

Die polarographische Bestimmung des Antimons in Kabelblei

Autor(en): **Wüthrich, M. / Häner, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **36 (1958)**

Heft 12

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874454>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Die polarographische Bestimmung des Antimons in Kabelblei

621.315.221.5

Zusammenfassung. Es wird einleitend der Zusammenhang zwischen Antimongehalt und Härte in Kabelblei dargelegt. Nach einer kurzen Erläuterung über das Prinzip der polarographischen Analyse wird eine Analysenmethode für die Antimonbestimmung in Kabelblei mit der zugehörigen Apparatur beschrieben. Aus einer grösseren Serie von Antimonbestimmungen geht hervor, dass ein mittlerer Antimongehalt von 0,7% fabrikationstechnisch leicht innerhalb ziemlich enger Grenzen eingehalten werden kann.

1. Einleitung

Für die Fabrikation der Bleimäntel von Koaxialkabeln wird heute meistens eine Legierung mit einem Gehalt von 0,7% Antimon (Sb) verwendet. Dieser Zusatz steigert die Härte und die Festigkeit des Bleis, was auf ein feineres Kristallgefüge zurückzuführen ist. Zudem bleibt die Blei-Antimon-Legierung an der Luft länger blank als Weichblei. Bei den Koaxialkabeln spielt die Härte des Bleimantels eine wichtige Rolle. Sie sollte möglichst gross sein, damit der Bleimantel seine Form beibehält; andererseits muss das Blei biegsam bleiben, so dass sich die Kabel schadlos auf die Bobinen wickeln und verlegen lassen. Es gilt also, einen Mittelweg einzuhalten, der beiden Forderungen gerecht wird. Mit einem Zusatz von 0,7% Antimon ist dieses Ziel weitgehend erreicht.

Im Pflichtenheft für die Fabrikation und Lieferung von Papier-Luftraumkabeln wird ein Antimongehalt von 0,7% mit einer Toleranz von $\pm 10\%$ des Gehaltes vorgeschrieben. Diese verhältnismässig kleine Toleranz wurde deshalb verlangt, weil die Härte mit zunehmendem Antimongehalt schnell ansteigt.

Um niederprozentige Antimon-Blei-Legierungen fabrikationstechnisch herzustellen, geht man von einer eutektischen Vorlegierung mit 13% Sb aus. Diese lässt sich bei niedrigerer Temperatur verarbeiten. Es werden dann je Charge eine bestimmte Anzahl Bleibarren mit der entsprechenden Barrenzahl der Vorlegierung zusammen eingeschmolzen. Die einzelnen Barren variieren nun stets etwas im Gewicht, weshalb auch das Verhältnis von Sb zu Pb in der fertigen Legierung etwas schwankt.

Um den Zusammenhang des Antimongehalts mit der Härte der Bleilegierung zu überblicken, stellten wir einige Pb-Sb-Legierungsproben her, deren Vickers-Härte wir anschliessend bestimmten. Zu diesem Zweck verwendeten wir eine Vorlegierung von 12,20% Sb (und 0,93% Cu), die mit entsprechenden Mengen Monteponi-Blei (Reinheit 99,992% Pb) in einem Schamottetiegel zu Proben mit einem Sb-Gehalt von 0...1% zusammengeschmolzen wurde. Wir vergossen die flüssige, gut durchgerührte Schmelze zu kleinen Würfelchen von 1 cm Kantenlänge. Als Form diente eine Aluminiumfolie, die entsprechend zugebogen wurde und nach dem Erkalten des Gusses leicht entfernt werden konnte. Mit einem Mikrotom schnitten

Résumé. L'auteur commence par montrer le rapport qui existe entre la teneur en antimoine et la dureté dans le plomb des câbles. Après avoir expliqué le principe de l'analyse polarographique, il décrit une méthode d'analyse pour la détermination de l'antimoine dans le plomb des câbles au moyen d'un appareillage approprié. Il ressort d'une longue série de telles déterminations qu'il est facile, lors de la fabrication, de maintenir entre d'étroites limites une teneur moyenne en antimoine de 0,7%.

wir dann eine Fläche so an, dass für die Härtemessung eine glatte Oberfläche bereit stand.

Für die Bestimmung der Vickers-Härte diente uns ein ISOMA-Härteprüfgerät. Als Belastung wählten wir ein Gewicht von 100 g und berücksichtigten eine Fliesszeit von 15 Sekunden. An jeder Probe wurden mindestens 6 Eindrücke ausgemessen und hieraus das Mittel berechnet. Die gewonnenen Ergebnisse sind in der *Tabelle I* zusammengestellt.

Vickershärte von Blei/Antimon-Legierungen

Tabelle I

Probe Nr.	% Sb	Mischung in g		H _v kg/mm ²
		Vorlegierung mit 12,2% Sb	Reinblei	
1	1,0	1,0	11,2	12,3
2	0,8	0,8	11,4	11,9
3	0,7	0,7	11,5	11,3
4	0,6	0,6	11,6	10,6
5	0,4	0,4	11,8	9,5
6	0,2	0,2	12,0	8,9
7	0	0	ca. 12	8,3

Die erhaltenen Härtewerte dürfen nicht ohne weiteres mit Härtemessungen an Bleikabeln verglichen werden. Die Härte ist nämlich von der Korngrösse abhängig. Weitere Einflüsse kommen von der Abkühlungsgeschwindigkeit, der Aushärtung usw. Während der Aushärtungszeit nimmt die Härte stetig zu, was sich über Monate erstrecken kann. Als Beispiel mögen zwei Proben von 0,68 und 1% Antimon dienen, die vor mehr als einem Jahr gegossen wurden und nun eine Härte von 13,1 bzw. 15,3 kg/mm² besaßen. Diese Zahlen sind bedeutend höher als die entsprechenden Werte in Tabelle I, was nur der Aushärtung während der Lagerung zuzuschreiben ist. Um die Härte als Funktion des Antimongehaltes darzustellen, sind jedoch die Zahlen der Tabelle I gut brauchbar, da alle Werte unter den gleichen Bedingungen erhalten wurden. In Figur 1 sind diese Ergebnisse graphisch dargestellt. Die Figur zeigt deutlich, dass sich der steilste Anstieg der Härte bei 0,7% Sb befindet (Wendetangente), wobei sie schon innerhalb des Toleranzbereiches zwischen 0,63 und 0,77% Sb von 10,8 auf 11,8 kg/mm² wächst. Daraus ist zu schliessen, dass für den Antimongehalt eines Blei-

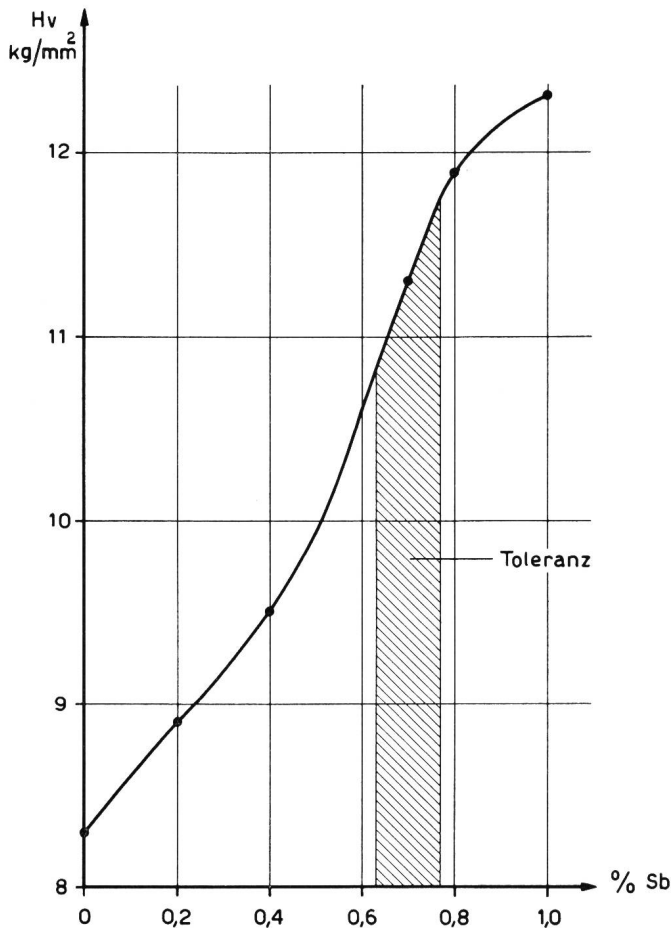


Fig. 1. Vickers-Härte von antimonlegiertem Blei

mantels keine grosse Toleranz gewährt werden darf. Nur so wird verhütet, dass die Härte der Bleimäntel nicht unerwünscht hohe bzw. tiefe Werte annimmt.

Um die praktischen Verhältnisse zu erforschen, untersuchten wir eine Anzahl Kabel auf ihren Antimon Gehalt. Dabei sollte festgestellt werden, wie weit die vorgeschriebene Toleranz bei der Fabrikation eingehalten werden kann.

2. Methode der Antimonbestimmung im Blei

Im Pflichtenheft für die Fabrikation und Lieferung von Papier-Luftraum-Kabeln wird zur Bestimmung des Antimons im Kabelblei eine titrimetrische Methode beschrieben. Diese Methode besitzt den Nachteil, dass der Umschlagspunkt der Titration etwas schleichend erfolgt. Wir wählten daher ein besonders für Serienbestimmungen geeignetes polarographisches Verfahren.

a) Prinzip

Im folgenden ist das Prinzip dieses elektroanalytischen Verfahrens kurz zusammengefasst. In einer Elektrolysenzelle, deren Anode aus Quecksilber und deren Kathode aus einer tropfenden Quecksilber-Tropfelektrode besteht, befindet sich das zu bestimmende Metall in wässriger Lösung. Legt man an die Elektroden eine gleichmässig ansteigende Gleichspannung, so beginnt ein Strom zu fliessen, sobald die Reduktion des zu bestimmenden Stoffes einsetzt

(Zersetzungsspannung oder Reduktionspotential). Es können nur solche Stoffe, wie zum Beispiel Kationen, bestimmt werden, die an der Kathode zu Metall oder zu einer niedrigeren Wertigkeitsstufe reduzierbar sind. Die Spannung, bei der ein Strom zu fliessen beginnt, ist durch die Art des in der Lösung befindlichen Stoffes gegeben. Dies ermöglicht eine qualitative Analyse. Ist die Zersetzungsspannung erreicht und lässt man die Spannung weiter ansteigen, so steigt die Stromstärke ebenfalls bis zu einem Grenzwert an. Dieser Wert bleibt so lange unverändert, bis das Reduktionspotential eines weiteren Stoffes erreicht wird. Man verbindet nun die Elektrolysenanordnung mit einem Registriergerät, so dass man eine Stromspannungskurve, ein sogenanntes Polarogramm, aufnehmen kann (Fig. 2). Jeder Reduktionsvorgang ist auf dem Polarogramm durch einen Stromanstieg in Form einer Stufe angegeben. Den vor einer Stufe liegenden Kurventeil bezeichnen wir als Grundstrom, den dahinterliegenden als Grenz- oder Diffusionsstrom. Der Höhenunterschied zwischen Grund- und Grenzstrom, die Stufenhöhe, ist proportional der Konzentration des reduzierbaren Stoffes und kann daher quantitativ ausgewertet werden. Die Stufenhöhe ist aber noch abhängig von der Temperatur und der Azidität der Lösung. Daher müssen diese beiden Grössen konstant gehalten werden.

Kraus und Novak¹⁾ veröffentlichten 1943 eine Methode zur polarographischen Bestimmung von Antimon in Hartblei in stark salzsaure Lösung (etwa 8-normal). Wir prüften diese Methode und fanden sie nur in abgeänderter Form für unsere Zwecke brauchbar. Die Modifikation besteht vor allem darin, dass wir statt in 8 n-Salzsäure mit dem azeotropen Salzsäure-Wasser-Gemisch von 20,24 % HCl, entsprechend 6,2 n HCl arbeiten.

¹⁾ Kraus-Novak, Polarographische Bestimmung des Antimons in Hartblei. Die Chemie 56 (1953), 302...303.

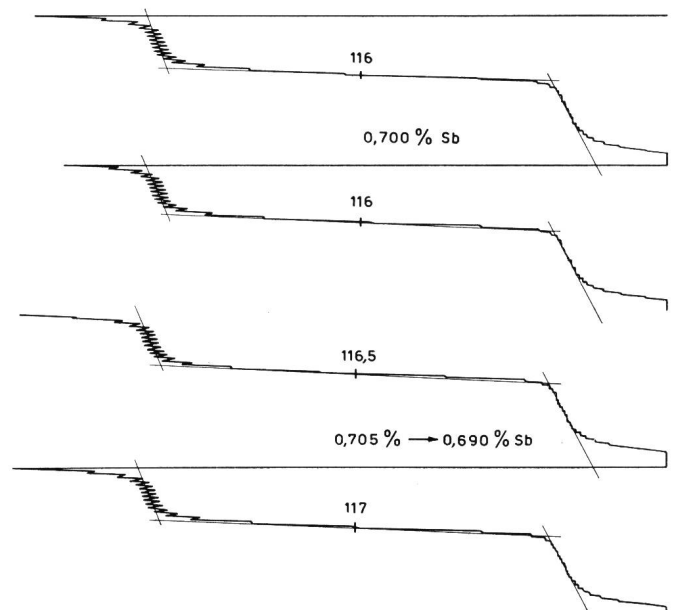


Fig. 2. Stromspannungskurven (Polarogramme)

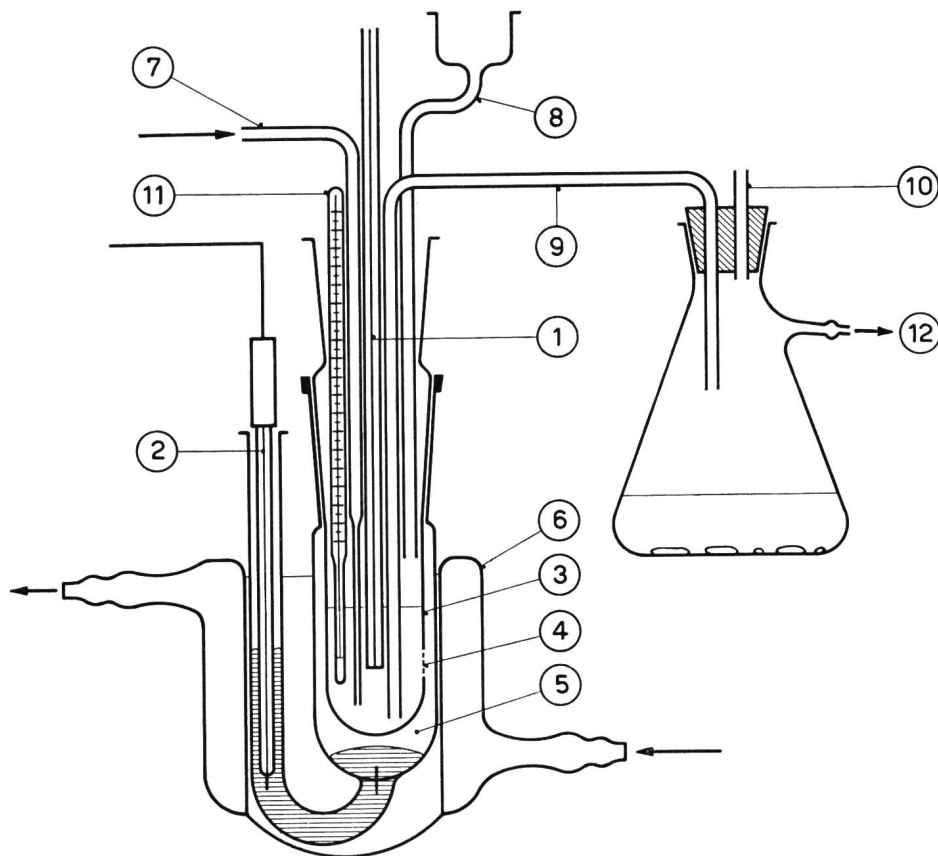


Fig. 3.
Polarographiergefäß im Schnitt

Legende:

- 1 Quecksilber-Tropfkathode
- 2 Anode
- 3 Polarographiergefäß
- 4 Diaphragma
- 5 Gesättigte Kaliumchlorid-Lösung
- 6 Kühl- bzw. Heizmantel
- 7 Spülgas-Kapillare
- 8 Proben-Einfülltrichter
- 9 Proben-Absaugrohr
- 10 Finger-Ventil
- 11 Thermometer
- 12 zur Wasserstrahlpumpe

Dadurch erhält man:

1. Auf dem Polarogramm eine höhere Stufe, denn bei dieser Azidität fallen die beiden Teilstufen für Sb (V) und Sb (III) zusammen und sind nur noch als einzige Stufe erkennbar.
2. Die nur einstufige Kurve ist genauer ausmessbar.
3. Die azeotrope Salzsäure besitzt gegenüber anderen Konzentrationen den Vorteil, ihren Gehalt beim Kochen genau beizubehalten.

Der dritte Punkt erwies sich als besonders wichtig, denn unsere Versuche zeigten, wie stark die Stufenhöhe von der Säurekonzentration abhängig ist. Nach der unveränderten Methode Kraus-Novak beobachteten wir nämlich beträchtliche Schwankungen der Azidität und dadurch auch der Stufenhöhen.

Ein Vorteil der polarographischen Methode gegenüber der titrimetrischen ist die Unempfindlichkeit gegen das Arsen des Kabelbleis. Als störend hat sich bei der polarographischen Antimonbestimmung jedoch das Zinn erwiesen. Hierüber wird im Abschnitt «durchgeführte Versuche» einiges erläutert.

b) Apparatur

Für unsere Versuche verwendeten wir einen schwedischen LKB-Polarographen, verbunden mit einem Speedomax-Schreiber amerikanischer Herkunft. Dieses mit einem Tintenschreiber ausgerüstete Gerät besitzt gegenüber photographischen Registrierver-

fahren den Vorteil, eine sofort auswertbare Kurve zu liefern. In der Figur 2 sind einige Polarogramme dargestellt, wie wir sie bei der Antimonbestimmung in Kabelblei erhalten haben. Die auffallenden, sich regelmässig wiederholenden Zacken auf den Kurven entstehen durch Zu- und Abnahme der Stromstärke im Rhythmus des an der Kathode abtropfenden Quecksilbers. Da nur der mittlere Verlauf der Stromstärke interessiert, dämpft man die Höhe dieser Ausschläge auf passende Werte.

Für die serienweise Analyse von Bleikabeln verwendeten wir ein spezielles Polarographiergefäß (Fig. 3). Das von der Kathode (1) abtropfende Quecksilber gelangt nicht auf die Anode, sondern wird in einem Einsatzgefäß (3) aufgefangen, das die Probe enthält und an dessen Seite eine feine Glasfritte eingeschmolzen ist. Diese Fritte vermittelt den Stromdurchgang von der Anode zur Kathode und trennt die Prüflösung von der gesättigten KCl-Lösung (5), die sich im äusseren Gefäß über der Anode befindet. Zum Wechseln der Proben dient ein Saugrohr (9), das bis auf den Boden des Polarographiergefäßes reicht. Das Rohr wird über eine Saugflasche an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen. Verschliesst man mit dem Finger das offene Glasrohr (10), so wird die analysierte Probe samt dem abgetropften Quecksilber in die Saugflasche gesogen. Mit einem kleinen Teil der nachfolgenden Probe spült man durch den Trichter (8) das Gefäß aus, saugt wieder ab und

füllt dann die neue Probe ein. Auf diese einfache Weise können die Proben gewechselt werden, ohne dass an der Einrichtung etwas verstellt werden muss. Das Polarographiergefäss steht in einem weiteren mit Wasser gefüllten Gefäss, das einen Kühl- bzw. Heizmantel aufweist. Dieser Mantel ist mit einem Thermostaten verbunden.

c) Arbeitsweise

0,2 g Bohrspäne werden in einem 50 cm³-Kölbchen in etwa 20 cm³ azeotropem Salzsäuregemisch erwärmt und nach vollständiger Auflösung des Bleis mit einigen Tropfen elementarem Brom versetzt, um damit das zurückgebliebene Antimon aufzulösen und gleichzeitig zum Sb (V) zu oxydieren. Man verkocht das überschüssige Brom, lässt abkühlen und füllt in einen 50 cm³-Messkolben um. Anschliessend wird mit azeotroper Salzsäure bis zur Marke aufgefüllt. Zu 5 cm³ dieser Lösung werden hierauf im Polarographiergefäss 0,1 cm³ 0,5%ige Gelatinelösung gegeben (als Konservierungsmittel für Gelatine hat sich neuerdings Quecksilberjodid bewährt), dann leitet man während 5...10 Minuten sauerstofffreien Wasserstoff oder Stickstoff ein. Gleichzeitig wird die Lösung mit dem Thermostaten auf 25° C eingestellt. Hierauf wird ein Polarogramm zwischen 0 und -0,45 Volt aufgenommen.

d) Standardlösung und Eichkurve

Um eine Eichkurve für 0..1% Sb zu erhalten, stellten wir uns nach der oben angegebenen Arbeitsweise eine Standardlösung her. Zu diesem Zweck verwendeten wir eine aus reinstem Blei und Antimon

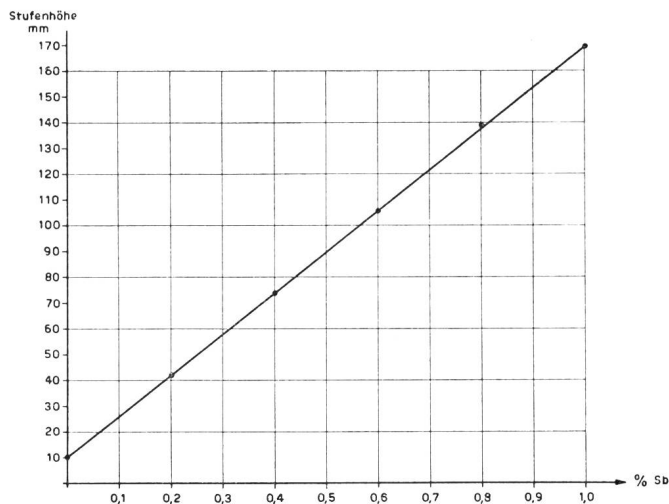


Fig. 4. Eichkurve zur Bestimmung des Antimongehaltes von Blei

Arbeitsbedingungen

Azeotrope Salzsäure (Temperatur 25°C)

Einwaage 0,2 g

Einstellung der Apparate (LKB-Polarograph und Speedomax-Schreiber):

Sensitivity = 7,5

Damping = 3

Condenser current compensation = 20

Prewave Compensation = 1

gegossene Legierung von genau 1,00% Sb-Gehalt. Eine zweite, gleich hergestellte Lösung enthielt Monteponi-Blei. Mit dieser Bleichlorid-Lösung verdünnten wir die 1%ige Antimon-Bleichlorid-Lösung in solchen Verhältnissen, dass sich Antimonkonzentrationen von 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 und 1% ergaben. Diese Lösungen wurden polarographiert und die gefundenen Stufenhöhen in ein Diagramm (Fig. 4) eingetragen. Die betreffenden Punkte liegen alle auf einer Geraden. Es fällt jedoch auf, dass der Wert für 0% Sb bereits einer Stufenhöhe von 10 mm entspricht. In der Tat fanden wir beim Polarographieren von nur bleihaltiger Salzsäure, ja sogar bei bleifreier und reinster azeotroper Salzsäure eine kleine Stufe in der Gegend des Antimonsprunges. Wir konnten nicht ermitteln, warum diese Stufe auftrat. Da der lineare Verlauf der Kurve gewahrt bleibt, stört diese Erscheinung nicht. Es tritt lediglich eine Parallelverschiebung nach oben um den Betrag der Stufenhöhe ein.

3. Durchgeführte Versuche

Wir untersuchten zunächst einige kurze Kabelstücke verschiedener Herkunft. Zu diesem Zweck entnahmen wir in regelmässigen Abständen Bohrspänen. Ferner beschafften wir uns eine grössere Anzahl Proben, die während der Verlegung der beiden Koaxialkabel Verstärkeramt Bern-Scheibenstrasse und Lausanne-Genf gewonnen wurden. Von diesen etwa 200 m langen Teilstücken erhielten wir die beim Splissen an beiden Enden abgetrennten, kurzen Mantelabschnitte. Jedem Abschnitt entnahmen wir eine Bohrspäne, welche 2...3mal polarographiert wurde. Alle nachfolgenden Ergebnisse stellen Mittelwerte von 2...3 Polarogrammen dar.

Als Kontrolle nahmen wir von Zeit zu Zeit ein Polarogramm einer Probe auf, die genau 0,68% Antimon enthält. Dieser Wert ergab sich als Mittel mehrerer titrimetrischer und polarographischer Bestimmungen. Die einzelnen Parallelbestimmungen zeigten sehr kleine Differenzen untereinander; also war die Probe genügend homogen, um uns als Kontrollsubstanz dienen zu können.

Bei der Beschreibung der Methode hatten wir auf Störungen durch Zinn aufmerksam gemacht. In der Tat wichen die Polarogramme einiger Koaxialkabelstücke, die wir direkt aus einer Kabelfabrik erhalten hatten, etwas vom gewohnten Bild ab. Zudem schienen die gefundenen Werte etwas hoch. Wir vermuteten als Urheber dieser Störung ein fremdes Element und konnten dann auf spektrographischem und chemischem Wege Zinn nachweisen. Durch eingehende Versuche wurde festgestellt, dass das Zinn die polarographische Stufe des Antimons erhöht und damit zu hohe Antimongehalte vortäuscht. Aus diesem Grunde bestimmten wir das Antimon bei den betreffenden Mustern auch titrimetrisch und stellten in *Tabelle II* die nach beiden Methoden erhaltenen Ergebnisse zusammen.

4. Versuchsergebnisse

In den Tabellen II...V sind die gefundenen Werte zusammengestellt.

Tabelle II Kürzere Kabelstücke

Probe Nr.	Bezeichnung des Kabels	Abstand der Proben voneinander	% Sb	Schwankungsbreite
1	Kabeltyp A 60 × 2 × 0,6 ∅ Pb 1,8 0,7 Sb Nr. 8	50 cm	0,63	0,03
2			0,60	
3			0,61	
4			0,62	
5			0,61	
6			0,62	
7			0,63	
8			0,62	
9			0,62	
10			0,63	
11			0,61	
12	Kabeltyp A 60 × 2 × 0,6 ∅ Pb 2,4 0,7 Sb Nr. 10	90 cm	0,64	0,03
13			0,65	
14			0,64	
15			0,63	
16			0,62	
17			0,64	
18			0,65	
Kontrollen mit Testlegierung 0,68% Sb			0,675 0,670 0,685 0,680 0,675	0,015

5. Auswertung und Schlussfolgerungen

In den untersuchten antimonlegierten Kabelmännern fanden wir Gehalte zwischen 0,58 bis 0,78% Sb. Es zeigte sich aber, dass die Schwankungen innerhalb der einzelnen Kabelstücke viel geringer sind und vom Mittelwert höchstens um $\pm 0,025\%$ Sb

Koaxialkabelstücke aus einer Kabelfabrik

Tabelle III

Bezeichnung	% Sb polarogr.	% Sb titrim.	Diff. % Sb	Schwankungsbreite
1410-	0,83	0,73	0,10	0,01
1410+	0,80	0,72	0,08	
1411-	0,78	0,67	0,11	0,06
1411+	0,80	0,73	0,07	
1412-	0,87	0,72	0,15	0,04
1412+	0,79	0,68	0,11	
1413-	0,86	0,72	0,14	0,01
1413+	0,87	0,71	0,16	

abweichen. So wiesen die beiden kürzeren Kabelstücke bei zu tiefen Mittelwerten von 0,615 und 0,635% Sb Abweichungen von bloss $\pm 0,015\%$ Sb auf. Die direkt aus einer Kabelfabrik stammenden Stücke enthalten im Durchschnitt 0,70% Sb. Die Abweichungen davon betragen höchstens $\pm 0,03\%$ Sb. Bei den etwa 200 m langen Koaxialkabelstücken betrachteten wir die Schwankungsbreite von je zwei zusammengehörigen Endstücken. Beim Koaxialkabel Verstärkeramt Bern-Scheibenstrasse betragen die Abweichungen innerhalb der Teilstücke höchstens $\pm 0,02\%$ Sb. Das Kabel Lausanne-Genf, mit der grössten Anzahl untersuchter Proben, zeigte im Maximum 0,025% Sb Abweichung.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass innerhalb einer Charge der Blei-Antimon-Legierung der Antimon Gehalt sehr wenig um einen Mittelwert schwankt, die beiden Metalle sich also leicht vollständig mischen. Betrachtet man verschiedene Chargen, so findet man etwas schwankende Mittelwerte, die aber meist innerhalb der Toleranz liegen. Es ist daraus zu schliessen, dass fabrikationstechnisch ein mittlerer Anti-

Koaxialkabel Verstärkeramt Bern-Scheibenstrasse

Tabelle IV

Haspel Nr.	Kabel-länge m	Probe Nr.		% Sb	Schwankungsbreite
		Einzugs-öse	Ventil-ende		
C16-452	137,55	2	1	0,73	0,00
			3	0,73	
C16-415	225,70	4	5	0,75	0,02
			6	0,78	
TT16-17	172,50	5	7	0,74	0,04
			8	0,77	
C19-701	184,30	8	9	0,75	0,02
			10	0,74	
TT21-7	202,25	10	11	0,74	0,00
			12	0,72	
C19-449	277,25	12	13	0,73	0,01
			14	0,66	
C19-586	224,85	14	15	0,66	0,00
			16	0,69	
C16-1046	208,40	16	17	0,72	0,03
			18	0,70	
C16-104	190,45	18	19	0,68	0,02
			20	0,68	
C19-206	285,10	20	19	0,71	0,03

mongehalt von 0,7% leicht innerhalb ziemlich enger Grenzen eingehalten werden kann. Voraussetzung hierfür ist allerdings die Gewichtskontrolle aller Bestandteile, die je Charge zusammengeschmolzen werden. Es geht nicht an, eine genaue Legierung allein mit der Barrenzahl der einzelnen Bestandteile einstellen zu wollen.

Tabelle V Koaxialkabel Lausanne-Genf

Bezeichnung	% Sb	Schwankungsbreite	Bezeichnung	% Sb	Schwankungsbreite
22 L	0,74	0,00	46 G	0,66	0,00
22 G	0,66		47 L	0,66	
23 L	0,66	0,02	47 G	0,67	0,03
23 G	0,75		48 L	0,64	
24 L	0,73	0,04	48 G	0,71	0,01
24 G	0,74		49 L	0,72	
25 L	0,70	0,00	49 G	0,72	0,03
25 G	0,70		51 L	0,75	
26 L	0,70	0,02	51 G	0,68	0,02
26 G	0,71		52 L	0,71	
27 L	0,69	0,02	52 G	0,69	0,01
27 G	0,72		53 L	0,71	
28 L	0,70	0,03	53 G	0,69	0,02
28 G	0,73		54 L	0,68	
29 L	0,70	0,01	54 G	0,70	0,05
29 G	0,72		55 L	0,72	
31 L	0,70	0,01	55 G	0,73	0,01
31 G	0,72		56 L	0,74	
32 L	0,71	0,01	56 G	0,71	0,04
32 G	0,70		57 L	0,76	
33 L	0,69	0,00	57 G	0,74	0,01
33 G	0,73		61 L	0,71	
34 L	0,73	0,03	61 G	0,71	0,04
34 G	0,75		62 L	0,72	
35 L	0,72	0,02	62 G	0,73	0,01
35 G	0,69		64 L	0,73	
36 L	0,71	0,02	64 G	0,72	0,04
36 G	0,74		65 L	0,76	
37 L	0,76	0,01	65 G	0,75	0,01
37 G	0,67		66 L	0,74	
38 L	0,66	0,01	66 G	0,66	0,04
38 G	0,69		67 L	0,70	
39 L	0,68	0,00	67 G	0,68	0,02
39 G	0,66		68 L	0,66	
40 L	0,66	0,04	68 G	0,67	0,05
40 G	0,66		70 L	0,70	
41 L	0,70	0,02	70 G	0,67	0,02
41 G	0,72		71 L	0,72	
42 L	0,70	0,04	71 G	0,68	0,02
42 G	0,74		72 L	0,70	
43 L	0,70	0,00	72 G	0,68	0,01
43 G	0,73		73 L	0,70	
44 L	0,73	0,03	73 G	0,69	0,01
44 G	0,66		74 L	0,68	
45 L	0,69	0,03	74 G	0,70	0,01
45 G	0,67		75 L	0,69	
46 L	0,64				

L bedeutet Kabelende Richtung Lausanne
G bedeutet Kabelende Richtung Genf

Tabelle V (Fortsetzung)

Bezeichnung	% Sb	Schwankungsbreite	Bezeichnung	% Sb	Schwankungsbreite
75 G	0,70	0,01	86 G	0,69	0,04
76 L	0,71		87 L	0,65	
76 G	0,73	0,01	87 G	0,68	0,02
77 L	0,72		88 L	0,70	
77 G	0,72	0,04	88 G	0,72	0,00
81 L	0,58		90 L	0,73	
81 G	0,64	0,05	90 G	0,70	0,02
82 L	0,60		91 L	0,70	
82 G	0,67	0,05	91 G	0,66	0,01
83 L	0,62		92 L	0,68	
83 G	0,71	0,02	92 G	0,64	0,05
84 L	0,66		93 L	0,63	
84 G	0,70	0,01	93 G	0,61	0,01
85 L	0,68		94 L	0,66	
85 G	0,66		94 G	0,58	
86 L	0,65				

L bedeutet Kabelende Richtung Lausanne
G bedeutet Kabelende Richtung Genf

Bei den zinnhaltigen Kabelstücken (siehe *Tabelle II*) sind die nach der polarographischen Methode gefundenen Werte um 0,07 bis 0,16% Antimon zu hoch ausgefallen; es sind daher die auf titrimetrischem Wege gewonnenen Ergebnisse als massgebend anzusehen. Die Differenz der nach beiden Methoden gefundenen Antimonwerte kann aber aus methodischen Gründen nicht dem Zinngehalt gleichgesetzt werden. Das Kabelblei der untersuchten Stücke ist nicht absichtlich mit Zinn legiert worden, sondern es muss angenommen werden, dass dieses Element zufällig in die Proben gelangt war, beispielsweise aus einer Bleipresse, in der sich noch Reste von zinnlegiertem Blei befanden.

Auf spektrographischem Wege liess sich stichprobenweise auch in einzelnen Kabelstücken des Koaxialkabels Lausanne-Genf ein kleiner Zinngehalt feststellen. Unsere Versuche zeigten, wie sich das Zinn bei einem Gehalt von 0,05% bereits in der Form des Polarogramms auswirkt, so dass es als störend in Erscheinung tritt und daraus erkannt werden kann. In solchen Ausnahmefällen muss für die Antimonbestimmung nach wie vor die titrimetrische Methode herangezogen werden.