de Polycellux soudé (nommé protection «Vögtli» dans le jargon des spécialistes), a été intégré dans les câbles à gaine de plomb, dans l'espoir que cette protection ait une influence positive sur la corrosion.

Comme le montre à l'évidence le tableau III, cette mesure de protection a parfaitement fait ses preuves. De 1980 à 1992, seuls 35 défauts ou 1,46 % en moyenne sont à mettre en compte aux câbles avec protection Vögtli, alors que 2230 défauts, soit 93,11 %, touchent des câbles sans ce ruban. Presque tous les dommages dus à la corrosion doivent donc être attribués aux anciens câbles construits avant 1962.

Cela est confirmé par la figure 5, si l'on tient compte de l'âge des câbles au moment de l'apparition des défauts. L'âge des câbles à l'apparition de 50 % de tous les dégâts dus à la corrosion, était de 25 ans en 1980, et avait passé à 34 ans en 1992. Ces deux chiffres indiquent à peu près l'année d'introduction de cette mesure de protection.

Une autre mesure de protection qui a contribué à la diminution pratiquement constante des dommages dus à la corrosion des gaines de plomb — bien que le réseau des câbles n'ait cessé de s'étendre — est l'enrobage du plomb avec une gaine en matière synthétique (fig. 6). Si la part des câbles à gaine en matière synthétique était de 4 % seulement en 1980, elle atteignait presque 30 % en 1992. A partir de 1994, la fabrication de câbles en gaine de plomb ou d'autres métaux sera totalement suspendue, ce qui veut dire qu'il n'y aura plus de corrosion avec les nouveaux types de câbles.

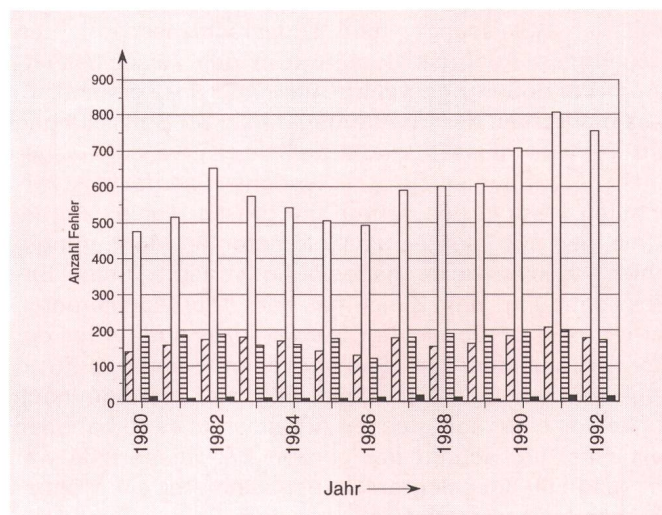


Fig. 8 Montierungsfehler der verschiedenen Elemente — Erreurs de montage des différents éléments

Anzahl Fehler — Nombre de défauts

▨ Montierungsfehler an Kabeln — Erreurs de montage aux câbles
□ Montierungsfehler an Spleissungen — Erreurs de montage aux épissures
▧ Montierungsfehler an Endverschlüssen — Erreurs de montage aux têtes de câbles
■ Andere Montierungsfehler — Autres erreurs de montage

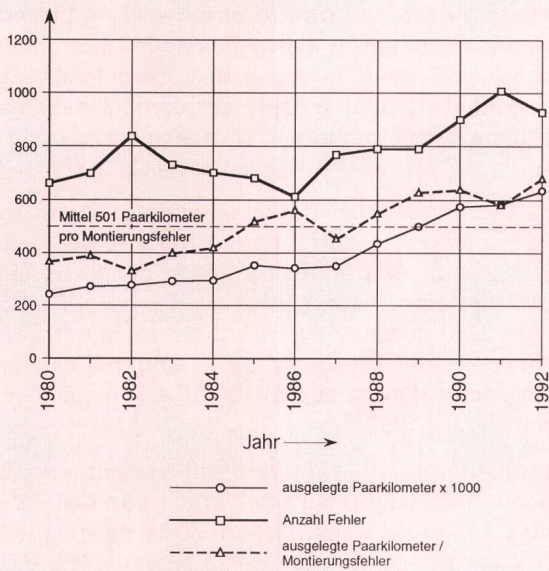


Fig. 9 Verhältnis ausgelegter Paarkilometer zu Montierungsfehlern an Spliceungen und Endverschlüssen im Teilnehmerkabelnetz — Rapport des paires de conducteurs-km posées au nombre d'erreurs de montage des épissures et des têtes de câbles au réseau de raccordement

Mittel: 501 Paarkilometer pro Montierungsfehler — Moyenne: 501 paires de conducteurs-km par erreur de montage
 Ausgelegte Paarkilometer x 1000 — Paires de conducteurs-km posés x 1000
 Anzahl Fehler — Nombre de défauts
 Ausgelegte Paarkilometer pro Montierungsfehler — Paires de conducteurs-km par erreur de montage

Endverschlüsse. Es wurden deshalb die Montierungsfehler an Spliceungen und Endverschlüssen mit den ausgelegten Aderpaarkilometern in den Anschlussnetzen in Verbindung gebracht. Aus Fig. 9 ist ersichtlich, dass die Kurven der Montierungsfehler an Spliceungen und Endverschlüssen tendenziell der Kurve der ausgelegten Aderpaarkilometer entspricht. Ebenfalls ist ersichtlich, dass in den Jahren mit grosser Fehlerzahl die Kurve der ausgelegten Paarkilometer je Montierungsfehler logischerweise gegenläufig verläuft, unter Berücksichtigung der Zunahme der Aderpaarkilometer. Ferner muss berücksichtigt werden, dass nur ein Teil der Montierungsfehler im Baujahr einer Anlage auftritt. Auch können während einer Rezessionsperiode noch Fehler aus einer Zeit grossen Arbeitsanfalles zu beheben sein. Im Durchschnitt der ganzen Berichtsperiode war auf rund 500 ausgelegte Aderpaarkilometer ein Montierungsfehler zu verzeichnen, was zum Beispiel einer Kabelanlage mit einem Kabel von 100 Doppeladern und einer Länge von 5 km entspricht. Für ein solches oder grösseres Kabel wird in der Regel etwa alle 200 m eine Spliceung vorgesehen, dies würde bedeuten, dass auf rund 5000 ausgeführte Spliceverbindungen (in Spliceung oder Endverschluss) ein Montierungsfehler zu erwarten wäre. In Wirklichkeit liegt dieser Wert aber bedeutend höher, denn wie eine vor ein paar Jahren durchgeführte Studie zeigt, befindet sich im Anschlussnetz durchschnittlich alle 50 m eine Spliceung. Wenn man

Comme le montre le tableau III, les dommages dus à l'électrolyse constituent une très petite part des défauts. En moyenne, il y avait 15 défauts par année ou 0,63 % de tous les dommages dus à la corrosion et à l'électrolyse, ce qui démontre que les mesures de protection prises étaient correctes.

53 Erreurs de montage

La part des erreurs de montage par rapport au nombre global des défauts s'élève à 12,1 % en moyenne, correspondant à 0,78 erreur par 100 km de câble du réseau câblé en cuivre.

La part des erreurs de montage dans les réseaux interurbain et régional par rapport au nombre global des erreurs de montage s'élève à 3 % seulement, ce qui permet de conclure que l'on travaille très soigneusement dans les réseaux de ces niveaux (fig. 7).

Les pourcentages moyens suivants renseignent sur le genre des erreurs de montage (fig. 8):

- 17,30 % aux câbles
- 63,10 % aux épissures
- 18,45 % aux têtes de câbles
- 1,15 % pour d'autres raisons.

En considérant le développement du nombre des erreurs de montage aux épissures, on doit constater qu'entre 1980 et 1982 il a augmenté de 176 à 652. De 1983 à 1989 le nombre oscillait autour de la moyenne de 560 défauts par année pour augmenter rapidement de 100 erreurs par année à la valeur maximale de 807 erreurs en 1991.

Le nombre d'erreurs n'est toutefois pas un critère de la qualité du travail fourni par les monteurs, puisque dans

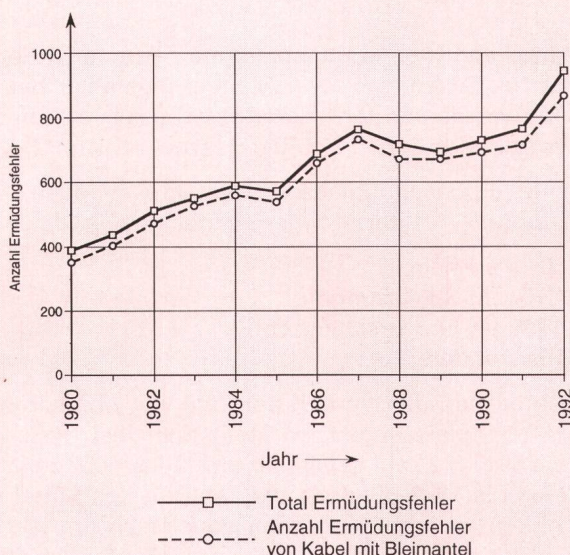


Fig. 10 Ermüdungsfehler — Dommages dus à la fatigue
 Anzahl Ermüdungsfehler — Nombre de dommages dus à la fatigue
 Total Ermüdungsfehler — Total des dommages dus à la fatigue
 Anzahl Ermüdungsfehler von Kabeln mit Bleimantel — Nombre de dommages dus à la fatigue des câbles à gaine de plomb

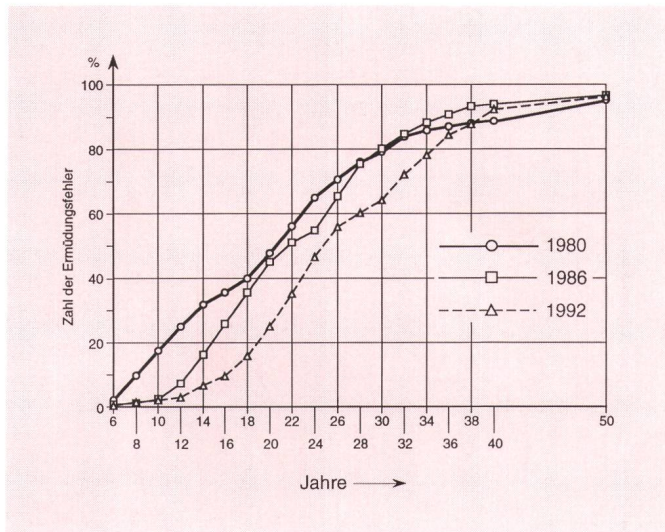


Fig. 11 Ermüdungsfehler an Kabelanlagen bezogen auf deren Betriebsdauer — Dommages dus à la fatigue par rapport à la durée de service des installations

Zahl der Ermüdungsfehler — Nombre de dommages dus à la fatigue
 Jahre — Années

nun aus dem ganzen Kabelsortiment, das die Telecom PTT verwendet, also vom Kabel 2×2 bis 2400×2 , ein Kabel mit 30 Doppeladern als Mittel annimmt, ergäbe dies 6000 Spleissverbindungen auf einen Montierungsfehler.

54 Ermüdungsfehler

Der Anteil der Ermüdungsfehler an der gesamten Fehlerzahl beträgt im Durchschnitt 8,12 % oder 642 Fehler je Jahr. Davon entfallen im Durchschnitt 605 Fehler oder beinahe 95 % auf Ermüdungsschäden von Kabeln mit Bleimantel (Fig. 10). Die Schäden durch Bruch des Kabelmantels, verursacht durch Vibrationen, sind von 1980 bis 1992 um etwa das 2,5fache, von 389 auf 944 Fehler, gestiegen.

Figur 11 zeigt jedoch, dass beim Auftreten von 50 % der Ermüdungsschäden das Kabelalter stetig zunimmt. Betrug das Alter der Anlagen im Jahre 1980 noch gut 20 Jahre, so betrug das Alter der entsprechenden Anlagen 1992 bereits 25 Jahre. Daraus kann geschlossen werden, dass einerseits Ermüdungsschäden an Kabelanlagen auftreten, die mehrheitlich vor 1970 gebaut wurden, und andererseits die in den vergangenen Jahren gewählten Befestigungsarten für Muffen und Kabel sich bewähren.

55 Blitzschäden

Der Anteil der Blitzschäden an der gesamten Fehlerzahl beträgt im Durchschnitt 4,52 % oder 0,3 Fehler je 100 km Kabellänge (Fig. 12). Betrachtet man die letzten 4 Jahre (1989–1992) im Mittel und je Telecom-Direktion (Fig. 13a und 13b) stellt man eindeutig fest, dass auf dem Gebiet der TD Bellinzona weitaus am meisten Fehler durch Blitzschäden registriert wurden, nämlich 86 oder 27 %, gefolgt von Rapperswil mit 40 (12,5 %) und Chur mit 24 (7,7 %). Bei neun Direktionen liegt die Zahl der Fehler zwischen 10 und 20, und die restlichen fünf Direktionen

une épissure de plusieurs centaines de paires de conducteurs, par exemple, seule une paire est affectée ou un petit nombre d'entre elles; il en est de même pour les têtes de câbles. On a donc mis en relation les erreurs de montage aux épissures et aux têtes de câbles avec les paires de conducteurs-km posées dans les réseaux de raccordement. La figure 9 montre que la courbe des erreurs de montage et celle des paires de conducteurs-km posées suivent à peu près la même tendance. De même il ressort que, logiquement, en tenant compte de la croissance des paires de conducteurs-km, la courbe des paires de conducteurs-km par erreur de montage se développe réciproquement durant les années avec un grand nombre d'erreurs. De plus il faut tenir compte du fait qu'une partie seulement des erreurs de montage apparaissent au cours de l'année de construction d'une installation, et qu'il faut encore réparer, en période de récession, des défauts engendrés pendant une époque d'activité particulièrement intense. En moyenne, on a annoncé une erreur de montage pour environ 500 paires de conducteurs-km posées pour toute la période considérée; cela correspond, par exemple, à une installation de câble de 100 paires d'une longueur de 5 km. Compte tenu de la longueur moyenne de 200 m pour les sections de câble, on peut donc s'attendre à une erreur de montage sur environ 5000 connexions par épissure (épissure ou tête de câble). En réalité, cette valeur est considérablement plus élevée, vu qu'une étude accomplie il y a quelques années démontre qu'en moyenne il y a une épissure tous les 50 m dans le réseau de raccordement. Si l'on considère un câble à 30 paires comme étant la moyenne des capacités de l'assortiment des câbles de Télécom PTT qui s'étendent de 2×2 à 2400×2 conducteurs, cela donnerait une erreur de montage pour 6000 connexions d'épissure.

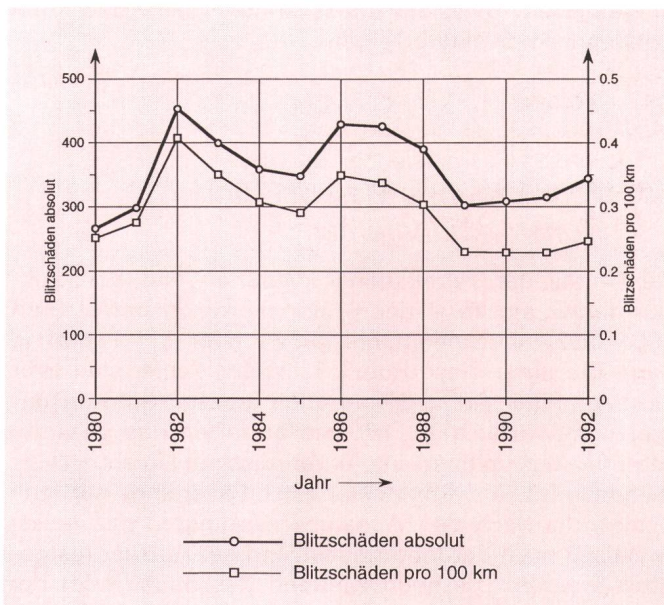


Fig. 12 Total der Blitzschäden und Blitzschäden je 100 km — Dégats provoqués par la foudre: nombre total et par 100 km

Blitzschäden absolut — Nombre absolu des dégats provoqués par la foudre
 Blitzschäden pro 100 km — Dégats provoqués par la foudre par 100 km
 Jahr — Année

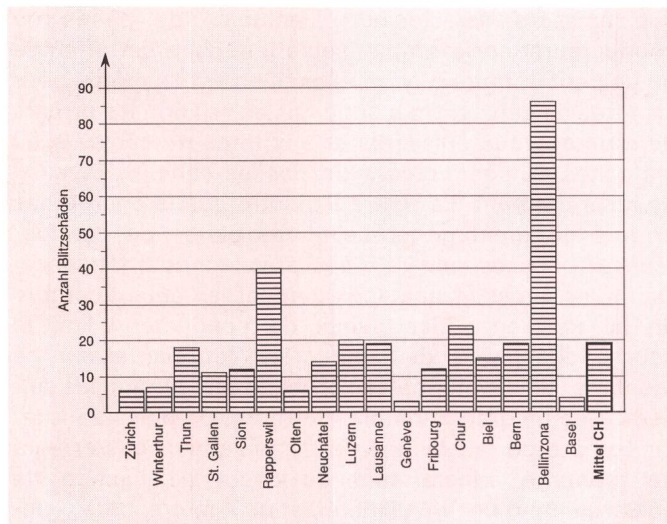


Fig. 13a *Blitzschäden je Telecom-Direktion — Dégâts provoqués par la foudre par Direction Télécom*
Anzahl Blitzschäden — Nombre de dégâts provoqués par la foudre
Mittel — Moyenne

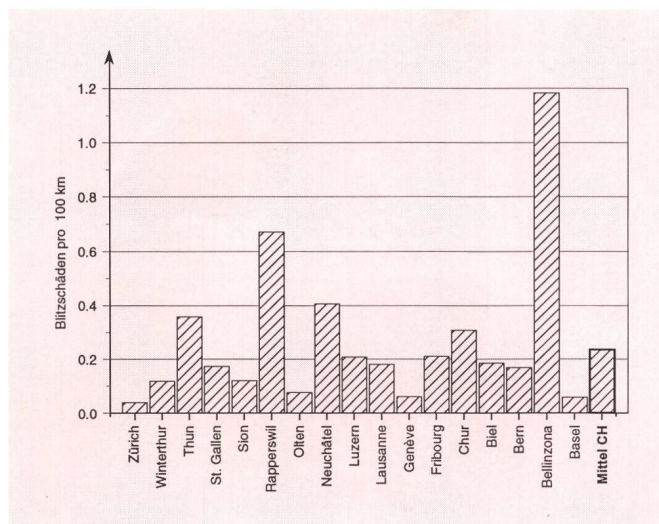


Fig. 13b *Blitzschäden auf 100 km je Telecom-Direktion — Dégâts provoqués par la foudre par 100 km par Direction des Télécom*
Blitzschäden pro 100 km — Nombre de dégâts provoqués par la foudre par 100 km
Mittel — Moyenne

weisen weniger als 10 Fehler aus. Dies entspricht der Blitzgefährdung der verschiedenen Regionen.

Figur 14 zeigt die Zahl der Blitzschäden bei Kabeln mit Blitzschutzarmatur, mit elektrisch durchverbundenen Kabelkanälen und defekten Überspannungsableitern. Aus Figur 15 ist das Kabelalter beim Auftreten von Blitzschäden ersichtlich. Man stellt fest, dass 1980 das Kabelalter beim Auftreten von 50 % der Schäden etwas mehr als 11 Jahre betrug. Das Kabelalter nahm dann ständig zu und erreichte 1992 beinahe 20 Jahre. Daraus kann abgeleitet werden, dass die in den siebziger Jahren eingeführten Blitzschutzmassnahmen sich bewähren und langsam Wirkung zeigen.

56 Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler

Der Anteil der Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler am Total der Fehler betrug in den Jahren 1980–1992 durchschnittlich 3,93 % oder 311 Fehler je Jahr. Die unter diese Rubrik fallenden Fehler sind sehr mannigfaltiger Art und sind auch grossen Schwankungen unterworfen (Fig. 16). Sie betreffen das gesamte Material, das im ober- und unterirdischen Linienbau verwendet wird. Als Kabelfehler zählen allerdings nur jene Fehler, die nach den Abnahmemessungen, das heisst praktisch nach der Inbetriebsetzung der Anlage, festgestellt werden. Die noch während des Baues oder der Montage festgestellten und behobenen Mängel zählen in der Statistik nicht, weil diese ein Bild der Betriebssicherheit der Anlagen geben soll. Die Kabelfehlerstatistik wird seit dem 1. Januar 1993 neu erfasst. Neu muss beim Auftreten eines Fabrikations-, Material- oder Konstruktionsfehlers zu Handen der Qualitätssicherung eine Untersuchung zur weitergehenden Abklärung der Fehlerursache angeordnet werden.

54 Dommages dus à la fatigue

La part des dommages dus à la fatigue par rapport au nombre global des défauts s'élève en moyenne à 8,12 % ou 642 erreurs par année. De ce nombre, 605 erreurs en moyenne ou presque 95 % affectent les câbles à gaine de plomb (fig. 10). De 1980 à 1992, on a observé environ 2,5 fois plus de dommages par rupture de la gaine des

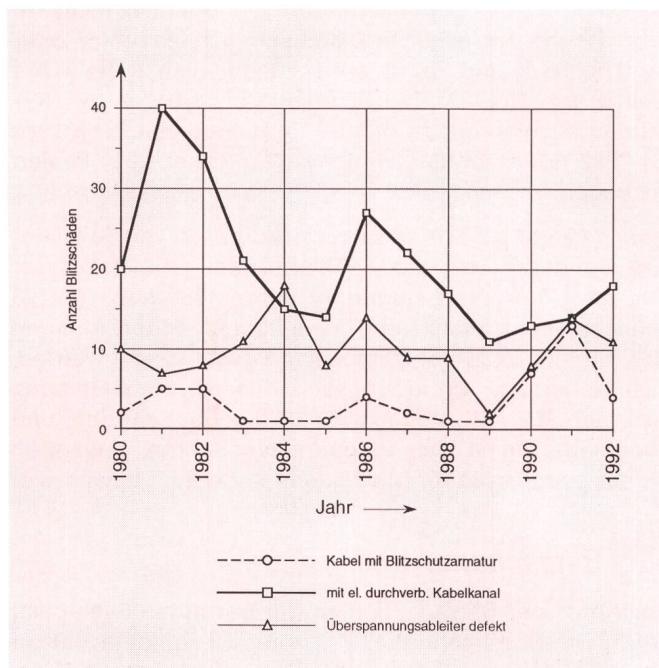


Fig. 14 *Verschiedene Blitzschäden bei Kabeln — Dégâts divers de câbles provoqués par la foudre*
Anzahl Blitzschäden — Nombre de dégâts provoqués par la foudre
Kabel mit Blitzschutzarmatur — Câble à armure parafoudre
Kabel mit elektrisch durchverbundenem Kabelkanal — Câble dans des caniveaux électriquement reliés
Überspannungsableiter defekt — Parasurtension défectueux

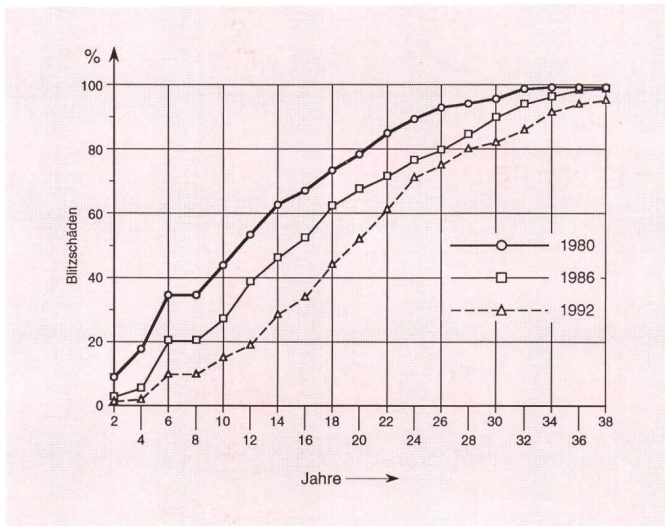


Fig. 15 Blitzschäden an Kabelanlagen bezogen auf deren Betriebsdauer — Dégats provoqués par la foudre par rapport à la durée de service des installations
Blitzschäden — Dégats provoqués par la foudre
Jahre — Années

57 Fehler, die auf andere oder unbekannte Ursachen zurückzuführen sind

Der Anteil anderer und unbekannter Fehlerursachen am Total der Mängel betrug in der Berichtsperiode durchschnittlich 9,6 % oder 758 Fehler je Jahr, dies ergibt eine Fehlerhäufigkeit von 0,62 Fehler je 100 km Kabellänge (Fig. 17). Diese doch verhältnismässig hohe Fehlerzahl in der sonst recht detaillierten Kabelfehlerstatistik kann

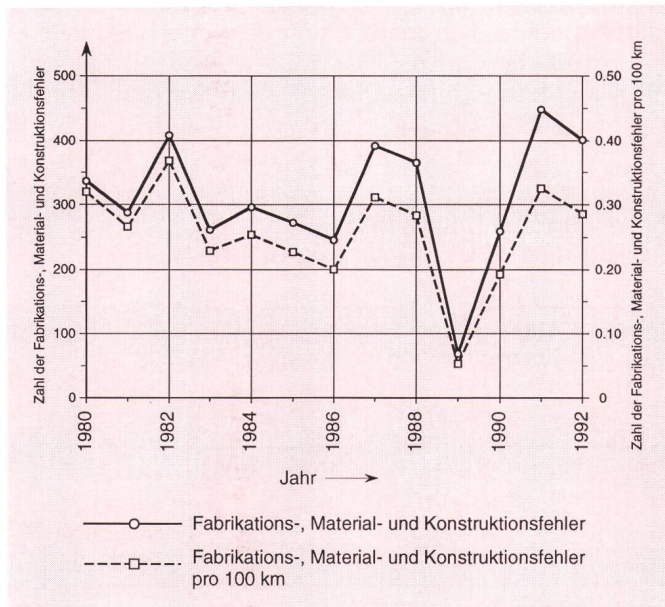


Fig. 16 Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler und deren Verteilung auf 100 km Kabellänge — Défauts de fabrication, de matériel et de construction, nombre absolu et par 100 km de câble
Zahl der Fabrikations-, Material- und Konstruktionsfehler — Nombre des défauts de fabrication, de matériel et de construction
Absolut — Valeur absolue
pro 100 km — par 100 km

câbles dues aux vibrations, ce qui correspond à une augmentation de 389 à 944 défauts environ.

Toutefois, comme le montre la figure 11, l'âge des câbles à l'apparition de 50 % des dommages dus à la fatigue augmente toujours. Si cet âge était encore de 20 ans en 1980, il a passé 25 ans en 1992 pour les installations correspondantes. De ceci, on peut conclure que, d'une part, les dommages dus à la fatigue apparaissent plutôt dans les installations construites avant 1970, et d'autre part que les méthodes de fixation des manchons et des câbles choisies les dernières années font leurs preuves.

55 Dégâts provoqués par la foudre

La part des dégâts provoqués par la foudre par rapport au nombre global des défauts s'élève en moyenne à 4,52 % ou 0,3 erreur par 100 km de câble (fig. 12). Si l'on examine la moyenne par Direction des télécommunications pendant les quatre dernières années (1989 à 1992, fig. 13a et 13b), on peut constater clairement que la plupart des dégâts étaient enregistrés sur le territoire de la Direction des télécommunications de Bellinzone, à savoir 86 défauts ou 27 %, suivi de Rapperswil avec 40 défauts (12,5 %) et de Coire avec 24 défauts (7,7 %). Pour neuf Directions le nombre d'erreurs se situait entre 10 et 20 et pour les cinq autres en dessous de 10. Cela correspond au degré d'exposition à la foudre des différentes régions.

La figure 14 illustre le nombre de défauts provoqués par la foudre pour les câbles à armure parafoudre, avec caniveaux de câbles reliés électriquement et parasurtensions défectueuses. De la figure 15 ressort l'âge des câ-

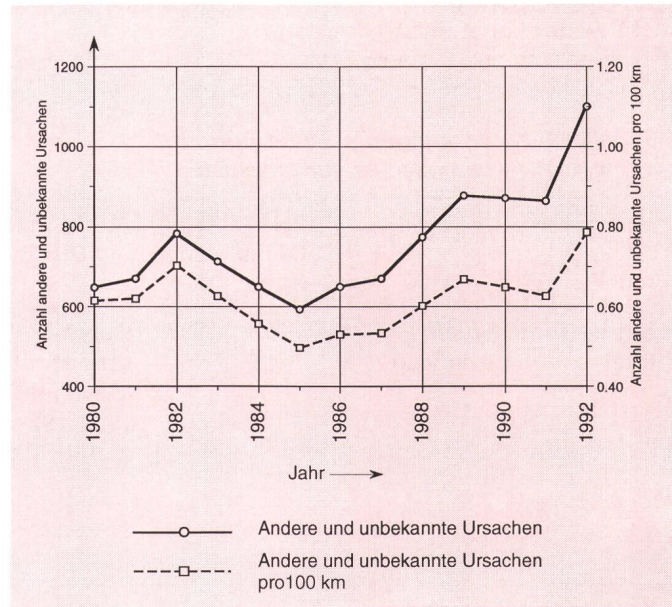


Fig. 17 Fehler, die auf andere oder unbekannte Ursachen zurückzuführen sind, absolut und auf 100 km Kabellänge — Défauts attribués à d'autres causes ou à des causes inconnues, valeur absolue et par 100 km
Anzahl andere und unbekannte Ursachen — Nombre d'autres causes et des causes inconnues
Absolut — Valeur absolue
pro 100 km — par 100 km

Tabelle IV. Andere Erhebungen aus der Kabelfehlerstatistik
Tableau IV. Autres résultats ressortant de la statistique des défauts de câble

Fehlerursache Cause de défaut	Durchschnitt je Jahr von 1980—1992 Moyenne par année de 1980 à 1992		
	Anzahl Fehler Nombre de défauts	%	Anzahl Fehler/100 km Nombre de défauts/100 km
Naturereignisse Catastrophes naturelles	97	1,23	0,080
Starkstromschäden Dégâts provoqués par le courant fort	16	0,20	0,014
Schäden durch Nagetiere Dégâts provoqués par les rongeurs	130	1,64	0,108

verschiedene Ursachen haben, es seien hier nur ein paar Stichworte erwähnt:

- Isolationsfehler, hervorgerufen durch feuchte Kabelendverschlüsse
- falsche Standortwahl der Kabelüberführungspunkte
- nicht mehr zugängliche Trassees
- Wegen sehr teuren Strassenbelagsreparaturen werden die Fehler nicht mehr behoben.

bles au moment de l'apparition des dégâts. On peut constater qu'en 1980 l'âge des câbles sur lesquels apparaissaient 50 % des dégâts était légèrement supérieur à 11 ans. Cette valeur a constamment augmenté pour atteindre presque 20 ans en 1992. Cela permet de conclure que les mesures de protection introduites dans les années 1970 font leurs preuves et montrent lentement leurs effets.

56 *Défauts de fabrication, de matériel et de construction*

De 1980 à 1992, la part des défauts de fabrication, de matériel et de construction par rapport au nombre global des défauts s'élevait à 3,93 % en moyenne ou 311 défauts par année. Les défauts indiqués dans cette rubrique sont très divers et leur nombre est sujet à de grandes variations (*fig. 16*). Ces défauts affectent tout le matériel utilisé à la construction de lignes aériennes et

58 *Andere Erhebungen aus der Kabelfehlerstatistik*

Es wurden noch weitere Auswertungen vorgenommen, die aber wegen der verhältnismässig kleinen Fehlerzahl hier nur in Tabellenform (*Tab. IV*) wiedergegeben und nicht weiter kommentiert werden.

Tabelle V. Auswirkungen auf den Betrieb
Tableau V. Répercussions sur le service

Betriebsunterbruch Interruption de service	Fehler (%) im FK/RK-Netz Défauts au réseau CI/CR en %			Fehler (%) aller Netzebenen Défauts de tous les niveaux de réseau en %					
	1980	1992	Durchschnitt Moyenne 1980—92	Anteil FK/RK Partie des CI/CR			Total Fehler Total des défauts		
				1980	1992	Durchschnitt Moyenne 1980—92	1980	1992	Durchschnitt Moyenne 1980—92
Kein Betriebsunterbruch Sans interruption	72,04	71,31	70,43	3,13	2,20	2,68	56,25	68,15	63,28
Betrieb nur teilweise unterbrochen Interruption partielle	16,41	14,74	16,13	0,71	0,45	0,61	15,70	12,81	13,57
Betrieb vollständig unterbrochen Interruption totale	11,55	17,94	13,44	0,80	0,43	0,51	28,05	19,04	23,20

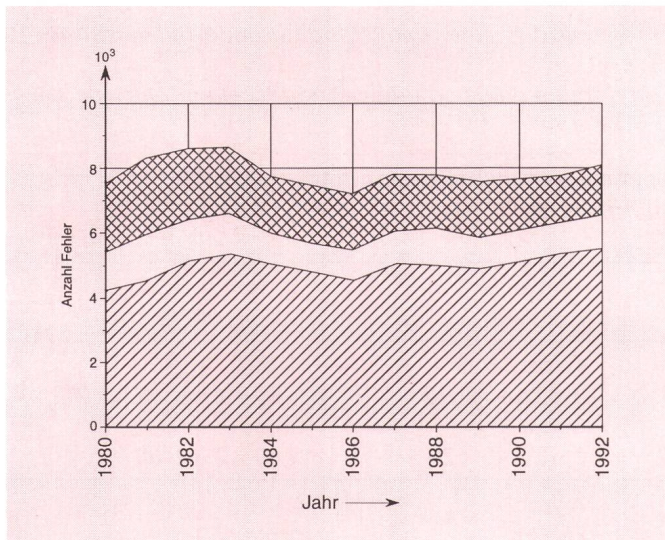


Fig. 18 Auswirkung sämtlicher Kabelfehler auf den Betrieb — Répercussions de tous les défauts de câbles sur l'exploitation

Anzahl Fehler — Nombre de défauts
Jahr — Année

- Kein Betriebsunterbruch — Pas d'interruption de service
- Betrieb nur teilweise unterbrochen — Interruption partielle de service
- Betrieb vollständig unterbrochen — Interruption totale de service

6 Auswirkungen der Kabelfehler auf den Betrieb

Man darf nicht etwa annehmen, dass jeder Kabelfehler Auswirkungen auf den Betrieb hätte. Wie der Tabelle V oder der Figur 18 entnommen werden kann, führten z. B. in der Fern- und Regionalkabelnetzebene in der Berichtsperiode (1980–1992) nur 13,44 % der Fehler zu einem vollständigen Betriebsunterbruch. Berücksichtigt man, dass in diesen Netzen die Zentralen in den meisten Fällen mit mehr als nur einem Kabel unter sich verbunden sind, so darf angenommen werden, dass Kabelstörungen im Fern- und Regionalnetz nur in verhältnismäßig wenigen Fällen einen vollständigen Verkehrszusammenbruch zur Folge haben. Ist das Netz 2000 mit Ringstrukturen einmal vollständig verwirklicht, dürften Kabelstörungen kaum mehr Einfluss auf die Verkehrssicherheit haben.

Betrachtet man die Fehler aller Netzebenen, so haben von der gesamten Fehlerzahl 1980 (7584 Fehler) noch 2127 Fehler oder 28,05 % zu einem vollständigen Betriebsunterbruch geführt. Im Jahre 1992 (8134 Fehler) dagegen führten noch 1549 Fehler oder 19,04 % zu einem vollständigen Unterbruch. Fast zwei Drittel (63,28 %) aller gemeldeten Fehler im Durchschnitt (1980–1992) hatten keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf den Betrieb.

7 Dauer des Betriebsunterbruches

Wie aus Figur 19 ersichtlich ist, wurden 1992 gesamtschweizerisch 50 % sämtlicher Fehler an Teilnehmerkabeln innerhalb von elf Stunden repariert. Mit etwas kürzeren Unterbruchszeiten von durchschnittlich acht Stunden können Abonnenten im Mittelland rechnen, wäh-

souerraines. Seuls comptent en tant que défauts de câbles ceux qui apparaissent après les mesures de recette, c'est-à-dire après la mise en service. Les défauts mis en évidence et réparés pendant la construction ou le montage n'entrent pas dans la statistique, qui doit fournir l'image de la sécurité d'exploitation des installations. Depuis le 1^{er} janvier 1993, une nouvelle méthode de recensement est appliquée pour la statistique: en cas de défaut de fabrication, de matériel ou de construction, il y a lieu de procéder à une enquête sur les causes du défaut à l'attention des organes de l'assurance de qualité.

57 Défauts attribués à d'autres causes ou à des causes inconnues

La part des défauts attribués à d'autres causes ou à des causes inconnues par rapport au nombre global des défauts s'élevait à 9,6 % en moyenne ou 758 défauts par année pendant la période de référence, ce qui correspond à une fréquence de 0,62 défaut par 100 km de câble (fig. 17). Ce nombre, qui est relativement élevé dans une statistique de défauts de câbles, même détaillée, peut résulter de causes variées, dont quelques-unes sont mentionnées ci-après:

- défauts d'isolement, causés par des têtes de câbles humides
- mauvais choix de l'emplacement des points de transition
- tracés devenus inaccessibles
- défauts, qui ne sont plus supprimés à cause des frais de réparation du revêtement des routes trop élevés.

58 Autres évaluations ressortant de la statistique des défauts de câbles

D'autres évaluations ont été effectuées qui, vu le petit nombre de défauts qu'elles concernent, font uniquement l'objet du tableau IV.

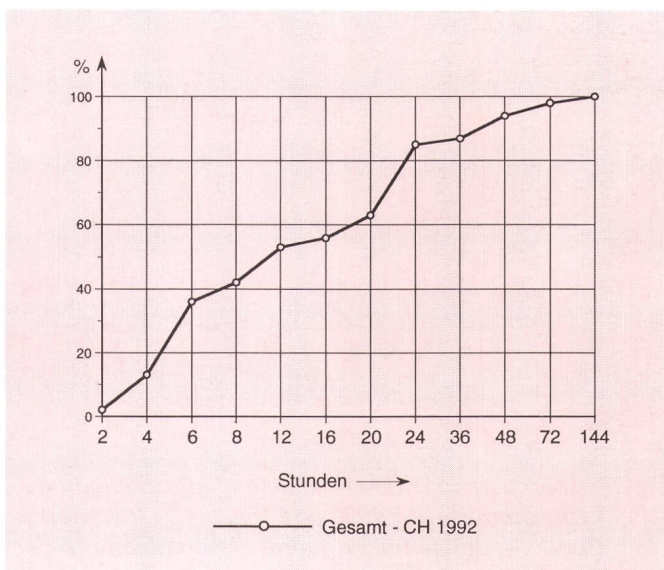


Fig. 19 Dauer des vollständigen Betriebsunterbruches an Teilnehmerkabeln 1992 — Durée de l'interruption totale de service des câbles d'abonnés en 1992

Stunden — Heures

Tabelle VI. Aderkapazitäten und Anzahl Fehler an Teilnehmerkabeln bei einem vollständigen und teilweisen Betriebsunterbruch in den Jahren 1980 und 1992

Tableau VI. Capacités en paires de conducteurs et nombre de défauts en cas d'interruption totale et partielle des câbles d'abonnés en 1980 et 1992

Aderkapazitäten und Anzahl Fehler an Teilnehmerkabeln bei einem Betriebsunterbruch Capacités en paires de conducteurs et nombre de défauts en cas d'interruption de câbles d'abonnés								
Jahr Année	Vollständig Totale				Teilweise Partielle			
	Kabel 2 × 2 bis 40 × 2 Câble 2 × 2 à 40 × 2		Kabel > 40 × 2 bis 2400 × 2 Câble > 40 × 2 à 2400 × 2		Kabel 2 × 2 bis 40 × 2 Câble 2 × 2 à 40 × 2		Kabel > 40 × 2 bis 2400 × 2 Câble > 40 × 2 à 2400 × 2	
	Anzahl Fehler Nombre de défauts	%	Anzahl Fehler Nombre de défauts	%	Anzahl Fehler Nombre de défauts	%	Anzahl Fehler Nombre de défauts	%
1980	1927	92,25	167	7,75	882	77,71	253	22,29
1992	1356	89,86	153	10,14	693	69,09	310	30,91

rendessen in den Alpenregionen mit durchschnittlich 12 Stunden Unterbruchsdauer gerechnet werden muss. Eigentlich erfreulich ist die Tatsache, dass gesamtschweizerisch die Unterbruchsdauer für die Behebung von 80 % der Fehler unter zwei Tagen liegt.

8 Aderzahlen bei einem vollständigen oder teilweisen Betriebsunterbruch

Eine sehr interessante Aussage kann der Tabelle VI und der Figur 20 entnommen werden, nämlich die, dass im

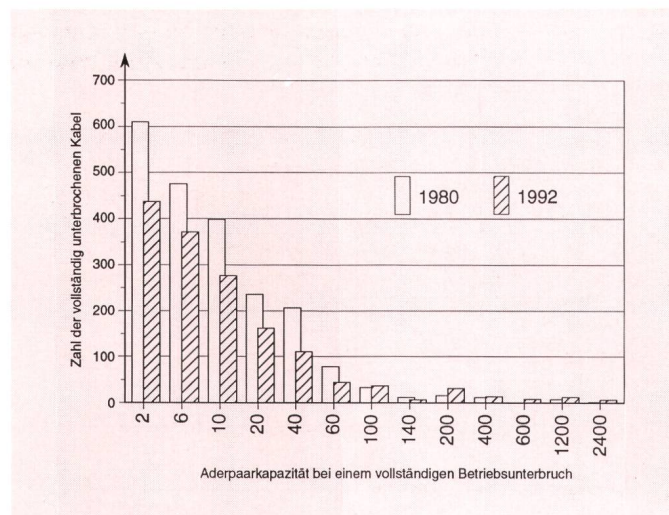


Fig. 20 Aderpaarkapazitäten bei einem vollständigen Betriebsunterbruch 1980 und 1992 an Teilnehmerkabeln — Capacités en paires de conducteurs des câbles d'abonnés affectés par une interruption totale en 1980 et en 1992

Zahl der vollständig unterbrochenen Kabel — Nombre des câbles affectés par une interruption totale
Aderpaarkapazität bei einem vollständigen Betriebsunterbruch — Capacité en paires de conducteurs des câbles affectés par une interruption totale

6 Répercussions des défauts de câbles sur l'exploitation

Il ne faut pas supposer que chaque défaut de câble a des répercussions sur l'exploitation. Comme on peut se rendre compte à l'examen du tableau V et de la figure 18, seuls 13,44 % des défauts ont été suivis d'une interruption totale du service dans les réseaux des niveaux interurbain et régional, pendant la période de référence (1980 à 1992). En tenant compte du fait que dans ces réseaux, les centraux sont en majorité reliés entre eux par plus d'un seul câble, on peut supposer que les défauts de câbles dans les réseaux interurbain et régional ne provoquent un écroulement complet du trafic que dans des cas relativement rares. Une fois que le Réseau 2000 avec ses structures en boucles sera réalisé, les dérangements de câbles n'auront guère de répercussions sur la sécurité du trafic.

Si l'on considère les défauts à tous les niveaux du réseau, des 7584 défauts annoncés en 1980, 2127 ou 28,05 % ont conduit à une interruption totale du service. Par contre, en 1992 pour un total de 8134 défauts, seuls 1549 dérangements, ou 19,04 %, ont conduit à une interruption totale de l'exploitation. Presque deux tiers (63,28 %) en moyenne de tous les défauts annoncés de 1980 à 1992 n'ont pas eu d'influence sur le service ou alors uniquement des conséquences minimales.

7 Durée de l'interruption du service

Comme il ressort de la figure 19, 50 % de tous les défauts de câbles en Suisse ont été levés dans un délai de 11 heures. Sur le Plateau, les abonnés peuvent s'attendre à des interruptions inférieures à huit heures, tandis que dans les régions de montagne, il faut compter avec 12 heures d'interruption en moyenne. Il est réjouissant que pour l'ensemble de la Suisse, la durée de coupure

Durchschnitt der Jahre 1980 und 1992 91% aller von einem vollständigen Betriebsunterbruch betroffenen Kabel 40 oder weniger Doppeladern aufwiesen. Diese Kabel werden zum überwiegenden Teil für Zuleitungen zu Ein- oder kleineren bis mittleren Mehrfamilienhäusern verwendet. Allein vom Typ 2 x 2 wurden 29 % als unterbrochen gemeldet. In den seltensten Fällen werden dadurch Grosskunden oder Mietleitungen betroffen. Bei den grossen Kabeln 600 x 2, 1200 x 2 und 2400 x 2 betrug die Fehlerzahl der von einem vollständigen Betriebsunterbruch betroffenen Kabel 1980 10 und 1992 25, was im Durchschnitt beider Jahre nur 1,07 % ausmachte.

Bei den Kabeln, die von einem teilweisen Betriebsunterbruch betroffen waren, zeigen die Aderpaarkapazitäten ein ähnliches Bild (Fig. 21). Bei den Kabeln mit 2 bis 40 Doppeladern betrug der Prozentsatz im Durchschnitt beider Jahre 73,04 %. Bei den Kabeln mit mehr als 400 Doppeladern betrug der Prozentsatz 1980 2,73 %, 1992 aber bereits 5,68 %, was auch darauf schliessen lässt, dass der Bau von Kabeln mit grosser Aderzahl in den letzten Jahren stark zugenommen hat.

9 Kosten und Arbeitsstunden für das Beheben der Kabelfehler

Die Kabelfehler verursachen nicht nur unliebsame Betriebsstörungen und Unannehmlichkeiten bei den Abonnenten, sondern sie wirken sich auch sehr nachteilig auf die Finanzen aus. Im Jahre 1992 mussten für das Eingrenzen und Beheben der Fehler über 22 Mio Franken aufgewendet werden (Tab. VII), dabei sind die ausgefallenen Gesprächsgebühren noch nicht berücksichtigt. Auch der Zeitaufwand von 255 000 Arbeitsstunden ist sehr hoch, entsprechen diese doch 30 000 Arbeitstagen oder etwa 136 Personenjahre zu 220 Arbeitstagen. Das heisst, es sind 136 Personen in den Abteilungen «Leitungsnetze» für die Behebungen der Kabelfehler eingesetzt worden. Von den etwa 4,5 Mio Franken, die zur Behebung der mechanischen Beschädigungen aufgewen-

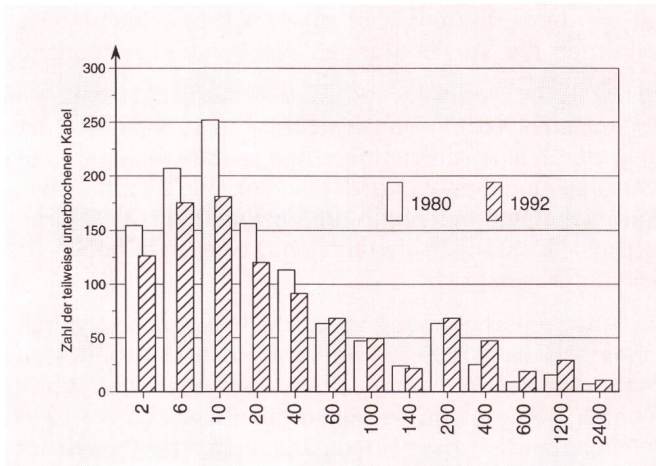


Fig. 21 Aderpaarkapazität bei einem teilweisen Betriebsunterbruch 1980 und 1992 an Teilnehmerkabeln — Capacités en paires de conducteurs des câbles d'abonnés affectés par une interruption partielle en 1980 et en 1992

Zahl der teilweise unterbrochenen Kabel — Nombre des câbles affectés par une interruption partielle
Aderpaarkapazität bei einem teilweisen Betriebsunterbruch — Capacité en paires de conducteurs des câbles affectés par une interruption partielle

pour la levée de 80 % des défauts soit inférieure à deux jours.

8 Nombre de conducteurs en cas d'une interruption totale ou partielle

Un fait intéressant ressort du tableau VI et de la figure 20. Pour la moyenne des années de 1980 et 1992, 91 % de tous les câbles affectés par une interruption totale étaient des câbles de 40 paires de conducteurs ou moins. La plupart de ces câbles sont employés pour le raccordement des maisons individuelles ou des maisons à plusieurs familles petites ou moyennes. A lui seul, le

Table VII. Kosten und Arbeitsstunden für das Eingrenzen und Beheben der Kabelfehler 1992

Tableau VII. Coûts et heures de travail employés pour la localisation et la levée des défauts de câbles en 1992

Kabel- oder Fehlergruppe Groupe de câbles ou de défauts	Kosten in Franken Coûts en francs	Zeit in Stunden Temps en heures
Fern-, Regional und Teilnehmerkabel Câbles interurbains, régionaux et d'abonnés	22 150 000	255 000
Fern- und Regionalkabel Câbles interurbains et régionaux	1 240 000	13 000
Teilnehmerkabel Câbles d'abonnés	20 910 000	242 000
Mechanische Beschädigungen Endommagements mécaniques	4 580 000	50 000
Korrosionsfehler Dommages dus à la corrosion	9 130 000	107 000
Montierungsfehler Erreurs de montage	2 130 000	27 000
Durchschnitt je Fehler Moyenne par défaut	2 720	31

det werden mussten, wird allerdings ein bedeutender Teil durch die Versicherungen der Schadenverursacher zurückerstattet.

Am meisten Kosten verursachen Korrosionsfehler, bedingt durch eine schwierigere und zeitaufwendigere Eingrenzung und Behebung der Fehler. 1992 kostete eine Korrosionsfehlerbehebung durchschnittlich 4400 Franken und 52 Stunden Zeitaufwand, was etwa sechs Arbeitstagen entspricht.

Für eine Fehlerbehebung im Jahre 1980 mussten durchschnittlich etwa 1600 Franken und etwa 33 Arbeitsstunden aufgewendet werden. 1992 betrug die durchschnittlichen Kosten je Fehlerbehebung bereits 2700 Franken. Diese grosse Kostensteigerung ist aber hauptsächlich durch die Teuerung bedingt. Der Zeitaufwand für eine Fehlerbehebung sank hingegen um 2 auf 31 Stunden, was sicher auch dem hohen Motorisierungsgrad des Telecom-Personals zuzuschreiben ist.

10 Fehler an Glasfaserkabeln

1978 wurde die erste Glasfaserkabelanlage zwischen den Zentralen Bern-Bollwerk und Bern-Mattenhof in Betrieb genommen. Bis 1984 geschah der Ausbau der Netze fast ausschliesslich auf der Fern- und Regionalebene, und die Kabellänge nahm nur vorsichtig auf insgesamt 1547 Faserkilometer zu, dies entspricht einer Kabellänge von 168 km. Seit 1984 nahm dann der Zuwachs an Glasfaserkabeln, auch im Anschlussnetz, sprunghaft zu und betrug Ende 1992 173 600 Faserkilometer, was einer Kabellänge von 5100 km entspricht.

Anlässlich dieser Auswertung musste leider festgestellt werden, dass die Kabelfehler an Glasfaserkabeln entweder nicht gemeldet oder nicht ausgewertet wurden. Deshalb ist es nicht möglich, die paar vorhandenen Fehlermeldungen statistisch auszuwerten. Wie erwähnt, wird seit 1993 ein neues Fehlermeldeformular eingesetzt, das auch erlaubt, Fehler an Glasfaserkabeln auszuwerten.

11 Schlussbemerkungen

Der vorliegende Bericht ist bewusst jenem der vorangegangenen Periode von 1967 bis 1979 [1] angeglichen worden, um Rückschlüsse und Vergleiche mit diesem zu ermöglichen. Ebenfalls können Vergleiche mit noch früheren Veröffentlichungen über Kabelfehler angestellt werden [2, 3, 4].

Wegen der hohen Kosten und des grossen Zeitaufwands für die Behebung der Fehler könnte man geneigt sein zu sagen, dass beim Bau neuer Kabelanlagen vermehrt in die Sicherheit der Kabeltrassees sowie der gesamten Infrastruktur investiert werden muss. Demgegenüber steht heute in vermehrter Masse die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund, und in absehbarer Zeit auch die Konkurrenz, wie die Fernseh-Kabelnetzbetreiber, die Elektrizitätswerke, die Eisenbahnen oder das Autobahnstrassennetz usw. mit ihren «Billigbauweisen». Die Ingenieure, aber auch das übrige Personal der Abteilung Leitungsnetze sind deshalb sehr stark gefordert, um aus den immer knapper werdenden Geldmitteln das Opti-

type 2 × 2 a fait l'objet de 29 % des avis d'interruption. Les gros clients ou les lignes louées ne sont affectés que dans les cas les plus rares. Pour les gros câbles de 600, 1200 et 2400 paires de conducteurs, le nombre des défauts avec interruption totale était de 10 en 1980 et de 25 en 1992, ce qui donne une moyenne pour ces deux années de 1,07 % seulement.

Pour les câbles affectés par une interruption partielle, la répartition des capacités de câble est semblable (fig. 21). La part des câbles de 2 à 40 paires s'est élevée à 73,04 % en moyenne pour les deux ans. Pour les câbles de 400 paires et plus la part a été de 2,73 % en 1980, mais de 5,68 % en 1992, ce qui permet de déduire que la pose de câbles à grand nombre de conducteurs a fortement augmenté ces dernières années.

9 Coûts et heures de travail pour la suppression des défauts de câbles

Les défauts de câbles ne se répercutent pas seulement par des dérangements désagréables et des inconvénients pour les abonnés, ils ont aussi un impact sur les finances. Plus de 22 millions de francs ont dû être dépensés en 1992 pour la localisation et la suppression des défauts de câbles (tabl. VII), sans considérer les taxes des conversations perdues. De même, le sacrifice de 255 000 heures de travail est très important, puisqu'il correspond à 30 000 jours de travail ou à l'occupation de 136 personnes environ, travaillant 220 jours par an. En d'autres termes, 136 personnes ont été employées pour la suppression des défauts de câbles dans les Divisions réseaux de lignes. Bien entendu qu'une grande partie des 4,5 millions de francs dépensés pour la réparation des endommagements mécaniques ont été remboursés par les assurances des entreprises fautives.

La plus grande partie des coûts sont causés par les dommages dus à la corrosion, dont la localisation et la suppression sont plus difficiles et demandent plus de temps. A titre d'exemple, mentionnons que la suppression d'un défaut dû à la corrosion a coûté 4400 francs et 52 heures de travail, ce qui correspond à environ 6 jours.

En 1980, la suppression d'un défaut a coûté 1600 francs et requis 33 heures de travail en moyenne. En 1992, les coûts étaient de 2700 francs. Cette augmentation est principalement due au renchérissement. Par contre, le temps requis pour une suppression de défaut a passé de 33 à 31 heures, ce qui peut être attribué au degré élevé de motorisation du personnel des télécommunications.

10 Défauts de câbles à fibres de verre

La première installation de câbles à fibres de verre a été mise en service entre les centraux de Berne/Bollwerk et Berne/Mattenhof en 1978. Jusqu'en 1984 l'extension des réseaux s'est effectuée presque uniquement aux niveaux interurbain et régional et la longueur des câbles n'a augmenté que lentement jusqu'à 1547 km de fibres, ce qui correspond à une longueur de câble de 168 km. Depuis 1984, le taux d'accroissement s'est brusquement élevé, dans le réseau de raccordement également et, à fin 1992, la longueur totale s'élevait à 173 600 km de fibres correspondant à 5100 km de câbles.

mum für die Sicherheit der Kabelanlagen unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit herauszuholen.

Neue Netzelemente und Materialien wie metallfreie Glasfaserkabel, bleilose Kupferkabel mit kunststoffisolierten Adern und korrosionssicherem Kabelmantel, Kunststoffmuffen, Kunststoffrohre anstelle von Eisenkanälen usw. werden hoffentlich die Zahl der Kabelfehler in Zukunft positiv beeinflussen können, trotz wachsenden Kabelnetzes und immer älter werdender Kabel mit ungenügenden Schutzvorrichtungen.

Bibliographie

- [1] Diener P. und Rupp H. Kabelfehlerstatistik 1967–1979. Bern, Techn. Mitt. PTT, 59 (1981) 2, S. 46.
- [2] Hadorn E. und Hainfeld R. Aus der Kabelfehlerstatistik 1957–1966. Bern, Techn. Mitt. PTT, 47 (1969) 11, S. 456.
- [3] Vöggtli K. Bleimantelkabel, Bleikorrosion und Korrosionsschutz. Bern, Techn. Mitt. PTT, 48 (1970) 1, S. 25.
- [4] Hadorn E. und Hainfeld R. 30 Jahre Kabelfehlerstatistik, Auswertung der Statistik 1927–1956. Bern, Techn. Mitt. PTT, 35 (1958) 5, S. 177.

Lors de cette évaluation on a constaté que les défauts de câbles à fibres optiques n'avaient soit pas été annoncés, soit pas été interprétés. Il n'est donc pas possible d'évaluer le petit nombre de rapports disponibles. Tel qu'indiqué, depuis 1993, un nouveau formulaire de rapport est utilisé qui permet d'évaluer les défauts de câbles à fibres optiques.

11 Conclusions

Ce rapport a été adapté sciemment à celui de la période de 1967 à 1979 [1] pour permettre des conclusions et des comparaisons. De même, il est possible de faire des comparaisons avec les publications similaires parues précédemment [2, 3, 4].

Etant donné les coûts élevés et le temps nécessaire important pour la suppression des dérangements, on serait enclin à penser qu'il faudrait investir davantage dans la sécurité des tracés et dans toute l'infrastructure, lors de la construction de nouvelles installations de câbles. Pourtant, actuellement c'est plutôt la rentabilité qui est mise au premier plan et, dans un proche avenir, s'ajoutera la concurrence des sociétés de distribution de télévision par câbles, des usines électriques, des chemins de fer ou du réseau des autoroutes avec leurs installations «bon marché». Non seulement les ingénieurs, mais aussi tout le personnel des Divisions réseaux des lignes devront toujours mieux rechercher des solutions optimales en ce qui concerne la sécurité des installations de câbles, en tenant compte de la rentabilité et des moyens financiers qui iront toujours en diminuant.

On peut espérer que les nouveaux éléments de réseaux et les matériaux comme les câbles à fibres optiques exempt de métaux, les câbles en cuivre sans gaine de plomb, aux conducteurs à isolation synthétique et gaine anticorrosion, les manchons et les tubes en matière synthétique remplaçant les caniveaux en fer, etc., entraîneront une diminution du nombre des défauts de câbles, malgré l'extension des réseaux et le vieillissement de certains câbles encore insuffisamment protégés.

Zusammenfassung

*Kabelfehlerstatistik
1980–1992*

Seit 1927 wird von der Telecom PTT eine Statistik der Kabelfehler geführt, um Schwachstellen erkennen und Fehlerquellen ausschalten zu können. Der vorliegende Artikel ist die logische Fortsetzung früherer Berichte über die bisher gesammelten Daten. Es werden interessante Zusammenhänge in Grafiken und Tabellen wiedergegeben und diskutiert, ohne jedoch Details zu erwähnen.

Résumé

*Statistique des défauts de
câble 1980–1992*

Depuis 1927 Télécom PTT tient une statistique des défauts de câbles pour être en mesure de reconnaître les points faibles et de supprimer les causes. Le présent article est la suite logique des rapports précédents sur les données recueillies jusqu'aujourd'hui. Les auteurs présentent et analysent les relations intéressantes au moyen de graphiques et de tableaux sans trop se perdre dans les détails.

Riassunto

*Statistica 1980–1992 dei
guasti ai cavi*

Dal 1927 le Telecom PTT tengono una statistica dei guasti ai cavi per poter individuare i punti deboli ed eliminarne la causa. Il presente articolo è la continuazione logica di articoli precedenti relativi ai dati raccolti finora. Gli autori illustrano interessanti correlazioni nei grafici e nelle tabelle e le discutono senza però soffermarsi sui particolari.

Summary

*Statistics on cable failures
1980–1992*

Telecom PTT is conducting statistics on cable failures in order to be in a position to identify weak points and to eliminate the causes. The present article is a logical resumption of earlier reports on data collected so far. Interesting correlations are presented and discussed by means of graphs and tables without emphasizing the details too much.