

Neuere Erfahrungen mit kunststoffisolierten bzw.
- ummantelten Leitungen und Kabeln

Heinrich Berger, Mannheim

 Springer

ISBN 978-3-662-26908-4

ISBN 978-3-662-28380-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-28380-6

Neuere Erfahrungen mit kunststoffisolierten bzw. -ummantelten Leitungen und Kabeln

(12. Mitteilung aus dem Kunststoff-Rohstoff-Laboratorium der I. G. Farbenindustrie A.-G., Ludwigshafen a. Rhein)

Von Heinrich Berger, Mannheim

DK 621.315.211.004.14 : 621.315.616.9

Übersicht. Die Verbraucher von Leitungen und Kabeln wird es interessieren, zu erfahren, wie weit schon Erfahrungen mit kunststoffisolierten Leitungen und Kabeln vorliegen. Der folgende Aufsatz gibt den wesentlichen Inhalt von 4 Referaten wieder, die über obiges Thema am 17. 2. 1939 vor Fachmännern der deutschen Kabelindustrie auf Veranlassung der Reichsstelle für Wirtschaftsausbau in Ludwigshafen (Rhein) gehalten wurden, wobei über die Leitungsverwendung in Industrierwerken, bei der Reichspost und Reichsbahn berichtet wird.

Einleitung

Seit einigen Jahren sind von der deutschen Kabelindustrie Versuche durchgeführt worden, an Stelle der bisher verwendeten Werkstoffe Kautschuk und Blei wenigstens zum Teil Erzeugnisse auf heimischer Rohstoffbasis zu verwenden. Einer dieser Austauschstoffe ist das Igelit, das in zwei Sorten auf dem Markt ist, als Igelit PCU und Igelit MP. Beides sind Polymerisate auf Vinylchloridbasis. Die Igelite besitzen eigenartige physikalische und chemische Eigenschaften, die sie für die oben erwähnten Zwecke geeignet machen.

Grundaufgabe bei der Anwendung von Igeliten für die Elektroindustrie ist die Erzielung hoher Wärmebeständigkeit mit geringer Verformung bei Wärmebeanspruchung, hinreichender Kältefestigkeit und möglichst gutem elektrischen Verhalten. Die Erfüllung dieser Forderungen gelingt nicht ohne weiteres und rechtfertigt Bedenken, wenn Igelit in Wettbewerb mit anderen bewährten Kabelbaustoffen treten soll.

Bereits im Jahre 1938 hat H. Beck¹⁾ Ausführungen über die Verwendung nicht härthbarer Kunststoffe für die Zwecke elektrischer Isolation veröffentlicht, die im folgenden durch neuere Erfahrungen beim Einsatz kunststoffisolierter und -ummantelter Leitungen erweitert werden.

1. Erfahrungen an „Igelit“-Leitungen in Ludwigshafen²⁾

a. NGA-ähnliche Leitungen

Die bisher eingesetzten NGA-ähnlichen Leitungen besitzen eine homogene Umprägung in einer Schicht aus Igelitmasse. Sie wurden für Licht- und Kraftleitungen bis 500 V, in der Regel in Stahlrohren, aber auch als Verdrahtung von Schalttafeln und Geräten verlegt. Alle diese Leitungen sind bisher ohne Beanstandungen in Betrieb. Wegen ihrer glatten Oberfläche, ihres geringeren Durchmessers, der raumsparend ausgenutzt werden kann, der

bequemen Abmantelung und einfachen Klemmarbeit (ohne Verzinnen verwendbar) werden sie von den Installationsmeistern bevorzugt. Bemerkenswert ist ein Erfahrungsfall mit der Verdrahtung eines Anschlusskastens für einen elektrischen Ofen. Der Kasten erreichte beim Betrieb des Ofens Temperaturen von rund 100°C. Die Igelitmasse, die anfangs honigfarben lichtdurchlässig war, wurde im Betrieb allmählich dunkelfarbig, ohne aber ihre Betriebsfähigkeit zu verlieren. Insbesondere wurden die oft vorausgesagten Korrosionserscheinungen nicht beobachtet.

Einige Firmen glaubten, zur Verhinderung von Durchlagerungen die Igelitumprägung durch eine Garnbeflechtung schützen zu sollen. Gegen eine solche Ausführung ist nichts einzuwenden. In einem Falle wurde aber zwischen Igelitumprägung und Beflechtung eine Glashautebänderung gelegt; da nun die getränkte Beflechtung nicht mehr genügend auf der glatten Igelitoberfläche haftete, traten beim Einziehen derartiger Leitungen Schwierigkeiten auf, indem sich die Beflechtung zurückschob. Die Glashautebänderung an dieser Stelle kann demnach nicht als günstige Lösung angesprochen werden.

Auf Grund der Erfahrungen sollte man Igelitumprägte Leitungen mehr als bisher für Schalt- und Steuerleitungen, für die die Verwendung von NGA-Leitungen nicht ausdrücklich vorgeschrieben ist, heranziehen. Diese Art von Leitungen, die hohen Dauererwärmungen kaum ausgesetzt sind und vielfach offen verlegt werden, sind zweifellos in Igelitausführung den gummiisolierten Leitungen überlegen. Ihre Ölfeuchtigkeit, Unentflammbarkeit und ihre praktisch unbegrenzte Lebensdauer sind besondere Vorzüge. Mit Auswechslungen, die bei gummiisolierten Leitungen infolge Alterung der Isolation erforderlich werden, braucht bei Igelitisolierung nicht gerechnet zu werden. Sollten Bedenken hinsichtlich des Isolationswiderstandes bestehen, so kann entsprechend neueren Ausführungen eine Verbesserung dadurch erzielt werden, daß der blanke Leiter zunächst eine Bänderung mit Folien erhält und darüber die Igelitmasse umpreßt wird. So kann Igelit zur Ersparnis von Naturkautschuk oder Buna bei derartigen Leitungen eingesetzt werden.

b. Schaltdrähte

Ähnlich liegen die Dinge bezüglich igelitisolierter Schaltdrähte für Fernmeldezwecke. Diese wurden im Fernsprechtbetrieb ebenfalls praktisch erprobt und haben in keiner Weise zu Störungen Anlaß gegeben (S. a. die Erfahrungen der Reichspost unter Abschnitt 3.)

¹⁾ VDE-Fachber. 10 (1938) S. 120.

²⁾ Den folgenden Ausführungen liegt ein Referat von Herrn Dipl.-Ing. H. Beck zugrunde.

c. Feuchtraumleitungen

Bei der Feuchtraumleitung kann Kunststoff in mehrfacher Hinsicht genommen werden, und zwar sowohl als Isolierstoff als auch als Ummantelung wie auch für beides. Es wurden zunächst hauptsächlich solche Feuchtraumleitungen eingebaut, bei denen Igelit als Mantelbaustoff diente. Dank dem Entgegenkommen der Lieferfirmen sind jedoch auch größere Mengen von Feuchtraumleitungen entwickelt worden, die vollständig gummi-frei sind und nur unter Verwendung von Igelit MP hergestellt wurden. Die mit derartigen Leitungen insgesamt gemachten Erfahrungen sind folgende:

Igelitisierte Feuchtraumleiter verhalten sich ebenso günstig, wie oben bei Igelitleitungen der NGA-Bauart allgemein geschildert wurde. Solange ein ordentlich hergestellter Blechmantel vorhanden ist, unterscheiden sich die Leitungen in keiner Weise unvorteilhaft von den üblichen Ausführungen. Insbesondere liegen keine Berichte über Verformung der Isolation durch Schellendruck und Dichtungsmuffen vor.

Aus Patentgründen gibt es eine ganze Reihe von Konstruktionen für den Blechmantel, darunter auch solche, die beim Verlegen einige Schwierigkeiten machen. Um möglichst viele verschiedene Fabrikate kennenzulernen, wurden auch solche in den Kreis der Erprobungen einbezogen. Alle diese Leitungen besaßen als äußere Schutzhülle eine Igelitumpressung. Bei einer solchen Leitung ist es vorgekommen, daß während der Verlegung in der kalten Jahreszeit in ungeheizten Räumen bei scharfen Biegungen der Igelitmantel einriß. Ungeeignete Mischungszusammensetzung und ungeschickte Verlegung wurden hierbei als Schadensursache festgestellt. Da der Igelitmantel außen lag, konnte bei dieser Leitung der Schaden sofort erkannt und behoben werden.

Die jetzigen Bauarten mit getränkter Papierbandumwicklung und Garnbeflechtung erfüllen in den meisten Fällen durchaus ihren Zweck. Durch Umpressung mit Igelit kann eine weitere Erhöhung der Korrosionsfestigkeit erzielt werden. Der Igelitmantel ist glatt und verleiht der Leitung ein besseres Aussehen; er kann hellfarbig hergestellt werden, so daß die Installation insgesamt einen schöneren Eindruck macht, was unter Umständen für Betriebe der Lebens- und Genußmittelbranche von Bedeutung ist. Feuchtraumleitungen mit glattem Igelitmantel wurden in Werkbetrieben vielfach verlegt und haben den Anforderungen voll entsprochen.

d. Igelit-Kabel

Außer den bisher beschriebenen Drähten sind auch noch Kabel (Erdkabel) auf Igelitbasis verlegt worden. Fehler sind bisher nicht vorgekommen. Ob ein vollwertiger Ersatz für Bleikabel gefunden ist, vermag allerdings erst die fernere Zukunft zu lehren. Die Kabel wurden seit 1938 meistens so eingebaut, daß die Erzeugnisse verschiedener Hersteller beieinander liegen, so daß Rückschlüsse auf etwaige Vorteile der einen oder anderen Bauart gezogen werden können.

Bei der Ausführung mit igelitumpreßter Ader sind Berechnungen und Versuche über die thermische und dynamische Beanspruchung im Kurzschlußfall angestellt worden, wodurch vorhandene Bedenken zerstreut werden konnten.

Bei Verlegung im Erdreich ist wegen der in der chemischen Industrie vielfach vorhandenen stark angreifenden Böden mit außerordentlichen Gefahren zu rechnen. Es wird beinahe regelmäßig festgestellt, daß Bleikabel durchgefressene Bleimäntel aufweisen. Frühzeitig wurde daher die Frage eines verbesserten Säureschutzes studiert. Hier besteht nun die durchaus begründete Hoffnung, durch eine Igelitumkleidung Abhilfe schaffen zu können. Ob diese Umkleidung in Form einer homogenen Umpressung oder einer Umwicklung mit Bändern vorgenommen wird, ist vermutlich von geringer Bedeutung. So

ausgerüstete Kabel mit geschwächtem Bleimantel werden daher bereits regelmäßig verwendet. Auf Grund der guten Erfahrungen mit bleimantellosen Kabeln sollte, wenigstens im Rahmen des von der Reichsstelle beabsichtigten Versuchsprogramms, die Erdverlegung von bleilosen Kunststoffmantelkabeln in größerem Umfang durchgeführt werden.

2. Erfahrungen in Bitterfeld

Im folgenden sei nun über Erfahrungen an bestimmten Leitungsarten in Bitterfeld berichtet³⁾. Die dort verlegten Leitungen wurden vor einiger Zeit der Wärmedruck-, der Alterungs- und der Kälteprüfung nach VDE 0285 unterzogen. Die Wärmedruckprüfung ergab ein Wegdrücken der Aderisolation um 25 bis 30 % gegenüber dem zulässigen Wert von 50 %. Die Alterungsprüfung hatte eine Zugfestigkeit der Leiterisolation von etwa 170 kg/cm² gegenüber dem zulässigen Wert von 50 kg/cm² zur Folge. Die Kälteprüfung gibt einen ausreichenden Wert von -5 bis -7 °C (VDE-Wert -5 °C). Dagegen betrug der Isolationswert

- nach 24 Std. Wasserlagerung bei 20 °C . . . 2 MΩ/km
- nach 24 Std. Wasserlagerung bei 20 °C und
- nach ½ Std. Wasserlagerung bei 60 °C etwa 50 000 Ω/km.

Der letzte Wert war der einzige, der den VDE-Bestimmungen nicht entsprach; der VDE-Wert hätte sich jedoch durch eine Papierumflechtung der Leiter erreichen lassen. Die Verlegung erfolgte in trockenen Räumen, z. B. im Metall-Laboratorium, der Formgießerei und der Presserei der Leichtmetallfabrik Bitterfeld.

Im Frühjahr 1938 wurde auch ein 200 m langes Kunststoffkabel von 3 × 6 mm² als Zuleitungskabel zu einem Lichtmast im Freien in der Erde verlegt, obwohl das Kabel nur zur Verlegung in trockenen Räumen bestimmt war. Sein Aufbau ist folgender: Adern etwa 0,8 mm stark mit Igelitmasse umspritzt, darüber Papiermantel, Kunststoffmantel (etwa 1 mm stark), mehrere mit Bitumen getränkte Papierlagen, schließlich die Eisenbandbewehrung. Die genannten Leitungen haben, wie bereits erwähnt, bis heute keine Schwierigkeiten gemacht. Eine Beschädigung durch Biegen und Knicken beim Verlegen oder ein Durchlagern der Isolation ist nicht vorgekommen; dies hätte sich sonst unbedingt, wenigstens durch vereinzelte Störungen, bemerkbar machen müssen.

Bedenken bleiben dagegen noch darüber bestehen, ob die Haltbarkeit und Betriebssicherheit auch in längeren Zeiträumen, also in 5 oder 10 Jahren und darüber, erhalten bleibt und ob durch eine dauernde Belastung mit der höchstzulässigen Stromstärke oder in besonders warmen Räumen Störungen auftreten werden. Von mancher Seite wird befürchtet, daß mit der Zeit eine Versprödung der Leitungen infolge langsamer Verflüchtigung des Weichmachers auftreten könnte. Die Alterungsprüfung der VDE-Vorschrift 0285 ist allerdings so streng, daß eine Alterungsneigung dabei eigentlich zutage treten müßte. Die im folgenden angegebenen Erfahrungen bestätigen das günstige betriebliche Verhalten der Leitungen.

Eine im Winter 1935 verlegte igelitisierte Leitung, die dauernd in Betrieb gewesen war, wurde ausgebaut. Es war keinerlei Versprödung eingetreten. Bemerkenswert ist weiter, daß der Aluminiumleiter in keiner Weise angegriffen war. An anderen seit 1937 in Betrieb befindlichen Kunststoffleitungen zeigt sich ebenfalls keine Versprödung; sie entsprechen noch der Wärmedruck- und Kälteprüfung nach VDE 0285, wobei sich praktisch dieselben Werte wie bei Neuverlegung ergeben. Eine Verflüchtigung des Weichmachers ist demnach nicht eingetreten. Dabei war die hier in Betracht kommende NGA-ähnliche Leitung von 1,5 mm² in einem betriebsmäßig etwa 40 °C warmen Raum eingebaut. Eine andere NGA-ähnliche Leitung mit 4 mm² diente zum Anschluß von Kaloriferen und war während der Heizperioden 1937/38 und

³⁾ Gekürzt wiedergabe nach einem Referat von Herrn Dr. Schunck, Bitterfeld.

1938/39 dauernd mit 15 A belastet; sie zeigte ebenfalls keine Störungen. Ein Durchdrücken der Isolation ist an keinem der ausgebauten Leitungsstücke wahrnehmbar. Der Leiter sitzt immer noch zentrisch zur Isolationshülle.

Es ist nach diesen Feststellungen wahrscheinlich, daß sich die igelitisolierten Leitungen auch in längeren Zeiträumen ebenso gut oder bezüglich der Alterungsbeständigkeit vielleicht sogar noch besser verhalten werden wie gummiisierte Leitungen. Um dies noch genauer festzustellen, sind in den Laboratorien in Bitterfeld Dauerversuche begonnen worden, bei denen mittels Heiztransformatoren sowohl igelitisolierte als auch zum Vergleich gummiisierte Leitungen teils mit der normalen VDE-mäßigen Belastung, teils mit darüberliegenden Belastungen erprobt werden sollen. Hier können dann Belastung, Erwärmung u. a. auf lange Zeit dauernd verfolgt werden.

Ein ähnlicher Versuch wurde bereits im September 1937 angestellt. Damals wurde eine anthygronähnliche Leitung von $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$ für eine normale Strombelastung von 15 A mit etwa 30 A 8 bis 10 Tage lang belastet, wobei etwa 60°C erreicht wurden, ohne daß irgendwelche Beschädigungen oder Verlagerungen der Adern eintraten. Die Bitumentränkung der Mischgarnbeflechtung wurde bei dieser Belastung natürlich schon ziemlich flüssig.

Es ist bekannt, daß der Isolationswiderstand der igelitisolierten Leitungen wesentlich niedriger liegt als bei Gummiisolation und insbesondere bei höheren Temperaturen stärker absinkt. Wie bereits oben angegeben wurde, hat sich bei den in Bitterfeld verlegten Leitungen der nicht vorschriftsmäßige Isolationswiderstand für 60°C jedoch nicht störend bemerkbar gemacht. Insbesondere bewirkt er keine zusätzliche Erwärmung der Isolations-schicht. Eine NGA-Leitung von $2,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt kann mit 15 A dauernd belastet werden. Ihr Widerstand ist etwa $7 \Omega/\text{km}$. Die ohmsche Belastung beträgt demnach $1575 \text{ W}/\text{km}$.

Die zusätzliche Belastung der Isolations-schicht durch den Ableitungsstrom beträgt bei 500 V und $50\,000 \Omega/\text{km}$ Isolationswiderstand 5 W, also nur 0,33 % des erstgenannten Wertes. Der Ableitungsstrom beträgt dabei 10 mA/km, wobei die Leitung in einem so warmen Raum liegt, daß eine Leiter-temperatur von 60°C erreicht wird. Durch eine Leiterlackierung o. a. könnte der Isolationswiderstand beträchtlich erhöht werden.

3. Erfahrungen der Reichspost

Auch bei der Deutschen Reichspost liegen schon Erfahrungen über igelitisolierte Leitungen vor⁴⁾.

a. Fernmeldedrähte

Die ersten Versuche mit kunststoffisolierten Fernmeldedrähten und -kabeln wurden bei der Reichspost schon vor mehreren Jahren in Angriff genommen. Nach anfänglichen Mißerfolgen, die hauptsächlich auf ungenügende elektrische und thermische Eigenschaften der Kunststoffe zurückzuführen waren, gelang es, geeignete Drahtmuster mit Kunststoffisolierung zu entwickeln. Soweit sich auf Grund der laboratoriumsmäßigen Untersuchungen beurteilen ließ, genügte die neuen Austauschleitungen allen nach dem heutigen Stand der Technik billigerweise zu stellenden Anforderungen. Die Deutsche Reichspost trug daher keine Bedenken, zu Betriebsversuchen größeren Umfangs überzugehen.

Die Prüfung der Leitungen erstreckte sich auf die elektrischen Eigenschaften, auf die Feststellung der Entflammbarkeit, Wärmedruckfestigkeit, Kältebeständigkeit, chemische Eigenschaften und Verarbeitbarkeit des neuen Werkstoffes (Verlöbbarkeit u. a.). Die Ergebnisse der Prüfungen ließen erkennen, daß die Kunststoffmischung auf der Grundlage von Igelit PCU den Anforderungen am nächsten kommt.

Im Jahre 1936 wurde die Frage der betriebsmäßigen Verwendbarkeit von Mipolamdrähten durch einen kurzfristigen Vorversuch geklärt. Der Draht wurde für Schaltungen in Haupt- und Zwischenverteilern von Wählerämtern, ferner als Steigeleitung unter Benutzung der Unterputzrohre, als Zimmerleitung von Sprechstellen bei verdeckter Führung in Isolierrohren und als Schalt-draht in Kabel- und Linienverzweigungen an Stelle von Gummidraht verwendet. Die Ergebnisse waren günstig. Daraufhin wurden im Oktober 1937 versuchsweise weitere Mipolamdrähte eingesetzt. Als einziger Nachteil wurde zunächst bemerkt, daß die etwas steife Mipolamisolierung eine leichte Federung des Drahtes beim Auslegen verursacht. Insgesamt wurden aber folgende Feststellungen gemacht.

Die mechanischen Eigenschaften sind ausreichend, die Farben gut erkennbar; die Drahtführung hat ein gefälliges Aussehen. Der Draht hat die beim Löten verursachte Hitzeeinwirkung gut ausgehalten; das Absolieren ist einfach und weniger zeitraubend als bei anderen Drähten. Auf Alterung zurückzuführende Änderungen des Kunststoffes sind bis jetzt nicht beobachtet worden; der Draht behält seine Elastizität und zeigt bis jetzt keine Neigung zum Brüchigwerden.

Nachdem diese günstigen Ergebnisse vorlagen, wurden die Betriebsversuche auf eine größere Basis gestellt. Bei ihrer Inangriffnahme wurde jedoch von den Fernmelde-, Apparate- und Amtsbaufirmen zum Ausdruck gebracht, daß sich gewisse Nachteile der Igelite im Betriebe auswirken könnten, wobei auf die Korrosionsgefahr und auf die Alterung hingewiesen wurde. Diesen Nachteilen seien aber auch die Vorteile der neuen Austauschdrähte gegenübergestellt: Unentflammbarkeit der Igelite, Wegfall der Leiterlackierung, Fortfall der äußeren Faserstoffumhüllung und Ersparnis der Wachs-, Paraffin- oder Ceresinränkung.

Um in der Zwischenzeit weitere Erfahrungen mit wärmeplastischen Kunststoffen sammeln zu können, sind die Versuche fortgeführt und größere Längen von Mipolam-, Protodur-, Wahnifild- und Isynthadrähten in Betrieb genommen worden. Eingehende Erfahrungsberichte liegen zur Zeit noch nicht vor, werden aber in den nächsten Monaten erwartet.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß den mit Igelit PCU isolierten Drähten voraussichtlich ein weites Anwendungsgebiet eröffnet werden kann. Ihr Einsatz in Fernmeldeanlagen ist unbedenklich schon heute möglich. Jedoch werden bestimmte Anwendungsgebiete den bunanol-, oppanol- und vinifoliolierten Drähten vorbehalten bleiben, ebenso den KKL-, LKKL- und LUL-Drähten, wie die inzwischen fortgeschrittene Entwicklung erkennen läßt.

b. Fernmeldekabel

Beim Einsatz von igelitisolierten Kabeln war die Aufgabe gestellt, den Bleimantel durch einen wärmeplastischen Kunststoffmantel auszutauschen. Da jedoch im Bereiche der Deutschen Reichspost mit ganz kurzer Frist der Bleimantel bei den wenigadrigen Innenkabeln (mit bis 22 Adern) eingespart werden sollte, anderseits aber die wärmeplastischen Kunststoffe als Werkstoff für die Ummantelung mit feuchtigkeitssicherem Schutz noch nicht verwendbar waren, mußte hier eine andere Lösung Platz greifen. Für die wenigadrigen Innenkabel sind daher die Rohrdrähte und wettersicheren Rohrdrähte eingeführt worden. Um aber auch bei den vieladrigen Innenkabeln (mit bis zu 200 Adern) den Bleimantel ganz einsparen zu können, hat die Reichspost verschiedene Versuchskabel mit Mänteln aus wärmeplastischen Kunststoffen herstellen lassen, die eingehend erprobt werden sollen.

Ein PCU-Mantelkabel mit 100 Adern ist vor kurzem abgenommen worden. Bezüglich der Feuchtigkeitseinnahme wurde, wie erwartet, festgestellt, daß der PCU-

⁴⁾ Wiedergabe nach einem gekürzten Referat von Herrn Postrat Kotitschke, Reichspostzentralamt.

Mantel feuchtigkeitsdurchlässig ist. Dagegen nimmt die Aderisolierung keine Feuchtigkeit auf. Das Versuchskabel wird nunmehr unter betrieblichen Bedingungen erprobt und beobachtet werden. Es besteht die Hoffnung, daß die Ergebnisse günstig ausfallen, so daß ein weiterer Schritt zum Einsparen von Blei möglich ist.

c. Isolierschläuche

Im Zusammenhang mit den Drähten und Kabeln soll noch auf die Isolierschläuche aus Igelit hingewiesen werden, weil die Schläuche als Abschlußmittel für die Enden faserstoffisolierter Drähte und Kabeladern benötigt werden. Außerdem werden in Gestellen freitragende Drahtverbindungen durch Überziehen mit Isolierschläuchen geschützt. Die bisherigen Erfahrungen sind im allgemeinen günstig, jedoch werden noch die unzureichende Kältebeständigkeit und die zu hohe Dehnbarkeit bemängelt. In letzter Zeit ist eine wesentliche Verbesserung der Schläuche zu verzeichnen.

4. Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn⁵⁾

Die Arbeiten für den Einsatz von polymeren Kunststoffen auf dem Gebiet der Kabel und Leitungen bei der Deutschen Reichsbahn begannen im Jahre 1935. Zunächst wurde der Möglichkeit der Bleiersparnis auf dem Gebiet der Kabel und kabelähnlichen Leitungen besonderes Augenmerk geschenkt. Daraus ergab sich im Jahre 1937, als die ersten Erfahrungen über die Verarbeitung und Prüfung vorlagen, daß sich polymere Kunststoffe, wie Igelit, mit Erfolg für sogenannte und heute unter dieser Bezeichnung von VDE typisierte Innenraumkabel verwenden lassen. Die fühlbar gewordene Lücke zwischen Rohrdrähten nach Art der NRA- und NRU-Leitungen (VDE 0250 U) und Papierbleikabeln (VDE 0260 U) bei großen Leiterquerschnitten ist bekanntlich zu Beginn dieses Jahres durch die Innenraumkabel (VDE 0270 U) geschlossen worden, wobei die Verwendung von Kunststoffen vorgesehen ist.

Die Deutsche Reichsbahn erprobt an Starkstromkabeln nebeneinander im Rahmen des Versuchsplanes gegossene, elektrolytfreie Folien und umpreßte Hüllen oder gewalzte Bänder. Hierbei galt es, die erfahrbaren Fehlermöglichkeiten von vornherein auszuschalten. Zunächst mußte die Verwendung von Igelit an falscher Stelle vermieden werden. Voraussetzung für möglichst große Güte ist heute, wo es Prüfvorschriften für den Grundstoff gibt, die gleichbleibende Eigenschaften des Igelits gewährleisten, daß Igelithüllen oder -mäntel nur mit geeigneten neuzeitlichen Maschinen hergestellt werden.

Die Versuche erstreckten sich auf Kabel und Leitungen für Stark- und Schwachstrom. Über letztere wird zu gegebener Zeit von anderer Stelle Näheres berichtet werden. Auf dem Starkstromgebiet sind schon seit 1936 bewegliche Schatteleitungen mit Querschnitten von 2,5, 16 und 25 mm² beim Elektrotechnischen Versuchsamt der Reichsbahn in Gebrauch. Diese Leitungen tragen einen Mantel aus Polyvinylchlorid, der seine mechanischen Aufgaben bisher zur Zufriedenheit erfüllt hat. Wie aber schon in den VDE-Fachberichten von 1938 angegeben wurde, sind derartige Leitungen nicht allgemein verwendbar, zumal bei beweglichen und ähnlichen Leitungen alle Bedingungen mechanischer und elektrischer Art besser und zuverlässiger durch Hülle und Mantel aus Buna erfüllt werden. Die Ozonfestigkeit des Igelits ließ den Versuch zweckmäßig erscheinen, an Stelle eines Gummikabels von 95 mm² Querschnitt ein kautschukfreies Kabel mit Kunststoffmantel für 15 kW Übertragungsleistung bei

elektrischen Lokomotiven der Baureihe E 60 als Zuleitung vom Versuchsschalter zum Umspanner zu erproben. Die damit ausgerüsteten beiden Lokomotiven versehen seit dem Herbst 1937 ohne Beanstandungen ihren Dienst. Von dem gleichen Kabel wird ein 80 m langes Stück im Elektrotechnischen Versuchsamt erprobt.

Die Möglichkeit der Bleiersparnis bei 1kV-Kabeln für Erdverlegung durch Verwendung von Kunststoff wird noch geprüft. Diese bleiarmlernen oder bleilosen Kabel haben die Aufgaben der bisher an ihrer Stelle dienstuenden Papierkabel, die parallel dazu vorerst liegenbleiben, übernommen und sind, wenn auch nur zum kleinen Teil, seit Ende 1936 in Betrieb. Schäden oder Betriebsstörungen traten bisher nicht auf. Es versteht sich von selbst, daß die Versuchskabel laufend auf eine Veränderung ihrer elektrischen Werte überwacht werden. Auch besteht die Absicht, zur genaueren Untersuchung in späterer Zeit Stücke von den verlegten Kabeln abzuschneiden. Die Druckbeständigkeit eines Kunststoffmantels wurde dadurch praktisch erprobt, daß das Kabel mittels Schellen verschiedener Bauart an der Decke eines D-Zug-Gepäckwagens festgemacht, so auf die Reise geschickt und Erschütterungen ausgesetzt wurde.

Zusammenfassung

Die bisherigen Erfahrungen zeigen Einsatz und Brauchbarkeit von Igeliten in der Kabelindustrie, wobei sich eine Reihe werkstoffbesonderer Vorteile ergaben. Die Prüfungen an ausgebauten, betriebsmäßig beanspruchten Leitungen zeigten, daß die Bedingungen von VDE 0285 bis auf den zu geringen Isolationswiderstand nach 24-stündiger Wasserlagerung bei erhöhter Temperatur eingehalten werden. Aber auch durch den zu niedrigen Isolationswert wurden keinerlei Betriebsstörungen hervorgerufen. Ferner ergab sich bei den ausgebauten Leitungen, daß das Igelit an dem metallischen Leiter keine Korrosion hervorgerufen hatte und daß eine Alterung nicht festzustellen war.

Für Schaltdrähte und Steuerleitungen kommt die Igelitisolierung bereits heute als vollwertiger und leistungsfähiger Isolierstoff in Betracht. Für Feuchtraumleitungen wird der Vorschlag gemacht, die Isolierung der Drähte mit Gummi oder Buna vorzunehmen und einen Igelitmantel als äußeren Schutz aufzuspritzen. Bei sauren Böden sind Igelitkabel den Bleikabeln überlegen; wegen der Wasserdampfdurchlässigkeit des Igelits wird zweckmäßig ein dünner Bleimantel angewendet und der mechanische Schutz des Kabels durch einen entsprechend aufgebauten Igelitmantel erreicht.

Auf Grund der bei den Industrierwerken, der Reichspost und der Reichsbahn gesammelten Erfahrungen kann natürlich noch kein endgültiges Urteil abgegeben werden. Es ist noch vorfrüht, allgemeine Zulassungen in der Form von VDE-Vorschriften auszusprechen. Immerhin muß jedoch der Weg für diejenigen Verbraucher, die an diesen Neuentwicklungen interessiert sind, grundsätzlich geöffnet und mehr als bisher verbreitert werden. Insbesondere sollten im Rahmen des beabsichtigten Versuchsplanes weitere Verbraucherkreise mit den neuen Bauarten bekanntgemacht werden. Es ist auch zu hoffen, daß bei einer regelmäßigen Herstellung igelitisolierter Leitungen eine Vertiefung der Erfahrungen in Konstruktion, Herstellung und Verlegung sowie eine Preissenkung erzielt wird.

Dem werkstoffgerechten Einsatz der Igelite stehen keine Schwierigkeiten mehr im Wege, und es ist zu wünschen, daß dieser heimische Werkstoff überall da, wo seine guten Eigenschaften mit Erfolg verwertet werden können, in steigendem Maße eingesetzt wird.

⁵⁾ Gekürzte Wiedergabe nach einem Referat des Herrn Baurat G. A. Ludendorff.