

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 52 (1974)

Heft: 2

Artikel: Gaseinbrüche in die unterirdischen Kabelräume der Telefonbetriebsanlagen = Infiltrations de gaz dans les chambres de câbles souterraines des installations d'exploitation téléphonique

Autor: Wüthrich, Max

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874745>

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: 28.03.2026

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

Gaseinbrüche in die unterirdischen Kabelräume der Telefonbetriebsanlagen

Infiltrations de gaz dans les chambres de câbles souterraines des installations d'exploitation téléphoniques

Max WÜTHRICH, Bern

614.83:622.76:621.315.233

Zusammenfassung. Einleitend werden einige Gasunfälle beschrieben, die sich seit 1969 in unterirdischen TT-Anlagen ereignet haben. Dann wird auf den Aufbau des Gasleitungssystems eingegangen und die technischen Ursachen der Gaseinbrüche erläutert. Im dritten Kapitel werden die Zusammensetzung und die Eigenschaften der in der Schweiz verwendeten Stadtgase beschrieben. Das umfangreichste Kapitel befasst sich mit den Massnahmen gegen die Gasgefahr durch Instruktion des Personals, Zusammenarbeit mit den Gaswerken, Anwendung und Einbau von Alarm- und Messgeräten sowie von Ventilationseinrichtungen. Das Kostenproblem und damit verbundene Rechtsfragen werden kurz gestreift. Aus dem Rückgang der Gasunfälle darf geschlossen werden, dass sich die angeordneten Massnahmen bewähren.

Résumé. L'auteur commence par décrire quelques accidents que le gaz a provoqués dans les installations souterraines des téléphones et télégraphes, à partir de 1969. Il aborde ensuite la structure des systèmes de canalisations de gaz et expose les raisons d'ordre technique qui donnent lieu à des infiltrations de gaz. Dans le troisième chapitre, il parle de la composition et des propriétés qu'ont les gaz de ville utilisés en Suisse. Le chapitre le plus important est consacré aux mesures de prévention contre les dangers dus au gaz; elles consistent à instruire le personnel, à collaborer avec les usines à gaz, à employer des appareils de mesure et des dispositifs d'alarme ainsi qu'à monter des installations de ventilation. Le problème des frais et les questions juridiques que cela comporte sont évoqués brièvement. La régression des accidents causés par le gaz permet de conclure que les mesures prescrites ont donné de bons résultats.

Infiltrazione di gas nei locali sotterranei degli impianti telefonici d'esercizio

Riassunto. Nell'introduzione si descrivono alcuni incidenti registrati dal 1969 a oggi, causati da infiltrazioni di gas negli impianti sotterranei TT. Segue una descrizione degli impianti delle condotte del gas e delle cause della infiltrazione di gas. Nel terzo capitolo sono esposte in sunto le qualità dei gas illuminanti usati in Svizzera. Il capitolo più importante si occupa dei provvedimenti da adottare contro il pericolo che rappresenta il gas, come istruzione del personale, collaborazione con le officine del gas, applicazione e installazione di apparecchi d'allarme, di misurazione e di ventilazione. Brevemente vengono anche discussi i problemi di carattere finanziario e giuridico. La diminuzione degli incidenti dovuti al gas dimostra comunque che i provvedimenti ordinati si sono rivelati efficaci.

1. Einleitung

In den letzten Jahren ereigneten sich in den unterirdischen Kabelanlagen der Fernmeldedienste verschiedentlich Unfälle, die auf eingedrungene Gase zurückzuführen waren. Es handelte sich um Brände, Verpuffungen, Explosionen und Vergiftungen. Hier soll den Ursachen nachgegangen werden, die zu solchen Unfällen führen. Ferner werden die getroffenen und noch zu treffenden Massnahmen erläutert, die darauf abzielen, die Kabelanlagen der PTT-Betriebe und das darin arbeitende Personal künftig vor den Folgen der Gaseinbrüche zu schützen.

Um die Gefahren der Gaseinbrüche zu veranschaulichen, sind zunächst einige Unfälle geschildert.

Fall 1 (1969)

In einem Plattenschacht wird nach dem Abheben der Steinplatten Gasgeruch festgestellt. Das zuständige Gaswerk wird benachrichtigt, verspricht Abhilfe und trifft Massnahmen. Bei Wiederaufnahme der Arbeit im Schacht zündet ein Handwerker eine Lötlampe an, ohne sich vorher mit Hilfe eines Gasspürgerätes vergewissert zu haben, dass keine gefährliche Gaskonzentration mehr vorhanden ist. Es ereignet sich eine Explosion, die zu einer Gehörschädigung des Handwerkers führt.

Art des Gases: Spaltgas.

Fall 2 (1970)

In einem Kabelschacht sind zwei Handwerker den ganzen Vormittag tätig, wobei auch Gasbrenner zum Ausheizen der Muffen benutzt werden. Über Mittag wird der mit einem Zelt überdeckte Aufstieg offengelassen. Nach Wiederauf-

1. Introduction

Au cours de ces dernières années, des accidents ont eu lieu à plusieurs reprises dans les installations de câbles des services des télécommunications; ils furent imputables aux gaz qui y avait pénétré. Il s'est agi d'incendies, de détonations, d'explosions et d'intoxications. Nous allons examiner ici les causes de ces accidents. Ensuite, nous expliquerons les mesures prises et celles qu'il convient encore de prendre, afin qu'à l'avenir les installations de câbles de l'Entreprise des PTT et le personnel qui y travaille soient protégés contre les suites qu'entraînent les infiltrations de gaz.

Pour mieux faire comprendre les dangers que représente le gaz, décrivons d'abord quelques accidents.

1^{er} cas (1969)

Après avoir enlevé les dalles d'une chambre de câbles, un artisan sentit une odeur de gaz. L'usine à gaz compétente fut avisée; elle promit de remédier à ce défaut et prit les dispositions nécessaires. En reprenant son travail dans la chambre, l'artisan alluma une lampe à souder, sans s'être assuré au préalable, à l'aide du détecteur de gaz, qu'aucune concentration dangereuse de gaz ne s'y trouvait. L'explosion qui se produisit entraîna une lésion de l'ouïe de l'agent.

Nature du gaz: gaz craqué.

2^e cas (1970)

Deux artisans travaillèrent toute une matinée dans une chambre de câbles où ils se servirent de chalumeaux pour enlever des manchons. Pendant l'interruption de midi, la

nahme der Arbeit am Nachmittag entsteht eine Gasverpuffung. Die beiden Handwerker erleiden Verbrennungen an Gesicht, Händen und Armen. Das Gaswerk führt Gasmessungen durch und trifft Massnahmen, wie Abdichtung der Kanaleingänge und Ausblasen der Schächte mit Luft. Darauf wird der Schacht zur Fortsetzung der Arbeiten freigegeben, da die Messungen keine Gefahr mehr erkennen lassen. Anderntags werden Kabel gespleisst. Nach der Mittagspause wird vorsichtshalber vor dem Wiedereinstieg in den Schacht ein brennender Gasbrenner hinuntergelassen. Dieser löst eine Explosion aus, und der betreffende Handwerker erleidet wiederum Verbrennungen. Nach der Explosion vorgenommene Messungen ergeben keinen Gehalt an brennbaren Gasen. Die gefährliche Gaskonzentration (Propan-Luft) muss sich in beiden Fällen während der Mittagspause angesammelt haben. Als Ursache wurde dann der Bruch eines 10-cm-Gasleitungsrohres etwa 50 m vor dem Kabelschacht festgestellt.

Fall 3 (1971)

In den Leitungsanlagen des betreffenden Unfallgebietes war ständig ein leichter Gasgeruch feststellbar, obwohl das zuständige Gaswerk aufgrund wiederholter Interventionen der Kreistelefondirektion Gasleitungen überprüft, davon einige alte ersetzt und Muffen kontrolliert hatte.

Nach Abheben eines Schachtdeckels lassen die Handwerker das im Schacht vorhandene Gas sich verflüchtigen und steigen dann zu zweit, ohne vorher zu messen, in den Schacht ein, um einen Augenschein vorzunehmen. 10 Minuten später wird durch das Anzünden einer Zigarette eine Gasverpuffung mit grosser Stichflamme ausgelöst. Die beiden erleiden Verbrennungen an Kleidern, Gesicht und Händen.

Art des Gases: Spaltgas.

Fall 4 (1972)

In einem Einstiegschacht mit Kabelkanalzuführungen wird ein Spleisser nach einer Stunde Arbeit von Übelkeit befallen. Ein zweiter Spleisser misst hierauf mit dem Gasprüfgerät *Gasotrans* und stellt 50% brennbares Gas (bezogen auf die untere Explosionsgrenze UEG) im Schacht fest. Die Arbeiten werden eingestellt. Vom Gaswerk werden Reparaturen an einem undichten Syphon veranlasst, dann wird der Schacht wieder freigegeben, da keine Gasgefahr mehr bestehe. Bis zum Nachmittagsende wird im Schacht wieder gearbeitet, zum Teil mit offener Flamme. Am anderen Morgen besteigt ein Spleisser den Schacht, ohne neu gemessen zu haben, um die Spleiss- und Lötarbeiten fortzusetzen. Beim Anzünden des Lötbrenners entsteht eine Explosion, und der Spleisser erleidet an beiden Händen Verbrennungen 2. Grades. Das Gaswerk wird nochmals benachrichtigt. Jetzt werden die Leitungen in der Umgebung der Unfallstelle überprüft und verschiedene Stellen neu abgedichtet. Es gelingt aber nicht, eine vollständig gasfreie Atmosphäre im Schacht zu erhalten. Die Spleissarbeiten werden weitergeführt unter Anwendung folgender Vorsichtsmassnahmen:

- Der Einstiegschacht wird ausserhalb der Arbeitszeit mit einem befahrbaren Gitterdeckel versehen, was eine gewisse Dauerentlüftung ergibt.
- Vor Beginn und stündlich während der Arbeit wird mit dem *Gasotrans*-Gerät der Gasgehalt der Schachtluft kontrolliert.
- Während der Arbeit im Schacht wird ein Frischluftaggregat eingesetzt.

chambre à regard recouverte d'une tente fut laissée ouverte. Une déflagration de gaz eut lieu l'après-midi, peu après la reprise du travail. Les deux artisans furent brûlés au visage, aux mains et aux bras. L'usine à gaz mesura la teneur en gaz et fit le nécessaire afin d'obturer l'entrée des caniveaux de câbles et de souffler de l'air dans les chambres. Sur ce, la chambre fut libérée pour la continuation des travaux, car les mesures indiquaient qu'il n'y avait plus aucun danger. Le lendemain, des câbles furent épiés. Après la pause de midi, un artisan prit la précaution d'introduire un chalumeau allumé dans la chambre, avant d'y redescendre. L'appareil déclencha une explosion et l'agent en cause fut de nouveau brûlé. Les mesures faites après l'explosion devaient indiquer que la chambre ne contenait aucun gaz combustible. Dans les deux cas, les gaz dangereux (air-propane) avaient dû s'accumuler durant la pause de midi. On constata alors que la cause était due à la rupture d'une conduite de gaz de 10 cm, à environ 50 m de la chambre des câbles.

3° cas (1971)

Dans les installations de câbles de la région où s'est produit l'accident, on percevait sans cesse une légère odeur de gaz, bien qu'à la suite des interventions répétées de la direction d'arrondissement des téléphones, l'usine à gaz eût vérifié les conduites de gaz, remplacé certaines d'entre elles qui étaient usées et contrôlé les manchons.

Après avoir ôté le couvercle d'une chambre, deux artisans laissèrent s'échapper le gaz qu'elle renfermait, puis descendirent dans cette chambre pour procéder à un examen des lieux, sans avoir fait de mesures préalables. Dix minutes plus tard, l'un d'eux alluma une cigarette et fit exploser le gaz qui dégagait une grande flamme. Le visage, les mains et les vêtements des deux agents furent brûlés.

Nature du gaz: gaz craqué.

4° cas (1972)

Occupé dans une chambre à regard où débouchaient des caniveaux de câbles, un épiisseur ressentit des malaises au bout d'une heure de travail. Sur ces entrefaites, un second épiisseur fit une mesure avec le détecteur de gaz *Gasotrans* qui indiqua que la teneur en gaz combustible de la chambre était de 50% (par rapport à la limite inférieure d'explosion). Les travaux furent suspendus. L'usine à gaz fit réparer un siphon qui avait des fuites, après quoi la chambre fut de nouveau libérée, puisqu'il n'y avait plus aucun danger d'explosion. Les monteurs travaillèrent dans la chambre jusqu'en fin d'après-midi, utilisant par moments des appareils à flamme nue. Le lendemain matin, un épiisseur descendit dans la chambre pour continuer les travaux, sans avoir refait les mesures. En allumant sa lampe à souder, il provoqua une explosion et ses deux mains subirent des brûlures au deuxième degré. Avisée une nouvelle fois, l'usine à gaz fit contrôler les canalisations situées aux abords du lieu de l'accident et colmater différents endroits. On ne parvint toutefois pas à obtenir une atmosphère tout à fait dépourvue de gaz. Les travaux d'épissure reprirent et le personnel appliqua les mesures de précautions suivantes:

- En dehors des heures de travail, la chambre d'accès fut recouverte d'une grille permettant la circulation et assurant une certaine aération permanente.
- A l'aide de l'appareil *Gasotrans*, la teneur en gaz de l'atmosphère de la chambre fut contrôlée avant la reprise du travail, puis toutes les heures.
- Un ventilateur amenant de l'air frais fut utilisé au cours des travaux dans la chambre.

Auf diese Weise gelingt es, die Kabelarbeiten ohne weiteren Zwischenfall zu Ende zu führen.

Art des Gases: Stadtgas mit Propan angereichert (Zwischenphase vor Erdgaseinführung).

Fall 5 (1972)

In einem Einstiegschacht war während mehrerer Wochen gearbeitet worden, unter anderem mit offener Flamme. Das Personal hatte keinerlei Anzeichen einer Anwesenheit von Gas bemerkt und daher keinen Verdacht geschöpft. Es hatte dazu auch keine besondere Veranlassung, da die Ortschaft, in der sich der Schacht befindet, bisher nicht mit Gas versorgt worden war. Keiner der drei Arbeitnehmer wusste aber, dass die Leitung eines benachbarten Gaswerks ein Stück weit in das Gemeindegebiet hineinführt und dann blind endet (vorsorgliche Verlegung im Blick auf einen allfälligen späteren Anschluss der Gemeinde).

Es war kein Gasgeruch festgestellt und auch nicht auf Gas gemessen worden. Die Arbeiten im Schacht wurden dann während 14 Tagen unterbrochen. Vor der Wiederaufnahme der Arbeit will ein Linienmeister einem Fernmeldespezialisten Arbeitsanweisungen geben und steigt mit ihm in den Schacht. Zu ihnen gesellt sich 5 Minuten später ein Regiearbeiter. Kurze Zeit darauf will dieser eine Zigarette anzünden, was eine Explosion auslöst. Alle drei Anwesenden erleiden Brandwunden, was Spitalaufenthalte und mehrwöchige Arbeitsunfähigkeiten zur Folge hat. Die vorgesehenen Arbeiten im Schacht können dann unter Einsatz eines Gebläses ausgeführt werden.

Art des Gases: Erdgas.

Fall 6 (1972)

Schon einen Tag vor dem Unfall hatten zwei Fernmeldespezialisten und zwei Unternehmerarbeiter in einem Kabelschacht gearbeitet, unter anderem auch mit einem Lötbrenner. Es war kein Gasgeruch festgestellt und auch nicht auf Gas gemessen worden.

Am andern Morgen wird der Einstiegschacht wieder geöffnet und drei Männer steigen hinunter. Beim Anzünden des Lötbrenners ereignet sich eine Explosion mit grosser Stichflamme. Alle drei erleiden Verbrennungen, einer von ihnen sogar schwere.

Das Gas war einer Leckstelle der nahen Gasleitung entströmt. Beim Durchdringen des Bodens verlor es seinen Geruch vollständig. Es erreichte durch einen Kabelkanal den Schacht.

Art des Gases: Erdgas.

Fall 7 (1972)

Zwei Monteure waren während der Arbeit mit offenen Brennern in einem Schacht von einer Gasverpuffung mit nachfolgendem Brand des ausströmenden Gases überrascht worden. Sie konnten den Schacht noch unverletzt verlassen. Für das Löschen des brennenden Gases musste die Feuerwehr aufgeboden werden.

Art des Gases: Erdgas.

Fall 8 (1972)

Ein Einstiegschacht wird durch einen Chefmonteur und einen Bauunternehmer besichtigt. Nach zehnmütigem Aufenthalt entsteht, aus bisher unerklärlichen Gründen, eine Explosion, und beide Beteiligten erleiden Brandverletzungen 2. Grades. Vor dem Einstieg in den Schacht ist nicht gemessen worden.

Art des Gases: Reichgas.

De cette manière, les travaux de câbles purent être terminés sans autre incident.

Nature du gaz: gaz de ville enrichi de propane (phase intermédiaire précédant l'introduction du gaz naturel).

5^e cas (1972)

Le personnel avait travaillé durant plusieurs semaines dans une chambre à regard, en se servant d'appareils à flamme nue. Il ne remarqua aucun indice dénotant la présence du gaz et, par conséquent, ne se douta de rien. Il n'avait aucune raison particulière de le faire, la localité dans laquelle se trouvait la chambre n'étant pas encore alimentée en gaz à cette époque. Cependant, aucun des trois agents ne savait que la canalisation d'une usine à gaz voisine pénétrait assez avant dans le territoire de cette commune en vue d'un éventuel raccordement ultérieur.

Aucune odeur n'avait été remarquée et aucune teneur en gaz mesurée. Les travaux dans la chambre furent interrompus pendant 15 jours. Avant la reprise du travail, le chef ouvrier aux lignes qui voulait donner des instructions à un spécialiste des télécommunications descendit avec lui dans la chambre. Cinq minutes plus tard, un manœuvre se joignit à eux. Il provoqua une explosion en voulant allumer une cigarette. Les trois hommes subirent des brûlures, ce qui entraîna leur hospitalisation et une incapacité de travail de plusieurs semaines. Les travaux prévus dans la chambre purent être achevés grâce à la mise en œuvre d'une soufflerie.

Nature du gaz: gaz naturel.

6^e cas (1972)

Un jour avant l'accident, deux spécialistes des télécommunications accompagnés de deux aides-épisseurs d'une entreprise avaient travaillé dans une chambre de câbles en utilisant une lampe à souder. Ils n'avaient perçu aucune odeur, ni mesuré la présence de gaz.

Le lendemain matin, trois hommes ouvrirent la chambre à regard et y pénétrèrent. En allumant une lampe à souder, ils provoquèrent une explosion qui dégagea une grande flamme. Tous les trois furent victimes de brûlures, l'un d'eux étant même gravement atteint.

Le gaz s'était échappé d'une fuite affectant une canalisation voisine. Il avait complètement perdu son odeur en traversant le sol et avait pénétré dans la chambre par l'intermédiaire du caniveau de câbles.

Nature du gaz: gaz naturel.

7^e cas (1972)

Alors qu'ils travaillaient au chalumeau dans une chambre de câbles, deux monteuses furent surpris par une détonation suivie d'un incendie causé par le gaz qui s'était échappé. Ils réussirent encore à sortir sains et saufs de la chambre. Il a fallu faire appel aux pompiers pour maîtriser le sinistre.

Nature du gaz: gaz naturel.

8^e cas (1972)

Un chef monteur et un entrepreneur inspectaient une chambre à regard. Au bout de 10 minutes, il se produisit une explosion dont les raisons sont encore inexplicables aujourd'hui. Les deux hommes furent victimes de brûlures au deuxième degré; ils n'avaient pas fait de mesure avant de descendre dans la chambre.

Nature du gaz: gaz riche.

2. Wie kommt es zu Gaseinbrüchen?

2.1 Die Druckleitungssysteme

Vor der Einführung des Erdgases in der Schweiz kannte man nur Niederdruckleitungen. Heute existieren bereits drei Druckleitungssysteme. In der öffentlichen Gasversorgung wird zwischen Gastransport und Gasverteilung unterschieden. Unter Gastransport versteht man den Transport von Hochdruckgas über weite Strecken, während die Gasverteilung in Mittel- und Niederdrucknetzen in örtlich begrenzten Gebieten stattfindet. Die Druckbereiche sind nach den Richtlinien des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern wie folgt festgelegt:

Niederdruck: bis maximal 500 mm Wassersäule (normal um 200 mm WS)

Mitteldruck: 500...10 000 mm WS (= 0,05...1 kp/cm²)

Hochdruck: 1...100 kp/cm²

2.2 Das Rohrmaterial

Schon mit dem Beginn der Leuchtgasversorgung in der Schweiz wurden Gussrohre zum Bau von Gasleitungen verwendet. Diese waren über viele Jahrzehnte dominierend. Der Vorteil des Gussrohres besteht in seiner guten Korrosionsbeständigkeit. Ein Nachteil ist aber seine Sprödigkeit. Solche Rohre sind heute infolge des zunehmenden Schwerverkehrs auf den Strassen und von Erdbewegungen, als Folge der lebhaften Bautätigkeit, einer erhöhten Bruchgefahr ausgesetzt. Einen weiteren Nachteil bedeuten die Muffenverbindungen. Es handelt sich um sogenannte Stemmuffen, die leicht undicht werden können. Gussrohre werden daher für den Bau von Gasleitungen schon seit vielen Jahren nicht mehr verwendet. Die Gaswerke sind heute bestrebt, bei Strassenbauten und anderen Gelegenheiten Gussrohre durch andere Rohrtypen zu ersetzen.

So werden vielfach Rohre aus duktilem Gusseisen eingesetzt. Diese weisen die Festigkeit von Stahl und die Korrosionsbeständigkeit von Grauguss auf.

Eine Reihe von Vorteilen bieten auch Stahlrohre: Sie sind zäh und weisen eine hohe Dehnungsfähigkeit und damit eine gute Bruchsicherheit auf. Sie können leicht völlig dicht miteinander verbunden werden. Da sie eine geringe Wandstärke haben, ergeben sich geringere Transportkosten. Sie sind ferner gut zu schweißen. Daher können Formstücke direkt auf der Baustelle hergestellt werden. Ein Nachteil der Stahlrohre ist ihre hohe Korrosionsempfindlichkeit. Sie müssen somit im Boden durch Kunststoffisolationen oder mit kathodischem Schutz vor frühzeitiger Zerstörung bewahrt werden. Da aber im Bereich der Leitungen immer wieder Grabarbeiten vorgenommen werden, treten infolge Unachtsamkeit der Grabunternehmungen öfters Isolationsbeschädigungen auf, was dann doch zu starken Korrosionen und innerhalb kurzer Zeit zum Durchrosten der Leitungen führen kann.

Stark im Vordergrund des Interesses stehen heute Leitungen aus Kunststoff. Sie werden aber von den Gaswerken nicht eingesetzt, da sie gegen mechanische Beschädigung noch zu wenig beständig sein sollen.

2.3 Rohrverbindungen

Für das Zusammensetzen der einzelnen Rohre zu beliebig langen Leitungen sind Verbindungen und Formstücke (Winkel, Abzweigungen, Reduktionen usw.) erforderlich. Die bereits erwähnten Stemmuffenverbindungen wurden nur bei den Gussrohren angewandt. Hierbei wird der freie Raum zwischen Rohr und Muffe teilweise mit Hanfstricken

2. Comment le gaz peut-il s'infiltrer?

2.1 Systèmes de conduites sous pression

Avant l'introduction du gaz naturel en Suisse, on ne connaissait que les conduites à basse pression. A l'heure actuelle, il existe trois systèmes de canalisations sous pression. Dans les réseaux publics d'alimentation en gaz, on fait une distinction entre le transport et la distribution du gaz. Par transport du gaz on entend l'acheminement du gaz à haute pression sur de longues distances, tandis que dans les réseaux à moyenne et à basse pression, la distribution est limitée à des régions déterminées. Les directives de la Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux ont fixé les plages de pression ainsi qu'il suit:

- Basse pression: au maximum 500 mm de colonne d'eau (normalement 200 mm de colonne d'eau)
- Moyenne pression: 500...10 000 mm de colonne d'eau (= 0,05...1 kgp/cm²)
- Haute pression: 1...100 kgp/cm²

2.2 Types de tuyaux

Dès que le gaz d'éclairage fit son apparition en Suisse, on utilisa des tuyaux de fonte pour construire les conduites de gaz. Ces tuyaux prédominèrent pendant de nombreuses décennies. Ils présentaient l'avantage de bien résister à la corrosion, mais leur inconvénient était d'être fragiles. Les tuyaux de fonte sont actuellement exposés à de grands risques de rupture, par suite de l'accroissement du trafic des poids lourds sur les routes et des travaux de terrassement consécutifs à l'intense activité déployée dans le secteur de la construction. Les manchons de raccord constituent un inconvénient supplémentaire. Il s'agit de manchons matés qui peuvent facilement devenir perméables. C'est la raison pour laquelle les tuyaux de fonte ne sont plus utilisés, depuis plusieurs années, pour l'établissement des canalisations de gaz. Les usines à gaz s'efforcent maintenant de remplacer les tuyaux de fonte par d'autres types de conduites, lors de la construction de routes et en d'autres occasions.

C'est ainsi qu'elles recourent fréquemment à des tuyaux en fonte ductile, qui possèdent la robustesse de l'acier et la résistance à la corrosion de la fonte grise.

Les tuyaux en acier offrent aussi une multitude d'avantages; ils sont solides, ont un degré de malléabilité élevé et, partant, résistent bien à la rupture. Ils peuvent être facilement raccordés entre eux de façon tout à fait étanche. Leurs parois étant minces, les frais de transport sont moins élevés. De plus, on a aucune peine à les souder. Les pièces de forme spéciale peuvent donc être façonnées directement sur le chantier. Les tuyaux d'acier ont le défaut d'être très sensibles à la corrosion. Il importe dès lors de les préserver d'une détérioration prématurée dans le sol, en les garnissant d'une gaine isolante en matière synthétique ou en ayant recours à la protection cathodique. Mais comme des travaux de fouille sont fréquemment entrepris à proximité des canalisations, il arrive fréquemment que les entreprises de terrassement endommagent l'isolation par inadvertance, ce qui risque ensuite de corroder fortement les conduites et d'en provoquer la perforation en peu de temps.

Aujourd'hui, les conduites en matière synthétique suscitent énormément d'intérêt. Mais les usines à gaz ne les utilisent pas, car elles sont trop peu résistantes aux endommagements mécaniques.

ausgestopft. Der Rest wird mit Blei ausgegossen. Es hat sich nun gezeigt, dass der Hanf nur solange dichtet, als er einen genügenden Wassergehalt aufweist. Durch die Einführung des vom Hochdruck auf Niederdruck entspannten Erdgases, das sehr wenig Feuchtigkeit enthält, wurden diese alten Hanfdichtungen stark ausgetrocknet. Dies hatte zur Folge, dass sie zusammenschrumpften und gasdurchlässig wurden. Der Bleiabschluss selbst ist nicht gasdicht. Dazu kommt noch, dass die Stemmuffenverbindung schon durch geringe mechanische Einwirkung auf die verlegten Rohre undicht werden kann. Ausserdem ist der feuchte Hanf frostempfindlich.

Die heute verwendeten Rohre aus duktilem Gusseisen und Stahl werden durch Schraub-, Flanschen- oder Gummidichtungsmuffen miteinander verbunden. Zum Abdichten werden meist die wesentlich flexibleren Gummidichtungen verwendet. Stahlrohre können entweder stumpf geschweisst oder mit der Einsteckschweissmuffe verbunden werden.

2.4 Die Leitungsführung

Niederdruck-Gasleitungen werden im allgemeinen in eine Tiefe von mindestens 1 m in den Strassenkörper verlegt. Dabei muss entsprechend Rücksicht auf die andern Werkleitungen (Wasser, Elektrizität, Telefon usw.) genommen werden. Bei Parallelverlegung oder Kreuzung mit andern Leitungen gelten Mindestabstände von 60 beziehungsweise 20 cm. Besondere Vorkehrungen müssen bei Kreuzung mit Personenunterführungen, Eisenbahnanlagen, Autobahnen, Brücken, Bach- und Flussläufen getroffen werden.

2.5 Das Zustandekommen von Gasverlusten

Aus den vorangehenden Ausführungen ist leicht zu ersehen, welche Ursachen für das Entweichen von Gas aus den Leitungen in Frage kommen. Es sind im wesentlichen drei:

- Leitungsbrüche von Gussrohren infolge Erdbewegungen oder Erschütterungen
- Austrocknen der Stemmuffendichtungen
- Korrosionen von Stahlrohren infolge Isolationsbeschädigung.

Brüche und Risse von Schweissnähten treten selten auf. Ein grosser Teil der Schäden ist aber auf beschädigte oder mangelhafte Isolationen zurückzuführen, da diese Vorkommnisse oft nicht gemeldet werden und dadurch unbeachtet bleiben, bis sich die Korrosionsschäden durch Undichtheiten bemerkbar machen.

Leitungsbrüche führen zu plötzlichen und massiven Gasverlusten. Sie sind natürlich auch für die unterirdischen Kabelanlagen gefährlich, da sich dort in kurzer Zeit grössere Gasmengen ansammeln können. Andere Undichtheiten entstehen eher schleichend, doch können auch so über längere Zeit grössere Gasmengen austreten.

Da Reichgas und Erdgas mit einem höheren Druck verteilt werden als früher das Stadtgas (ca. 200 mm WS gegenüber 100 mm WS), ist dies ein Grund, dass mit grösseren Gasverlusten zu rechnen ist.

Die Gaswerke sind, auch in ihrem eigenen Interesse, bemüht, Leckstellen im Gasleitungsnetz baldmöglichst zu lokalisieren und zu reparieren. Das Auffinden von undichten Stellen wird aber oft dadurch erschwert, dass kleinere Gasverluste schon über längere Zeit bestanden haben und bereits ein grösseres Gebiet mit Gas verseucht ist. Bei

2.3 Raccords de tuyaux

Pour assembler les différents tuyaux en vue de former une conduite d'une longueur quelconque, il est indispensable de recourir à des raccords et à des pièces de forme spéciale (pièces d'angle, raccords d'embranchement, réductions, etc.). Les manchons de raccord matés, dont nous avons parlé plus haut, n'étaient employés qu'avec les tuyaux de fonte. Une partie de l'espace compris entre le tuyau et le manchon était bouchée avec de la corde de chanvre et le reste au moyen de plomb coulé. Il s'avéra cependant que le chanvre n'assure l'étanchéité parfaite que si sa teneur en eau est suffisante. A la suite de l'introduction du gaz naturel qui perd de son humidité par détente de haute à basse pression, les anciens joints en chanvre se sont fortement desséchés et rétrécis, de sorte qu'ils devinrent perméables. De plus, le joint en plomb n'est pas étanche au gaz. Il convient également d'ajouter qu'une faible contrainte mécanique exercée sur les conduites est capable de provoquer des fuites dans les manchons de raccord matés. Le chanvre humide est également sensible au gel.

Les tuyaux en fonte ductile et en acier utilisés de nos jours sont raccordés entre eux par des manchons filetés, des manchons à brides ou par des manchons spéciaux. Pour assurer leur étanchéité, on se sert généralement de joints en caoutchouc beaucoup plus souples. Les tuyaux d'acier peuvent être soudés par rapprochement ou assemblés au moyen d'un manchon à enfiler, soudé.

2.4 Tracé des canalisations

Dans le coffre des routes, les canalisations de gaz à basse pression sont généralement enfouies à une profondeur d'au moins un mètre. Il faut néanmoins tenir compte des autres conduites industrielles (eau, électricité, téléphone, etc.). Lors de parallélisme ou de croisement avec d'autres canalisations, il y a lieu d'observer respectivement une distance minimale de 60 cm et de 20 cm. Des dispositions spéciales doivent être prises en cas de croisement avec les passages souterrains pour piétons, les installations de chemins de fer, les autoroutes, les ponts et les cours d'eau.

2.5 Comment les pertes de gaz se produisent-elles?

D'après les explications qui précèdent, il est facile de comprendre les raisons pour lesquelles le gaz s'échappe des canalisations.

Il y en a surtout trois, à savoir:

- Ruptures des tuyaux de fonte dues aux travaux de terrassement ou aux vibrations du sol.
- Dessèchement des manchons de raccord matés.
- Corrosion des tuyaux d'acier consécutive à l'endommagement de leur revêtement isolant.

Il est très rare que les soudures se brisent ou se fissurent.

La plupart des dégâts sont néanmoins attribués aux gaines isolantes abîmées ou défectueuses, car n'étant bien souvent pas annoncés, ils passent inaperçus jusqu'à ce que les dommages entraînés par la corrosion se manifestent sous forme de fuites.

Les ruptures de conduites occasionnent des pertes de gaz soudaines et importantes. Il va sans dire qu'elles mettent aussi en péril les installations de câbles souterraines, vu que de grandes quantités de gaz peuvent s'accumuler en peu de temps. D'autres fuites beaucoup moins importantes, dues à des fissures par exemple, peuvent également provoquer l'amas de quantités de gaz dangereuses.

Sondierbohrungen lässt sich daher die Leckstelle kaum mehr lokalisieren. Es müssen ganze Strassenzüge aufgeboren werden.

3. Zusammensetzung und Eigenschaften der in der Schweiz verwendeten Stadtgase

Von den schweizerischen Gaswerken werden heute im wesentlichen drei verschiedene Gassorten abgegeben:

Erdgas
Propan-Luft
Spaltgas

Das früher allgemein verbreitete Leuchtgas, das durch Verkoken von Steinkohle gewonnen wurde, wird heute nicht mehr hergestellt. Als Übergangsprodukt wird bei der Umstellung auf Erdgas ein mit Propan oder Butan angereichertes Stadtgas verwendet. Dieses sogenannte Reichgas ist in seinen Verbrennungseigenschaften dem Erdgas sehr ähnlich und erleichtert die Umstellungsarbeiten.

Der Trend zum Übergang auf Erdgas ist heute in der ganzen Schweiz vorhanden. Es bestehen bereits verschiedene Regionalverbundnetze, die durch Ferngasleitungen aus den nördlichen Nachbarländern gespeist werden. Diese Netze sollen ständig weiter ausgebaut und später untereinander verbunden werden, so dass ein gesamtschweizerisches Netz entstehen wird. Zu dessen rascherem Ausbau trägt auch die gegenwärtig im Bau befindliche Transitleitung Niederlande-Italien bei, an die natürlich das schweizerische Gasverbundnetz ebenfalls angeschlossen werden soll.

Den neuesten Stand der schweizerischen Erdgastransportsysteme vermittelt *Figur 1*.

In der *Tabelle I* sind die Bestandteile der oben erwähnten Gassorten und die wichtigsten physikalischen Eigenschaften zusammengestellt.

Tabelle I. Zusammensetzung und wichtigste physikalische Eigenschaften der drei in der Schweiz verteilten Gassorten

		Erdgas aus Pfullen- dorf	Propan- Luft	Spalt- gas
Kohlendioxid	Vol. %	2,4		17,6
Sauerstoff	Vol. %		15,8	
Wasserstoff	Vol. %			54,3
Stickstoff	Vol. %	8,4	59,5	
Kohlenmonoxid	Vol. %			2,0
Methan	Vol. %	79,9		26,1
Aethan	Vol. %	5,8		
Propan	Vol. %	2,4	23,5	
Butan	Vol. %	0,8	1,2	
höhere Kohlen- wasserstoffe	Vol. %	0,3		
Schwefelwasserstoff	mg/m ³	max. 5		
Gesamtschwefel	mg/m ³	max. 50		
Gasdichte (Luft = 1)		0,68	1,12...1,18	0,47
oberer Heizwert, kcal/Nm ³		9600	6200	4200
Wobbeindex		11650	5600...6000	6120
Explosionsbereich	Vol. %	5...15	2,1...9,5 (für Rein- propan)	5...33

Die aufgeführten Zahlen verdeutlichen den grossen Unterschied in der Zusammensetzung der Gase. Während das Erdgas zu rund 80% aus Methan, 9% anderen Kohlen-

Le gas riche et le gaz naturel sont distribués sous une pression plus élevée que ne l'était naguère le gaz de ville (environ 200 mm de colonne d'eau contre 100 mm), raison pour laquelle il faut s'attendre à des pertes plus importantes. Les usines à gaz s'efforcent, dans leur propre intérêt, de localiser et de réparer aussi rapidement que possible les fuites constatées dans leur réseau de distribution. Mais la recherche des défauts est souvent rendue difficile par le fait que des fuites peu importantes mais durant déjà depuis un certain temps peuvent contaminer une vaste région. Dès lors, les sondages ne permettent guère de localiser la fuite avec précision et il faut ouvrir des tronçons entiers de routes.

3. Composition et propriétés du gaz de ville utilisé en Suisse

A l'heure actuelle, les usines à gaz suisses fournissent principalement les trois sortes de gaz suivantes:

le gaz naturel
l'air propane
le gaz craqué.

Le gaz d'éclairage généralement distribué autrefois n'est plus fabriqué aujourd'hui; on l'obtenait en distillant la houille. Lors du passage au gaz naturel, on a utilisé comme produit intermédiaire un gaz de ville enrichi de propane ou de butane. La combustibilité de ce gaz, dit riche, est semblable à celle du gaz naturel et la transformation des réseaux en est facilitée.

La tendance à passer au gaz naturel se manifeste maintenant dans toute la Suisse. Il y existe déjà plusieurs réseaux régionaux d'interconnexion alimentés par des gazoducs arrivant des pays voisins du Nord. Ces réseaux seront continuellement agrandis, puis reliés ultérieurement entre eux, pour former un ensemble national. Le gazoduc de transit, actuellement en construction entre les Pays-Bas et l'Italie, auquel sera raccordé le système de distribution helvétique, contribuera également à accélérer ce développement.

La *figure 1* reproduit l'état actuel des installations de transport du gaz naturel, qui sont établies en Suisse.

Le *tableau I* groupe les composants des types de gaz mentionnés ci-dessus ainsi que leurs principales propriétés physiques.

Les valeurs énumérées expliquent mieux les différences importantes qui existent dans la composition des gaz. Le gaz naturel est composé d'environ 80% de méthane, de 9% d'autres hydrocarbures et de 11% d'azote combinés avec du gaz carbonique, alors que le mélange air-propane ne contient que 23,5% de propane (+ 1,2% de butane). En revanche, le gaz craqué comprend un peu plus de 50% d'hydrogène et à peu près 25% de méthane. Le reste est constitué par du gaz carbonique auquel s'ajoutent 2% d'oxyde de carbone.

Quant à la densité, on remarque que le gaz naturel et le gaz craqué sont plus légers que l'air, tandis que l'air propane est un peu plus lourd. Le pouvoir calorifique du gaz naturel est nettement plus élevé que celui des deux autres gaz.

L'indice de Wobbe est défini par

$$\text{indice de Wobbe} = \frac{\text{pouvoir calorifique supérieur}}{\sqrt{\text{densité du gaz}}}$$

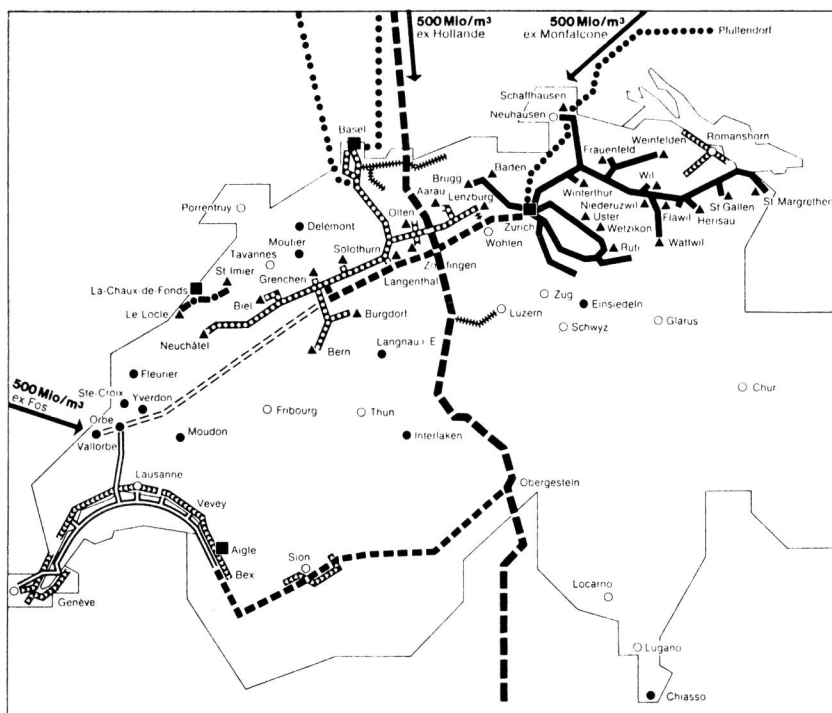


Bild: Bulletin technique de la Suisse romande

Fig. 1
Stand der Entwicklung der schweizerischen Erdgastransportsysteme – Le réseau de gazoducs en construction en Suisse

- Netz der Gasverbund Mittelland AG – Réseau de la Communauté du Gaz du Mittelland SA
- Netz der Gasverbund Ostschweiz AG und der Regionalversorgung Zürich – Réseau de la Communauté du Gaz de la Suisse orientale SA et réseau régional zurichois
- == Netz der Gaznat SA im Bau – Réseau Gaznat SA en construction
- Erweiterung oder Neubau von Regionalnetzen, 1. Ausbauphase – Extension des réseaux régionaux pour le gaz naturel (1^{re} étape)
- Netz der IGESA, Intercommunale Gaz Energie SA, Le Locle-La Chaux-de-Fonds – Réseau IGESA, Intercommunale Gaz Energie SA, Le Locle-La Chaux-de-Fonds
- Regionalnetze – Réseaux régionaux existants

- Erdgasleitung Süddeutschland–Basel – Gazoduc Allemagne du Sud–Bâle (gaz naturel)
- Erdgasleitung Elsass–Arlesheim – Gazoduc Alsace–Arlesheim (gaz naturel, gaz naturel)
- Erdgasleitung Pfullendorf–Schlieren – Gazoduc Pfullendorf–Schlieren (gaz naturel)
- Schweizerisches Teilstück Transitleitung Holland–Italien – Tronçon suisse du gazoduc de transit Hollande–Italie en construction (gaz naturel)
- Schweizerisches Primärnetz für Erdgastransport, 1. Ausbauphase – Réseau primaire suisse de transport de gaz naturel en construction (1^{re} étape)
- == Erweiterung des schweizerischen Primärnetzes, 2. Ausbauphase – Extension du réseau primaire suisse (2^e étape)
- Zentralen der regionalen Gasversorgungen – Centrales de production et/ou distribution des communautés gazières régionales
- ▲ Ferngasbezüger – Preneurs de gaz des communautés gazières
- Spaltanlagen – Usines de craquage
- Propan/Luftgemischanlagen – Usines d'air propané

wasserstoff und 11% Stickstoff plus Kohlendioxid besteht, ist im Propan-Luft-Gemisch bloss 23,5% Propan (+1,2% Butan) enthalten. Das Spaltgas dagegen besteht zu etwas mehr als der Hälfte aus Wasserstoff und etwa einem Viertel aus Methan. Der Rest ist Kohlendioxid und noch 2% Kohlenmonoxid.

Bei der Dichte zeigt sich, dass Erdgas und Spaltgas leichter, Propan-Luft etwas schwerer als Luft ist. Erdgas weist einen beträchtlich höheren Heizwert auf als die beiden anderen Gase.

Der Wobbeindex ist wie folgt definiert:

$$\text{Wobbeindex} = \frac{\text{oberer Heizwert}}{\sqrt{\text{Gasdichte}}}$$

Mit dieser Zahl werden die Verbrennungseigenschaften der Gase charakterisiert. Verschiedene Gase mit ähnlichem Wobbeindex können beispielsweise mit der gleichen Brennerkonstruktion verbrannt werden.

Der Explosionsbereich der Gase wird gekennzeichnet durch die untere und die obere Explosionsgrenze. Der Wert (Angabe in Volumenprozenten) für die untere Explosionsgrenze bedeutet, dass sich gerade eine genügend grosse Menge eines brennbaren Gases in Luft gemischt befindet, um beim Entzünden zu explodieren.

Bei der oberen Explosionsgrenze ist die höchst mögliche Gaskonzentration in Luft vorhanden, bei der noch eine Explosion möglich ist. Beim Propan-Luft-Gemisch liegen

Tableau 1. Composition et principales propriétés physiques des trois sortes de gaz distribués en Suisse

		Gaz naturel de Pfullendorf	Air propane	Gaz craqué
Acide carbonique	vol. %	2,4		17,6
Oxygène	vol. %		15,8	
Hydrogène	vol. %			54,3
Azote	vol. %	8,4	59,5	
Oxyde de carbone	vol. %			2,0
Méthane	vol. %	79,9		26,1
Ethane	vol. %	5,8		
Propane	vol. %	2,4	23,5	
Butane	vol. %	0,8	1,2	
Hydrocarbures	vol. %	0,3		
Hydrogène sulfuré	mg/m ³	max. 5		
Soufre total	mg/m ³	max. 50		
Densité du gaz (air = 1)		0,68	1,12...1,18	0,47
Pouvoir calorifique supérieur	kcal/Nm ³	9600	6200	4200
Indice de Wobbe		11 650	5600...6000	6120
Plage d'explosion	vol. %	5...15	2,1...9,5	5...33
			(pour le propane pur)	

Cet indice caractérise la combustibilité des gaz. Plusieurs gaz possédant le même indice de Wobbe peuvent, par exemple, être utilisés avec le même type de brûleur.

diese beiden Werte tief und ziemlich nahe beieinander. Dies erklärt auch, warum ein Gemisch von 25% Propan in Luft noch keineswegs explosiv ist, sondern erst, wenn der Propangehalt auf 9,5 Volumen-% oder darunter liegt.

Betrachten wir nun, wie sich ein Gemisch eines brennbaren Gases mit Luft bei verschiedenen Konzentrationen verhält, wenn es mit einem Funken oder einer Flamme in Berührung gelangt. Unterhalb der unteren Explosionsgrenze geschieht nichts. Zwischen den beiden Grenzwerten liegt, wie erwähnt, das Gebiet der explosiven Mischungen. Eine solche Mischung kann äusserst heftig detonieren und schwere Zerstörungen anrichten, besonders wenn sie in einem Raum eingeschlossen ist. Es sei hier nur an eine Gasexplosion erinnert, die sich letzten Sommer in Madrid ereignet hat, bei der 30 Personen verletzt und ein ganzes Haus samt einer Telefonzentrale zerstört wurde. Über 100 000 Telefonanschlüsse waren unterbrochen. Oberhalb der oberen Explosionsgrenze findet die Verbrennung nicht mehr explosionsartig statt, da bereits ein Manko an Sauerstoff besteht. Es ereignen sich Verpuffungen, und bei höheren Gasgehalten können auch Flammen auftreten.

Ein mengenmässig sehr geringer Bestandteil der Gase, der in der Tabelle nicht erwähnt worden ist, sind die Odo-risierungsmittel. Diese werden den an sich geruchlosen Gasen beigegeben, damit ihre Anwesenheit in der Luft leichter festzustellen ist. Man verwendet unter anderem Mercaptane und Tetrahydrothiophen, von dem 25 mg je m³ Gas beigemischt werden. Das früher verwendete Koksgas wies von Natur aus einen charakteristischen Geruch auf, der hauptsächlich von organischen Schwefelverbindungen herstammte. Wenn das aus lecken Gasleitungen ausströmende Gas durch gewisse Bodenschichten dringt, kann der Geruchstoff adsorbiert werden. Gasansammlungen in Kabelschächten, Kellern usw. machen sich dann nicht mehr durch ihren Geruch bemerkbar. Solche Einbrüche sind besonders gefährlich und beweisen, dass man sich beim Aufspüren von Gas niemals allein auf den Geruch-sinn verlassen darf.

4. Was ist gegen die Gasgefahr zu unternehmen?

Um nochmals auf die eingangs erwähnten Gasunfälle zurückzukommen, kann man feststellen, dass in den Jahren 1969...1971, das heisst vor der Umstellung auf Erdgas, je ein Unfall mit je 1...2 Verletzten vorgekommen ist. Im Jahr 1972 ereigneten sich 4 Gasunfälle mit insgesamt 9 Verletzten. Es handelte sich hier ausschliesslich um Erdgas oder Erdgasvorläufer.

Die Zunahme der Gasunfälle in den Kabelschächten wirkte alarmierend, insbesondere der 6. Fall, der sich in Neuenburg zutrug und bei dem drei Verletzte zu verzeichnen waren.

Bisher sind folgende Massnahmen angeordnet worden oder sollen noch durchgeführt werden:

4.1 Instruktion des Personals

Schon bald nach den ersten Gasunfällen der letzten Jahre zeigte es sich, dass das in den Kabelschächten arbeitende Personal über die Gefahren des Gases besser aufgeklärt werden muss. Es sind nämlich immer wieder die gleichen Ursachen, die zu Unfällen führen, nämlich Sorglosigkeit, Unwissenheit, Verkennen der Gefahr, Nichtbeachten von Vorschriften. In keinem der beschriebenen Unfälle rechnete das Personal mit einer Gasgefahr und ist

La plage d'explosion des gaz est spécifiée par les limites d'explosion inférieure et supérieure. La valeur indiquée en volumes pour cent, et donnée comme limite inférieure d'explosion, signifie que la quantité de gaz combustible mélangée à l'air est suffisamment grande pour exploser en s'enflammant.

La limite supérieure d'explosion indique que la concentration maximale de gaz contenue dans l'air permet encore une explosion. Les deux valeurs mentionnées pour le propane mélangé à l'air sont basses et assez proches l'une de l'autre. Cela explique pourquoi un mélange devient explosif lorsque la teneur en propane atteint ou est inférieure à 9,5 volumes pour cent et qu'il n'y a pas de danger lorsque l'air est mélangé à 25% de propane.

Examinons maintenant comment se comporte un gaz combustible mélangé à l'air sous diverses concentrations, dès qu'il entre en contact avec une étincelle ou une flamme. Au-dessous de la limite inférieure d'explosion, il ne se passe rien. La plage des mélanges explosifs est comprise entre les valeurs limites, comme indiqué plus haut. Un mélange pareil peut détoner de manière extrêmement violente, et causer de terribles destructions, particulièrement s'il est enfermé dans un local. Il suffit de se rappeler l'explosion de gaz qui a eu lieu l'été dernier à Madrid; elle fit 30 blessés et détruisit un bâtiment entier ainsi qu'un central téléphonique. Plus de 100 000 raccordements téléphoniques furent interrompus. Au-dessus de la limite supérieure d'explosion, la combustion ne se manifeste plus sous forme d'explosion, étant donné qu'il y a déjà un manque d'oxygène. Il se produit alors des détonations avec apparition de flammes, si la teneur en gaz est élevée.

Les substances odorantes, qui représentent une infime partie des composants du gaz, ne figurent pas dans le tableau. Elles sont ajoutées aux gaz inodores, afin que leur présence dans l'air soit plus facilement décelée. On utilise entre autres du mercaptan et du tétrahydrothiophène, incorporé au gaz à raison de 25 mg par mètre cube. Le gaz de coke employé jadis dégageait, de par sa nature, une odeur caractéristique émanant surtout des composés organiques sulfureux. Lorsque le gaz s'échappe des fuites des canalisations, il traverse certaines couches du sol qui adsorbent les substances odorantes. Il n'est dès lors plus possible de sentir l'odeur du gaz accumulé dans les chambres de câbles, les caves, etc. Ces infiltrations sont particulièrement dangereuses et prouvent qu'il ne faut jamais se fier uniquement à son odorat pour détecter le gaz.

4. Que faut-il entreprendre contre les dangers dus au gaz?

Pour en revenir aux accidents provoqués par le gaz et que nous avons évoqués au début de cet article, il convient de relever que, durant les années 1969 à 1971, c'est-à-dire avant le passage au gaz naturel, chaque accident survenu a fait un ou deux blessés. En 1972, il y a eu 4 accidents blessant en tout 9 personnes. Ils furent exclusivement provoqués par le gaz naturel ou par les gaz qui l'ont précédé.

L'augmentation du nombre d'accidents dans les chambres de câbles a alerté l'opinion publique, en particulier le 6^e cas qui s'est produit à Neuchâtel et pour lequel on a dénombré trois blessés.

Jusqu'à ce jour, les mesures suivantes ont été ordonnées ou seront encore appliquées:

dann auch vom Gas überrascht worden. Dabei wäre es leicht möglich gewesen, jeden dieser Unfälle zu verhindern, wenn das Gas rechtzeitig festgestellt worden wäre.

Es ist nun nicht etwa so, dass bisher keine Weisungen bestanden hätten. Vielmehr sind in den «Vorschriften zur Verhütung von Gasunfällen bei Arbeiten in Kabelschächten» vom April 1957 ausführliche Verhaltensmassnahmen bei Gaseinbrüchen enthalten, die auch das Messen des Gasgehaltes der Luft einschliessen. In den regelmässig zentral erteilten Spleisserkursen werden die Teilnehmer seit Jahren auf die Gasgefahr aufmerksam gemacht und genau über die zu treffenden Massnahmen instruiert. Der Umstand, dass jahrelang sehr wenige Gasunfälle passiert sind, hatte aber dazu geführt, dass die Handwerker und ihre Vorgesetzten diese Gefahr mehr und mehr unterschätzten. Um so grösser war dann die Beunruhigung, als sich die Gasunfälle plötzlich zu häufen begannen.

Nun wurden unverzüglich die bestehenden Vorschriften überarbeitet, den neuen Gegebenheiten angepasst und entsprechend strenger gefasst. Diese abgeänderten Vorschriften wurden als ergänzende Weisungen zu Montage- und Unterhaltsvorschriften für Linienanlagen (B 121) im Januar 1973 herausgegeben. Dazu gehören folgende neue Massnahmen:

- Strenges Rauchverbot beim Öffnen von Schächten. Eingefrorene Schachtdeckel dürfen nicht mit offenen Flammen aufgetaut werden.
- In Gebieten mit Gasversorgung darf kein Schacht betreten werden, bevor nicht die Schachtluft auf brennbare Gase geprüft worden ist. Wird Gas festgestellt, so muss der Schacht entlüftet werden.
- Während der Arbeit ist etwa jede Stunde eine Nachmessung vorzunehmen. Auch nach Arbeitsunterbrüchen (z.B. Mittagspause) ist neu zu messen.
- Die Gasprüfungen sind auch dann durchzuführen, wenn kein Gasgeruch festzustellen ist.
- Gasunfälle in den Fernmeldedienstanlagen, auch solche mit blossen Sachschaden, sind unverzüglich der Generaldirektion der PTT-Betriebe zu melden.

Gegenwärtig wird, in Zusammenarbeit verschiedener Stellen der Generaldirektion PTT, eine dienstliche Weisung vorbereitet, in der die bereits erwähnten Vorschriften weiter bearbeitet und ergänzt werden. Neu kommen folgende Vorschriften hinzu:

- Jeder Handwerker wird verpflichtet, sich über die in seinem Arbeitsgebiet vorhandenen Gasverteilanlagen und die Art des Gases zu informieren. Die Bauabteilungen müssen ihnen hierzu die erforderlichen Unterlagen zur Verfügung stellen.
- Missachtet ein Mitarbeiter die Sicherheitsvorschriften, so kann er disziplinarisch bestraft und bei grobem Verschulden zu Schadenersatzbeiträgen verpflichtet werden.
- Bei langdauernden Arbeiten mit offenen Flammen in einem Schacht besteht die Gefahr eines Sauerstoffmangels. Es ist daher für eine gute Entlüftung (Frischluftzufuhr) zu sorgen.

Wichtig ist natürlich, dass die neuen Vorschriften den Handwerkern zur Kenntnis gebracht werden und dass man deren Einhaltung überwacht.

4.2 Zusammenarbeit mit den Gaswerken

Die Gasgefahr in den unterirdischen Kabelanlagen lässt eine engere Zusammenarbeit der Kreistelefondirektionen mit den Gaswerken als unumgänglich erscheinen. Eine

4.1 Instruction du personnel

A la suite des premiers accidents enregistrés au cours de ces dernières années, on s'est aperçu que le personnel travaillant dans les chambres de câbles devait être mieux renseigné sur les dangers constitués par le gaz. Ce sont toujours les mêmes causes qui entraînent les accidents, notamment l'insouciance, l'ignorance, le mépris du danger et l'inobservation des prescriptions. Dans aucun des accidents décrits, le personnel n'avait imaginé courir des risques, et fut surpris par le gaz. En outre, tous ces accidents auraient pu facilement être évités, si la présence du gaz avait été décelée à temps.

On ne saurait pourtant prétendre qu'aucune directive n'ait été publiée jusqu'à présent, d'autant moins que les «Prescriptions sur les mesures à prendre pour prévenir les intoxications par les gaz lors de travaux dans les chambres de câbles», datant d'avril 1957, expliquent en détail le comportement à observer en cas d'infiltrations de gaz ainsi que la façon d'en mesurer la teneur dans l'air. Lors des cours centraux d'épisseurs, que les services des télécommunications organisent régulièrement depuis des années, les dangers inhérents au gaz sont toujours signalés aux participants qui reçoivent également une instruction poussée sur les dispositions à prendre. Le fait que, pendant des années, le gaz n'a provoqué que de très rares accidents a certes incité les artisans et leurs supérieurs à sous-estimer de plus en plus ce genre de danger. L'inquiétude fut d'autant plus grande, lorsque les accidents imputables au gaz commencèrent subitement à se multiplier.

Les prescriptions en vigueur furent donc remaniées immédiatement, adaptées aux nouvelles circonstances et renforcées en conséquence. Ces règlements modifiés ont été publiés en janvier 1973, à titre d'instructions complémentaires aux prescriptions pour le montage et l'entretien des installations de lignes (B 121). Ils prévoient les nouvelles mesures suivantes:

- Défense absolue de fumer, lorsqu'on ouvre une chambre à regard. Les couvercles de chambre bloqués par la glace ne doivent pas être dégelés à la flamme.
- Dans les régions alimentées en gaz naturel, il est interdit de pénétrer dans une chambre à regard avant d'avoir vérifié la teneur en gaz combustible de l'air qu'elle contient. Si l'on constate la présence de gaz, il importe d'aérer la chambre.
- Pendant le travail, il y a lieu de procéder toutes les heures à une mesure. Celle-ci sera également répétée après chaque interruption de travail (par exemple après la pause de midi).
- Les contrôles doivent aussi être faits, même si aucune odeur de gaz n'est perçue.
- Les accidents occasionnés par le gaz dans les installations des services des télécommunications, y compris ceux qui ne provoquent que des dégâts matériels, doivent être annoncés sans délai à la direction générale de l'Entreprise des PTT.

A l'heure actuelle, divers organes de la direction générale des PTT collaborent à la préparation d'une instruction de service visant à remanier et à compléter les prescriptions mentionnées ci-dessus.

Les dispositions suivantes seront ajoutées:

- Tout artisan est tenu de se renseigner sur les installations de distribution du gaz situées dans son secteur de travail ainsi que sur la nature du gaz. A cet effet, les divisions de

solche Zusammenarbeit hat sich übrigens vielerorts bereits eingespielt. Sie bezieht sich vor allem auf eine gegenseitige Information.

Von den Gaswerken sind zur Orientierung des Personals folgende Angaben zu verlangen:

- Bekanntgabe aller Gebiete mit öffentlichen Gasversorgungsnetzen und die darin verteilte Gasart.
- Verlauf der Überland-Zubringerleitungen und Neuanlagen in den Verteilnetzen.
- Laufende Meldung von Gasleitungsbrüchen und Gasleitungsreparaturen.

Den Gaswerken ist dagegen zu melden, wenn irgendwo ein Gaseinbruch festgestellt wird. Sie sind zur sofortigen Abklärung und Behebung der Ursache aufzufordern. Die Meldung ist schriftlich zu bestätigen. Die Arbeitsgruppen der Bauabteilungen der Fernmeldedienste sind oft die ersten, die eine Gasverseuchung im Boden feststellen. Eine augenblickliche Meldung an die Gaswerke hilft unter Umständen auch anderweitige Schäden zu verhüten und ist daher von allgemeinem Interesse.

4.3 Mess- und Alarmgeräte

Eine der wichtigsten Massnahmen zur Verhütung von Gasunfällen ist das Messen mit geeigneten Explosimetern. Man hat dabei zu unterscheiden zwischen mobilen, kleinen Messgeräten, die vor allem im Feld (Einstiegschächte) verwendet werden und stationären Anlagen, die in Kabelkellern und anderen Kellerräumen von Telefonzentralen eingebaut werden und mit einer Alarmvorrichtung ausgerüstet sind.

4.3.1 Mobile Messgeräte

Schon seit vielen Jahren sind den Kreisteledirektionen Gasanzeiger zugeteilt, die nach den bisherigen Vorschriften bei Gasverdacht einzusetzen waren. Es hat sich nun aber gezeigt, dass diese Geräte bei Anwesenheit von Erdgas einen viel zu tiefen Wert anzeigen, so dass sie für dieses Gas nicht mehr als zuverlässig angesprochen werden können. Ausserdem sind sie nicht so handlich wie dies wünschbar wäre. Aus diesem Grund dürfen sie jetzt nur noch in Gegenden mit Propan-Luft- oder Spaltgasversorgung verwendet werden. Für die Gebiete mit Erdgasversorgung wurde ein moderneres, kleines Gerät in Taschenformat beschafft. Da die Handwerker nach den neuesten Vorschriften verpflichtet sind, in gasversorgten Gebieten vor jedem Einstieg in einen Schacht zu messen, mussten bisher 450 Geräte angeschafft werden. Aufgrund eingehender Untersuchungen der Abteilung Forschung und Entwicklung PTT wurde das Explosimeter «Gasotrans» der *Gesellschaft für Gerätebau mbH Dortmund* gewählt (Fig. 2). Da dieses Gerät später beschrieben wird, können wir uns hier auf eine Kurzerläuterung beschränken:

Das «Gasotrans» weist eine Sonde mit Kunststoffschlauch auf. Es wird durch einen eingebauten, wiederaufladbaren Akkumulator mit Strom versorgt. Für die Messung wird durch Drücken einer Taste eine Membranpumpe betätigt, die durch die Sonde Luft ansaugt. Die zu prüfende Luft gelangt dann in eine Kammer, die einen geheizten Platin-Widerstandsdraht enthält. An diesem Draht werden brennbare Anteile der Luft verbrannt. Die entstehende Verbrennungswärme erhöht die Temperatur des Heizdrahtes, was wiederum dessen elektrischen Widerstand erhöht. Über eine Brückenschaltung lässt sich diese Widerstandsänderung so auswerten, dass das eingebaute Anzeigegerät den Gasgehalt der Luft wiedergibt. Beim «Gasotrans»

construction doivent mettre les plans nécessaires à sa disposition.

- Le collaborateur qui n'observe pas les prescriptions de sécurité peut être puni disciplinairement et, en cas de faute grave, être obligé de participer à la couverture financière des dommages.
- Lorsqu'un appareil à flamme nue est utilisé pour de longs travaux dans une chambre à regard, l'oxygène risque d'y faire défaut. Il convient dès lors de prévoir une bonne aération (amenée d'air frais).

Il faudra naturellement porter ces nouvelles prescriptions à la connaissance des artisans et surveiller leur application.

4.2 Collaboration avec les usines à gaz

Les dangers que constitue la présence de gaz dans les installations de câbles souterraines impliquent une étroite collaboration entre les directions d'arrondissement des téléphones et les usines à gaz. Du reste, cette coopération s'est déjà révélée efficace à de multiples occasions. Elle a surtout pour objet l'information réciproque.

Dans le dessein d'informer leur personnel, les directions doivent demander aux usines à gaz de leur communiquer:

- Tous renseignements concernant les zones pourvues d'un réseau public d'alimentation en gaz et la nature du gaz utilisé.
- Le tracé des conduites d'alimentation régionales et des installations nouvellement construites dans les réseaux de distribution.
- En permanence, les cas de ruptures et les réparations de conduites de gaz.

En revanche, dès que des émanations de gaz sont constatées en un endroit quelconque, il convient d'aviser l'usine à gaz et de l'inviter à en déceler et supprimer immédiatement la cause. L'avis sera confirmé par écrit. Les groupes de travail des divisions de construction des services des télécommunications sont bien souvent les premiers à s'apercevoir que le sol est contaminé par le gaz. En informant spontanément les usines à gaz, ils aident aussi à prévenir d'autres dégâts et, par conséquent, sauvegardent les intérêts de tout le monde.

4.3 Appareils de mesure et dispositifs d'alarme

L'emploi d'explosimètres adéquats est une des principales mesures visant à la prévention des accidents dus au gaz. A ce propos, il importe de faire une distinction entre les appareils de mesure portatifs, principalement utilisés en campagne (chambres à regard), et les installations fixes équipées d'un dispositif d'alarme et montées dans les chambres de câbles ou dans les autres locaux en sous-sol des centraux téléphoniques.

4.3.1 Appareils de mesure portatifs

Depuis plusieurs années, les directions d'arrondissement des téléphones disposaient de détecteurs de gaz qui, d'après les anciennes prescriptions, devaient être mis en œuvre dès qu'on sentait une odeur de gaz. Or il est apparu qu'en présence du gaz naturel, ces appareils indiquaient une valeur beaucoup trop basse, au point qu'on ne pouvait plus les considérer comme fiables. Par ailleurs, ils n'étaient pas aussi pratiques qu'on le croyait. C'est la raison pour laquelle il ne faudra dorénavant s'en servir que dans les régions alimentées en air propane ou en gaz craqué. Pour les secteurs fournis en gaz naturel, un petit appareil moderne, format de poche, a été acquis. Attendu qu'en vertu des dernières prescriptions, les artisans occupés dans une

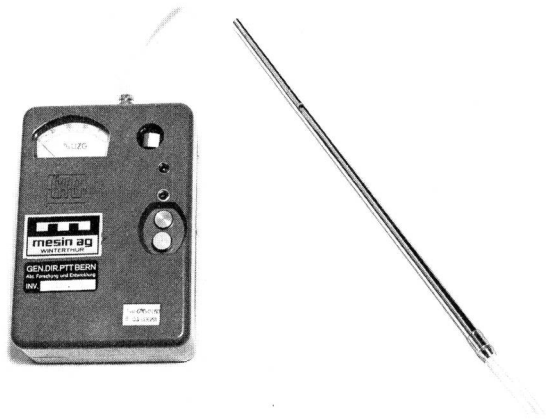


Fig. 2

Ansicht des Explosimeters Gasotrans mit Messsonde – Vue de l'explosimètre Gasotrans avec sonde de mesure

trans» ist die Skala in % der unteren Explosionsgrenze geeicht. Der volle Skalenausschlag beträgt 50% UZG (untere Zündgrenze, bzw. Explosionsgrenze). Dies entspricht 2,5 Volumen-% Methan, da sich 100% UZG auf die untere Zündgrenze oder 5 Vol.-% Methan beziehen. Die Messung ist somit recht empfindlich, und wenn das Instrument den vollen Skalenausschlag aufweist, ist die Explosionsgrenze noch nicht erreicht.

Natürlich muss man sich auf die Betriebssicherheit dieser Explosimeter verlassen können. Es ist deshalb ein Service-dienst mit der Schweizer Vertreterfirma vereinbart worden, der vorsieht, dass jedes Instrument periodisch einer gründlichen Revision unterzogen wird.

Wünschbar wäre ein Instrument, das während der Arbeit ständig eingeschaltet bleibt und beim Überschreiten einer gewissen Gaskonzentration einen optischen und akustischen Alarm auslösen würde. Neuerdings sind derartige Geräte erhältlich. Ihre Eignung für den Betrieb in den Kabelschächten wird geprüft.

4.3.2 Stationäre Alarmanlagen

Gaseinbrüche kommen nicht nur in Kabelschächten vor. Öfters dringen Gase auch durch die Kanäle bis in die Kabelkeller der Zentralen vor. Da hier elektrische Installationen in nicht explosionsgeschützter Ausführung vorhanden sind, genügt es bereits, einen Lichtschalter zu betätigen, um gegebenenfalls eine Gasexplosion auszulösen. Um solche Vorkommnisse, die den Umfang von Katastrophen annehmen können (Madrid) zu verhüten, müssen in diesen Räumen Gasmelde- und Alarmanlagen installiert werden. Es existiert eine ganze Anzahl solcher Geräte. Die meisten arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie das Gasotrans-Explosimeter, nur weisen sie eine bis mehrere Sonden auf, die normalerweise an den Eintrittsstellen der Kabelkanäle angebracht werden können. In die Sonde ist die Verbrennungskammer eingebaut. Ein elektrisches Kabel verbindet sie mit dem Haupt- oder Steuergerät, dessen Einbau im Zentralenraum vorgesehen ist. Das Hauptgerät kann mehrere Einzelelemente in Einschubform enthalten, von denen jedes einer Sonde zugeteilt ist. Am Hauptgerät befinden sich auch das Anzeigeinstrument und der Alarmteil (optisch und akustisch). Die Steuergeräte enthalten auch Anschlüsse für die Weiterleitung des Alarms, den Schreiber und den Ventilator. Die Alarmschwelle wird meist auf etwa 20% UZG eingestellt.

Ferner gibt es Geräte, die nach anderen Prinzipien arbeiten. Beim einen wird die Wärmeleitfähigkeit der Gase

région alimentée en gaz sont obligés de faire une mesure avant de descendre dans une chambre à regard, 450 appareils ont été achetés jusqu'à ce jour. Le choix s'est porté sur l'explosimètre «Gasotrans» (fig. 2) fabriqué par la «Gesellschaft für Gerätebau mbH Dortmund», après que la division des recherches et du développement des PTT l'eut examiné minutieusement. Comme cet instrument sera décrit ultérieurement, nous nous bornerons ici à en expliquer brièvement le fonctionnement.

Le «Gasotrans» possède une sonde munie d'un tube en matière synthétique; il est alimenté en courant par un accumulateur incorporé et rechargeable. Pour mesurer, il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir actionnant la pompe à membrane qui aspire l'air à travers la sonde. L'air à contrôler arrive alors dans une chambre renfermant une résistance chauffée, formée d'un fil de platine. Les substances combustibles de l'air sont brûlées à la surface de ce fil. La chaleur de combustion engendrée augmente la température du filament, ce qui accroît encore sa résistance électrique. Un montage en pont évalue ce changement de résistance de telle façon que l'instrument indicateur incorporé reproduise la teneur en gaz de l'air. L'échelle du «Gasotrans» est étalonnée en pourcent de la limite d'explosion inférieure. Elle est graduée à 50% de la limite inférieure d'explosion, ce qui correspond à 2,5 volumes pourcent de méthane, 100% représentant la limite inférieure d'explosion ou 5 volumes pourcent de méthane. La mesure est donc très sensible et la limite d'explosion n'est pas encore atteinte, quand l'aiguille de l'instrument dévie au maximum.

Il est naturel de pouvoir se fier à la sécurité de fonctionnement de cet explosimètre. C'est pourquoi un service d'entretien a été convenu avec la maison représentant le fournisseur en Suisse; il prévoit que chaque instrument sera soumis périodiquement à une révision complète.

Il serait très souhaitable d'avoir un instrument capable de fonctionner en permanence pendant le travail et de déclencher une alarme optique et acoustique, dès que la concentration de gaz dépasse une certaine limite. Depuis peu, on trouve des appareils de ce genre dans le commerce. Leur efficacité est examinée, en vue de pouvoir les exploiter dans les chambres de câbles.

4.3.2 Installations d'alarme fixes

Les gaz ne s'infiltrant pas seulement dans les chambres à regard, mais pénètrent souvent aussi dans les chambres de câbles des centraux, en suivant les caniveaux. Comme les installations électriques qui s'y trouvent ne sont pas à l'épreuve des explosions, il pourrait suffire d'actionner un interrupteur électrique pour que le gaz explose. Dans le dessein d'éviter de tels désastres pouvant atteindre des proportions catastrophiques, comme à Madrid, il est indispensable d'équiper ces locaux de détecteurs de gaz et d'installations d'alarme. Il existe toute une série d'appareils de cette espèce. La plupart d'entre eux fonctionnent selon le même principe que l'explosimètre Gasotrans, à la différence qu'ils possèdent une ou plusieurs sondes normalement placées à l'entrée des caniveaux de câbles. La chambre de combustion est intégrée à la sonde et reliée par un câble électrique à l'appareil principal ou au dispositif de commande prévu dans le local du central. L'appareil principal peut comprendre plusieurs éléments séparés, formés d'unités enfichables; chacun d'eux est doté d'une sonde. L'instrument indicateur et le système d'alarme optique et acoustique se trouvent également dans l'appareil princi-

gemessen. Ein anderes wertet die Absorption von Infrarotstrahlung aus. Bei den letztgenannten Systemen ist gemeinsam, dass die zu messende Luft von den Probenahmestellen einem zentral gelegenen Analysen- und Auswertegerät zugeführt wird. Dabei werden die Gase keiner Verbrennung unterworfen, und so fällt eine Fehlermöglichkeit infolge Alterung der Verbrennungszelle dahin. Dafür sind aber gewisse andere Nachteile in Kauf zu nehmen. Ein in jeder Beziehung ideales Gerät ist noch nicht erfunden.

Die Abteilung Forschung und Entwicklung PTT wurde beauftragt, unter den angebotenen Geräten ein für den Einbau in den Anlagen der Fernmeldedienste geeignetes Gerät auszusuchen. Zu diesem Zweck sind mehrere Firmen eingeladen worden, im Gebiet der Kreistelefondirektion Basel probeweise ein Alarmgerät in einer Zentrale zu installieren. Basel wurde deshalb gewählt, weil dort in mehreren Kabelkellern Erdgas festgestellt worden ist. Die Geräte können somit unter Praxisbedingungen geprüft werden.

4.4 Ventilationsgeräte

Für die Entlüftung der Kabelschächte im Falle von Gasenbrüchen oder zur Vermeidung von Sauerstoffmangel bei langdauerndem Einsatz von Brennern sowie allenfalls zur Belüftung von Schächten mit Kohlendioxidgehalt (Kohlensäure) müssen Belüftungsgeräte eingesetzt werden. Die benötigten Ventilatoren sind elektrisch angetrieben und können auch von mobilen Benzinaggregaten mit Strom versorgt werden. Der Ventilator wird neben der Schachtoffnung aufgestellt. Von ihm führt ein Balgenschlauch mit grossem Durchmesser in den Schacht hinunter. Der Ventilator weist zwei Schlauchanschlussstellen auf für saugenden oder blasenden Betrieb. Das Ausblasen der Schächte ist oft wirksamer als das Absaugen, da beim Ansaugen fortwährend Gas aus den Kabelkanälen nachströmen kann. Beim Blasen hingegen entsteht im Schacht ein leichter Überdruck, der genügt, um die Gase in die Kanäle zurückzutreiben. Einige Gebläse mit einer Förderleistung von 30 m³/min sind bereits im Einsatz. Gegenwärtig werden 200 «Helio»-Gebläse beschafft, so dass viele Arbeitsgruppen damit ausgerüstet werden können. Diese Geräte sind explosionsicher ausgeführt.

Im Winter kann sich das Einblasen kalter Luft für die in den Schächten arbeitenden Handwerker als sehr unangenehm erweisen. Deshalb sollen noch 60 Heizgeräte, die an die Ventilatoren angeschlossen werden, beschafft werden. Sie befinden sich gegenwärtig noch in Entwicklung.

Für die fensterlosen Kabelkeller sind stationäre Ventilatoren vorgesehen. Dabei gilt es auch hier abzuwägen, ob der Ventilator besser saugend oder blasend einzusetzen ist. In verschiedenen Zentralen der Kreistelefondirektion Basel werden gegenwärtig ebenfalls Versuche mit Ventilations-einrichtungen vorgenommen.

In Kabelkellern mit Fenstern genügt oft die natürliche Fensterlüftung, um die eingedrungenen Gase entweichen zu lassen. Jedenfalls muss das Lüftungsproblem für die verschiedenen Räume individuell gelöst werden.

4.5 Kostenproblem, Rechtsfragen

Durch die Gasgefahr in den Kabelschächten und -kellern erwachsen den PTT-Betrieben erhebliche Umläufe und Kosten, da

- Personen verletzt werden
- Sachschäden entstehen
- Arbeitsverzögerungen auftreten

pal. Les dispositifs de commande englobent aussi les raccordements servant à transmettre l'alarme, l'enregistreur et le ventilateur. La cote d'alerte est ordinairement fixée à 20 % de la limite inférieure d'explosion.

Il existe encore des appareils fonctionnant selon d'autres principes. Certains mesurent la conductibilité thermique des gaz, d'autres évaluent l'absorption des radiations infrarouges. Les deux derniers systèmes ont un point commun, à savoir que les échantillons d'air prélevés sont conduits vers un appareil central d'analyse et d'évaluation. De cette manière, les gaz ne sont soumis à aucune combustion, ce qui élimine les possibilités d'erreur en raison du vieillissement de l'élément de combustion. Par contre, ils présentent d'autres inconvénients. L'appareil idéal sous tous les rapports n'a pas encore été mis au point.

La division des recherches et du développement des PTT a été chargée de sélectionner, parmi les appareils proposés, celui qui conviendrait le mieux aux installations des services des télécommunications. A cet effet, plusieurs entreprises ont été invitées à installer un dispositif d'alarme dans un central de la direction d'arrondissement des téléphones de Bâle, à titre d'essai. Les appareils peuvent ainsi être examinés en pratique. Bâle fut choisie parce que la présence du gaz naturel fut constatée dans plusieurs chambres de câbles.

4.4 Appareils de ventilation

Il est nécessaire de recourir à des appareils de ventilation, afin d'aérer les chambres de câbles contaminées par le gaz ou d'empêcher que l'oxygène fasse défaut lors de l'utilisation prolongée de chalumeaux, ainsi que pour ventiler au besoin les chambres à regard contenant du dioxyde de carbone (acide carbonique). Les ventilateurs exigés fonctionnent à l'électricité; ils peuvent être aussi alimentés en courant par des groupes électrogènes portatifs à essence. Le ventilateur est placé près de l'orifice de la chambre dans laquelle est amené son tuyau extensible de gros diamètre. Le ventilateur possède deux points de raccordement pour le tuyau: l'un sert à aspirer l'air et l'autre à le refouler. L'insufflation d'air dans les chambres est souvent plus efficace que l'aspiration, car si l'on pompe l'air vicié, le gaz parvient continuellement à sortir des caniveaux de câbles. Par contre, le fait de pomper l'air frais dans la chambre produit une légère surpression qui suffit à refouler les gaz dans les canalisations. Certaines souffleries débitant 30 m³ d'air à la minute sont déjà en service. 200 souffleries *Helio* ont été acquises jusqu'ici, ce qui a permis de doter plusieurs groupes d'épisseurs de cet appareil antidéflagrant.

En hiver, il est apparu que l'insufflation d'air froid dans les chambres à regard risquait d'être très désagréable pour les artisans qui y travaillent. Par conséquent, il y a lieu de se procurer encore 60 corps de chauffe à raccorder aux ventilateurs. Ces équipements sont actuellement mis au point.

Il est prévu de monter des ventilateurs fixes dans les chambres de câbles dépourvues de fenêtres. Là également il s'agit d'examiner s'il est préférable d'employer un système soufflant ou aspirant. Des installations de ventilation font actuellement l'objet d'essais dans divers centraux de la direction d'arrondissement des téléphones de Bâle.

Dans les chambres de câbles munies de fenêtres, l'aération naturelle assurée par ces dernières suffit souvent à évacuer les gaz qui y ont pénétré. Quoi qu'il en soit, le problème de l'aération doit être résolu individuellement pour chaque genre de local.

- und ein erheblicher Aufwand zur Beschaffung und für den Unterhalt der Gasspür-, Alarm- und Belüftungsgeräte nötig ist.

Es stellt sich daher die Frage, inwiefern die Gaswerke für auf ihre Anlagen zurückgehende Personen- und Sachschäden verantwortlich gemacht werden können. Die Kreistelefondirektionen sind angewiesen, bei Unfällen den Gaswerken für Arbeitsausfall und zusätzliche Kosten Rechnung zu stellen. Beträchtliche Kosten erwachsen den Fernmeldediensten durch die Anschaffung und den Unterhalt der erwähnten Geräte. Der Rechtsdienst PTT hat diesbezüglich auch mit dem Amt für Energiewirtschaft (Konzessionsbehörde für Rohrleitungen) Fühlung genommen. Die Ergebnisse müssen noch abgewartet werden.

5. Bisheriger Erfolg der Massnahmen und Ausblick

Den bisherigen Massnahmen, die zur Ausschaltung der Gasgefahr getroffen worden sind, kann heute bereits ein voller Erfolg zugeschrieben werden, sind doch seit Beginn 1973 keine namhaften Gasunfälle mehr vorgekommen. Man darf dies wohl in erster Linie der verbesserten Instruktion, aber auch der vermehrten Aufmerksamkeit des Personals zuschreiben.

Es ist ausgeschlossen, dass die Gaswerke innerhalb kurzer Zeit in der Lage sein werden, die alten, immer wieder zu Gasverlusten führenden Leitungen zu ersetzen. Die Gasgefahr kann durch die erweiterten Massnahmen soweit herabgesetzt werden, dass man mit ihr einigermaßen existieren und jedenfalls Körperverletzungen sozusagen ganz vermeiden kann. Von den Gaswerken können wir aber erwarten, dass sie ihrerseits bestrebt sein werden, ihr Möglichstes zur Sanierung des misslichen Gasproblems beizutragen. In der Schweiz sind wir glücklicherweise bisher vor grösseren Gasexplosionskatastrophen bewahrt geblieben. Es ist zu hoffen, dass trotz des vermehrten Ausbaus der Gasnetze die Zahl der Gasunfälle rückläufig bleibt.

4.5 Problème des frais, questions juridiques

La présence de gaz dans les chambres à regard et les chambres de câbles des centraux cause à l'Entreprise des PTT des difficultés et des frais considérables, vu que les accidents qui en résultent

- font des blessés,
- provoquent des dégâts matériels,
- entraînent des retards dans les travaux
- et que l'achat et l'entretien des détecteurs de gaz, des dispositifs d'alarme et des appareils de ventilation entraînent des frais importants.

La question se pose donc de savoir jusqu'à quel point les usines à gaz pourraient être rendues responsables des dommages corporels et matériels imputables à leurs installations. Lors d'accidents, les directions d'arrondissement des téléphones ont l'ordre de mettre en compte aux usines à gaz les heures de travail perdues et les frais supplémentaires qui en résultent. L'acquisition et l'entretien des appareils précités occasionnent de gros frais aux services des télécommunications. A ce sujet, le service du contentieux des PTT a également pris contact avec l'Office fédéral de l'économie énergétique qui est l'autorité concédante pour les installations de transport par conduites. Nous attendons encore les résultats de cette démarche.

5. Succès découlant des mesures prises et perspectives d'avenir

Le succès enregistré à la suite des mesures adoptées en vue de l'élimination des dangers constitués par le gaz peut être taxé, aujourd'hui déjà de complet, puisque aucun accident grave n'est survenu depuis le début de 1973. Ce succès peut être attribué en premier lieu à l'instruction qui a été améliorée, mais aussi à l'attention plus grande dont a fait preuve le personnel.

Il est exclu que les usines à gaz réussissent à remplacer en peu de temps les anciennes conduites donnant lieu à des fuites de gaz. Le danger dû au gaz peut être réduit dans de telles proportions par l'application de mesures de protection renforcées qu'il devrait devenir possible de vivre à ses côtés et d'éviter pratiquement toute lésion corporelle. En plus, il faut s'attendre à ce que les usines à gaz, pour leur part, mettent tout en œuvre pour résoudre ce malheureux problème. Jusqu'ici, il n'y a pas eu de grandes catastrophes déclenchées par des explosions de gaz en Suisse. Il y a lieu d'espérer qu'en dépit de l'extension croissante des réseaux de distribution de gaz, le nombre d'accidents ira en régressant.