

**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:** 25 (1947)

**Heft:** 1

**Artikel:** Über den Nachweis von Phenolspuren in Bitumina, Asphalten und Teeren

**Autor:** Künzler, H. / Hess, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875734>

### **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:** 25.01.2026

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

E poichè ora vige l'equazione (28), sostituendo il valore  $U_1$  che da essa si trae, si ha:

$$(58) \quad D_2 = \frac{\gamma}{2\alpha} \frac{U^2}{1 + \varepsilon^2} \frac{\sqrt{1 + \varepsilon^6}}{\sqrt{1 + \varepsilon^2}}$$

ed anche, per la (26):

$$(59) \quad D_2 = D_1 \frac{\sqrt{1 + \varepsilon^6}}{\sqrt{(1 + \varepsilon^2)^3}}$$

Le (33) e (34) si dimostrano partendo rispettivamente dalle (24) e (25) con lo stesso procedimento.

Indirizzo: Genova, Facoltà d'Ingegneria dell'Università — Sezione Comunicazione Elettriche.

## Über den Nachweis von Phenolspuren in Bitumina, Asphalten und Teeren

Von H. Künzler und W. Hess, Bern

620.19:621.315.1  
547.56

### Einleitung

Die Imprägniermassen, mit denen die Kabelumhüllungen getränkt werden, dürfen keine Verbindungen aus der Gruppe der Phenole enthalten, weil diese nach heute bestehenden Auffassungen die korrosive Zerstörung des Bleimantels beschleunigen sollen. Die Rolle, welche die Phenole bei der Kabelkorrosion spielen, ist indessen noch durchaus unklar. Man neigt heute zu der Ansicht, diese Körper wirkten als Katalysatoren. Danach bestünde die Möglichkeit, dass die Phenole auch noch in geringsten Mengen wirksam wären.

Da die Phenole, welche zum Bleimantel des Kabels gelangen, im allgemeinen nur aus der Kabelumhüllung bzw. deren Imprägniermasse stammen können, stellte sich die Aufgabe, eine Methode auszuarbeiten, nach welcher es möglich ist, in Bitumina, Asphalten und Teeren Phenole nachzuweisen. Dabei war es notwendig, Reagenzien heranzuziehen, welche diese Körperklasse auch noch in sehr geringen Konzentrationen anzuzeigen vermögen.

Die empfindlichsten Phenolnachweise beruhen auf Farbreaktionen. Nun besteht aber die Schwierigkeit in unserem Falle darin, dass die Imprägniermassen selbst dunkelbraun bis schwarz gefärbt sind, so dass die Eigenfärbung der zu untersuchenden Substanz den Farbton des Phenolnachweises überdeckt. Aus diesem Grunde ist die von *Nellenstein* und *Sauerbier*<sup>1)</sup> beschriebene Methode für den Spurnachweis wenig geeignet.

Um die erwähnten Schwierigkeiten zu umgehen, nützten wir eine Eigenschaft vieler Phenole aus, nach welcher es möglich ist, diese Stoffe mit überhitztem Wasserdampf abzudestillieren. Im Wasserdampfdestillat, das in der Regel praktisch farblos ist, können die Phenole eindeutig mit Farbreaktionen nachgewiesen werden.

### Die Abtrennung der Phenole durch Wasserdampfdestillation

Die Wasserdampfdestillation führen wir in einer Apparatur durch, wie sie in Fig. 1 schematisch aufgezeichnet ist. Der Wasserdampf wird aus destil-

liertem Wasser hergestellt und in der Schlaufe eines Kupferrohres mit Gasbrennern entwickelt und überhitzt. Der durch das Reaktionsgut getriebene Wasserdampf wird vorteilhaft in einem Kupferkühler kondensiert, weil die gewöhnlichen Liebigkühler aus Glas die starke thermische Beanspruchung nicht aushalten und deshalb leicht springen.

In den Destillierkolben pflegen wir 20 g der zu untersuchenden Imprägniermasse oder einer Kabelumhüllung, welche noch Papier und Jute enthält und sorgfältig von Erdresten und Steinchen befreit sein muss, einzuwägen. Dazu fügt man 10 g  $\text{CuSO}_4$ , kristallisiert, 20 cm<sup>3</sup>  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1:4 und 20 cm<sup>3</sup> destilliertes Wasser. Durch die Phosphorsäure werden allfällig gebundene Phenole freigesetzt, durch das Kupfersulfat dagegen sollen reaktionsfähige Schwefel- und Cyanverbindungen, welche vorhanden sein könnten, unschädlich gemacht werden. Der so beschickte Kolben wird in die Apparatur (vergl. Fig. 1) eingesetzt, worauf die Wasserdampfdestillation eingeleitet werden kann.

Das Destillat soll in mehreren Fraktionen aufgefangen werden, von denen jede auf Phenole zu prüfen ist.

Die Apparatur ist vor dem Versuch gründlich zu reinigen und während mindestens 1...2 Stunden mit überhitztem Wasserdampf zu spülen, um eventuell von einer früheren Bestimmung zurückgebliebene Verunreinigungen zu vertreiben. Vor der neuen Bestimmung

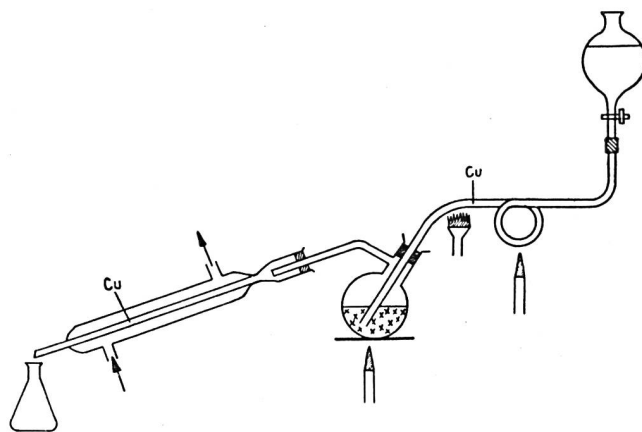


Fig. 1. Apparatur für die Wasserdampfdestillation

<sup>1)</sup> Nellenstein F. J. und Sauerbier J. C. M.: Z. angew. Chemie 42 (1929), 722.

mung ist ein Blindversuch ohne Asphalt- oder Kabelumhüllungseinwaage durchzuführen, wobei das erhaltene Wasserdampfdestillat phenolfrei sein soll.

### Farbreaktionen zum Nachweis von Phenolen

Bei unsern Versuchen weisen wir im Wasserdampfdestillat Phenole mit 4 verschiedenen Farbreaktionen nach, welche im folgenden kurz beschrieben werden sollen:

#### a) Methode von Folin-Denis<sup>2)</sup>

Erforderliche Reagenzien:

1. Phenolreagens nach Folin-Denis. Es wird hergestellt durch Auflösen von 100 g Natriumwolframat in 750 cm<sup>3</sup> destilliertem Wasser. Diese Mischung wird mit einer Lösung von 18 g Molybdäntrioxyd in 50 cm<sup>3</sup> 85prozentiger Phosphorsäure vermengt. Nun kocht man während 2 Stunden am Rückflusskühler und füllt nach dem Erkalten auf 1 l mit destilliertem Wasser auf.
2. Gesättigte, wässrige Sodalösung.

Durchführung des Phenolnachweises:

Zu 50 cm<sup>3</sup> des zu prüfenden Wasserdampfdestillates gibt man 0,5–1 cm<sup>3</sup> Phenolreagens und macht mit 5–10 cm<sup>3</sup> Sodalösung alkalisch. Sind Phenole vorhanden, so wird die Lösung blau. Die Farbtintensität ist nach etwa 2 Stunden am grössten.

#### b) Methode von Hinden<sup>3)</sup>

Erforderliche Reagenzien:

1. Phenolreagens nach Hinden. Die von uns abgeänderte Herstellung beruht darauf, dass wir p-Nitroanilin bis zur Sättigung in destilliertem Wasser lösen. Zu 20 cm<sup>3</sup> dieser gesättigten Lösung geben wir 5 cm<sup>3</sup> verdünnte Schwefelsäure (1:4). Danach wird festes Natriumnitrit zugefügt bis zur Entfärbung der Lösung. Haltbarkeit des Reagens etwa 24 Stunden.
2. Konzentrierte Natronlauge.

Durchführung des Phenolnachweises:

Zu 20 cm<sup>3</sup> des zu prüfenden Wasserdampfdestillates gibt man 3 Tropfen Phenolreagens und hernach 5 Tropfen konzentrierte Natronlauge. Sind Phenole anwesend, so färbt sich die Lösung gelbrötlich bis dunkelrot.

#### c) Methode von Houghton-Pelly<sup>4)</sup>

Erforderliche Reagenzien:

1. Phenolreagens nach Houghton-Pelly. Herstellung: 0,1 g p-Nitrosodimethylanilin werden in 100 cm<sup>3</sup> heissem, destilliertem Wasser gelöst. Danach lässt man abkühlen und filtriert vom Rückstand ab. Diese Lösung ist etwa eine Woche haltbar. Unmittelbar vor der Prüfung wird die Lösung mit einem grossen Ueberschuss von

Zinkstaub versetzt und nach Zugabe von 10 Tropfen 10prozentiger Kupfersulfatlösung pro 10 cm<sup>3</sup> Reagens kräftig durchgeschüttelt. Hernach wird filtriert. Das Filtrat ist nun farblos und kann für den Phenolnachweis benützt werden.

2. 5prozentige Natriumbikarbonatlösung.

3. Natriumhypochloritlösung mit etwa 0,05% aktivem Chlor.

Durchführung des Phenolnachweises:

Zu 25 cm<sup>3</sup> des zu prüfenden Wasserdampfdestillates werden 0,5 cm<sup>3</sup> Bikarbonatlösung gegeben und dann 0,5 cm<sup>3</sup> Phenolreagens zugefügt. Hierauf lässt man aus einer Bürette Hypochloritlösung langsam zutropfen, während gleichzeitig das Reaktionsgemisch gut durchgeschüttelt wird. Sind Phenole zugegen, so entsteht zunächst eine Rosafärbung, die bei weiterem Hypochloritzusatz in Blau übergeht. Sobald der anfänglich rote Farbton verschwunden ist, darf kein Hypochlorit mehr zugefügt werden, weil ein Chlorüberschuss die blaue Farbe wieder zerstört.

#### d) Methode von Millon-Chapin<sup>5)</sup>

Erforderliche Reagenzien:

1. Millon'sches Reagens: Es wird hergestellt<sup>6)</sup>, indem man 1 Teil reines Quecksilber zunächst in der Kälte, dann unter mässigem Erwärmen in 1 Teil rauchender Salpetersäure löst. Sobald alles Quecksilber gelöst ist, wird mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt. Allfällige Ausscheidungen können durch geringen Salpetersäurezusatz wieder in Lösung gebracht werden.

Durchführung des Phenolnachweises:

Zu 25 cm<sup>3</sup> des zu prüfenden Wasserdampfdestillates werden 2 cm<sup>3</sup> Millon'sches Reagens gefügt. Bei Anwesenheit von Phenolen färbt sich die Lösung rot. Die grösste Farbtintensität wird etwa nach 30 Minuten bei 100° (Wasserbad) erreicht.

### Die Empfindlichkeit der Phenolreagenzien

Um die Empfindlichkeit der beschriebenen Phenolreagenzien für verschiedene Phenolverbindungen zu ermitteln, stellten wir von sämtlichen uns zur Verfügung stehenden 15 Phenolarten wässrige Verdünnungsreihen her, die Lösungen folgender Konzentrationen umfassten: 1000, 100, 10, 1, 0,1 und 0,01 mg Phenolverbindung/l. In Fällen, wo die Löslichkeit der betreffenden Verbindung in Wasser sehr klein war, musste die Konzentration des ersten Gliedes der Verdünnungsreihe kleiner gewählt werden, nämlich 100 mg/l.

Mit jeder Verdünnungsreihe führten wir die 4 oben angeführten Farbreaktionen durch. In der Tabelle 1 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Es bedeuten darin die in den Kolonnen mg/l angegebenen Zahlen diejenige Konzentration der entsprechenden Phenolverbindung, die mit den

<sup>2)</sup> Folin und Denis: J. biol. Chem. **12** (1912) 289; Deutsche Einheitsverfahren für Wasseruntersuchung, Gruppe H, Blatt 15.

<sup>3)</sup> Hinden F.: Monats-Bull. Schweiz. Gas- und Wasserfachmänner **3** (1923) 169.

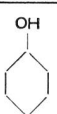
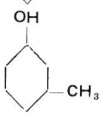
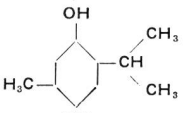
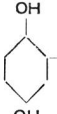
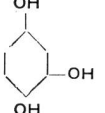

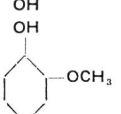
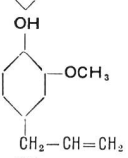
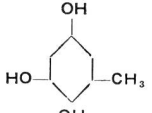
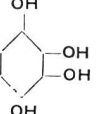
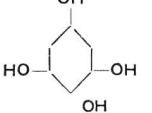
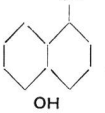
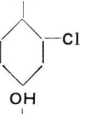
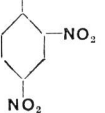
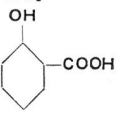
<sup>4)</sup> Houghton G. U. und Pelly R. G.: Analyst **62** (1937) 117.

<sup>5)</sup> Chapin R.: Ind. Eng. Chem. **12** (1920) 771.

Nellenstein F. J. und Sauerbier J. C. M.: loc. cit.

<sup>6)</sup> Pharmacopoea Helv. V: S. 1050.

Tabelle 1: Empfindlichkeit von 4 Phenolreagenzien gegenüber 15 Phenolverbindungen

Ver- suchs- Nr.	Phenol- verbindung	Formel	Reagens nach Folin-Denis		Reagens nach Hinden		Reagens nach Houghton-Pelly		Reagens nach Millon	
			mgr/l	Farbe	mgr/l	Farbe	mgr/l	Farbe	mgr/l	Farbe
1	Phenol		0,1	blau	0,1	rot bis orange	1	blau	10	rot
2	m-Kresol		0,01	blau	0,1	rot bis orange	0,1	blau	10	rot
3	Thymol		1	blau	1	rot	1	blau	100	rot
4	Brenzka- techin		0,1	schwarz- blau	1	braun bis gelbbraun	0,1	violett	10	rot
5	Resorcin		0,1	schwarz- blau	10	braunrot bis gelb	—	—	10	rotbraun bis gelbbraun
6	Hydro- chinon		10	oliv bis blau	10	rot bis orange	—	—	1000	oranger bis gelber Nie- derschlag
7	Guajakol		1	graublau	0,1	purpurrot	0,1	blau	100	orange
8	Eugenol		1	blau	1	rot bis gelb	100	olive bis hellblau	100	rot
9	Orcin		1	graublau	0,1	orange	—	—	100	rotbraun
10	Pyrogallol		1	dunkelbraun bis schwarz- blau	1	rot	—	—	100	ockerfarbiger Niederschlag
11	Phloro- glucin		1	blau	0,1	rot	—	—	10	braun
12	$\alpha$ -Naphtol		1	blau	1	violett	0,1	blau	1000	braun bis gelb
13	o-Chlor- phenol		0,1	blau	100	orange	1	blau	100	rot
14	-4-Dinitro- phenol		—	—	—	—	—	—	—	—
15	Salicyl- säure		100	olivgrün	10	rot bis orange	—	—	10	rot

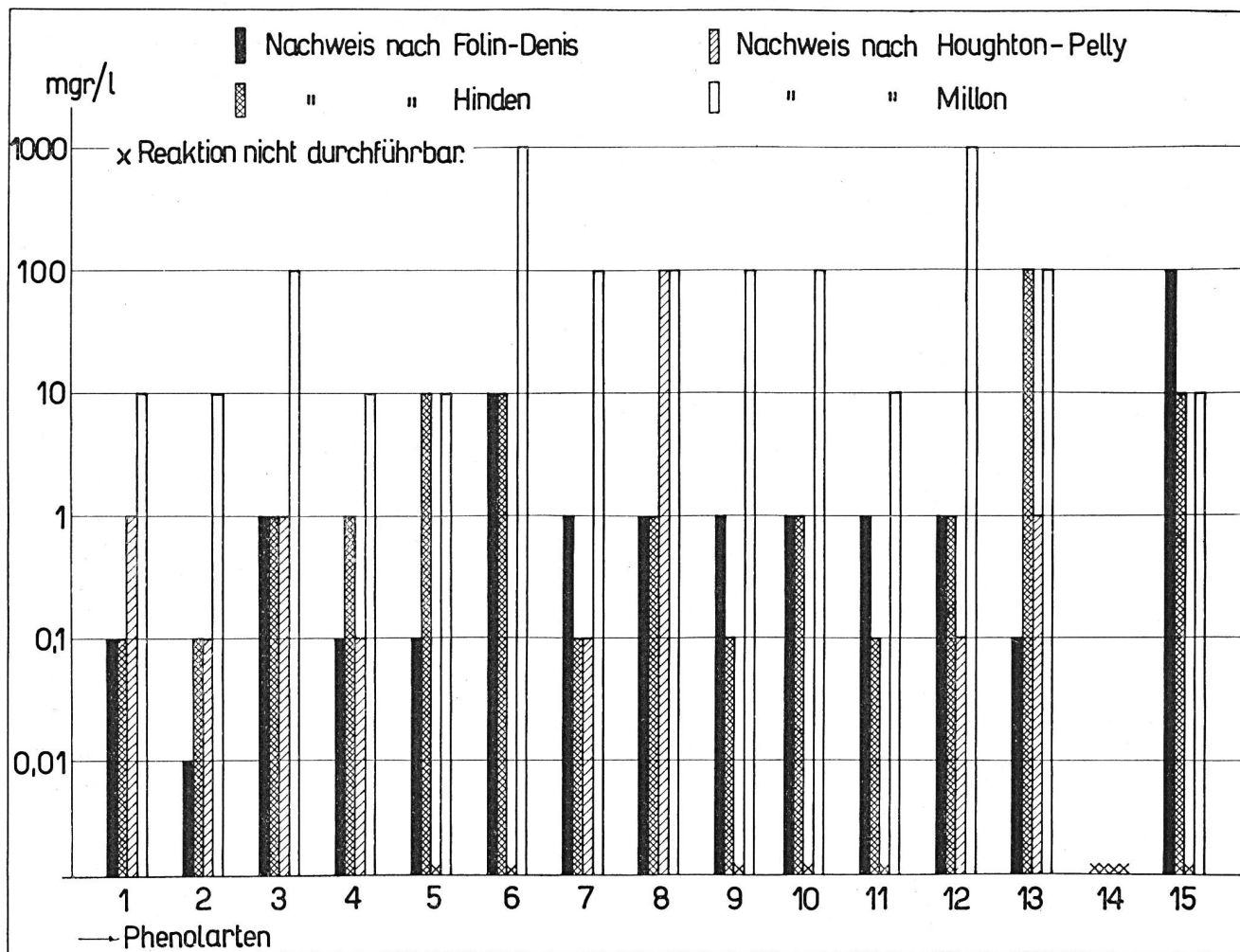


Fig. 2. Empfindlichkeit von vier Phenolreagenzien gegenüber 15 Phenolverbindungen

einzelnen Reagenzien eben noch nachgewiesen werden kann. Sie geben also die Empfindlichkeit der Nachweismethode an. Die gefundenen Zahlenwerte sind in der Fig. 2 als Säulen dargestellt. Die Ziffern 1 bis 15 längs der Abszisse in der Abbildung entsprechen den Zahlen in der ersten Kolonne der Tabelle 1 und bedeuten die Phenolverbindungen, von welchen die Verdünnungsreihen hergestellt wurden.

Man erkennt sofort, dass die Reagenzien nach Folin-Denis und nach Hinds noch sehr geringe Phenolmengen anzuzeigen vermögen und mit Ausnahme der Verbindung 14 (Dinitrophenol) alle untersuchten Phenole erfassen. Immerhin ist ihre Empfindlichkeit bei verschiedenen Phenolen verschieden.

Das Reagens nach Houghton-Pelly kann nicht so allgemein angewendet werden wie die oben erwähnten, denn mit den Verbindungen 5, 6, 9, 10, 11, 14 und 15 (siehe Tab. 1) kommt die blaue Färbung überhaupt nicht zustande. In den meisten übrigen Fällen ist das Reagens jedoch ziemlich empfindlich und steht den früher besprochenen nicht nach.

Als am weitaus unempfindlichsten erwies sich das Reagens nach Millon. Aus diesem Grunde ziehen wir es für unsere laufenden Teer-, Bitumen- und Asphaltuntersuchungen nur noch selten heran.

Von den Phenolverbindungen erwies sich nur das Dinitrophenol mit den 4 beschriebenen Methoden als nicht nachweisbar. Die übrigen konnten sämtliche mit den Reagenzien nach Folin-Denis, Hinds und Millon, teilweise mit dem Reagens nach Houghton-Pelly erfasst werden.

Die Erfassungsgrenze für die einzelnen Verbindungen ist verschieden und auch abhängig von der Wahl der Nachweismethode. Immerhin liegt sie im Durchschnitt bei sehr grossen Verdünnungen. Phenolkonzentrationen von 0,1—1 mg/l können noch sicher nachgewiesen werden.

#### Bestimmung der Phenolkonzentration im Wasserdampfdestillat

Um die Phenolkonzentration im Wasserdampfdestillat festzulegen, stellen wir jeweils eine Verdünnungsreihe einer reinen wässrigen Phenollösung her, welche wieder die Konzentrationen 1000, 100, 10, 1, 0,1 und 0,01 mg Phenol/l umfasst. Gleich-

zeitig mit der Prüfung des Wasserdampfdestillates auf Phenole führen wir die entsprechende Reaktion mit den einzelnen Stufen der Verdünnungsreihe durch und vergleichen dann die erhaltene Farbe des Wasserdampfdestillates mit den Farbstufen der Verdünnungsreihe. Auf diese Weise lässt sich die Phenolkonzentration im Wasserdampfdestillat leicht abschätzen. Zu genaueren Bestimmungen arbeitet man vorteilhaft mit einem Kolorimeter.

Ist die Phenolkonzentration in der zu untersuchenden Lösung grösser als 100 bzw. 1000 mg/l, so verdünnen wir soweit, dass sie etwa zwischen 1 und 100 mg/l zu liegen kommt, weil in diesem Bereich die Bestimmung am genauesten ist.

Der Vollständigkeit halber sei noch darauf hingewiesen, dass im Wasserdampfdestillat meistens ein Gemisch verschiedener Phenole vorliegt. Die zur Bestimmung der Konzentration hergestellten Vergleichslösungen enthalten jedoch nur die kleinste Phenolverbindung ( $C_6H_5OH$ ). Dadurch entsteht bei unsern Konzentrationsangaben eine Ungenauigkeit, die jedoch bei der Teer- und Asphaltuntersuchung vernachlässigt werden darf.

In Fig. 3 ist ein Beispiel einer solchen Untersuchung dargestellt. An einem korrodierten Kabel wurden an verschiedenen Stellen, welche sich über etwa 900 m verteilen und in der Abbildung mit Ziffern längs der Abszisse gekennzeichnet sind, Proben der Kabelumhüllung entnommen und diese nach dem beschriebenen Verfahren auf Phenole geprüft. Von jeder Probe wurden 150 cm<sup>3</sup> Wasserdampfdestillat aufgefangen und diese mit den Reagenzien nach Folin-Denis, Hinden und Houghton-Pelly untersucht. Die Säulen in der Abb. 3 geben die gefundenen Phenolkonzentrationen im Wasserdampfdestillat an.

Auffallend ist, dass die einzelnen Juteproben, obwohl sie vom gleichen Kabel stammen, verschiedene Phenolkonzentrationen aufweisen. Dies dürfte davon herrühren, dass die Stellen, an welchen die Proben entnommen wurden, verschiedenen äusseren Verhältnissen ausgesetzt waren. Es steht fest, dass die Probe 1 trocken lag, während die übrigen mit Bodenfeuchtigkeit oder Bodenwasser mehr oder weniger in Berührung standen.

Von Interesse ist auch, dass die Phenolkonzen-

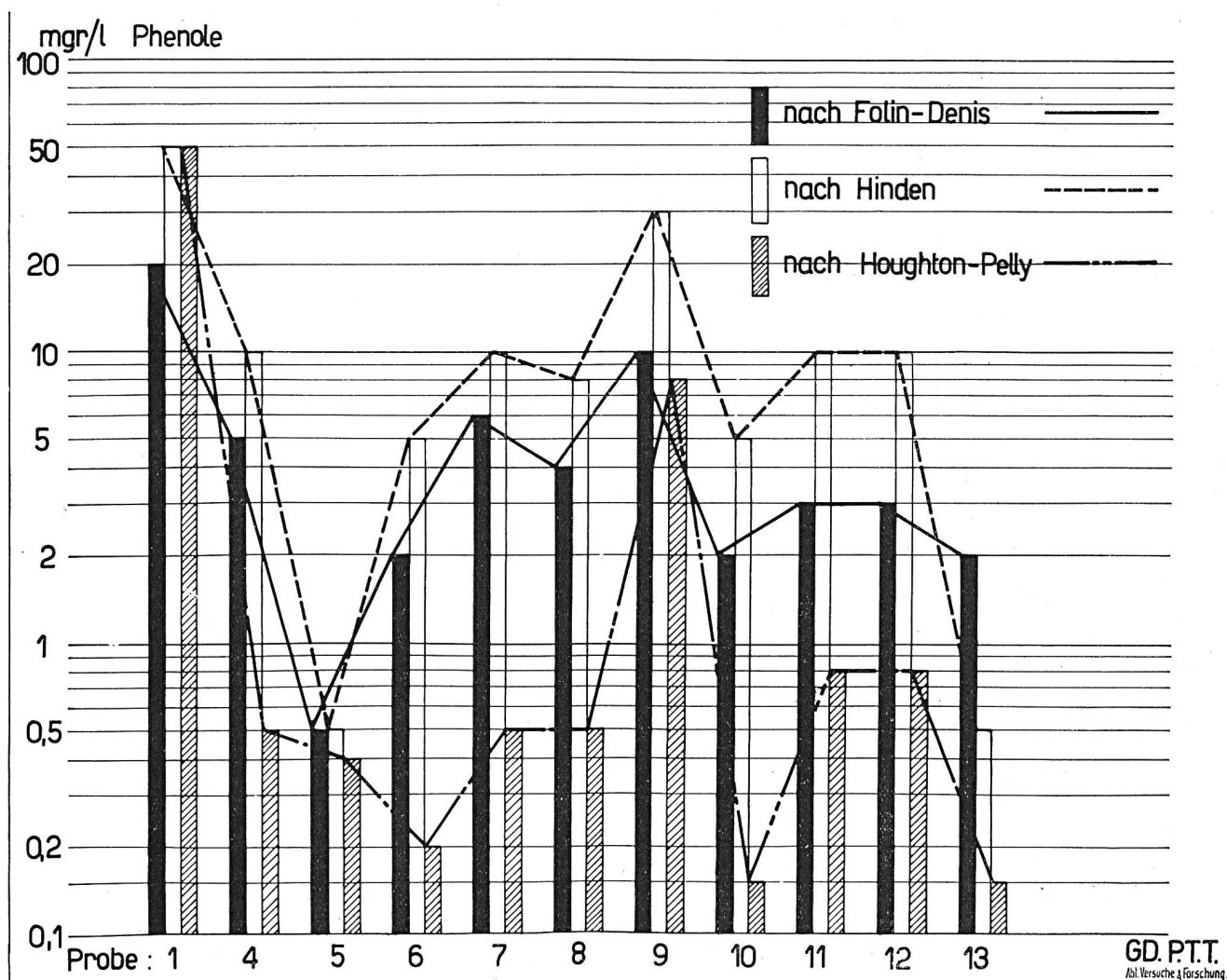


Fig. 3. Untersuchung von Kabelumhüllungen auf den Phenolgehalt

tration eines Wasserdampfdestillates, bestimmt nach verschiedenen Methoden, verschieden gross ausfällt. Dies liegt darin begründet, dass die einzelnen Reagenzien gegenüber verschiedenen Phenolen verschieden empfindlich sind oder teilweise gar nicht reagieren, wie z. B. das Reagens nach Houghton-Pelly. Mit ihm erhält man auch meistens die geringsten Phenolkonzentrationen, weil sein Erfassungsbereich eben viel kleiner ist.

In der Fig. 3 sind die Spitzen der sich entsprechenden Säulen durch Kurvenzüge miteinander verbunden. Es zeigt sich, dass die Kurven zwar quantitativ verschieden sind, jedoch qualitativ den gleichen Charakter aufweisen, wenn man von der Abweichung bei den Proben 5 und 6 für die Bestimmung nach Houghton-Pelly absieht.

#### Berechnung des spezifischen Phenolgehaltes des Imprägnierungsmittels

Soll der spezifische Phenolgehalt des Imprägnierungsmittels bestimmt werden, so hat man die Wasserdampfdestillation mit einer Einwaage von 20 g so lange fortzusetzen und in Fraktionen von 100 oder 500 cm<sup>3</sup> aufzufangen, bis in der letzten keine Phenole mehr nachgewiesen werden können. Von jeder Fraktion wird nun die Phenolkonzentration in mg/l bestimmt. Aus den erhaltenen Zahlenwerten kann bei bekanntem Volumen jeder Fraktion der absolute Phenolgehalt in mg berechnet werden. Den spezifischen Phenolgehalt der Einwaage erhält man, indem man die absoluten Phenolgehalte der einzelnen Fraktionen addiert und die Summe durch die Einwaage dividiert. Dies bedeutet  $\frac{\text{mg Phenole}}{\text{g Einwaage}}$ .

Werden statt Teer-, Asphalt- oder Bitumenproben Kabelumhüllungen, wie sie den ausgelegten Kabeln entnommen werden, eingewogen, so muss man zunächst den Anteil des Imprägnierungsmittels bestimmen. Dies geschieht einfach durch erschöpfende Extraktion der Kabelumhüllung mit Benzol. Aus dem Gewicht der getrockneten, benzolunlöslichen Anteile ist der Prozentgehalt des Imprägnierungsmittels in der Kabelumhüllung leicht zu errechnen. Aus dem spezifischen Gehalt der Einwaage kann bei bekanntem Gehalt der Kabelumhüllung an Imprägnierungsmittel der spezifische Phenolgehalt des letztern durch einfache Umrechnung gefunden werden, da, wie wir uns mehrfach überzeugen konnten, in der Jute selbst keine wasserdampfvlüchtigen Phenole enthalten sind.

Die Genauigkeit solcher Gehaltsbestimmungen hängt im wesentlichen davon ab, ob es gelingt, die in der Einwaage enthaltenen, wasserdampfvlüchtigen Phenole annähernd quantitativ abzudestillieren. Um dies zu untersuchen, destillierten wir mehrere Einwaagen von verschiedenen Kabelumhüllungen mit Wasserdampf so lange, bis im Destillat keine Phenole mehr nachgewiesen werden konnten. In Fig. 4 sind 2 Beispiele gezeigt. Die Zahlen längs der Abs-

zisse bedeuten die aufgefundenen Fraktionen von je 500 cm<sup>3</sup>. Die Höhe der Säulen gibt die Phenolkonzentration in mg/l an.

Bei der Kabelumhüllung der Fig. 4a ging der Hauptanteil der Phenole schon mit der ersten Fraktion über. In der 5. Fraktion waren nur noch Spuren nachzuweisen. Es handelt sich hier um eine Kabelumhüllung mit weichem Imprägnierungsmittel von verhältnismässig hohem Phenolgehalt.

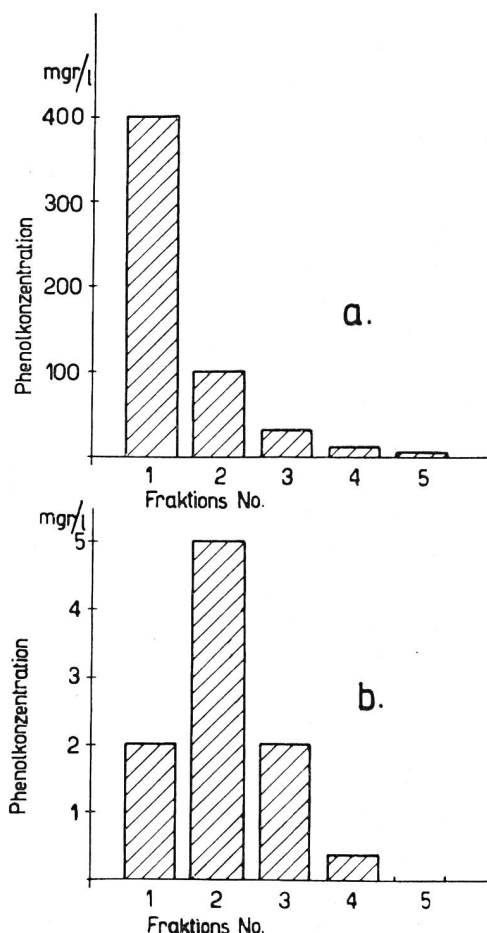


Fig. 4. Phenolkonzentration in verschiedenen Fraktionen des Wasserdampfdestillates

In der Fig. 4b erkennt man die Phenolkonzentration von 5 Fraktionen (500 cm<sup>3</sup>), herstammend von einem Imprägnierungsmittel geringen Phenolgehaltes. Auch hier konnte die Hauptmenge der Phenole mit den ersten 3 Fraktionen übergetrieben werden. Obwohl es sich in diesem Falle um ein hartes, verhältnismässig hochschmelzendes Tränkmittel handelt, war die 5. Fraktion phenolfrei.

Die beiden oben beschriebenen Beispiele, die beliebig vermehrt werden könnten, zeigen, dass es möglich ist, bei 20 g Einwaage praktisch alle wasserdampfvlüchtigen Phenole abzudestillieren, wenn man etwa 2 bis 2,5 l Destillat auffängt.

Bei unseren umfangreichen Untersuchungen fanden wir, dass die meisten Imprägnierungsmittel schwach phenolhaltig sind, jedoch schwanken die spezifischen

Phenolgehalte der untersuchten Proben in ziemlich weiten Grenzen, etwa zwischen 0,0001% und 1,5%. Ob indessen Phenolmengen, die an der untern Grenze dieses Bereiches liegen, einen Einfluss auf die Bleikorrosion auszuüben vermögen, kann heute noch nicht eindeutig beurteilt werden.

### Zusammenfassung

Es wird beschrieben, wie in Teeren, Asphalten und Bitumina sehr geringe Mengen (bis zu 0,0001%) von Phenolverbindungen nachgewiesen werden können.

Ferner wird die Empfindlichkeit von 4 verschiedenen Farbreaktionen für 15 Phenolverbindungen festgestellt. Sodann wird ein praktisches Beispiel einer Phenolbestimmung an Kabelumhüllungen gegeben.

Endlich wird beschrieben, wie der spezifische Phenolgehalt von Asphalt- und Teerprodukten ermittelt wird, und gezeigt, dass es möglich ist, bei kleinen Einwaagen durch Wasserdampfdestillation praktisch alle wasserdampfgefährlichen Phenole genügend quantitativ abzudestillieren.

## Die technischen Einrichtungen zur Zählung der Gespräche im vollautomatischen Fernverkehr

Von J. Wernli, Bern <sup>1)</sup>

621.395.663.2

Es ist mir die ehrenvolle Aufgabe übertragen worden, Ihnen die technischen Probleme bei der automatischen Gesprächsregistrierung und deren Lösung näher zu erläutern. Die kurze Zeit, die mir für meine Ausführungen zur Verfügung steht, erlaubt es mir natürlich nicht, auf Einzelfragen einzutreten und Ihnen die von den Firmen Albiswerk, Hasler und Standard im Laufe der Jahre entwickelten Schaltungen zu erklären. Ich werde mich aber bemühen, Ihnen anhand einiger ausgewählter Beispiele das Wesentlichste daraus zu vermitteln.

Mit der Einführung des automatischen Lokalverkehrs musste, aus leicht verständlichen Gründen, auf die bei der Handvermittlung übliche Gesprächsnotierung durch die Telephonistin verzichtet werden. An die Stelle des Gesprächstickets trat der jedem Teilnehmer zugeordnete Gesprächszähler, auf dem alle tatsächlich zustandegewonnenen Ortsverbindungen automatisch registriert werden.

Nachdem sich die Automatisierung des Ortsverkehrs in den grösseren Städten unseres Landes bestens bewährt hatte, konnte man dazu übergehen, die Selbstwähltechnik auf die Landnetze auszuweiten und grössere Gebietsteile zu sogenannten Netzgruppen zusammenzufassen. Im Verkehr der Netzgruppenteilnehmer unter sich und mit den benachbarten Stadtteilnehmern konnte aber die einfache Gesprächszählung, wie sie bis dahin in den Städtetnetzen angewendet wurde, nicht mehr beibehalten werden, da über den Ortsrayon hinaus geführte Gespräche auch nach Taxzone und Zeit verrechnet werden mussten.

Wie allgemein bekannt sein dürfte, kosten bei uns Netzgruppen- und Ferngespräche immer ein Mehrfaches der Ortsgespräche. Diese klare Tarifgestaltung der schweizerischen Telephonverwaltung erlaubte es, die Probleme der Gesprächsregistrierung auf verhältnismässig einfache Art zu lösen und ohne

einen zweiten Gesprächszähler für Netzgruppenverbindungen auszukommen. Es galt nur, die Einrichtungen zu schaffen, die gestatteten, anhand der eingestellten Nummer die Gesprächsgebühr zu bestimmen und diese alle 3 Minuten durch mehrmaliges Betätigen des Zählwerkes auf den Zähler des Teilnehmers zu übertragen.

Nachdem sich das telephonierende Publikum an die neue Verrechnungsart der Netzgruppengespräche gewöhnt hatte und die Kinderkrankheiten der Zeitzonenzähleinrichtungen überwunden waren, konnte die Verwaltung den Selbstwahlverkehr zwischen den Städten

Bern—Lausanne

Bern—Basel

Bern—Zürich

Basel—Zürich

usw.

ohne allzu grosses Risiko freigeben und ihn im Laufe der letzten Jahre schrittweise auf das ganze Land ausdehnen.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen möchte ich Ihnen einige der für die Gesprächsregistrierung

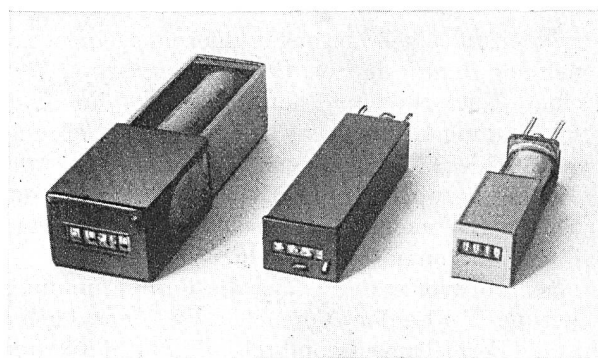


Fig. 1. Gesprächszähler. Links: älterer Westernzähler, wie er in den 20er Jahren verwendet wurde. Mitte: moderner Zähler der Firma Albiswerk Zürich AG. Rechts: Letztes Modell der Firma Hasler AG, Bern

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten an der 5. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik, am 22. Juni 1946 in Luzern.