

Umweltforschungsplan
des Bundesministers des Innern
– Luftreinhaltung –
Forschungsbericht 104 08 311

5

Asbestersatzstoff-Katalog

Erhebung über
im Handel verfügbare Substitute
für Asbest
und asbesthaltige Produkte

Band 5: Elektroisolation

von Dr. Eva Poeschel, Dipl.-Ing. Alfons Köhling
Battelle-Institut e.V., Frankfurt am Main
Im Auftrag des Umweltbundesamtes



Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.

Redaktion: Umweltbundesamt Fachgebiet II 2.4, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33
Tel. 030/89 03-1, Telex: 183756

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.,
Lindenstraße 78-80, 5205 Sankt Augustin 2 – Oktober 1985

Satz und Druck: A. Sutter Druckerei GmbH, 4300 Essen

ISBN 3-88383-117-4

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer	2.	3.
4. Titel des Berichts Erhebung über im Handel verfügbare Substitute für asbesthaltige Produkte: Einsatzbereich „Elektroisolation“		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Poeschel, Eva; Köhling, Alfons		8. Abschlußdatum
		9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Battelle-Institut e.V. Am Römerhof 35 6000 Frankfurt am Main 90		10. UFOPLAN-Nr. 104 08 311
		11. Seitenzahl 60
		12. Literaturangaben -
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33		13. Tabellen und Diagramme 5
		14. Abbildungen -
15. Zusätzliche Angaben Dieser Bericht ist Bestandteil eines mehrbändigen Katalogs für die verschiedensten Einsatzbereiche asbesthaltiger Produkte (vgl. Seite 8)		
16. Kurzfassung Ziel der durchgeführten Erhebung war die Erstellung eines Katalogs, in dem die im Handel verfügbaren Substitute bzw. Alternativen für asbesthaltige Produkte erfaßt werden. Dazu wurden Δ die Einsatzgebiete von Asbest und asbesthaltigen Produkten ermittelt und aufgelistet sowie Δ die technischen Anforderungen an die Produkte in den verschiedenen Einsatzbereichen definiert. Substitute, die den definierten Anforderungen entsprechen, sind im Katalogteil aufgeführt. In diesem Bericht werden Substitute für den Einsatzbereich „Elektroisolation“ aufgeführt.		
17. Schlagwörter Substitute für Asbest; Elektroisolation; Kabel, Isolierstoffe, Formmassen, Haushaltsgeräte		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No.	2.	3.
4. Report Title Commercially Available Substitutes for Asbestos and Products Containing Asbestos: Field of Application "Electrical Insulation"		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Poeschel, Eva; Köhling, Alfons		8. Report Date
		9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address) Battelle-Institut e.V. Am Römerhof 35 6000 Frankfurt am Main 90		10. UFOPLAN-Ref. No. 104 08 311
		11. No. of Pages 60
		12. No. of References -
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, D-1000 Berlin 33		13. No. of Tables, Diagrams 5
		14. No. of Figures -
15. Supplementary Notes This report is part of a multi-volume catalogue of the various fields of application of asbestos-containing products (cf. p. 8)		
16. Abstract The objective of the survey was to compile a catalogue of the commercially available substitutes and alternatives for asbestos-containing products. To this end, Δ the fields of application of asbestos and asbestos-containing products were determined and listed, and Δ the technical requirements to be met by the products in the individual fields of application were defined. Substitutes which meet these requirements are listed. The present report deals with substitutes for the field of application "Electrical Insulation".		
17. Keywords Substitutes for Asbestos; Electrical Insulation; Cable Insulating Materials, Moulding Materials, Household Appliances		
18. Price	19.	20.

Vorwort

Die gesundheitsschädlichen Eigenschaften von Asbestfeinstaub und die damit zusammenhängenden Erkrankungen sind seit längerem bekannt und führten im Bereich des Arbeitsschutzes schon frühzeitig zu einer Reihe von Regelungen. Dazu gehören insbesondere die Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe und die Unfallverhütungsvorschrift „Schutz gegen gesundheitsgefährlichen mineralischen Staub“. Die Asbestproblematik ist in den letzten Jahren in einer Reihe wissenschaftlicher Veranstaltungen eingehend untersucht und in verschiedenen Veröffentlichungen, insbesondere dem UBA-Bericht 7/80 „Umweltbelastungen durch Asbest und andere faserige Feinstäube“, dargestellt worden. Hierdurch wurde dieses Problem weiten Teilen der Bevölkerung bewußt. In der Folge setzte eine rasche Entwicklung ein, die zum verstärkten Einsatz staubarmer Bearbeitungsgeräte für Asbestzement und zur Substitution von Asbest in zahlreichen Produkten führte.

In dem vorliegenden zehnbändigen Abschlußbericht eines im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Forschungsvorhabens gibt das Battelle-Institut zur Information von Herstellern, Verwendern, Verbrauchern und Behörden für zehn verschiedene Einsatzbereiche einen Überblick über den derzeit erreichten Stand der Substitution in der Bundesrepublik Deutschland. Danach stehen in nahezu allen Einsatzbereichen Ersatzstoffe für asbesthaltige Produkte zur Verfügung, auf die der Verbraucher dieser Produkte zurückgreifen kann. Der Katalog beschreibt die jeweiligen Anforderungen an asbesthaltige Produkte aus technischer Sicht und nennt auf der Basis von Herstellerangaben die im Handel verfügbaren asbestfreien Ersatzprodukte mit ihren spezifischen Eigenschaften sowie deren Bezugsquellen.

Der Katalog war auch Grundlage für Beratungen im Stoffkreis „Asbest“ sowie im Unterausschuß (UA) VII „Verwendungsbeschränkungen/Ersatzstoffe“ des Ausschusses für gefährliche Arbeitsstoffe (AgA) beim Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung. An diesen Beratungen waren u. a. Vertreter aus Industrien, die Asbest, asbesthaltige Produkte oder Ersatzstoffe verarbeiten oder verwenden, beteiligt ebenso wie Vertreter der Gewerkschaften, der für den Arbeits- und Umweltschutz zuständigen Behörden, der Berufsgenossenschaften und der Wissenschaft. Die Anregungen und Beiträge aus den beteiligten Kreisen wurden bei der Erarbeitung berücksichtigt. Dadurch erfuhren die Ergebnisse eine aktuelle und besonders breite fachliche Grundlage.

Der Ersatzstoff-Katalog wurde vom Ausschuß für gefährliche Arbeitsstoffe, der die Bundesregierung berät, auf dessen Sitzung im Dezember 1984 zur Kenntnis genommen; er hat im Juni 1985 beschlossen, der Bundesregierung vorzuschlagen, in einer Technischen Regel für gefährliche Arbeitsstoffe (TRgA) auf den Katalog hinzuweisen. Der Katalog soll allen Beteiligten, insbesondere den Arbeitgebern, als Entscheidungshilfe zur Auswahl von Ersatzstoffen dienen.

Neben den Autoren vom Battelle-Institut e.V. sei an dieser Stelle Herrn Eberhard Hoffmann (Obmann des Stoffkreises „Asbest“), Herrn Gerd Albracht (Obmann des Unterausschusses „Verwendungsbeschränkungen/Ersatzstoffe“ des AgA) und Herrn Wolfgang Lohrer (Umweltbundesamt) besonders gedankt, die durch ihren persönlichen Einsatz einen wesentlichen Beitrag zum Zustandekommen des Kataloges in der vorliegenden Form geleistet haben.



Dr. Heinrich von Lersner
Präsident des Umweltbundesamtes

Vorwort des Herausgebers

Die Verwendung ungefährlicher oder zumindest weniger gefährlicher Stoffe ist dasjenige Schutzziel, das bei allen Maßnahmen im Bereich der gefährlichen Stoffe an oberster Stelle der Schutzzielhierarchie steht.

Dieses Prinzip, wo immer möglich ungefährliche Ersatzstoffe zu verwenden, gilt besonders beim Umgang mit krebserzeugenden Stoffen und hier vor allem auch für Asbest, den „Stoff der tausend Möglichkeiten“, der in mehr als 3000 Produkten in den verschiedenen Anwendungsbereichen vorkommen kann.

Der Einsatz geeigneter ungefährlicher Ersatzstoffe setzt die entsprechende Information der Anwender voraus. Daher gewinnen die Kenntnisse über Möglichkeiten und Grenzen von Ersatzstoffen mit der Vielseitigkeit des zu ersetzenden Gefahrstoffes an Bedeutung.

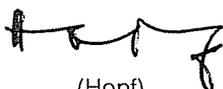
Aus diesem Grunde hat sich der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften entschlossen, den Bericht des Umweltbundesamtes über im Handel verfügbare Substitute für Asbest und asbesthaltige Produkte, der aus einem Forschungsvorhaben des Battelle-Institutes hervorgegangen ist, in seiner Schriftenreihe zu veröffentlichen, um die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens einer möglichst breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen. Der Ersatz von Asbest durch ungefährlichere Stoffe darf nirgendwo daran scheitern, daß die entsprechenden Informationen über geeignete Ersatzstoffe nicht vorhanden sind.

Die Herausgabe des Asbest-Ersatzstoffkataloges entspricht der gesetzlichen Verpflichtung der Berufsgenossenschaften, mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten zu sorgen.

Wegen des Umfangs des Forschungsberichtes wurde die Aufteilung in insgesamt zehn Bände entsprechend den verschiedenen Einsatzbereichen beibehalten, so daß sich jeder Interessent die Informationen nur für den oder die Produktbereiche beschaffen kann, die für ihn oder seinen Betrieb von Bedeutung sind.

Wir wünschen diesem Bericht eine weite Verbreitung in der Praxis, um auf diese Weise das in Angriff genommene Ziel, gänzlich auf Asbest verzichten zu können, möglichst schnell zu erreichen.

Sankt Augustin, im September 1985



(Hopf)
Amtierender Vorsitzender



(von Hassell)
Alternierender Vorsitzender

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkung	9
2 Generelles zur Elektroisolation	
2.1 Eigenschaften von Asbest für die Elektroisolation	10
2.2 Einsatzgebiete des Asbests	10
2.3 Asbestfreie Materialien für die Elektroisolation	11
3 Isolation von Drähten und Kabeln für den Einsatz bei erhöhter Temperatur	
3.1 Anwendungen und Anforderungen	12
3.2 Asbestfreie Produkte	13
3.3 Beurteilung	15
4 Isolierstoffe	
4.1 Anwendungen und Anforderungen	15
4.2 Asbestfreie Produkte	17
4.3 Beurteilung	18
5 Härtbare Formmassen – Duroplaste	
5.1 Anwendungen und Anforderungen	19
5.2 Asbestfreie Produkte	20
5.3 Beurteilung	21
6 Haushaltsgeräte	21
7 Katalog über im Handel verfügbare Substitute	23
8 Verzeichnis der Hersteller und Vertrieber	53
9 Verzeichnis von Technischen Händlern	57

Einsatzbereiche von Asbest und asbesthaltigen Produkten

Einsatzbereich	Produktgruppen					
	-01	-02	-03	-04	-05	-06
10* Asbest Faser-/Füll- stoff	Anorg. synthet. Fasern	Anorg. natürl. Fasern	Organ. synthet. Fasern	Organ. natürl. Fasern	Nichtfaserige Füllstoffe – Blättchen – Teilchen	
20 Arbeitsschutz	Persönliche Hitzeschutz- kleidung	Hitzeschutz- Handschuhe	Flächige Textilgebilde	Materialien für spezielle Arbeitsplätze		
30 Brandschutz	Brandschutz- platten u. -matten	Spritz- massen, Isolierputze	Plastische Massen, Anstriche, Kitte und Spachtelm., Brand- schutzmörtel	Pappen, Schnüre/ Vliese, anorgan. Schaum- stoffe, Brand- schutzkissen	Textilien – Lösch- decken – Vorhänge	Schutz- kleidung für Brand- bekämpfung
40** Wärme- isolation	Platten und Matten	Anorg. Spritz- massen	Materialien z. Verfüllung von Fugen u. Hohlräumen	Formteile und Form- massen	Textile Erzeugnisse	
50 Elektro- isolation	Drähte und Kabel	Isolierstoffe	Formmassen	Haushalts- geräte		
60 Dichtungen	Statisch – Flach- dichtung	Dynamisch – Packung	Zylinderkopf- dichtung	Heißgasdich- tung	Kompen- satoren	
70 Filtration	Flüssig- filtration, Fein- u. steril Filtermedien, Filterhilfsm.	Gasfiltration/ Lüftung, Prozebluft, Ent- staubung	Atemfilter für Atemschutz- geräte	Diaphrag- men, Separ- toren		
80 Reibbeläge	Scheiben- bremsbeläge	Trommel- bremsbeläge	Bremsklotz- sohlen	Bremsbelä- ge für Indu- strieanwen- dungen	Kupplungs- beläge	
90 Bautechn. Produkte (Asbest- zement)	Ebene Platten	Weillplatten	Rohre für Tiefbau – Druckrohre – Kanalrohre	Rohre für Haus- und Grundst. – Abgas u. Lüftung	Garten- gestaltung	
100 Chem. Prod. und Sonstiges	Anstrich- stoffe und Spachtel- massen	Klebstoffe, Dichtungs- massen, Kitte	Sonder- produkte mit Bitumen- oder Teer- Matrix	Formmassen mit Kunstharz- Matrix	Formmassen mit Kunststoff- Matrix	

* Hier sind auch Angaben über Durchmesser und Spaltbarkeit faserförmiger Ersatzstoffe aufgeführt.

** Schallschutz

1 Vorbemerkung

Der hier vorliegende Katalog behandelt die Möglichkeiten der Asbestsubstitution im Bereich der Elektroisolation. Er ist Bestandteil eines mehrbändigen Übersichtskatalogs, in dem für die verschiedenen Einsatzbereiche von Asbest und asbesthaltigen Produkten die im Handel verfügbaren asbestfreien Produkte erfaßt werden. Als Ordnungsprinzip wird die Tabelle „Einsatzbereiche asbesthaltiger Produkte“ zugrunde gelegt.

Im Bereich der Elektroisolation wurde für folgende Produktgruppen untersucht, ob und inwieweit asbesthaltige Materialien Anwendung finden und welche technischen Substitutionsmöglichkeiten am Markt angeboten werden:

△ Isolation von Drähten und Kabeln für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen	50-01
△ Isolierstoffe (Papier, Pappen, Platten) für den Einsatz bei erhöhter Temperatur	50-02
△ Formmassen als Werkstoffe für Schalter, Stecker, Klemmleisten u. v. a. m.	50-03
△ Haushaltsgeräte hier vornehmlich Elektrowärmegeräte mit beispielsweise Trägern für Heizwicklungen	50-04

Der Textteil enthält allgemeine Informationen zu den Produktgruppen. Nach einer kurzen Charakterisierung der asbesthaltigen Produkte werden aus den Anwendungen und Einsatzgebieten Anforderungslisten formuliert. Danach werden die Möglichkeiten des Asbestersatzes dargestellt und die Vor- und Nachteile und auch die Grenzen der asbestfreien Produkte aufgezeigt.

Im Katalogteil sind für die einzelnen Produktgruppen unter der jeweiligen Code-Nummer Datenblätter für die im Handel verfügbaren asbestfreien Produkte zusammengestellt, denen der Verbraucher Angaben über technisch wichtige Eigenschaften, Hersteller, Lieferfirmen und Anwendungsbeispiele entnehmen kann. Dieser Katalog soll dem Verbraucher die Möglichkeit geben, sich über das im Handel verfügbare Angebot an asbestfreien Produkten für den Bereich Elektroisolation zu informieren. Der Katalog kann und soll die technische Beratung durch den Fachmann jedoch nicht ersetzen.

Die zusammengestellten Daten basieren auf Herstellerangaben bzw. auf deren Unterlagen, die ungeprüft übernommen wurden. Sie wurden mit großer Sorgfalt übertragen; für die Vollständigkeit und Richtigkeit kann keine Gewähr übernommen werden. Weiter ist im Anhang ein Verzeichnis von Herstellern und Vertreibern beigelegt, die uns im Rahmen dieser Erhebung als Lieferanten für die genannten Produktgruppen bekannt geworden sind.

An dieser Stelle danken wir den Vertretern von Firmen, Verbänden, Gewerkschaften und Berufsgenossenschaften für die wertvolle Unterstützung.

2 Generelles zur Elektroisolation

Die Isolierstoffe der Elektrotechnik spielen in allen Geräten, Maschinen und sonstigen Einrichtungen, in denen die Stromleitung Grundlage des technischen Systems ist, eine bedeutende Rolle. Die wichtigsten Kenngrößen eines Isolierstoffs sind der möglichst hohe spezifische Widerstand, die hohe elektrische Durchschlagfestigkeit, der möglichst kleine dielektrische Verlustfaktor und je nach dem speziellen Einsatz die mechanische, thermische und chemische Beständigkeit.

2.1 Eigenschaften von Asbest für die Elektroisolation

In der Tabelle 50-11 sind die wichtigsten Kenndaten und Eigenschaften des Asbests für Anwendungen in der Elektroindustrie zusammengestellt.

Die elektrischen Eigenschaften sind sehr unterschiedlich und von Herkunft, Reinheit, Verarbeitung und Feuchtigkeitsgehalt abhängig.

Im Vergleich mit anderen Isolierstoffen sind die elektrischen Eigenschaften des Asbests nicht hervorragend. Der spezifische elektrische Widerstand und auch die Durchschlagfestigkeit sind relativ gering; die Kenndaten anderer Isolierstoffe sind teilweise um mehrere Größenordnungen besser. Sein niedriger spezifischer Widerstand und die hohen dielektrischen Verluste schließen die Anwendungen in der Hochspannungs- und Hochfrequenztechnik aus.

2.2 Einsatzgebiete des Asbests

Die meisten Anwendungsfälle, in denen Asbest in der Elektroindustrie eingesetzt wird, ergeben sich aus der guten Beständigkeit bei hoher thermischer Beanspruchung und/oder harten chemischen Bedingungen.

Für die Isolation von Drähten und Kabeln wird Asbest in vielfältiger, vorzugsweise textiler, Form eingesetzt, vor allem dann, wenn so hohe Temperaturen auftreten, daß andere Isolierstoffe zerstört werden. Beispiele sind Zuleitungen für elektrische Glühöfen, Ausgleichsleitungen für Thermoelemente und auch Schutz vor offenen Flammen.

Asbestpapiere, -pappen und -platten werden eingesetzt, wenn zusätzlich noch mechanische Stabilität gefordert wird. Beispiele sind die Isolation von Polschuhen, die Auskleidung von Schaltkästen, der Aufbau von Trennwänden und Tragkörper für Heizleiter. In vielen Fällen wird hier neben elektrischer Isolation auch Wärmeisolation angestrebt.

Tabelle 50-11:

Kenndaten und Eigenschaften des (Serpentin-)Asbests für Anwendungen in der Elektroisolation

Spez. elektrischer Widerstand	10 ⁹ Ohm · cm
Durchschlagfestigkeit	5 kV/mm
Dielektrizitätszahl	3
Dielektrischer Verlustfaktor	0,15
Lichtbogensicher	
Fest gegen Glimmentladung	
Wärmeleitfähigkeit	0,1–0,3 W/m K
Wärmekapazität	0,84 kJ/K
Temperaturbeständigkeit	
Δ ohne Einschränkung	400° C
Δ mit geringen Einschränkungen	650° C
Δ mit starken Einschränkungen	1000° C
Unbrennbar	

Die Imprägnierung von Asbestfasern oder -geweben mit beispielsweise Phenol- oder Polyesterharz verbessert die dielektrischen und mechanischen Eigenschaften und verringert die Feuchtigkeitsaufnahme. Asbesthaltige Formmassen finden für Schalter, Steckdosen, Klemmleisten, Schaltkästen vielseitige Anwendung.

Auch in Haushaltsgeräten fanden viele asbesthaltige Produkte Anwendung. Beispiele sind Tragkörper für Heizleiter in Bügeleisen, Toastern und Haartrocknern sowie Platten für die Isolierung und Wärmedämmung in Nachtspeicheröfen.

2.3 Asbestfreie Materialien für die Elektroisolation

Asbest und Asbestprodukte waren und sind nur eines der vielen eingeführten Elektroisolationmaterialien und wurden, wie oben angeführt, vorzugsweise bei hohen thermischen Beanspruchungen eingesetzt. Für diese Anwendungsfälle stehen heute schon eine Reihe asbestfreier Produkte zur Verfügung. Nach Art der Basismaterialien können folgende Produktgruppen unterschieden werden:

- Δ Organische Isolierstoffe
 - Fluorkunststoffe (PTFE, FEP, Tefzel, Dyflor)
 - Polyimide (Kapton)
 - Polyamide (Nomex, Kevlar, Arenka)
- Δ Anorganische Isolierstoffe auf der Basis von
 - Glasseide
 - Mineralfasern (Stein- und Schlackenwollen)
 - Glimmerprodukten
 - SiO₂-Fasern (Siltemp, Refrasil)
 - Keramikfasern

3 Isolation von Leitern und Kabeln für den Einsatz bei erhöhter Temperatur

3.1 Anwendungen und Anforderungen

Leiter und Kabel für die Energie- und Nachrichtenübertragung werden im Normalfall mit Papier, Gummi und/oder Kunststoffen isoliert. Mit einer Silikon-Isolierung sind sie bis 200°C einsetzbar.

Für eine Reihe von Anwendungsfällen ist diese thermische Beständigkeit nicht ausreichend, weil die Kabel höheren Temperaturen ausgesetzt werden müssen. Beispiele sind Anlagen der industriellen Elektrowärmetechnik zum Schmelzen oder zur Wärmebehandlung metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe, Verdrahtungen von Elektrowärmegegeräten und Anschlüsse für Heizmanschetten.

Nach der Art der Anwendung kann eine Unterteilung wie folgt vorgenommen werden:

- Δ Leitungen bei starker thermischer Belastung
- Δ Heizleitungen, z. B. für die Beheizung von Maschinenteilen und Rohrleitungen
- Δ Thermoelemente und Ausgleichsleitungen

Hitzebeständige Leitungen können extremen thermischen und auch mechanischen Belastungen ausgesetzt sein, z. B.

- Δ hohen Temperaturen, wenn die Kabel in unmittelbarer Nähe von Heizungen und Öfen verlegt werden müssen, z. B. Schleppleitungen für Glühöfen, und/oder
- Δ starken Temperaturschwankungen bei periodischen Prozessen; hier treten zudem oft Belastungen durch Strahlungshitze und auch offene Flammen auf,

wobei zusätzlich starke mechanische und abrasive Beanspruchungen, beispielsweise durch Funken und Metallspritzer, auftreten können. In Sonderfällen ist die Beständigkeit gegenüber Säuren, Laugen, Lösungsmitteln u. ä. zu berücksichtigen.

Leiter und Kabel für den Einsatz bei erhöhter Temperatur wurden und werden oft mit einer Asbestisolierung ausgerüstet; entweder werden die Leiter mit Asbest umspinnen, umflochten oder umpreßt, oder die Kabel werden zusätzlich mit Gewebebändern oder -schläuchen isoliert.

Brandfeste Leitungen — Verhinderung der Brandausbreitung — müssen die Funktionstüchtigkeit einer Leitung auch im Schadensfall über eine gewisse Zeit gewährleisten. Sie finden Anwendung als Installations-, Versorgungs- und Signalleitungen in Gebäuden und Anlagen,

- Δ in denen zahlreiche Personen anwesend sind, die im Brandfall stark gefährdet sind (Hotels, Theater, Warenhäuser),
- Δ in denen im Brandfall hohe Sachwerte gefährdet sind (Rechenzentren, Industrieanlagen) beziehungsweise
- Δ überall dort, wo hohe Sicherheitsanforderungen erfüllt werden müssen (Kernkraftwerke, Raffinerien, Bohrinnseln).

Bei asbesthaltigen Kabeln wurde die Eigenschaft des Asbests genutzt, auch bei starker Überhitzung von außen die Funktionsicherheit über eine gewisse Zeit aufrechtzuerhalten.

Flexible Heizleitungen finden in vielen Formen als Kabel, Bänder, Matten, Schläuche und Hauben Anwendung zur Beheizung von beispielsweise

- △ Produktleitungen für Lebensmittel, Kunststoffe, Chemikalien,
- △ Schweißnähten (Austempnen),
- △ Kolben und kleinen Behältern in Labor und Technikum,
- △ Formteilen im Werkzeugbau,
- △ Heizkissen und Heizkleidung.

Hier wurden (und werden) oftmals mit Asbest umspinnene Widerstandsdrähte verwendet, weil an der Grenzfläche Widerstandsdraht/Isolierung hohe Temperaturen auftreten, wobei durch Wärmedämmung oder andere Maßnahmen zusätzlich örtliche Überhitzungen auftreten können. Weiter ist zu beachten, daß der Heizdraht in unmittelbarem Kontakt mit dem Isolationsmaterial steht und Reaktionen bei höheren Temperaturen ausgeschlossen sein müssen. Dabei waren diese Produkte besonders schmiegsam, so daß auch bei unregelmäßig geformten zu beheizenden Flächen eine gute Wärmeübertragung erreicht werden konnte.

Thermoleitungen sind insbesondere in der metallverarbeitenden Industrie, z. B. beim Vergüßen von Stählen oder in Aluminiumgießereien, starken thermischen und mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Einmal sind es hohe und schnell wechselnde Temperaturen, oft in Verbindung mit Funken und Metallspritzern, zum anderen mechanische Einwirkungen wie Biegung, Vibration und Schleppen der Leitungen.

Die Temperaturbeständigkeit einer mit Reinasbest isolierten Leitung beträgt 500°C; für Einmalanwendungen kann diese Grenze allerdings weit überschritten werden, da bei Asbestisolierung auch bei hohen Temperaturen bis zu 1000°C für eine längere Zeit die Funktionstüchtigkeit erhalten bleibt.

Für Ausgleichsleitungen sind die Anforderungen nicht so hoch. Hier können die Einsatzbedingungen so gewählt werden, daß keine unzulässig hohen Temperaturen auftreten.

In der Tabelle 50-01 sind für Kabel und Leitungen die technischen Anforderungen aufgelistet, die aus den oben beschriebenen Anwendungen abgeleitet werden. Sie sind in starkem Maße vom Anwendungsfall abhängig und müssen im Regelfall nicht alle gleichzeitig erfüllt sein. Weiter sind Anwendungsbeispiele und asbestfreie Ersatzprodukte aufgeführt.

3.2 Asbestfreie Produkte

Asbestfreie Kabel und Drähte für den Einsatz bei erhöhter Temperatur werden heute für einen weiten Temperaturbereich angeboten.

Als Isolierungen werden verwendet:

- △ Bis 180°C Silikongummi. Diese Isolierung ist auch für den Einsatz in feuchten Räumen geeignet.
- △ Bis 260°C Fluorkunststoffe (FEP bis 205°C, PTFE und PFA bis 260°C). Diese Isolierungen zeigen, auch bei erhöhter Temperatur, eine fast universelle chemische Beständigkeit.
- △ Bis 300°C Glasseide (E-Glas). Glasseide wird in vielen Formen eingesetzt:
 - Garn zur Umflechtung und Umspinnung von elektrischen Leitern
 - Bänder zur Umwicklung von Leitern (werden oft nachträglich imprägniert)
 - Schläuche, imprägniert oder beschichtet, zur elektrischen Isolierung
 - Schnüre als Zwickelfüllung bei thermisch hoch belasteten Kabeln

Tabelle 50-01:
Elektroisolation – Kabel

Produktgruppe	Anforderungen an das Produkt	Anwendungen	Asbestfreie Fabrikate bzw. Produkte
Isolation von Kabeln und Drähten	Hoher elektrischer Widerstand Hohe Durchschlagfestigkeit Temperaturbeständigkeit Beständigkeit gegen Δ chemische Einflüsse Δ mechanische Einflüsse Biegung Vibration Abrieb	Isolation von Kabeln und Drähten unter harten Temperaturbedingungen Leitungen im Bereich von Flammen und Strahlungshitze Brandsichere Isolations-, Versorgungs- und Signalleitungen Heizleitungen für Induktionsöfen Thermoelemente und Ausgleichsleitungen Heizwicklungen für die Erwärmung von Rohren und Maschinenteilen Heizkissen	Beflechten oder Besspinnen von Drähten und Litzen oder Schutz von Kabeln durch Gewebebänder oder Schläuche auf der Basis Δ Fluorkunststoffe (PTFE, Tefzel, Dyflor) Δ Polyimide (Kapton) Δ Polyamide (Kevlar) Δ Glasseide Δ SiO ₂ -Fasern (Siltemp, Refrasil)

Eine Glasseidenisolation ist – wie auch eine Asbestisolation – nur bedingt feuchtigkeitsbeständig und sollte nur für trockene Räume Anwendung finden. Wird die Glasseidenisolation anschließend zur Erhöhung der Feuchtigkeitsbeständigkeit mit Silikon oder PTFE getränkt oder umpreßt, wird die Temperaturbeständigkeit entsprechend verringert.

- Δ Bis 600°C Basalt- und Keramikfasern. Diese Fasern sind thermisch stabiler als Asbest. Sie können in der Regel nur durch Beimischung organischer Tragfasern zu Garnen und Geweben verarbeitet werden. Bei hohen Temperaturen wird der organische Faseranteil thermisch zerstört; die Produkte verlieren an mechanischer Festigkeit, behalten jedoch ihre Funktionstüchtigkeit.
- Δ Bis 1000°C SiO₂-Fasern (Siltemp, Refrasil). Garne und Gewebe aus diesen Fasern können ohne organische Tragfasern hergestellt werden und sind auch gegen offene Flammen und Metallspritzer beständig. Sie finden vorwiegend als Bänder und Schläuche für den Schutz von Kabeln in besonders kritischen Anwendungsbereichen Verwendung.
- Δ Für Temperaturen oberhalb 1000°C werden spezielle Aluminiumsilikatfasern angeboten. Diese Temperatur liegt weit oberhalb der Einsatzgrenzen des Asbests; diese Fasern sind hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

Im Handel verfügbare asbestfreie Kabel sind im Anhang unter der Code-Nummer 50-01 aufgeführt.

3.3 Beurteilung

Mit der großen Auswahl der oben angeführten Asbestersatzprodukte ist ein Asbestersatz für viele Anwendungsgebiete technisch machbar. Ein vollständiger Ersatz hat bis heute noch nicht stattgefunden. Hierfür gibt es technische und wirtschaftliche Ursachen.

- △ Ein Ersatz wurde bis heute bevorzugt in Fällen mit definierten Anforderungen durchgeführt. Für manche Einsatzgebiete gibt es aber nur unklare Vorstellungen über die Anforderungen.
- △ Die Verarbeitung der neuen Fasern macht noch Schwierigkeiten. Die neuen Fasern sind nicht so anschiessam, brechen leichter und sind nicht knotenfest.
- △ Die Erfahrungen mit den neuen Produkten sind noch nicht ausreichend – insbesondere bei Anwendungen mit abrasiver Beanspruchung und bei starker Biegung und Vibration.
- △ Die Ersatzprodukte sind, mit Ausnahme von Glasfasern, oft mehrfach teurer. Der höhere Preis kann nur in wenigen Fällen durch vorteilhaftere Eigenschaften, z. B. längere Lebensdauer oder größere Zuverlässigkeit, ausgeglichen werden.

Die Diskussion um den Asbestersatz hat auch dazu geführt, daß Einsatzgebiete neu durchdacht und zum Teil schon in der Konstruktion besser gelöst wurden; beispielsweise konnte durch Umgestaltung der Heißanschlüsse für Extruder die Temperatur an dieser Stelle so weit gesenkt werden, daß hier auf den Einsatz von Asbest verzichtet werden konnte.

Weiter werden auch Alternativlösungen entwickelt. Für brandfeste Kabel werden heute mehrschichtig aufgebaute Kabel und Isolierungen aus flammwidrigen Mischungen, beispielsweise auf der Basis vernetzter Polyolefin-Copolymerisate mit zusätzlichen isolierenden Zwischenlagen, angeboten. Nachweis der Stromkreisintegrität bis zu 3 h. Prüfung nach und in Anlehnung an VDE 0472 Teil 814, IEC 331, DIN 4102.

Ein vollständiger Ersatz des Asbestes in dieser Produktgruppe scheint heute nur unter großen Schwierigkeiten möglich; der Anteil asbesthaltiger Produkte wird aber immer geringer.

4 Isolierstoffe

4.1 Anwendungen und Anforderungen

Asbesthaltige Isolierstoffe in Form von Papieren, Pappen und Platten für die Elektroisolation werden für die verschiedensten Anwendungen eingesetzt, insbesondere, wenn Isolation bei erhöhter Temperatur und gleichzeitig mechanische Festigkeit gefordert werden. Dabei kann der Asbest in reiner Form oder mit einem organischen oder anorganischen Bindemittel verwendet werden. Beispiele für die Anwendung sind

- △ Isolation im Inneren elektrischer Maschinen bei starker thermischer Belastung, z. B. die Isolation von Polschuhen und Generatorstäben,
- △ Schutz von Anlagen und Maschinen, z. B. in Schaltanlagen, für Abdeckungen und Auskleidungen von Schalt- und Schutzkästen (Kombination von thermischer und elektrischer Isolation),

- △ feuerfeste Zelltrennwände,
- △ Tragkörper für Heizwicklungen für Maschinenbeheizungen, Heißwasserbereiter, Bügel-eisen, Wärmeplatten u. a. sowie
- △ Aufbau von Lichtbogenlöschkammern.

Weiter werden textile Asbesterzeugnisse in Form von Bändern, Schläuchen und Geweben für die verschiedensten Bereiche der Elektrotechnik eingesetzt. Beispiele für Anwendungen sind

- △ Drahtisolierungen bei erhöhter Temperatur,
- △ Isolierung von Leitungen, Rohren und Kabelbäumen,
- △ Schutzüberzüge in Transformatoren und Elektromotoren,
- △ Schutz von Kabeln und Leitungen vor jeder Art von Hitze wie Strahlungswärme, offene Flammen, flüssige Metalle.

Elektroisolerstoffe für die oben beschriebenen Anwendungen müssen oft hohen Wärmebeanspruchungen standhalten, sei es betriebsmäßig in Elektrowärme- oder Schaltgeräten oder durch Störungen. Thermische Beanspruchungen der Isolierstoffe in Elektrowärme- und Schaltgeräten werden verursacht durch

- △ deren Berührung mit glühenden Heizwendeln, z. B. in Heizkissen u. a.,
- △ Wärmestrahlung oder
- △ elektrische Lichtbogen.

Tabelle 50-02:
Elektroisolation – Isolierstoffe

Produktgruppe	Anforderungen an das Produkt	Anwendungen	Asbestfreie Fabrikate bzw. Produkte
Isolierstoffe Papiere, Pappen und Platten Bänder, Schläuche und Gewebe	Hoher spezifischer elektrischer Widerstand Hohe Durchschlagfestigkeit Lichtbogenfestigkeit Kriechstromfestigkeit Nichtbrennbar Mechanische Stabilität Thermische Beständigkeit	Isolation im Inneren elektrischer Maschinen, z. B. von Polschuhen und Generatorstäben Lichtbogenschutz Auskleidung von Schutzkästen Abdeckungen Feuerfeste Zelltrennwände Rohre und Zylinder für Transformatoren Tragkörper für Heizleiter Abschottungen in Mittelspannungsschaltanlagen Lichtbogenlöschkammern größerer Abmessungen Schutz von Kabeln und Leitungen vor jeder Art von Hitze	Papiere, Pappen und Platten auf der Basis von △ Glasfasern △ Glimmer △ Keramikfasern ohne und mit geringen organischen bzw. anorganischen Bindemittelzusätzen Textile Erzeugnisse wie Bänder, Schläuche und Gewebe auf der Basis von △ Glasfasern △ Keramikfasern △ SiO ₂ -Fasern Keramikfaserprodukte enthalten im Regelfall 15–20% organische Tragfasern

Insbesondere die Beanspruchung durch einen Lichtbogen ist sehr hoch; hierbei werden in kurzer Zeit sehr große Wärmemengen an den Isolierstoff herangeführt.

Durch die Einwirkung der Wärme können sowohl die elektrischen Eigenschaften wie Widerstand und Verlustfaktor als auch die mechanischen Eigenschaften, z. B. die Festigkeit, geändert werden.

Die technischen Anforderungen, die sich aus den oben angeführten Anwendungen ergeben, sind in Tabelle 50-02 aufgelistet. Neben den elektrischen Eigenschaften sind hier insbesondere die Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit wichtige Auswahlkriterien.

4.2 Asbestfreie Produkte

Asbestfreie Isolierstoffe für die Elektroisolation bei erhöhter Temperatur werden für einen weiten Temperaturbereich angeboten.

Organische Isolierstoffe wie

- △ Fluorkunststoffe (FEP, PTFE, PFA),
- △ Polyimide (Kapton) und
- △ Polyaramide (Kevlar, Nomex, Arenka)

werden im wesentlichen in Form von Bändern und Folien, bei Polyaramiden auch als Garne und Filze, eingesetzt. Sie zeichnen sich durch hohen elektrischen Widerstand und einen geringen dielektrischen Verlustfaktor aus. Weiter sind sie sehr flexibel und reißfest. Die Temperaturbeständigkeit beträgt nur 250 bis 300°C und ist damit deutlich geringer als bei Asbestpapieren.

Anorganische Isolierstoffe werden auf der Basis von

- △ Glasfasern,
- △ Glimmer und
- △ Keramikfasern

angeboten.

Glasseide findet Anwendung in Form von

- △ Glasgewebe mit einer Imprägnierung und/oder Beschichtung als Isolierstoff wie Isolierbänder, Isolierpapiere u. a.
- △ Glasgewebebänder und -schläuche zur Umwicklung und Umhüllung von Kabeln zum Schutz vor Hitzeeinwirkung jeder Art

Glimmererzeugnisse werden in vielen Formen als Platten, Folien und Bänder angeboten. Nach VDE 0332 werden unterschieden

- △ Mikanit, eine bindemittelhaltige Platte aus Spalt- oder Feinglimmer. Je nach Art und Menge des Bindemittels wird sie für die verschiedensten Anwendungen eingesetzt:
 - Kommutator-Mikanit als Zwischenisolation der Kupferlamellen und als Kollektorisolierringe
 - Heiz-Mikanit als Träger und als Abdeckplatte für elektrische Heizleiter in Bügeleisen, Heizkörpern u. a.
 - Hart-Mikanit zur Herstellung von Formstücken, Spulen, Rohren
 - Form-Mikanit zur Herstellung von z. B. Rohren
 - Flexibel-Mikanit zur Nutisolation, Umhüllung von Bolzen

- △ Mikafolium, eine Folie, die mit einer oder zwei Lagen Spaltglimmer oder Feinglimmerfolie belegt ist, und
- △ Glimmerband; unterscheidet sich grundsätzlich nicht von Mikafolium. Die Folien sind lediglich in Bänder geschnitten.

Die Glimmererzeugnisse haben naturgemäß nicht die hervorragenden Eigenschaften des reinen Glimmers. Die Anwendungstemperaturen dieser Produkte hängen von Art und Menge des Bindemittels ab; sie liegen im Bereich von 130 bis 180°C.

Weiter werden auch Mischungen aus Glimmer und Glas aufgebaut und in der Schmelzphase in die gewünschte Form gebracht. Die Formbeständigkeit (nach Martens) ist bis 400°C gegeben, die Dauerbeständigkeit bis 350°C. Anwendungsbeispiele sind Funkenkammern zur Lichtbogenlöschung, wo neben hoher Temperaturbeständigkeit auch ausreichende Temperaturschockbeständigkeit gefordert wird.

Bindemittelfreie Folien, die auch als Schichtstoffe hergestellt werden können, werden als Samicanite bezeichnet. Sie sind bis 700°C beständig. Gegenüber Heiz-Mikanit haben sie den Vorteil größerer Festigkeit.

Keramikfaserprodukte für die Elektroisolation finden bevorzugt Anwendung, wenn bei hohen Temperaturen gleichzeitig eine Wärmeisolation gefordert wird, beispielsweise bei der elektrischen Beheizung von Labor- und Industrieöfen, aber auch in Haushaltsgeräten wie Toaster, Elektroherde und Zimmeröfen.

Produkte auf Aluminiumsilikatbasis

- △ zeigen im direkten Kontakt mit Heizleitern keine unerwünschten chemischen Reaktionen,
- △ haben Anwendungstemperaturen im Bereich von 700 bis 1400°C und
- △ sind auch bei häufigem und raschem Temperaturwechsel beständig.

Sie sind in Form von Papieren, Pappen, Platten und vakuumgeformten Teilen (Halbschalen) ohne oder nur mit einem geringen Bindemittelanteil und als textile Erzeugnisse in Form von Bändern, Schläuchen und Geweben mit einem Anteil an organischer Tragfaser bis 20% im Handel verfügbar.

Vergleichbare Eigenschaften und Anwendungsgebiete haben Produkte auf SiO₂-Faser-Basis. Im Gegensatz zu Keramikfasern können hier textile Produkte ohne organische Tragfasern hergestellt werden.

Hochwertige Schichtwerkstoffe mit Glas- und/oder Aramidfasern als Verstärkung und einer Kunstharzbindung werden im Rahmen dieser Erhebung nicht als Ersatzstoffe für asbesthaltige Produkte aufgeführt.

Im Handel verfügbare asbestfreie Produkte sind im Katalog unter der Code-Nummer 50-02 aufgeführt.

4.3 Beurteilung

Mit den im Handel verfügbaren asbestfreien Produkten können fast alle Aufgaben im Bereich der Elektroisolation technisch gelöst werden. Das breite Angebot an Isoliermaterialien ermöglicht für die meisten Anwendungsfälle eine Anpassung an die gestellten Anforderungen. In der Praxis wird ein vollständiger Ersatz dadurch erschwert, daß die Anforderungen an die Produkte, wie Wärmebeständigkeit und mechanische Festigkeit, häufig nicht genau

definiert sind, zumal sehr viele Einsatzgebiete mit unterschiedlichen Anforderungen abgedeckt werden müssen.

Für spezielle Anwendungen ist ein Ersatz asbesthaltiger Produkte nach dem Stand der Technik noch nicht ohne weiteres möglich. Beispiele sind

- △ Lichtbogenlöschkammern sehr großer Abmessungen, die in Einzelfertigung aus speziellen Asbestzementplatten hergestellt werden,
- △ Abschottungen in Mittelspannungsschaltanlagen, um ein Überspringen von Schaltlichtbogen zu vermeiden,
- △ Isolierung von Bimetallschaltern gegenüber einer Heizwicklung in Leistungs- und Motorschutzschaltern. Hier wird durch die geringe Schmiegsamkeit der gewünschte innige Kontakt zwischen Heizwicklung und Bimetallschalter nicht erreicht.

5 Härtbare Formmassen – Duroplaste

5.1 Anwendungen und Anforderungen

Unter härtbaren Formmassen versteht man Rohstoffe für das spanlose Formen von Kunststoffteilen unter Druck- und Wärmeeinwirkung, die aus härtbaren Reaktionsharzen und Füll- und Verstärkungsstoffen aufbereitet sind. Sie werden auf der Basis von Phenol(PF)-, Harnstoff(UF)-, Melamin(MF)-, ungesättigten Polyester(UP)- und Epoxid(EP)-Harzen angeboten. Als Füll- und Verstärkungsstoffe werden nach DIN 7708 Holzmehl, Zellstoff, Baumwollfasern und -schnitzel, Asbestfasern, Gesteinsmehl und Glimmer eingesetzt.

In der Elektrotechnik finden sie vielfältige Anwendung als Werkstoff für mechanisch und elektrisch hochbelastete Teile wie Schalter, Schaltkästen, Lampenfassungen, Steckdosen, Klemmleisten, Tragkörper für Heizleiter und Kollektoren für Elektromaschinen.

Vorteilhafte Eigenschaften sind hier die hohe Wärmeformbeständigkeit bei meist sehr hoher Wärmedauerfestigkeit und das sehr gute elektrische und thermische Isoliervermögen.

Asbest als Füllstoff wird für Massen mit erhöhter Formbeständigkeit in der Wärme verwendet. Nach DIN 7708 enthalten die Phenolharztypen 12, 15 und 16 sowie die Aminoplasttypen 156, 157 und 158 Asbestfasern als Verstärkungsstoff. Für andere Harztypen ist der Ersatz heute vollzogen bzw. wurde Asbest nicht verwendet.

Asbesthaltige Formmassen dieser Art werden in größerer Menge auch für „heißgängige“ Haushaltsgeräte (Topf- und Pfannengriffe) und im Maschinenbau (Förderleisten, Wellen, Lager) verwendet.

Für Gießharzsysteme hat Asbest als mineralischer Füllstoff nur eine geringe Bedeutung. Diese mineralisch gefüllten Harzsysteme finden für die Isolierung von Mittelspannungswandlern oder Trockentransformatoren und auch für Gießharzisolierung für Freileitungen Anwendung.

In der Tabelle 50-03 sind für Formmassen mit erhöhter Formbeständigkeit in der Wärme die technischen Anforderungen aufgelistet. Weiter sind Anwendungsbeispiele und asbestfreie Ersatzprodukte aufgeführt.

Tabelle 50-03:*Elektroisolation – Härtbare Formmassen (Duroplaste)*

Produktgruppe	Anforderungen an das Produkt	Anwendungen	Asbestfreie Fabrikate bzw. Produkte
Härtbare Formmassen – Duroplaste	<p>Formbeständigkeit in der Wärme, 150 bis 180°C; 2500 h</p> <p>Wärmedauerstandfestigkeit</p> <p>Hoher spezifischer elektrischer Widerstand</p> <p>Geringer Verlustfaktor</p> <p>Niedriger DK</p> <p>Unschmelzbarkeit</p> <p>Geringer Werkzeug- und Maschinenverschleiß</p>	<p>Werkstoff für mechanisch und elektrisch hochbelastete Teile für</p> <p>Δ Schalter und Schaltkästen</p> <p>Δ Lampenfassungen</p> <p>Δ Steckdosen</p> <p>Δ Klemmleisten</p> <p>Δ Tragkörper für Heizleiter</p> <p>Δ Kollektoren für Elektromaschinen (Generatoren, Schienenfahrzeuge)</p>	<p>Formmassen auf der Basis</p> <p>Δ Phenolharz (PF)</p> <p>Δ Polyesterharz (UP)</p> <p>Δ Epoxidharz (EP) mit Verstärkungsstoffen</p> <p>Δ anorganisch Glasfasern Mineralfasern Wollastonit Glimmer</p> <p>Δ organisch Baumwollfasern Zellulosefasern Spezialfasern</p>

5.2 Asbestfreie Produkte

An der Entwicklung asbestfreier Formmassen mit erhöhter Formbeständigkeit in der Wärme wird gearbeitet. Als Verstärkungsfasern werden je nach Anforderung organische Spezialfasern, Glasfasern oder Mineralfasern bzw. Fasergemische eingesetzt. Durch Abstimmung von Bindemittel, Faserart und -länge wird versucht, die geforderten Eigenschaften zu erreichen.

Für Massen, die nur einen geringen Asbestanteil enthalten und in denen die Eigenschaften des Asbests nicht so entscheidend für das Produkt sind, konnte die Entwicklung asbestfreier Produkte rasch erfolgen. Für elektrotechnische Teile mit einer Anwendungstemperatur bis 120°C stehen heute asbestfreie Massen zur Verfügung.

Die Verwendung dieser Massen erfordert in der Regel eine Umstellung oder Anpassung der Arbeitsbedingungen. Insbesondere beim Einsatz von Glas- und Mineralfasern – die im Vergleich zu Asbestfasern sehr viel härter und spröder sind – muß einerseits eine Schädigung der Faser beim Passieren der Düse beim Spritzgießverfahren gering gehalten werden, andererseits führen die Fasern durch Abrasion zu einem erhöhten Werkzeug- und Maschinenverschleiß.

Für einige Spezialanwendungen kann nach dem Stand der Technik heute noch nicht auf asbesthaltige Formmassen verzichtet werden. Ein Beispiel sind Kommutatoren-Verbindungselemente zwischen rotierenden Spulen und ihren ruhenden Zuleitungen in Elektromaschinen.

Kleinkommutatoren sind preiswerte Erzeugnisse, die insbesondere in Haushaltsgeräten wie Staubsaugern, Kühlschränken, Küchenmaschinen, Bohrmaschinen weite Anwendung finden. Produkte aus asbesthaltigen Massen können hier ohne zusätzliche Nabe direkt auf die Welle aufgesetzt werden und halten den auftretenden mechanischen und thermischen Bela-

stungen stand. Versuche mit asbestfreien Massen haben bisher noch nicht zu Produkten mit vergleichbaren Eigenschaften geführt.

Großkommutatoren sind Präzisionserzeugnisse für Dynamomaschinen, Großgeneratoren, Schienenfahrzeuge u. ä. Hier ist eine abschließende Beurteilung asbestfreier Massen beispielsweise auf Glimmerbasis erst nach der Beendigung von Zeitstandsversuchen unter harten Bedingungen möglich. Insbesondere Spannungen innerhalb des Kommutators durch rasche Temperaturänderungen – Stoßbetrieb von Schienenfahrzeugen – müssen sicher aufgefangen werden und dürfen nicht zum Bruch und damit zum Ausfall der Maschine führen.

Nach unserer Erhebung werden heute in der Bundesrepublik Deutschland noch 4750 t/a asbesthaltige Formpreßmassen produziert, davon etwa 1000 t Phenolharzpreßmassen vom Typ 12 mit einem Asbestanteil von 40% für die oben angeführten Anwendungen.

Asbestfreie Produkte sind im Anhang unter der Code-Nummer 50-03 aufgeführt.

5.3 Beurteilung

Nach unserer Erhebung beträgt die Produktion an Formmassen in der Bundesrepublik Deutschland heute etwa 80 000 t/a. Durch die Entwicklung neuer Produkte konnte der Anteil der asbesthaltigen Produkte in den letzten zehn Jahren von etwa 15 auf 5% verringert werden. Eine weitere Reduzierung wird angestrebt. Ein vollständiger Ersatz ist zur Zeit noch nicht möglich; für Problemfälle wie Großkommutatoren kann heute auf den Einsatz von Asbest noch nicht verzichtet werden.

Die asbestfreien Produkte sind im Regelfall etwas teurer und erfordern eine Anpassung oder Umstellung der Verarbeitungsbedingungen. Wirtschaftlich gesehen lassen sich diese asbestfreien Produkte nur dann auf den Markt bringen, wenn der Konkurrenzdruck durch aus dem Ausland importierte asbesthaltige Produkte ausgeschlossen wird.

6 Haushaltsgeräte

Auf dem Sektor Haushaltsgeräte fanden Asbest und asbesthaltige Produkte im wesentlichen in Elektrowärmegegeräten Anwendung. Beispiele sind Toaster, Tischkochgeräte, Warmhalteplatten, Bügeleisen, Heizdecken und -matten, Haartrockner, Elektroherde, Zimmeröfen, Speicherheizgeräte u. a.

Asbestprodukte dienten hier als Träger und Abdeckplatten von Heizwiderständen, Unterlagen bei thermisch beanspruchten Anschlüssen, aber auch zur Wärmedämmung. Mit Asbest umspinnene Drähte können als Heizleiter für schmiegsame Elektrowärmegegeräten wie Heizkissen, Heizdecken und Heizkleidung Anwendung finden – vgl. auch Tabelle 50-04.

Als Träger von Heizwiderständen kann Heiz-Mikanit mit Anwendungstemperaturen von 300 bis 400°C Anwendung finden. Als Alternativlösungen sind hier noch anzuführen die Anordnung der Heizleiter in keramischen Nuten- und Rillenkörpern (Patronenheizelemente) und Metallrohre mit in Isolierstoff eingebetteten Rund- oder Flachwendeln (Rohrheizelemente).

Tabelle 50-04:
Elektroisolation – Haushaltsgeräte

Produktgruppe	Anforderungen an das Produkt	Anwendungen	Asbestfreie Fabrikate bzw. Produkte
Haushaltsgeräte	Hoher spezifischer elektrischer Widerstand Geringe Wärmeleitung Ausreichende mechanische Stabilität	Träger und Abdeckplatten für Heizleiter Unterlagen für thermisch beanspruchte Anschlüsse für <ul style="list-style-type: none"> Δ Bügeleisen Δ Toaster Δ Haartrockner Δ Nachtspeicheröfen flexible Heizdrähte für <ul style="list-style-type: none"> Δ Heizkissen und Heizmatten 	Papiere, Pappen und Platten auf der Basis von <ul style="list-style-type: none"> Δ Glasfasern Δ Glimmer Δ Keramikfasern ohne und mit Bindemittel Bänder, Gewebe und Schläuche auf der Basis von <ul style="list-style-type: none"> Δ Glasfasern Δ SiO₂-Fasern Hier finden im wesentlichen Produkte Anwendung, die unter 50-01 und 50-02 aufgeführt sind.

Zur Abdeckung von Heizleitern und als Unterlagen für thermisch beanspruchte Anschlüsse sind – insbesondere bei höheren Temperaturen – Isolierstoffe auf Keramikfaserbasis geeignet.

Dient der Isolierstoff nur zur Wärmedämmung, wie beispielsweise die Bodendämmplatte in Speicherheizgeräten, können hier Wärmedämmplatten auf Calciumsilikat- oder Aluminiumsilikatbasis verwendet werden – vgl. auch Einsatzbereich 40 „Wärmeisolation“.

Am schwierigsten erscheint der Ersatz des Asbests in Heizdecken und -kissen. Hier wird die hohe Flexibilität der Asbestfasern zur Herstellung besonders schmiegsamer Produkte genutzt.

Dabei gelten hier noch besondere Bestimmungen, weil elektrische Heizleiter mit brennbaren Materialien verarbeitet sind und bei Anwendung durch die unmittelbare Körpernähe eine erhöhte Gefährdung für den Menschen besteht.

Asbestfreie Produkte sind im allgemeinen mehrschichtig aufgebaut; der Heizdraht wird mit Glasseide umspunnen, die anschließend mit Silikon oder PTFE getränkt oder umgepreßt wird. Diese Heizdrähte können auf ein festes Gewebe aufgenäht und weiter zu Heizkissen und -decken verarbeitet werden.

Die Verwendung von Asbest in Haushaltsgeräten ist stark rückläufig. Nach unseren Informationen werden in Speicherheizgeräten schon seit mehr als fünf Jahren keine asbesthaltigen Materialien eingesetzt. Als Träger für Heizwicklungen stehen mit den Glimmerprodukten technisch gleichwertige Ersatzprodukte zur Verfügung. Ob hier in der Praxis ein vollständiger Asbestersatz vollzogen ist, kann bei der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Produkte nicht beurteilt werden. Für diese Produktgruppe wurden keine Datenblätter erstellt, weil hier ein Ersatz durch verschiedene Produkte aus den Produktgruppen 50-01, 50-02 und 50-03 erfolgt.

7 Katalog

über im Handel verfügbare Substitute für Asbest und asbesthaltige Produkte für den Einsatzbereich ‚Elektroisolation‘

Code-Nr. 50 - 01
50 - 02
50 - 03
50 - 04

Die im Katalog zusammengestellten Angaben über Eigenschaften und Verhalten der Produkte basieren auf Herstellerangaben bzw. auf deren Unterlagen, die ungeprüft übernommen wurden. Für die Vollständigkeit und Richtigkeit kann keine Gewähr übernommen werden. Wir verweisen den Benutzer diesbezüglich auf den Hersteller bzw. die Lieferanten.

Code-Nr. 50-01:

Isolation von Kabeln und Drähten

- △ Leitungen bei starker thermischer Belastung
- △ Brandfeste Leitungen
- △ Heizleitungen, flexible Heizdecken und Heizkissen
- △ Thermoelemente und Ausgleichsleitungen

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Hitzebeständige Leitungen	
Hersteller/Vertr.:	Compagnie Française, Frankreich	
Charakterisierung:	Hochwärmebeständige Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen △ bis 240°C mit NOMEX-Isolierung △ bis 450°C mit Glasseide-Isolierung △ bis 900°C mit SiO ₂ -Faser-Isolierung	
Lieferformen:	Leitungen in üblichen Dimensionen	
Anwendungsgebiete:	Thermisch und mechanisch beanspruchte Verdrahtungen	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Hitzebeständige Leitungen	
Hersteller/Vertr.:	Coroplast, Wuppertal	
Charakterisierung:	Hochwärmebeständige Leitungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen bis 250° C mit Isolation aus Fluorkunststoffen	
Lieferformen:		
Anwendungsgebiete:	Thermisch beanspruchte Verdrahtungen, auch wenn besondere Anforderungen an die chemische Beständigkeit gestellt werden	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Hitzebeständige Leitungen	
Hersteller/Vertr.:	Habia, Hanau	
Charakterisierung:	Hitzebeständige Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen Δ bis 200° C mit FEP-Isolierung Δ bis 200° C mit Kapton-Isolierung Δ bis 260° C mit PFA-Isolierung Δ bis 260° C mit PTFE-Isolierung	
Lieferformen:	Ein- und mehraderige Schalt- und Sonderleitungen	
Anwendungsgebiete:	Luft- und Raumfahrt Datenverarbeitung	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:		
Hersteller/Vertr.:	Monette, Marburg	
Charakterisierung:	Hitzebeständige Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen Δ von 180 bis 250°C mit Glasseeide-Isolierung in Verbindung mit Silikonkautschuk Δ bis 260°C mit PTFE-Isolierung	
Lieferformen:	Ein- und mehraderige Schalt- und Sonderleitungen	
Anwendungsgebiete:	Thermisch beanspruchte Verdrahtungen von Δ Elektroherden Δ Backöfen Δ Nachtspeicheröfen Δ Elektrowärmegeräten Anschlüsse für Δ Heizmanschetten Δ Heizelemente	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	RHEYHALON	
Hersteller/Vertr.:	AEG-Telefunken, Werke Duisburg und Rheidt	
Charakterisierung:	Brandfeste Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Flammschutz durch Δ Polyolefin-Copolymerisat in flammwidriger Ausführung Flammwidrigkeit nach VDE 0472 Teil 804 C Funktionserhalt nach VDE 0472 Teil 814 Δ Stromkreisintegrität bis zu 3 h	
Lieferformen:	Leitungen in üblichen Dimensionen	
Anwendungsgebiete:	Installations-, Versorgungs- und Signalleitungen in Δ Schulen, Krankenhäusern, Warenhäusern Δ Industrieanlagen, Kraftwerken Δ Raffinerien	
Anmerkungen:	Halogenfrei nach VDE 0472 Teil 813 Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	FIROX	
Hersteller/Vertr.:	COGEBI/Belgien	
Charakterisierung:	Brandfeste Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Flammschutz durch Δ Glimmerfolien Funktionserhalt nach VDE 0472 Teil 814 von 20 min bis 3 h	
Lieferformen:	Leitungen in üblichen Dimensionen	
Anwendungsgebiete:	Notbeleuchtung Aufzüge Signalleitungen Telefon Pumpen in Δ Hochhäusern, Hotels, Krankenhäusern Δ Industrie- und Militäranlagen	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	PYRO-ELODUR-Sicherheitskabel	
Hersteller/Vertr.:	Ehlerskabel, Hamburg	
Charakterisierung:	Brandfeste Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Flammschutz durch vernetzte Polymermischungen mit zusätzlichen Flammschutzbarrieren	
Lieferformen:	Leitungen in üblichen Dimensionen	
Anwendungsgebiete:	Notbeleuchtung Aufzüge Signalleitungen Pumpen in Δ Hochhäusern, Hotels, Krankenhäusern Δ Industrieanlagen, Schiffen Δ Öl-Raffinerien	
Anmerkungen:	Auch halogenfrei nach VDE 0472 Teil 813 Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	MOFLAM	
Hersteller/Vertr.:	Monette, Marburg	
Charakterisierung:	Brandfeste Leitungen in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Flammenschutz durch Δ Mineralfaserumpressung oder Δ Glasseide/Glimmerfolie Flammwidrigkeit nach VDE 0472 Teil 804 C Funktionserhalt nach VDE 0472 Teil 814 Δ 30 min für Sicherheitsleitungen Δ 180 min für Systeme der Brandbekämpfung	
Lieferformen:	Leitungen mit 3 bis 7 Adern und einem Nennquerschnitt von 1,5 bis 6 mm ²	
Anwendungsgebiete:	Notbeleuchtungen Aufzüge Druckerhöhungspumpen für Wasserversorgung in Δ Hochhäusern, Hotels, Krankenhäusern Δ Industrie- und Militäranlagen	
Anmerkungen:	Auch halogenfrei nach VDE 0472 Teil 813 lieferbar. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Labor-Beheizungen	
Hersteller/Vertr.:	Heraeus-Wittmann, Heidelberg	
Charakterisierung:	Pils-Heizhauben, -Heizbänder, -Heizkabel und -Heizmatten in verschiedensten Ausführungen	
Technische Daten:	Für Heizleitertemperaturen Δ bis 250° C mit PTFE-Isolierung Δ bis 450° C mit Glasseide-Isolierung Δ bis 900° C mit Refrasil-Isolierung (Basis SiO ₂ -Fasern)	
Lieferformen:	Heizhauben für Gefäßgrößen von 25 ml bis 20 l Heizbänder mit Heizleistungen bis 500 W/m	
Anwendungsgebiete:	Beheizung aller laborgängigen Gefäßtypen wie Rundkolben, Becher u. a. Beheizung von Rohrleitungen, Fässern	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Industrie-Beheizungen	
Hersteller/Vertr.:	Heraeus-Wittmann, Heidelberg	
Charakterisierung:	Heizbänder, Heizkabel, Heizmatten u. ä. in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Heizleitertemperaturen Δ bis 260°C mit PTFE-Isolierung Δ bis 450°C mit Glasseide-Isolierung Δ bis 900°C mit Refrasil-Isolierung (Basis SiO ₂ - Fasern)	
Lieferformen:	Bänder und Kabel als Meterware mit Heizleistungen von 10 bis 350 W/m; Matten in Größen A1 bis A4	
Anwendungsgebiete:	Beheizung von Δ Produktleitungen Δ Behältern und Tanks Δ Formteilen für Werkzeugbau Δ Schweißnähten Δ Kunstharzpressen	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Isopad-Heizbänder und -matten	
Hersteller/Vertr.:	Isopad, Wilnsdorf	
Charakterisierung:	Heizbänder und Heizmatten in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Heizleitertemperaturen Δ bis 450°C mit Glasfasergewebeisolierung Δ bis 800°C mit Quarzfaserisolierung Heizleistung für Bänder 140 bzw. 210 W/m für Matten 8 bzw. 12 kW/m ²	
Lieferformen:	Heizbänder in Längen bis 10 bzw. 42 m Heizmatten: Abmessungen nach den technischen Erfordernissen	
Anwendungsgebiete:	Beheizung von Δ Rohrleitungen Δ Behältern Δ Autoklaven Δ Rührwerken Δ Armaturen	
Anmerkungen:	Auch Laborheizmäntel für Größen von 10 bis 20 000 ml Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	hotfoil	
Hersteller/Vertr.:	Hillmann + Ploog, Hamburg	
Charakterisierung:	Flachelement-Heizbänder und Heizmatten	
Technische Daten:	Für Heizleitertemperaturen Δ bis 450°C mit Glasgewebe-Isolierung Heizleistung 600 W/m Δ bis 750°C mit Quarzgewebe-Isolierung Heizleistung 700 W/m	
Lieferformen:	Bänder in unterschiedlichen Längen und Breiten Matten in verschiedenen Größen	
Anwendungsgebiete:	Beheizung von Rohrleitungen Vorwärmen von Schweißteilen Spannungsfreiglühen von Werkstücken Ausheizung von Hochvakuumanlagen	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Monette-Heizleitungen	
Hersteller/Vertr.:	Monette, Marburg	
Charakterisierung:	Heizleitungen und Heizkordel in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Heizleitertemperaturen Δ von 160 bis 200°C mit Glasseide-Silikon-Kautschuk-Isolierung Δ bis 200°C mit PTFE-Isolierung Δ bis 400°C mit Glasseide-Isolierung Δ bis 900°C mit Refrasil-Geflecht-Isolierung (auf Basis SiO ₂ - Fasern)	
Lieferformen:	Meterware mit spez. Heizleistungen von 10 bis 50 W/m	
Anwendungsgebiete:	Rohrbegleitheizung Fußbodenheizung in Kirchen, Hallen u. a. Verkehrsflächenheizung wie Brücken, Flughäfen, Rampen, Einfahrten	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Thermoelemente	
Hersteller/Vertr.:	3M Deutschland, Neuss	
Charakterisierung:	Isolierte Drähte und Thermopaare	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen bis 1400°C mit einer speziellen Keramikfaserisolierung auf Basis von Aluminium-Bor-Silikat (Nextel 312)	
Lieferformen:	Rollen	
Anwendungsgebiete:	Temperaturmessung	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Thermoelemente	
Hersteller/Vertr.:	Heraeus, Hanau	
Charakterisierung:	Isolierte Drähte und Thermopaare aus Unedelmetall	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen bis 400°C einzeln mit Glasseide umspinnen und gemeinsam mit Glasseide umspinnen oder umflochten	
Lieferformen:	Üblicherweise auf Rollen	
Anwendungsgebiete:	Temperaturmessung	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Ausgleichsleitungen	
Hersteller/Vertr.:	Degussa, Hanau	
Charakterisierung:	Ausgleichsleitungen für Thermoelemente in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen Δ bis 205°C mit FEP-Isolierung Δ bis 260°C mit PTFE-Isolierung Δ bis 400°C mit Glasseide-Isolierung auch mit Umflechtung aus rostfreiem Stahldraht	
Lieferformen:	Bis zu 300 m Länge in Ringen, größere Längen auf Trommeln	
Anwendungsgebiete:	Verlängern von Thermopaaren bis in eine Zone mäßiger und konstanter Temperatur	
Anmerkungen:	PTFE-isolierte Leitungen finden Anwendung, wenn bei höherer Temp. besondere Anforderungen an die chem. Beständigkeit gestellt werden. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Kabel	01
Produkt:	Ausgleichsleitungen	
Hersteller/Vertr.:	Heraeus, Hanau	
Charakterisierung:	Ausgleichsleitungen für Thermoelemente in verschiedenen Ausführungen	
Technische Daten:	Für Anwendungstemperaturen bis 200°C mit PTFE- oder Glasseide-Isolierung, bei hoher mechanischer Belastung auch mit einer Umflechtung aus rostfreiem Stahldraht	
Lieferformen:	Üblicherweise in Ringen	
Anwendungsgebiete:	Verlängern von Thermopaaren bis in eine Zone mäßiger und konstanter Temperatur	
Anmerkungen:	PTFE-isolierte Leitungen finden Anwendung, wenn bei höheren Temp. besondere Anforderungen an die chem. Beständigkeit gestellt werden. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Code-Nr. 50-02:

Isolierstoffe

Organische Isolierstoffe

- △ Fluorkunststoffe
- △ Polyimide
- △ Polyamide

Anorganische Isolierstoffe

- △ Glimmer
- △ Glasfasern
- △ Keramikfasern
- △ Siliziumdioxidfasern

in Form von

- △ Papieren, Pappen, Platten
- △ Bändern, Schläuchen, Geweben

Für diese Produktgruppe ergeben sich starke Überschneidungen mit Produkten aus dem Einsatzbereich „Wärmeisolation“, vor allem dann, wenn im wesentlichen eine thermische Beständigkeit der Produkte gefordert wird.

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	TEFZEL	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf	
Charakterisierung:	Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymerisat (PETFE)	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 155 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{16} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 30 Dielektrizitätszahl : 2,6 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 3 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,24	
Lieferformen:	Preßpulver für Extrusions- und Formverfahren	
Anwendungsgebiete:	Elektroisolation von Drähten und Kabeln, die △ hohen Dauertemperaturen ausgesetzt sind oder △ im Störfall besonders heiß werden, z. B. Elektrowärmegegeräte	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	TEFLON-FEP	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf	
Charakterisierung:	Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Mischpolymerisat	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 205 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{19} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 25 Dielektrizitätszahl : 2,1 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 7 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,23	
Lieferformen:	Folien, Breite bis 1524 mm, Dicke 0,0013 bis 2,3 mm Granulat für Formpressen und Spritzgießen	
Anwendungsgebiete:	Extrudierte Isolierungen für Hochtemperaturleitungen Flachkabelisolierung für Computer und Flugzeuge Bandlelemente für elektrische und elektronische Anwendungen	
Anmerkungen:	Im Gegensatz zu PTFE ist eine Verarbeitung im Spritzgieß- und Strangpreßverfahren möglich Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	TEFLON-PTFE ¹⁾	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf	
Charakterisierung:	Polytetrafluorethylen (PTFE)	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 260 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{18} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 30 Dielektrizitätszahl : 2,1 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 0,2 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,24	
Lieferformen:	Preßpulver, als weißes Granulat Pastenpulver für Pastenextrusion Wäßrige Dispersion	
Anwendungsgebiete:	Isolierung von Kabeln und Leitungen bei hoher thermischer Beanspruchung, wenn gleichzeitig eine hohe chemische Beständigkeit gefordert wird.	
Anmerkungen:	¹⁾ Auch Hostaflon, Hoechst AG, Frankfurt/Main Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	TEFLON-PFA	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf	
Charakterisierung:	Perfluorierte Alkoxy – ein Fluorkunststoff	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 260 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{18} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 20 Dielektrizitätszahl : 2,1 Dielektr. Verlustfaktor 10^{-3} : 0,2 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,25	
Lieferformen:	Granulat für Schmelzextrusion, Formpressen und Spritzgießen	
Anwendungsgebiete:	Hitzebeständige und korrosionsfeste Drahtisolierung Hochwertige Isolierteile	
Anmerkungen:	Im Gegensatz zu PTFE ist eine Verarbeitung im Spritzgieß- oder Strangpreßverfahren möglich. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Kapton	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf Krempel, Stuttgart	
Charakterisierung:	Kunststoff-Folie auf Basis Polyimid (Aromatisches Polypyromellithimid)	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 200 (400) Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{15} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 140 Dielektrizitätszahl : 3,7 Dielektr. Verlustfaktor 10^{-3} : 2,7 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,155	
Lieferformen:	Rollen, Breite 3,17 bis 1524 mm Dicke Typ H 25 bis 125 µm Typ V 50 bis 125 µm Typ F wie Typ H mit FEP-Beschichtung	
Anwendungsgebiete:	Isolation von Leiter und Kabel Isolierung von Magnetspulen, Transformatoren, Motornutauskleidungen Isolierung von Fahrmotoren für Schienenfahrzeuge Klebebänder, Isolierschläuche	
Anmerkungen:	Technische Daten gelten für Type H, 125 µm Dicke Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	NOMEX-Papier Typ 410	
Hersteller/Vertr.:	DuPont, Düsseldorf Krempel, Stuttgart, und andere	
Charakterisierung:	Isolierpapier auf Basis von Polyaramid (NOMEX) und einem hochtemperaturbeständigen Polymer	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 220 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{14} (150°C) Durchschlagfestigkeit kV/mm: 21 bis 34 Dielektrizitätszahl : 2 bis 3,5 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 13 Wärmeleitfähigkeit W/m K: keine Angabe	
Lieferformen:	Rollen, Breite 610 und 914 mm Dicke 0,05 bis 0,76 mm	
Anwendungsgebiete:	Ersatz von Asbestpapier Isolation von Leitern, Spulen, Polschuhen in Motoren, Transformatoren, Magneten Zwischenlagen Stanzteile	
Anmerkungen:	Weiter stehen die Typen 411, 414 und 418 zur Verfügung. Typ 418 enthält 50% Feinglimmer. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Glimmer	
Hersteller/Vertr.:	-	
Charakterisierung:	Schichtmineral Muskowit, Kalium-Aluminium-Hydrosilikat Phlogopit, Kalium-Magnesium-Aluminium-Hydrosilikat	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 500 bis 700 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{14} bis 10^{16} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 150 bis 200 Dielektrizitätszahl : 5 bis 8 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 0,1 bis 1 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,4	
Lieferformen:	Spalt- und Feinglimmer	
Anwendungsgebiete:	Verarbeitung zu Verbundisolierstoffen Δ Mikamite, bindemittelhaltige Platten Δ Mikafillium Δ Samikamite, bindemittelfreie Folien	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Mycalex 400 und 1100	
Hersteller/Vertr.:	MYKROY/MYCALEX Division, New Jersey DEKATA, Hamburg	
Charakterisierung:	Isolierstoff auf Glimmerbasis mit Glasfritte in der Schmelzphase gebunden	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 400 und 600 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{10} Durchschlagfestigkeit kV/mm: 16 Dielektrizitätszahl : 7 Dielektr. Verlustfaktor 10^{-3} : 2 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,75	
Lieferformen:	Platten 508 mm x 381 mm in Dicken von 1,5 bis 25 mm Stäbe 12 bis 25 mm Durchmesser in Längen von 350 bis 450 mm	
Anwendungsgebiete:	Hochspannungsschalterbau Spulenkörper Schaltergehäuse Transformatorendeckel Elektromaschinenbau Lichtbogenlöschkammern	
Anmerkungen:	Mycalex-Preßteile werden im Injektionsverfahren hergestellt. Beispiele: Funkenkammern, Spulen, Isolatoren, Schalterteile Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Heiz-Samicanite	
Hersteller/Vertr.:	UDO/FIM, Frankreich Isogrup, Kerpen	
Charakterisierung:	Glimmerpapier mit hochhitzebeständigem Silikonharz verpreßt	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: bis 600 Durchschlagfestigkeit kV/mm: bis 20 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,2 Je nach Art und Menge des Bindemittels werden feste Platten oder flexible Pappen erhalten	
Lieferformen:	Platten 1120 mm x 1030 mm, Dicke 0,3 bis 1 mm Pappen in Rollen, Breite 1000 mm, Dicke 0,1 bis 0,3 mm	
Anwendungsgebiete:	Freitragender Wickelträger (Toaster) Träger und Abdeckplatte für Heizwiderstände in Bügeleisen und Heizgeräten Unterlagen bei thermisch beanspruchten Anschlüssen Elektroisolation im Apparatebau	
Anmerkungen:	Produkte enthalten etwa 90% Glimmer Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Micapol	
Hersteller/Vertr.:	POSSEHL, Wedel	
Charakterisierung:	Flexibles Laminat aus Glasgewebe, Feinglimmer und Keramikfaserpapier mit Kunstharzbindemittel (s. Anm.)	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 250 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Durchschlagfestigkeit kV/mm: 6 Dielektrizitätszahl : k. A. Dielekt. Verlustfaktor 10 ⁻³ : k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Rollen, Breite 20 mm Dicke 2,3 mm Länge 20 m	
Anwendungsgebiete:	Elektroisolation von Induktionsöfen	
Anmerkungen:	Kunstharzbindemittel brennt bei Temperaturen oberhalb 500°C völlig aus Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Mikamite	
Hersteller/Vertr.:	POSSEHL, Wedel	
Charakterisierung:	Hart- und Flexibelmikamite auf Basis von Spalt- oder Feinglimmer mit hitzebeständigem Bindemittel	
Technische Daten:	Werden durch Art und Menge des eingesetzten Glimmers und des verwendeten Bindemittels bestimmt. Temperaturbeständigkeit bis 500°C Durchschlagfestigkeit bis 25 kV/mm Wärmeleitfähigkeit ca. 0,08 W/m K	
Lieferformen:	Von der Type abhängig, z. B. Platten 580 mm x 1020 mm in Dicken ab 0,1 mm	
Anwendungsgebiete:	Freitragende Heizelemente, Toaster Isolierzwischenlagen Abdeckplatten Thermo-Bimetallisolationen Induktionsöfen Haartrockner	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Silipol	
Hersteller/Vertr.:	POSSEHL, Wedel	
Charakterisierung:	Flexibles Laminat aus Feinglimmer und Keramikfaserpapier mit hitzebeständigem Bindemittel	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 800 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Durchschlagfestigkeit kV/mm: 9 bis 12 Dielektrizitätszahl : k. A. Dielektr. Verlustfaktor 10 ⁻³ : k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,06-0,08	
Lieferformen:	Tafeln 1000 mm x 1000 mm bis 1000 mm x 2500 mm Dicke 2,2 bis 2,4 mm (Feinglimmerschicht 0,2 bis 0,4 mm)	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für Asbestpappe Tragkörper für Heizleiter	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Fortress T	
Hersteller/Vertr.:	Deutsche ICI, Frankfurt/Main	
Charakterisierung:	Glasfaservlies mit anorganischem Binder und Beschichtung mit silikatischem Material	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 1000 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Durchschlagfestigkeit kV/mm: k. A. Dielektrizitätszahl: k. A. Dielektr. Verlustfaktor 10 ⁻³ : k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Rollen Breite 1000 mm, Länge 100 mm	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für Asbestpapier Haushaltsgeräte, Toaster, Heizgeräte	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	flontex-PTFE-Glasgewebe	
Hersteller/Vertr.:	flontex, Blaustein	
Charakterisierung:	PTFE-Glasgewebe in einer Vielzahl von Glasgewebetypen mit unterschiedlichen Beschichtungen	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 270 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Durchschlagfestigkeit kV/mm: 3 bis 8 Dielektrizitätszahl : 1,8 bis 2,8 Dielekt. Verlustfaktor 10 ⁻³ : k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Rollen, Breite max. 1500 bis 2000 mm in Dicken von 0,075 bis 0,55 mm, je nach Produktausführung	
Anwendungsgebiete:	Kabelisolierung für Luftfahrt Isolierungen für Elektromotoren Trennfolien für gedruckte Schaltungen	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Hochtemperatur-Isolationsband	
Hersteller/Vertr.:	KAGER, Frankfurt/Main	
Charakterisierung:	Isolationsband auf Basis Glasseide mit Silikonselfstkleber	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 320 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10 ¹⁶ Durchschlagfestigkeit kV/mm: 25 Dielektrizitätszahl : 2,5 Dielekt. Verlustfaktor 10 ⁻³ : k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Rollen, Breite 12 und 25 mm Dicke 0,2 mm	
Anwendungsgebiete:	Elektroisolation Motor- und Transformatorenreparatur	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Isolierbänder	
Hersteller/Vertr.:	R. S. Stokvis, Wuppertal	
Charakterisierung:	Isolierbänder in verschiedenen Ausführungen für Isolationsklasse H, 180° C	
Technische Daten:	Basismaterialien Δ Glasgewebe Δ Kapton-Folie Δ PTFE-Folie Δ Glimmer	
Lieferformen:	Rollen, Breite 6 bis 50 mm Länge 16 bis 55 m	
Anwendungsgebiete:	Lichtbogen- und Flammenschutz Δ bei Kabelisolationen und Kabeltrassen Δ in Schaltkästen und Verteilerschranken Brandgeschützte Leiterisolation	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Glasgewebebänder und -schläuche	
Hersteller/Vertr.:	siehe unten	
Charakterisierung:	Bänder und Schläuche auf Basis von Glasseide (E-Glas) Typische Werte Temperaturbeständigkeit °C: 450 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10 ⁹ -10 ⁸ Durchschlagfestigkeit kV/cm: 4 bis 20 Beispiele für Lieferfirmen: Frenzelit, Bad Berneck (Isoglas) Culimeter, Bersenbrück (Isöhülse x 3 D) Elkoflex, Berlin Hellhake, Dortmund h.k.o., Oberhausen KAGER, Frankfurt/M. Klevers, Mönchengladbach Krommers, Wüfrath TBA-Ind., Düsseldorf Interglas, Ulm Gummi-Berger, Mannheim	
Anmerkungen:	Anwendungen zum Schutz von Kabeln und Leitungen vor jeder Art von Hitze Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Keramikfaserpapier	
Hersteller/Vertr.:	siehe unten	
Charakterisierung:	<p>Keramikfaserpapier auf Basis von Aluminiumsilikatifasern mit organischem und/oder anorganischem Bindemittel</p> <p>Typische Werte:</p> <p>Temperaturbeständigkeit °C: 1200</p> <p>Spez. el. Widerstand (20°C) Ohm cm: 10^{15}</p> <p>(200°C) Ohm cm: 10^8</p> <p>Wärmeleitfähigkeit (200°C) W/m K: 0,06</p> <p>Beispiele für Lieferfirmen:</p> <p>Arbeitsschutz Leip, Frankfurt (Keramikpapier)</p> <p>Carborundum, Düsseldorf (Fiberfrax)</p> <p>Gossler, Reinbek (Cerapaper)</p> <p>KAGER, Frankfurt/M. (Keramikpapier 300)</p> <p>Lehmann & Voss, Hamburg (Lytherm)</p> <p>Morgan, Ratingen (Triton Kaowool-Papier)</p> <p>Savoie-Feuerfest, Düsseldorf (Kerlane)</p> <p>Possehl, Wedel (Keramikfaserpapier)</p>	
Anmerkungen:	<p>Ersatz von Asbestpapier und -pappe im Bereich der Elektroisolation.</p> <p>Viele Produkte sind auch als Bänder lieferbar.</p> <p>Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.</p>	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Keramikfasergewebe, -bänder und -schläuche	
Hersteller/Vertr.:	siehe unten	
Charakterisierung:	<p>Bänder, Schläuche und Gewebe auf Basis von Aluminiumsilikatifasern mit 15 bis 20% organischem Tragfaseranteil</p> <p>Typische Werte:</p> <p>Temperaturbeständigkeit °C: 1260</p> <p>Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^6 bis 10^{10}</p> <p>Durchschlagfestigkeit kV/mm: 4</p> <p>Beispiele für Lieferfirmen:</p> <p>Carborundum, Düsseldorf (Fiberfrax)</p> <p>Didier, Wiesbaden (Pyrostop)</p> <p>Frenzelit, Bad Berneck (Isokeram)</p> <p>Hellhake, Dortmund (Keram. Fasertextilien)</p> <p>h.k.o., Oberhausen (Haceram)</p> <p>KAGER, Frankfurt/M. (Keram. Textilgewebe)</p> <p>Klevers, Mönchengladbach (Kerasil)</p> <p>A. O. Meyer, Hamburg (Keramab)</p> <p>RISIUS, Köln (Delceram)</p> <p>Savoie-Feuerfest, Düsseldorf (Kerlane 45)</p>	
Anmerkungen:	<p>Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.</p>	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Silikatgewebe	
Hersteller/Vertr.:	siehe unten	
Charakterisierung:	<p>Gewebe, Schläuche und Bänder auf Basis von Siliziumdioxidfasern, ohne Bindemittel und ohne organische Tragfasern</p> <p>Typische Werte:</p> <p>Temperaturbeständigkeit °C: 1000</p> <p>Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^8-10^9</p> <p>Wärmeleitfähigkeit (500°C) W/m K: 0,12</p> <p>Beispiele für Lieferfirmen:</p> <p>Gummi-Berger, Mannheim (Siltemp)</p> <p>Gummi-Roller, Eschborn (Siltemp)</p> <p>Hellhake, Dortmund (Siltemp)</p> <p>Klevers, Mönchengladbach (Silikatgewebe)</p> <p>A. O. Meyer, Hamburg (Silisol)</p> <p>Rex, Schwäbisch Hall (Sil-Gewebe)</p> <p>A. W. Schultze, Hamburg (Sil-Gewebe)</p>	
Anmerkungen:	<p>Schutz von Kabel und Leitungen vor jeder Art von Hitze (Strahlungswärme, offene Flammen, flüssige Metalle)</p> <p>Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.</p>	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	FIBROTHAL-Heizmodule	
Hersteller/Vertr.:	BULTEN-KANTHAL, Mörfelden	
Charakterisierung:	Vakuumgeformte Teile aus keramischen Fasern mit eingeformten Kanthal-Heizelementen	
Technische Daten:	<p>Temperaturbeständigkeit °C: 1150</p> <p>Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A.</p> <p>Durchschlagfestigkeit kV/mm: k. A.</p> <p>Dielektrizitätszahl : k. A.</p> <p>Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3}: k. A.</p> <p>Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,11 (500°C)</p>	
Lieferformen:	<p>Platten, bis 900 mm x 600 mm x 125 mm;</p> <p>Halbschalen, bis 400 mm Innendurchmesser und 900 mm Länge;</p> <p>Rohre, bis 200 mm Innendurchmesser und 520 mm Länge</p>	
Anwendungsgebiete:	Beheizung und Isolation vom kleinsten Laborofen bis zum großen Industrieofen Isolierdicke bis 125 mm	
Anmerkungen:	<p>Rohdichte des Formteils ca. 200 kg/m³</p> <p>Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.</p>	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Isolierstoffe	02
Produkt:	Keramik-Foam 310	
Hersteller/Vertr.:	KAGER, Frankfurt/M. Arbeitsschutz Leip, Frankfurt/M.	
Charakterisierung:	Keramikschaumstoff aus Siliziumdioxid, Dichte 0,48 bis 0,80	
Technische Daten:	Temperaturbeständigkeit °C: 1000 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^9 Durchschlagfestigkeit kV/mm: k. A. Dielektrizitätszahl : 3,17 Dielekt. Verlustfaktor 10^{-3} : 0,2 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,14-0,19 (bei 260°C)	
Lieferformen:	Platten 300 mm x 450 mm Dicke 75 und 115 mm, je nach Type	
Anwendungsgebiete:	Elektroisolation Heizelemente-Bettungen und -Sockel	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Code-Nr. 50-03:

Härtbare Formmassen – Duroplaste

Im nachfolgenden werden Beispiele für asbestfreie Formmassen mit erhöhter Formbeständigkeit in der Wärme aufgeführt.

Weitere asbestfreie Sonderformmassen für spezielle Anwendungen werden von fast allen Firmen angeboten.

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	Bakelite-Melaminharz-Formmasse F 2210	
Hersteller/Vertr.:	Bakelite, Iserlohn-Letmathe	
Charakterisierung:	Melaminharz-Formmasse mit Glasfaserverstärkung und anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 150 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: k. A. Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A. Biegefestigkeit N/mm ² : 65	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Herstellung von Teilen für die Elektrotechnik mit erhöhter Wärmeform- und Glutbeständigkeit Gehäuse für Schalter und Thermostate Funkenlöschkammern Bauteile für Schaltanlagen	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	Bakelite-Polyester-Formmassen 3415	
Hersteller/Vertr.:	Bakelite, Iserlohn-Letmathe	
Charakterisierung:	Polyesterharz-Formmasse mit Glasfaserverstärkung und mineralischen oder organischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 200 bis 220 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{12} Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: 100 bis 200 Biegefestigkeit N/mm ² : 40 bis 50	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Elektrotechnik Δ Verteilerkästen Δ Gehäuse für ex-geschützte Schalter Δ Sockelsteine, Fassungen Δ Kfz-Elektrik, Zündspulendeckel Anwendbar für elektrotechnische Teile, die aus Keramik hergestellt werden.	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	XB 3097	
Hersteller/Vertr.:	CIBA-GEIGY, Basel CIBA-GEIGY, Wehr	
Charakterisierung:	Mineralisch gefüllte Formmasse auf Epoxidharz-Basis	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 190 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{15} Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{14} Durchschlagfestigkeit kV/cm: 110 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,7 Biegefestigkeit N/mm ² : 110	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Herstellung von Präzisionsteilen für die Elektroindustrie und den Maschinenbau mit hoher Steifigkeit und Dimensionsstabilität	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreter zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	ARALDIT NU 471, NU 481	
Hersteller/Vertr.:	CIBA-GEIGY, Basel CIBA-GEIGY, Wehr	
Charakterisierung:	Mineralisch gefüllte Epoxidharz-Formmasse	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 120 bis 130 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{14} Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{14} Durchschlagfestigkeit kV/cm: 130 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,8 Biegefestigkeit N/mm ² : 80 bis 90	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Elektrotechnik Δ Motorschutzschalter Δ Schaltschütze Δ Relais Autoelektrik für Hochspannungsteile Δ Zündspulendeckel, Zündkerzenstecker	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	TROLITAN 7320 und 7340	
Hersteller/Vertr.:	Dynamit-Nobel, Troisdorf	
Charakterisierung:	Phenolharz-Formmasse ähnlich Typ 12 mit organischen/anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 140 bis 150 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10^9 Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A. Biegefestigkeit N/mm ² : 70 bis 80	
Lieferformen:		
Anwendungsgebiete:	Formmasse für die Elektroindustrie	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	KERIPOL R, RW/RF	
Hersteller/Vertr.:	Phönix AG, Hamburg	
Charakterisierung:	Polyesterharz-Formmasse mit Glasfaserverstärkung	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 180 bis 240 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{13} bis 10^{15} Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{12} bis 10^{14} Durchschlagfestigkeit kV/cm: 120 bis 160 Wärmeleitfähigkeit W/m K: – Biegefestigkeit N/mm ² : 50 bis 80	
Lieferformen:	Mahl-Granulate in 25-kg-Papiersäcken	
Anwendungsgebiete:	Für Produkte mit erhöhter Formbeständigkeit in der Wärme in allen Bereichen der Industrie Elektroisolation unter extremen klimatischen Bedingungen	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	RESINOL J 2716/2	
Hersteller/Vertr.:	Raschig, Ludwigshafen am Rhein	
Charakterisierung:	Phenolharz-Formmasse ähnlich Typ 12 mit organischen/anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 160 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{10} Durchschlagfestigkeit kV/cm: 150 Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A. Biegefestigkeit N/mm ² : 75	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für asbesthaltige Formmasse Typ 12 Elektroindustrie	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	RESINOL J 3037	
Hersteller/Vertr.:	Raschig, Ludwigshafen am Rhein	
Charakterisierung:	Phenolharz-Formmasse ähnlich Typ 12 mit organischen/anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 190 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{10} bis 10^{11} Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A. Biegefestigkeit N/mm ² : 50	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für asbesthaltige Formmassen	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	RESATHERM-802, -804 und -806	
Hersteller/Vertr.:	RESART GmbH, Mainz	
Charakterisierung:	Polyesterharz-Formmassen mit Glasfaserverstärkung	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 200 Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10^{12} Oberflächenwiderstand Ohm: 10^{12} Durchschlagfestigkeit kV/cm: 100 bis 200 Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,7 Biegefestigkeit N/mm ² : 55 bis 70	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Breite Anwendung in der Elektrotechnik und Haushaltstechnik Gehäuse für Sicherungsautomaten, Elektrowerkzeuge	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	RESART – M-E, – M-T	
Hersteller/Vertr.:	RESART GmbH, Mainz	
Charakterisierung:	Melaminharz-Formmasse mit Glasfaserverstärkung und anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 130 bis 170 ¹⁾ Spez. el. Widerstand Ohm cm: 10 ¹⁰ bis 10 ¹¹ Oberflächenwiderstand Ohm: 10 ¹¹ Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: 0,7 Biegefestigkeit N/mm ² : 50 bis 60	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Hochthermostabile Teile Δ M-E: für die Elektrotechnik Δ M-T: für Haushaltsgeräte, spülmaschinenbeständig	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. ¹⁾ getempert 250° C Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	Supraplast Aminoplast-Formmasse	
Hersteller/Vertr.:	Süd-West-Chemie, Neu-Ulm	
Charakterisierung:	Melaminharz-Formmasse mit organischen und anorganischen Fasern	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 140 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10 ¹⁰ Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für die asbesthaltigen Aminoplast-Formmassen Typ 156 und Typ 157	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Härtbare Formmassen – Duroplaste	03
Produkt:	Supraplast Phenol-Sonderformmassen P3210, P3142/49	
Hersteller/Vertr.:	Süd-West-Chemie, Neu-Ulm	
Charakterisierung:	Phenolharz-Formmasse mit anorganischen Füllstoffen	
Technische Daten:	Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens DIN 43 458 °C: 160 Spez. el. Widerstand Ohm cm: k. A. Oberflächenwiderstand Ohm: 10 ⁹ bis 10 ¹⁰ Durchschlagfestigkeit kV/cm: k. A. Wärmeleitfähigkeit W/m K: k. A.	
Lieferformen:	Granulat	
Anwendungsgebiete:	Ersatz für Asbest-Phenolharz-Formmassen Typ 12	
Anmerkungen:	Weitere asbestfreie Formmassen sind in Entwicklung und Erprobung. Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

Code-Nr. 50-04:

Haushaltsgeräte

- △ Speicherheizgeräte
- △ Stativtrockenhauben
- △ Haartrockner
- △ Toaster
- △ Bügeleisen

Einsatzbereich:	Elektroisolation	50
Produktgruppe:	Haushaltsgeräte	04
Produkt:	-	
Hersteller/Vertr.:	-	
Charakterisierung:	Für diese Produktgruppe wurden keine Datenblätter erstellt. In Speicherheizgeräten, Stativtrockenhauben, Haartrocknern, Toastern, Bügeleisen werden schon seit Jahren keine asbesthaltigen Materialien mehr eingesetzt. Als Träger für Heizwicklungen stehen technisch gleichwertige Ersatzprodukte zur Verfügung. Sie sind unter der Code-Nr. 50-02 aufgeführt. Inwieweit ein Asbestersatz vollzogen ist, kann bei der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Produkte nicht beurteilt werden.	
Anmerkungen:	Weitere Informationen zu diesem und anderen asbestfreien Produkten bitten wir beim Hersteller oder Vertreiber zu erfragen.	

8 Verzeichnis der Hersteller und Vertreiber von Substituten für Asbest und asbesthaltige Produkte für den Einsatzbereich Elektroisolation

Im nachfolgenden sind die Firmen aufgeführt, die uns im Rahmen dieser Erhebung als Lieferanten für die genannten Produktgruppen bekannt geworden sind.

Die Vielzahl der asbestfreien Produkte und die rasche Entwicklung auf diesem Gebiet machen es unmöglich, für alle asbestfreien Produkte Datenblätter zu erstellen. Hier soll das Verzeichnis helfen, weitere Bezugsquellen aufzuzeigen.

Hersteller/Vertreiber	Drähte, Kabel	Isolier- stoffe	Form- massen
	50-01	50-02	50-03
AEG-Telefunken Kabelwerk AG RHEYDT Postfach 226 4050 Mönchengladbach	x	—	—
Arbeitsschutz Leip Bergerstr. 355 6000 Frankfurt/M. 60	—	x	—
Bakelite Gesellschaft mbH Gennaer Str. 2-4 5860 Iserlohn-Letmathe	—	—	x
Bulten-Kanthal GmbH Aschaffenburg Str. 7 6082 Mörfelden	—	x	—
Carborundumwerke GmbH Postfach 16 01 20 4000 Düsseldorf 13	—	x	—
CIBA-GEIGY GmbH Postfach 7867 Wehr	—	—	x
COGEBI Insulating Materials Div. Huysmanslaan 65 B-1660 Lot/Belgien	x	—	—
Compagnie Française des Isolants, Abt. Textilver BP 16 F-60 800 Crepy-en-Valois	x	—	—
Coroplast Fritz Müller KG Wittener Str. 271 5600 Wuppertal 2	x	—	—

Hersteller/Vertreiber	Drähte, Kabel	Isolier- stoffe	Form- massen
	50-01	50-02	50-03
CULIMETA Industriegebiet West 4558 Bersenbrück	—	×	—
Degussa AG Produktbereich Meßtechnik Leipziger Str. 10 6450 Hanau 1	×	—	—
DEAKTA Isolier- und Meßtechnik Alsterdorfer Str. 266 2000 Hamburg 39	—	×	—
DIDIER-Werke AG Didierstr. 27-31 6200 Wiesbaden	—	×	—
3M Deutschland GmbH Carl-Schurz-Str. 1 4040 Neuss 1	×	—	—
DuPont de Nemours Hans-Böckler-Str. 33 4000 Düsseldorf 30	—	×	—
Dynamit Nobel AG GB Kunststoff-Rohstoffe Postfach 5210 Troisdorf	—	—	×
Elkoflex Isolierschlauchfabrik Hüttenstr. 41-44 1000 Berlin 21	—	×	—
Frenzelit Werke GmbH & Co. KG Postfach 1140 8582 Bad Berneck	—	×	—
flontex Walter Weissinger GmbH Postfach 11 67 7906 Blaustein	—	×	—
Oskar Gossler KG Borsigstr. 4-6 2057 Reinbek	—	×	—
Gummi-Berger Hans-Thoma-Str. 49-51 6800 Mannheim 1	—	×	—
Gummi-Roller Rudolf-Diesel-Str. 17 6236 Eschborn	—	×	—
HABIA CABLE GmbH Friedrichstr. 24a 6450 Hanau	×	—	—

Hersteller/Vertreiber	Drähte, Kabel	Isolier- stoffe	Form- massen
	50-01	50-02	50-03
Albert Hellhake Niedersachsenweg 37 4600 Dortmund 1	—	x	—
W. C. Heraeus GmbH Heraeusstr. 12-14 6450 Hanau 1	x	—	—
Heraeus-Wittmann GmbH Englerstr. 11 6900 Heidelberg	x	—	—
Hillmann + Ploog Abt. Hotfoil-Dienst Schellingstr. 17-25 2000 Hamburg 76	x	—	—
h.k.o. Handelsges. mbH Alleestr. 4 4200 Oberhausen	—	x	—
Isogrup GmbH Alfred-Nobel-Straße 5014 Kerpen	—	x	—
ISOPAD GmbH Essener Str. 1 5901 Wilnsdorf 1	x	—	—
KAGER GmbH Postfach 61 03 24 6000 Frankfurt/M. 61	—	x	—
Kabelwerk Friedrich C. Ehlers Gotenstr. 10 2000 Hamburg 1	x	—	—
Klevers GmbH & Co. KG Oppelner Str. 11 4050 Mönchengladbach	—	x	—
August Krempel Soehne Postfach 484 7000 Stuttgart 1	—	x	—
Pet. Wilh. Krommers GmbH Schupkothen 49b 5603 Wülfrath	—	x	—
Lehmann & Voss & Co. Alsterufer 19 2000 Hamburg 36	—	x	—
LR-SAVOIE-Feuerfest Berliner Allee 38 4000 Düsseldorf 1	—	x	—
MONETTE Kabel- und Elektrowerk GmbH Willy-Mock-Str. 3-7 3550 Marburg	x	—	—

Hersteller/Vertreiber	Drähte, Kabel	Isolier- stoffe	Form- massen
	50-01	50-02	50-03
A. O. Meyer Ballindamm 1-3 2000 Hamburg 1	—	×	—
Phönix AG Seehafenstr. 16 2100 Hamburg 90	—	—	×
POSSEHL Elektronik + Isolierstoff GmbH Rissener Straße 140 2000 Wedel	—	×	—
Raschig GmbH Postfach 21 11 28 6700 Ludwigshafen	—	—	×
RESART GmbH Postfach 34 40 6500 Mainz	—	—	×
REX Industrie-Produkte Graf von Rex GmbH & Co. KG Schillerstr. 40 7170 Schwäbisch Hall	—	×	—
RISIUS GmbH Sinnersdorfer Str. 3 5000 Köln 71	—	×	—
R. S. STOKVIS GmbH Scheffelstr. 35-37 5600 Wuppertal	—	×	—
A. W. Schultze Altes Feld 4 2000 Hamburg-Barsbüttel	—	×	—
Süd-West-Chemie GmbH Pfaffenweg 18 7910 Neu-Ulm	—	—	×
TBA - Industrieprodukte Postfach 30 04 54 4000 Düsseldorf 30	—	×	—

9 Verzeichnis von Technischen Händlern, die als Spezialität oder Sortimentsschwerpunkt Substitute für asbesthaltige Produkte angeben

Hier wurden die Postleitzahlen als Ordnungsschema zugrunde gelegt, da diese Händler normalerweise eine regionale Bedeutung haben.

Auf eine Zuordnung zu einzelnen Produktgruppen wurde hier verzichtet.

Georg Götz	Kreuzbergstr. 30	1000 Berlin 61
Otto Köhnel & Sohn Nachf.	Prinzenallee 82	1000 Berlin 65
Dieter Ohmsieder	Tegeler Str. 6	1000 Berlin 65
Anton Schmidt Nachf. GmbH	Reinickendorfer Str. 26-27	1000 Berlin 65
C. A. Loewe GmbH	Alt-Moabit 130	1000 Berlin 21
C. Haacke & Söhne (GmbH & Co.)	Mörkenstr. 7	2000 Hamburg 50
Carl Fischer GmbH	Brauerknechtsgraben 45	2000 Hamburg 11
Otto Begier (GmbH & Co.)	Friedensallee 61	2000 Hamburg 50
E. Hermsen GmbH & Co. KG vorm. Jungk	Friedrich-Ebert-Damm 126	2000 Hamburg 70
Max Kassun	Desenißstr. 64	2000 Hamburg 76
Otto Markert & Sohn	Droopweg 31	2000 Hamburg 26
Scharpwinkel & Huppertz	Michaelisstr. 4	2000 Hamburg 11
Gummi-Reischl GmbH	Großmannstr. 215	2000 Hamburg 26
Julius Roller & Co.	Oehleckerring 14	2000 Hamburg 62
A. W. Schultze Gummi- u. Asbest KG	Altes Feld 4	2000 Hamburg-Barsbüttel
R. Winckelsesser, Nachf. H. Winckelsesser	Am Windhop 21	2000 Hamburg 73
Harry Wegner	Hammerbrookstr. 47	2000 Hamburg 1
Louis Taxt GmbH & Co.	Ludwigstr. 4	2000 Hamburg 6
Gummi-Wegner	Serrahnstr. 1-2	2050 Hamburg 80
Max Wegner & Söhne GmbH		
OSCAR GOSSLER KG (GmbH & Co.)	Borsigstr. 4-6	2057 Reinbek
W. Klietsch, Industriebedarf	Hamburger Str. 1	2057 Reinbek
Walter Auerbach GmbH & Co. KG	Hamburger Str. 23	2060 Bad Oldesloe
Helmers & Renck, Inh. A. Block	Wallgraben 18-20	2100 Hamburg 90
Franz Ritter GmbH & Co. KG	Andreas-Gayk-Str. 7-11	2300 Kiel
Carl Julius	Lollfuß 73	2380 Schleswig
Carl Kürle	Beckergrube 75	2400 Lübeck
Peter Stöhrmann OHG	Lohgerberstr. 7	2400 Lübeck
Friedrich Benien GmbH & Co. KG	Hemelinger Hafendamm 24	2800 Bremen 44
Geo Bekenn GmbH	Am Wandrahm 6	2800 Bremen 1
KRUSE TECHNIK GmbH & Co. KG	Geeren 26-28	2800 Bremen 1
Fleck & Köhler	Schlachte 19/20	2800 Bremen 1
Erich Dittrich GmbH & Co. KG	Lüneburger Str. 20	2800 Bremen 1
Hillmann & Geitz	Schlachte 22	2800 Bremen 1
Uwe Kloska KG, Techn. Ausrüster	Hans-Böckler-Str. 60	2800 Bremen 1
AD. VOIGT GmbH & Co.	Ingolstädter Str. 7	2800 Bremen 1

HERMANN PITZNER	Weidestr. 8-10	2850 Bremerhaven 1
Alfred Schwalms Erben & Co.	Arrgaststr. 12	2940 Wilhelmshaven
ARBO GmbH	Zeißstr. 60	3000 Hannover 81
Wilhelm Samland	Emdenstr. 2	3000 Hannover 81
Friedrich W. Gömann	Oesterleystr. 15	3000 Hannover 1
Arnold Frommeyer	Hamburger Allee 36	3000 Hannover 1
Fr. Rahifs GmbH	Kleine Düwelstr. 21	3000 Hannover
J. H. Lerch & Co. GmbH	Lohweg 2	3000 Hannover 73
Erich Hilgendorf & Co.	Benzstr. 1	3200 Hildesheim
Heinrich Recker	Lohstr. 38	3250 Hameln 1
Brennecke & Co., Inh. J. Heusel	Adolfstr. 35	3300 Braunschweig
TECHNIKA Kießling & Co. KG	Alte Frankfurter Str. 213	3300 Braunschweig
Alfred Schwalms Erben & Co.	Collegienstr. 13/14	3330 Helmstedt
J. Jesse Nachf. R. Neumann	Bornhäuser Str. 1 A	3370 Seesen
GmbH & Co. KG		
Paul Miehlmann, Inh. Dipl.-Ing. K. Münnich	Rudolf-Wissell-Str. 1	3400 Göttingen
Carl Siebert KG	Bunsenstr. 69-71	3500 Kassel
Düsseld. Bergwerks- u. Hüttenbedarf GmbH	Gumbertstr. 173	4000 Düsseldorf
Wilh. Krebs Nachf., Inh. G. Erxleben	Karlstr. 94	4000 Düsseldorf 1
Fritz Schaub, Inh. H. D. Wolligandt	Klosterstr. 83	4000 Düsseldorf 1
Fritz Manke	Fichtenstr. 72	4000 Düsseldorf 1
Rheinische Gummi-Ges. W. Klotz & Co.	Bergstr. 13	4020 Mettmann
Paul Klingelhöfer KG	Odenkirchener Str. 289	4050 Mönchengladbach 2
Alfons Gehlen KG	Stadtwaldallee 15	4060 Viersen 1
Schulte-Stemmerk & Oertgen KG	Philosophenweg 25-29	4100 Duisburg 1
M. Wolf GmbH	Pulverweg 41	4100 Duisburg 1
Hannen u. Stein GmbH u. Co. KG	Neue Ritterstr. 51	4150 Krefeld
RODENBACH Gummi-Technik,	Südstr. 107	4150 Krefeld
Ferd. Zens GmbH		
Erich Rütter	Grufstr. 15-17	4190 Kleve 1
H. K. O. Handels GmbH	Alleestr. 4	4200 Oberhausen 1
GUMMI-WORTHOFF	Hagelkreuzstr. 140	4200 Oberhausen 11
IBK-Wiesenhahn GmbH & Co. KG	Raiffeisenstr. 5	4250 Bottrop-Kirchhellen
HANS SCHMIDT Industriebedarfsges. mbH	Landsberger Str. 20-22	4330 Mülheim
August Schloemer GmbH	Zum Wetterschacht 16	4350 Recklinghausen
Gummi-Stricker,	An der Kleinmannbrücke 4	4400 Münster
P. H. Stricker GmbH + Co. KG		
A. Brickwedde	Großhandelsring 10	4500 Osnabrück
Albert Hellhake	Niedersachsenweg 37	4600 Dortmund
D. Grümer GmbH & Co. KG	Hermannshöhe 52	4630 Bochum 1
Josef Vahlensieck GmbH	Wanner Str. 6	4650 Gelsenkirchen
Franz Stickling KG	Beckumer Str. 59	4730 Ahlen
Paul Piel	Boleweg 4	4770 Soest
M. C. Vehring GmbH, Großh. Techn. Bedarf	Stadttheiderstr. 1-3	4800 Bielefeld 1
Kahmann & Ellerbrock	Feldstr. 60	4800 Bielefeld 1
J. L. Breuer GmbH	Richard-Wagner-Str. 35	5000 Köln 1
Walter Bieg & Co.	Gutenbergstr. 14-18	5000 Köln 30
Jacob Nettekoven OHG	Filzengraben 12-16	5000 Köln 1
Theodor Haarmann	Körnerstr. 1	5000 Köln 40
Lux & Co.	Melatengürtel 105	5000 Köln 30
Breuer & Co.	Aachener Str. 306	5000 Köln 1
P. J. Schulz GmbH	Wikingerstr. 71c	5000 Köln 91
Anton Fischer	Fridolinstr. 55	5000 Köln 30
M. Zilken GmbH & Co. KG	Johannes-Müller-Str. 4	5000 Köln 60
Carl Wachendorff	Hauptstr. 281	5060 Bergisch Gladbach
Karl Stahlberg GmbH & Co. KG	Freunder Weg 63	5100 Aachen
H. Seybold GmbH & Co. KG	Josef-Schregel-Str. 15	5160 Düren
Münch GmbH & Co.	Mainzer Str. 46	5400 Koblenz

König & Ronneberger GmbH & Co. KG	Hofaue 51–53	5600 Wuppertal 1
Willy Zimmermann	Ravensberger Str. 22	5600 Wuppertal 1
Wilh. Oberste-Lehn, Inh. R. Tückmantel	Krebsstr. 2–8	5600 Wuppertal 2
Hassel & Heimer	Friedrich-Ebert-Str. 157	5600 Wuppertal-Elberfeld
Gustav Jesinghaus OHG	Birkerstr. 30	5650 Solingen 1
Triesch & Weidner GmbH + Co. KG	Konrad-Adenauer-Str. 26	5650 Solingen
Otto Steinbrink	Twiete 29	5750 Menden 1
Herm. Evers GmbH + Co. KG	Graf-von-Galen-Ring 14	5800 Hagen 1
Wilhelm Niggeloh GmbH & Co.	Breitenfelder Str. 25/27	5820 Gevelsberg
Franz Conen KG	Weidenauer Str. 226	5900 Siegen
INDUSTRIE-SERVICE Grimm + Börner KG	An den Weiden 45	5900 Siegen
Techno Strack GmbH	Frankfurter Str. 19	5900 Siegen
Wilh. Schneck sen. GmbH & Co.	Numbachstr. 58	5900 Siegen 1
Irlé & Heuel GmbH	An den Weiden 37	5900 Siegen
Hugo Roth GmbH	Gießener Str. 5	5901 Wilnsdorf 1
Gustav Schulte	Herscheider Str. 15	5970 Plettenberg
Dipl.-Ing. (FH) Reinhard Kleefeld	Löwengasse 27	6000 Frankfurt 60
Schwarz & Dibbern GmbH & Co. KG	Braubachstr. 14–16	6000 Frankfurt 1
J. H. Lerch & Co. GmbH	Lahnstr. 34–40	6000 Frankfurt 19
Ing.-Büro H. Kolloge, Inh. H. Ruppel	Offenbacher Landstr. 208	6000 Frankfurt 70
Eduard Weiss GmbH	Mainzer Landstr. 241	6000 Frankfurt 19
Schmidt & Wiechmann KG	Weismüllerstr. 26	6000 Frankfurt
Johann W. Schimmel GmbH	Dieselstr. 35	6050 Offenbach 1
H. K. O. Handels-GmbH	Maybachstr. 1	6072 Dreieich
Laufer, Hofmann & Co.	Mainzer Str. 6	6080 Groß-Gerau
Voegele – Großhandels-ges. mbH	Sensfelderweg 26	6100 Darmstadt
Armaturen-Röder KG	Landwehrstr. 21 A	6100 Darmstadt 11
W. Adolph	Mainstr. 21	6200 Wiesbaden 12
Manfred Brösel	Schiersteiner Str. 73	6200 Wiesbaden 1
Mühlenberger & Sohn, Ind. Ausrüstg. GmbH	Otto-Wallach-Str. 16	6200 Wiesbaden 12
Fritz Wehnert	Friedrichstr. 50	6228 Eitville
Gummi-Roller GmbH & Co.	Rudolf-Diesel-Str. 17	6236 Eschborn 2
Jakob & Wagner GmbH	Bahnhof-Südseite	6330 Wetzlar
Heinz Georg	Medenbacher Str. 19	6349 Breitscheid
Hub. Laufer, Turmstr. 101a, 6411 Künzell 6	Postanschr.: Postf. 662	6400 Fulda
E. Klaus KG	Nürnberger Str. 7	6450 Hanau 1
Heger & Reh	Große Langgasse 1	6500 Mainz 1
Hehmann-Industriebedarf GmbH	Arndtstr. 12–14	6520 Worms 1
J. Mettler & Co. GmbH	Rathausplatz 5	6600 Saarbrücken 3
RALA GmbH	Bismarckstr. 54–56	6700 Ludwigshafen
Grüner & Co. GmbH	Branchweilerhofstr. 47/49	6730 Neustadt
GUMMI-BERGER GmbH	Hans-Thoma-Str. 49/51	6800 Mannheim 1
Hill & Müller KG	Casterfeldstr. 68–72	6800 Mannheim 24
C. Wilhelm Walter GmbH & Co. KG	H 7, 36	6800 Mannheim 1
Hormuth GmbH	Wieblinger Weg 96	6900 Heidelberg 1
Spengler-Gummi GmbH	Giselherstr. 6	6940 Weinheim
Julius Roller & Cie. – Gummi-Roller	Gablenberger Hauptstr. 23	7000 Stuttgart 1
Gummi-Scheufele GmbH	Frankfurter Str. 38	7100 Heilbronn
Blatt & Co. GmbH	Schaeuffelenstr. 13	7100 Heilbronn
Guckes & Schreiter GmbH	Marstallstr. 9	7140 Ludwigsburg
Adolf Fähnle GmbH & Co. KG	Jahnstr. 106	7320 Göppingen
Reiff GmbH	Tübinger Str. 2–6	7410 Reutlingen
Schöffler + Wörner GmbH + Co. KG	Printzstr. 6a	7500 Karlsruhe 1
Wilhelm Rempe, Inh. Albert Lobstein	Hauptstr. 47	7622 Schiltach
Dieter Engert	Untere Laube 45	7750 Konstanz
Ketterer & Liebherr GmbH & Co. KG	Oltmannstr. 5 + 22	7800 Freiburg
Carl-Heinz Schreiber GmbH	Im Alten 1–3	7850 Lörrach 1
GUMMI-WELZ GmbH u. Co. KG	Magirusstr. 30–32	7900 Ulm

Sudhoff GmbH & Co. KG	Auchertwiesenweg 22	7900 Ulm
Josef Fischer KG	Ailing Str. 3	7990 Friedrichshafen
Dr. Oscar Menzel Nachf.	Kronwinklerstr. 36	8000 München 60
A. Seyfried GmbH	Hollerstr. 2	8000 München 50
W. & A. Sinzker KG	Reichenbachstr. 26	8000 München 5
Wilhelm Sahlberg-GmbH & Co.	Friedrich-Schüle-Str. 20	8016 Feldkirchen b. München
Gummi-Kraus OHG	Hohe Schulstr. 5	8070 Ingolstadt
Schürnbrand GmbH & Co. KG	Marienstr. 2-4	8220 Traunstein
Gummi-Hug-Plastik, Ludwig Huggenberger	Innere Regensburger Str. 2a	8300 Landshut
Leonhard Schmauß	Neupfarrplatz, Kramwinkel	8400 Regensburg
Kurt Haagner GmbH & Co. KG	Dieselstr. 3	8450 Amberg
Xaver Bertsch	Celtisstr. 10	8500 Nürnberg
Conrad & Lombardino GmbH	Hahnenbalz 35	8500 Nürnberg 1
Eberhart Reinshagen GmbH & Co.	Kohlenhofstr. 4	8500 Nürnberg 1
Erwin Telle GmbH	Sigmundstr. 176	8500 Nürnberg
Otto Haas	Gießener Str. 5	8500 Nürnberg 92
Gummi-Wörner, Inh. Hermann Wörner	Hauptstr. 90	8520 Erlangen
Frank + Henne GmbH + Co.	Dr.-Enders-Str. 30	8670 Hof
Pfister & Pfrang Techn. Großhandel GmbH	Sedanstr. 21	8700 Würzburg 1
Wolperts Erben GmbH & Co.	Göbelslehenstr. 3	8700 Würzburg
Eckert & Co.	Hanauer Str. 52-60	8750 Aschaffenburg
Gummi- & Asbest-Fabr. Prag & Co.	Hofrat-Röhler-Str. 12a	8900 Augsburg
Leop. Siegle GmbH & Co. KG	Stätzlinger Str. 53	8900 Augsburg
JURIMA Dichtungen GmbH	Am Mittleren Moos 19	8900 Augsburg
