Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 25 (1934)

Heft: 20

Artikel: Eigenschaften kautschukfreier, nicht keramischer plastischer Isolierstoffe [Fortsetzung und Schluss]

Autor: Imhof, A. / Stäger, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056579

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

Zusammenfassend sei nochmals darauf hingewiesen, dass, wo immer möglich, der normale Kurzschlussanker-Motor zur Anwendung gelangen sollte, da er die besseren Betriebseigenschaften als der Stromverdrängungsmotor hat und billiger in der Anschaffung, also kurz wirtschaftlicher als jener ist.

Gerade heute, wo in Kleingewerbe und Landwirtschaft der Explosionsmotor dem Elektromotor ernsthafte Konkurrenz zu machen beginnt, sollten im Interesse eines vermehrten Anschlusses von billigen und wirtschaftlichen Motoren die zuzulassenden Anlaufströme nicht allzu niedrig angesetzt werden. Dabei sollte nicht der Anlaufstrom als Vielfaches des Nennstromes festgelegt werden, sondern richtiger, die zulässige Scheinleistung des Motors beim Anlauf, wie Herr Professor Dünner an Hand eines Beispiels sehr instruktiv gezeigt hat. Ueber die Rotorbauart sollten eigentlich keine Bedingungen aufgestellt werden. Wenn für den Anschluss von Motoren je nach Leistung ein bestimmter zulässiger Wert für die aufgenommene Scheinleistung beim Anlauf vorgeschrieben wird, so ist damit eindeutig die Bedingung festgelegt, an deren Erfüllung der Energielieferant interessiert ist. Am Lieferanten des Motors liegt es dann, für die bestehenden Anschlussbedingungen den Motor mit dem vorteilhaftesten Rotor und das richtige Anlassverfahren zu wählen.

W. Huber, Elektrizitätswerk Luzern: Vor 14 Jahren haben wir in einem Dorf das Netz von 2 × 220 Volt auf 3 × 380/220 Volt umgebaut und zwei Motoren von je 3 PS, welche früher während der Hauptbeleuchtungszeit gesperrt waren, mit gewöhnlichen Schaltern an das Netz angeschlossen und nicht mehr gesperrt. Die Motoren dienten einem Bäckerei- und einem Schreinereibetrieb.

Innert einiger Tage trafen Reklamationen von Lichtabonnenten wegen Spannungsschwankungen ein. Durch Einbau von Stern-Dreieckschaltern und Instruktion der Abonnenten konnten die Schwankungen auf ein Minimum reduziert werden. Die Klagen wegen Schwankungen blieben aus.

10 % Spannungsabfall beim Anlauf von Motoren dünkt mich für das Einheitsnetz etwas viel, wenn es sich nicht nur um ganz kurze, nur mit Oszillograph bestimmbare Spannungsabfälle handelt.

Vielerorts kommt es auch darauf an, ob die Abonnenten bisher mit ruhigem Licht verwöhnt wurden oder nicht.

Der Vorsitzene bestätigt, dass die 10 % Spannungsabfall, von denen Herr Riggenbach (siehe Seite 537, links) sprach, nur sehr kurzzeitig auftreten.

Er dankt den Herren Diskussionsrednern für ihre wertvollen Beiträge, und wiederholt seinen Dank an den Hauptreferenten, Herrn Professor E. Dünner.

(Fortsetzung des Berichtes folgt.)

Eigenschaften kautschukfreier, nicht keramischer plastischer Isolierstoffe.

Von *A. Imhof*, Zürich, und *H. Stäger*, Baden.

(Fortsetzung von Seite 516 und Schluss.)

621.315.616.9

Eigenschaften.

Wir haben versucht, im folgenden die Eigenschaften in einigen Tabellen zusammenzustellen. Im Interesse der Uebersichtlichkeit wurden je in eine Tabelle zusammengefasst alle *mechanischen Eigenschaften*, in eine zweite Tabelle alle *elektrischen Eigenschaften*, in die dritte das *Verhalten gegen Wärme und Feuer*, in der vierten das *hygroskopische und chemische Verhalten*, in der fünften die namentlich für die *Fabrikation* wichtigen Eigenschaften. Da die meisten Werte erheblichen Schwankungen unterliegen, geht es nicht wohl an, nur etwa Mittelwerte verschiedener Quellen anzugeben. Die Tabellen enthalten Minimalwerte, die zum Teil durch Normen festgelegt sind, zu einem anderen Teil erfahrungsgemäss bei sorgfältiger Fabrikation mindestens erreicht werden, dann Mittelwerte und endlich Maximalwerte, die nur in besonders günstigen Fällen mit grösster Sorgfalt erreichbar und nicht beliebig reproduzierbar sind. Der Konstrukteur wird seinen Berechnungen im allgemeinen die Minimalwerte zugrunde legen. In vielen Fällen, wo diese nicht ausreichen, werden durch besondere Vereinbarung mit dem Fabrikanten höhere Werte verlangt werden können. Die angegebenen Maximalwerte werden aber *nie als Garantiewerte* verlangt werden dürfen.

Zu den einzelnen Eigenschaftsgruppen seien noch einige Bemerkungen gemacht.

1. Mechanische Eigenschaften.

(Tabelle II.)

Die bei Metallen in erster Linie beachtete Zugfestigkeit eignet sich bei den Preßstoffen weniger gut zur Charakterisierung, weil bei der im allgemeinen sehr niedrigen Dehnung kleine Krümmungen der Probestäbe zu starker Streuung Anlass geben, weil weiterhin die Druckbeanspruchung in den Einspannstellen zu Fehlresultaten führen kann. Allgemein wird die Biegefestigkeit ermittelt, ferner die Druckfestigkeit und die Härte. Besonders charakteristisch ist auch die Schlagbiegefestigkeit, variiert sie doch je nach Preßstoff zwischen etwa 2 und 40 cmkg/cm². Die Härtebestimmung ist schwieriger durchzuführen als bei Metallen. Während im allgemeinen die Brinellprobe mit Kugeln von 5 oder 10 mm ⌀ gemacht wird, hat sich die schweizerische Isolierstoff-Kommission zur Prüfung mit Flachstempel geeinigt. Die Werte der Dehnung vor dem Bruch werden leider im Zusammenhang mit der Biegefestigkeit noch selten angegeben, obwohl sie für viele praktische Anwendungen wesentlich und auch für die Zusammensetzung und Behandlungsart recht charakteristisch sind. Als einfach bestimmbare Grösse haben wir deshab in manchen Fällen die Durchbiegung vor dem Bruch angegeben.

Den Tabellenwerten liegen VDE-Stäbe von 120×15×10 mm zugrunde. Die Schlagbiegefestigkeiten können nicht auf Werte umgerechnet werden, die an anders dimensionierten Stäben gefunden wurden.

Es sei ausdrücklich bemerkt, dass die an Prüfstäben gemessenen Werte in sehr vielen Fällen grösser sind als an Stäben, die aus dem fertigen Pressgegenstand herausgeschnitten werden. Dies hängt mit der presstechnisch günstigen Form der Prüfstäbe zusammen. Besonders dann werden sich Verschlechterungen ergeben, wenn durch die Art

Mechanische Eigenschaften.

Erste Zahl = Minimalwert. Zweite Zahl = Mittelwert. Dritte Zahl = Maximalwert.

Tabelle II.

Type	Zusammensetzung	Spez. Gewicht	Biegefestigkeit kg/cm²	Durchbiegung mm	Schlag-Biegefestigkeit kgcm/cm²	Zugfestigkeit kg/cm²	Bruchdehnung in %	Druckfestigkeit // Pressrichtung kg/cm²	Druckfestigkeit ⊥ Pressrichtung kg/cm²	Brinellhärte kg/mm²	Elastizitätsmodul
1	Phenoplast mit anorg. Füllstoff	1,7 1,8 2,0	500[1]) 560 650	1,9	3,5[1]) 5,6 10	240 340 400	0,9	1700 1900 2000	—	20 50 70	7—8·10⁴
O	Phenoplast mit organ. Füllstoff mit normalem Fliessvermögen	1,28 1,37 1,45	600[1]) 650 700	2,4 3,1	5[1]) 7 16	300 320 330	—	1700 1750	1900	40 43 45	
S	Phenoplast mit organ. Füllstoff mit gut. Fliessvermögen . . .	1,22 1,36 1,45	700[1]) 810 1000	2,4 3,6 5	6[1]) 9 16	300 370 490	1,0	1700 2500 3000	1700 1800 1900	20 44 60	4—5·10⁴
T	Phenoplast mit organ. Gespinst als Füllstoff .	1,21 1,34 1,47	600[1]) 730 1000	2,3 4,5 6,9	12[1]) 25 40	290 360 550	1,2	1300 2200 2900	700 1050 1550	20 35 45	4—5·10⁴
K	Animoplast mit org. Füllstoff .	1,48 1,53 1,55	600[1]) 1050 1200	3,4	5[1]) 10 12	350 430 500	0,9	2000 2200 2400	—	20 41 53	3—4·10⁴
7	Naturharz oder Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	1,9 2,1	250[1])	—	1,5[1])	—	—	—	—	15	—
8	Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	1,9 2,1	150[1])	—	1,0[1])	—	—	—	—	15	—
A	Azetylzellulose m. oder ohne Füllstoff	1,35 1,44 1,6	300[1]) 390 550	7,5	15[1]) 65 100[2])	260 300 350	—	575	—	6 6,5 8	—
N	Nitrozellulose mit Füllstoff . . .	1,7 1,85 2,0	300[1]) 500	2	4[1]) 8	300	—	1900	—	8	—
2	Kunstharz m. Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	2,1	350[1]) 350 360	0,9	2[1]) 2,3	—	—	—	—	35	—
3	Kunstharz m. Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	2,1	200[1]) 300	—	1,7[1])	—	—	—	—	—	—
4	Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	1,7 2,3	150[1])	—	1,2[1])	—	—	—	—	—	—
Y	Bleiborat und Glimmer . . .	3,3	1000[1])	—	5[1])	600 700	—	1200 — 3900	—	40	—
X	Zement od. Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff . . .	2 2,4	150[1])	—	1,5[1]) 1,5	—	—	—	—	—	—
	Phenoplast mit Asbestgewebe als Füllstoff .	1,8 1,9	720	—	22	400	—	—	—	50 60	—
	Phenolgiessharz .	1,3 1,32	120 360 650	—	2 6 16	135 410 700	—	1300 1450	—	14 34	—
	„Trolon" Giessharz .	1,35	1200	—	30	600	—	1300	—	12	—
	Kresolpressharz .	1,25 1,28	580 650	4,7	6,5	—	—	—	—	58	—
	Vinylpolymerisate	1,04 1,05	610 650	—	8,5 17	390	—	950	—	11 18	—
Vergleichswerte	Hartgummi . . .	1,15 1,7	600 900 1100	12 22	7 12	240 500	—	—	—	15 19 26	2600 (Ebonit)
	Porzellan	2,5	660	—	2	280	—	5000	—	—	—
	Steatit	2,6	1200 1400	—	3,8 4,5	550 800	—	8500 9000	—	—	—
	Eichenholz (längs)	0,74 0,78	600 1150	—	20 40	900	—	400 460	—	5	9—10·10⁴
	Gusseisen	7,1 7,3	2000 3000	—	9 16	1000 2000	0,3 1	7000 8000	—	120 160	70—100·10⁴

[1]) VDE Mindestwerte. [2]) Dynamit A.-G., Troisdorf.

Tabelle III.

Material	Biegefestigkeit kg/cm²		Durchbiegung vor Bruch mm		Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	
	20° C	—40° C	20° C	—40° C	20° C	—40° C
Type S	785	945	2,7	1,5	11,7	6,0
Type S (harzarm)	—	824	—	—	—	5,0
Type 1	510	735	1,9	0,5	10,6	6,0
Neoresit Nr. 3091 [1])	700	860	—	0,5	5—6	3,5
Type T	780	—	5	—	30—35	26—29
Asbestschnur mit Phenolharz . . .	900—1000	1600	—	0,35—0,50	22	12
Zum Vergleich: Resocel (Hartpapier)	2200	2300	7	5,7	33	27,5

[1]) Sondermischung, hochwärme- und alkalienbeständig.

der Form nicht überall die gleiche Pressung möglich ist, ferner wenn, wie bei der Type T, die Lagerung der Gespinstschnitzel oder -fäden im Preßstück nicht die gleich günstige wird wie im Prüfstab. So können sich z. B. Stoffschnitzel quer zu der am stärksten beanspruchten Schicht legen. Auch bilden sich bei manchen Formen leicht sog. Harznester, die wesentlich spröder sind als die übrigen Teile. Keine mechanische Eigenschaft ist auf verschiedene erschwerende Umstände der Fabrikation so empfindlich wie die Schlagbiegefestigkeit, die sehr wohl bei scheinbar gleicher Fabrikation, bei ein und derselben Stoffart, gleicher prozentualer Harzmenge etc. im Verhältnis 3 : 2 variieren kann.

Je grösser die Wandstärken sind, desto kleiner werden im allgemeinen die spezifischen Festigkeitswerte. Die Ursachen liegen in der weniger vollständigen Durchhärtung, oder wenn diese vollzogen wird, in der Erzeugung innerer Spannungen der verschieden tief liegenden Schichten. Um solche Ungleichmässigkeiten zu vermeiden, sollten nach Möglichkeit an ein und demselben Preßstück nicht sehr verschiedene Wandstärken vorkommen. Presstechnisch sind Verhältnisse zwischen dicken und dünnen Wandungen von etwa 3 : 1 noch ausführbar, ja es werden nicht selten Gegenstände mit Verhältnissen von etwa 5 : 1 gepresst, wobei es manchmal möglich ist, durch geeignete Temperaturverteilung an der Pressform ausgleichend zu wirken. Da sich die Presszeit nach den dicksten Wandungen richtet, bedingt schon eine einzige dickwandige Stelle einen höhern Preis als dies sonst der Fall wäre.

Noch wenig erforscht ist das ganz langsame Schwinden des fertigen Materials unter Druck in Funktion der Zeit und des spezifischen Druckes. Dass solche Schwindungen vorkommen, hat die Praxis verschiedentlich gezeigt.

Mangels erhältlicher Daten konnten in die Tabelle der mechanischen Werte nur die bei Raumtemperatur (ca. 20° C) ermittelten Zahlen eingesetzt werden. Die Verfasser haben einige Messungen bei tiefen Temperaturen gemacht, die in Tabelle III wiedergegeben sind:

2. *Elektrische Eigenschaften.* (Tabelle IV.)

Ueber die dielektrischen Verluste liegt ein einigermassen genügendes Datenmaterial nur vor für

Elektrische Eigenschaften. Tabelle IV.

Type	Zusammensetzung	Dielektr. Konst. ε	Dielektr. Verluste tg δ bei 20° C		Durchschlagsfestigkeit kv/cm				Oberflächenwiederstand				Durchgangswid. nach 24 h unter Wasser	
					Anstieg 1 kv/sek.		1 min./Dauer		nach 24 h unter Wasser			96 h u. W.		
			800 Per./s	50 Per./s	1 mm 20° C	4 mm 20°	5 mm 20°	5 mm 90°	Vergleichzahl (VDE)	$M\Omega$	% d. Wid.b. Lieferung	% d. Wid.b. Lieferung	$M\Omega$	% d. Wid.b. Lieferung
1	Phenoplast mit anorg. Füllstoff	7 20[1])	0,2—1	> 0,1	80	50	40—90	60	3[5])—5	5.10^3-5.10^5	40—50	10	10^4—5.10^5	40
O	Phenoplast mit org. Füllstoff. mit normalem Fliessvermögen	5—7	0,04—0,15	—	170	145	80—95	60	3[5])—4	10^4—5.10^5	15—40	5—10	10^5—5.10^5	10
S	Phenoplast mit org. Füllstoff. mit gutem Fliessvermögen	5,5—9	0,04—0,4	0,15	170	145	80—95	60	3[5])—4	10^3—10^4	20—40	5—12	10^4—10	10
T	Phenoplast mit org. Gespinst als Füllstoff	4—7	0,22	0,05	150	125	80—90	55	3[5])—4	10^3—10^4	10—20	1—5	10^4—10^5	10
K	Animoplast mit org. Füllstoff	4,5—12	0,02—0,06	—	130	130	80—95	—	4[5])—5	5.10^5—10^6	70—90	50—80	10^5—5.10^5	60
7	Naturharz od. Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff	5	0,1—0,2	—	150	100	70	—	3[5])—4	5.10^5	30—50	5—10	—	—
8	Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff	—	0,1	—	—	—	70	—	3[5])—5	> 10^6	10—30	5—10	—	—
A	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	5,2—6,9	0,02—0,03	—	200	115	—	—	3[5])—4	5.10^4—10^5	30—80	10—20	5.10^4	20
N	Nitrozellulose mit Füllstoff	4,9—7	0,05—0,15	—	190	150	—	—	3[5])—4	5.10^4—10^5	10	1	10^6	10
2	Kunstharz mit Asbest und mineral. Füllstoff	15—20	0,1—0,3	—	80	50	30	—	3[5])—4	10^5	25	10	—	—
3	Kunstharz mit Asbest und mineral. Füllstoff	—	—	—	—	—	—	—	3[5])—	—	—	—	—	—
4	Bitumen mit Asbest und mineralischem Füllstoff	~ 15	~ 0,3	—	80	50	50	—	3[5])—4	10^5	40	10	—	—
Y	Bleiborat und Glimmer	8	0,015—0,02	—	150[2])	—	—	—	4[5])—5	> 10^6	10—40	10	—	—
X	Zement oder Wasserglas mit Asbest und mineral. Füllstoff	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—
	Phenoplast mit Asbestgewebe als Füllstoff	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
	Phenolgiessharz	4—12	0,04—0,27	—	35—230[3])	—	50—95	—	4—5	10^5—10^6	1	—	10^6—10^8	—
	«Trolon»-Giessharz	7—8	0,04	—	300[4])	—	—	—	3	10^2—10^3	1	—	10^2—10^3	1
	Kresolpressharz	5—6	0,02	—	210	160	—	—	5	> 10^6	80	—	—	—
	Vinylpolymerisate	2,3—2,5	0,0002	—	180	100	—	—	5	> 10^6	—	—	> 10^6	—
Vergleichswerte	Hartgummi	2,5—3,5	0,02—0,04	—	—	—	—	—	—	> 10^6	—	—	—	—
	Porzellan	4,4	0,05	—	—	—	—	—	—	> 10^6	—	—	—	—
	Steatit	6,4	0,0023	—	—	—	—	—	—	> 10^6	—	—	—	—
	Hartpapier	4—5	0,01—0,1	—	—	—	320—440	240-400	—	10^2	0,1	0,01	—	—

[1]) Mehdorn: Die gummifreien Preßstoffe.
[2]) AEG.
[3]) Dr. Raschig G. m. b. H.
[4]) Dynamit A.-G., Troisdorf.
[5]) VDE-Mindestwerte.

eine Temperatur von 20° C; bei 90° wurden in den Laboratorien der Micafil A.-G. verschiedentlich Messungen an Phenoplasten vorgenommen. Mit wachsender Temperatur nehmen die Werte meist erheblich ab.

Die Durchschlagfestigkeiten wurden zwischen Kugeln von 25,4 mm Durchmesser ermittelt. Die Streuung war verhältnismässig gering, was auch aus den Tabellenwerten hervorgeht. Es gelingt, gegenüber den Tabellenwerten mit besonderer Sorgfalt noch etwa 20 % höhere Durchschlagfestigkeiten zu erreichen, wie dies Messungen der Micafil A.-G. z. B. an einigen Phenoplasten zeigten. Bei 90° C betrugen die Durchschlagfestigkeiten der Phenoplasten im allgemeinen 70 bis 80 % der Werte bei 20° C.

Man muss zugeben, dass die Phenoplaste nicht zu den elektrisch wirklich hochwertigen Isolierstoffen gehören. Bei deren Beurteilung ist aber anderseits als günstiges Moment zu berücksichtigen, dass die elektrischen Qualitäten in den verschiedenen Richtungen annähernd gleich sind, während die elektrisch besonders hochwertigen, geschichteten Isolierstoffe in Schichtrichtung vielmals schlechter sind als quer dazu.

Leider liegen über das dielektrische Verhalten der übrigen Materialien bei höhern Temperaturen noch sehr wenige Messdaten vor.

Phenoplast-Gegenstände werden im allgemeinen nach dem Entfernen aus den Formen nicht nachgeheizt. Wo aber besondere Zuverlässigkeit in elektrischer Hinsicht verlangt wird, ist ein Nachheizen vorteilhaft, nicht nur in bezug auf Wärmedurchschläge, sondern auch zur sichern Verhinderung von Gleitentladungen auf der Oberfläche. Bei guter Härtung ist auch die Gefahr der Kriechwegbildung geringer als bei Stücken, die noch aceton-lösliche Bestandteile (mehr als etwa 1 bis 2 %) enthalten.

3. *Verhalten gegen Wärme und Feuer.* (Tabelle V.)

Die vielgestellte Frage, bis zu welcher Temperatur ein Material wärmebeständig sei, kann nur beantwortet werden, wenn die Bestimmungsmethode genau angegeben wird. Für die in unserer

Verhalten gegen Wärme und Feuer.

Erste Zahl = Minimalwert. Zweite Zahl = Mittelwert. Dritte Zahl = Maximalwert.

Tabelle V.

Type	Zusammensetzung	Beständigkeit nach Martens	Dauerbeständigkeit °C	Glühkonusprobe (SEV) Feuerbeständigkeit °C	Glühkonusprobe (SEV) Nichterweichbarkeit bis °C	Glutfestigkeit Vergleichszahl (VDE)	Lichtbogenfestigkeit	Linearer Ausdehnungskoeff. × 10^{-6}	Wärmeleitfähigkeit in $\frac{\text{Joule-cm}}{\text{cm}^2\ \text{sec}\ ^\circ\text{C}}$ 10^{-4}
1	Phenoplast mit anorg. Füllstoff	150 [1] 170 220	180 195 200	430 > 500	> 500	4 [1] 4	0	25 30 40	17 43 75
O	Phenoplast mit org. Füllstoff mit normalem Fliessvermögen	100 [1] 125	150	410 440	> 500	2 [1] 2 3	0	37 50 75	17 20 24
S	Phenoplast mit org. Füllstoff mit gutem Fliessvermögen	125 [1] 150 190	150 160 180	410 440	> 500	3 [1] 3	0	37 50 60	10 20 24
T	Phenoplast m. org. Gespinst als Füllstoff	125 [1] 130 160	110 130 150	410 440	> 500	2 [1] 3	0	20 48 60	10 18 24
K	Animoplast m. org. Füllstoff	100 [1] 125 135	85 105	—	—	2 [1] 3 3	0	40 45 50	14
7	Naturharz od. Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff	65 [1]	80	—	—	1 [1] 1	0	40	20
8	Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff	45 [1]	70	—	—	3 [1]	0	40	20
A	Azetylzellulose mit od. ohne Füllstoff	40 [1] 45 50	70 90	—	—	1 [1] 1	0	122 125 130	8
N	Nitrozellulose mit Füllstoff	40 [1] 45	—	—	—	2 [1] 2	0	78 80	13
2	Kunstharz mit Asbest und mineral. Füllstoff	150 [1]	—	—	—	4 [1] 4	0	20	17
3	Kunstharz mit Asbest und mineral. Füllstoff	150 [1]	—	—	—	4 [1]	0	—	—
4	Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff	150 [1]	—	—	—	4 [1] 4	0	—	—
Y	Bleiborat und Glimmer	400 [1]	—	—	—	5 [1]	3	7,5 10	—
X	Zement oder Wasserglas mit Asbest und mineral. Füllstoff	250 [1] 300	—	> 500	> 500	5 [1]	3	—	—
	Asbestphenoplast m. Asbestgewebe als Füllstoff	200	—	—	—	4	0	30	40
	Phenolgiessharz	51 110	140	—	—	2 3	—	—	—
	«Trolon»-Giessharz	55	—	—	—	3	—	96	8,7
	Kresolpressharz	150	—	—	> 500	4 [2]	0	—	—
	Vinylpolymerisate	65 70 85	90 110	—	—	1	0	78 102	8 10
	Celluloid	—	—	—	—	0	0	140	—
Vergleichswerte	Hartgummi	65 90	—	—	—	1 3	0	77	17
	Porzellan	—	—	—	—	—	—	3,8 4,5	80
	Eichenholz	—	100 120	—	—	2	0	// 3,3—9 ⊥ 54	⊥ 16—20 // 35
	Gusseisen	—	500	—	—	—	—	11	3000 6500

[1]) VDE Mindestwerte [2]) Nowack A.-G., Berlin

Tabelle angegebene Beständigkeit nach Martens, ferner die Glutfestigkeit und Lichtbogen-Festigkeit sei auf die Vorschriften des VDE verwiesen, wo die entsprechenden Prüfmethoden beschrieben sind. Die Glühkonusprobe des SEV soll ein Mass für die Feuerbeständigkeit geben, da die bei Erhitzung durch den heissen Metallkonus freiwerdenden Gase durch elektrische Funken entzündet werden. Die Probe gleicht im Prinzip etwas der Flammpunktsermittlung bei Oelen. Sie gibt aber nur einigermassen vergleichbare Werte, wenn Platten gleicher Dicke untersucht werden, da dikkere Platten pro Zeiteinheit infolge ihrer grösseren Berührungsflächen mehr Gas entwickeln. Tatsächlich geben dickere Platten niedrigere Werte als dünne. Die in der Tabelle angegebenen höchsten Werte gelten bei Platten von nicht über etwa 6 mm Stärke. Die «Dauerbeständigkeit» ist diejenige Temperatur, der ein Gegenstand aus der betreffenden Masse mindestens 48 Stunden ausgesetzt werden kann, ohne sich wesentlich zu deformieren, Blasen zu zeigen und in seinen mechanischen Eigenschaften unbrauchbar zu werden. Die letzte Forderung ist allerdings ausserordentlich unscharf; Bestrebungen zu einer genaueren Definition sind innerhalb des SVMT im Gange.

4. *Hygroskopisches und chemisches Verhalten.* (Tabelle VI.)

Die Wasseraufnahme der verschiedenen Preßstoffe kann nur verglichen werden, wenn das Verhältnis von Oberfläche zum Volumen ein gleiches ist, am besten, wenn gleichgeformte Körper verwendet werden. Es ist zweckmässig, Prüfstäbe oder Abschnitte von Prüfstäben zu verwenden. Die gegebenen Zahlen können nur ein ganz ungefähres Bild über das hygroskopische Verhalten sein. Interessant ist besonders die Kolonne «Relative Aufnahme» im Vergleich zu Type S = 1, wo kleinste und grösste Werte aus Literatur und eigenen Messungen gegeben sind. In Luft richtet sich die maximale Feuchtigkeitsaufnahme nach der relativen Luftfeuchtigkeit. Erfahrungsgemäss ändern sich die dielektrischen Eigenschaften der Pressgegenstände nicht wesentlich in einem Raum, dessen Feuchtigkeit 70 bis 80 % nicht übersteigt,

Hygroskopisches und chemisches Verhalten.
b = beständig; zb = ziemlich beständig; ang = angegriffen; nb = nicht beständig. Tabelle VI.

Type	Zusammensetzung	Wasseraufnahme nach				Beständigkeit in											
		1 Tag Gew. %	4 Tage Gew. %	30 Tage Gew. %	Relat. Aufnahme Type S = 1	Säuren schwach	Säuren stark	Alkalien schwach	Alkalien stark	Oele und Fette	Alkohole	Benzin	Benzol	Chlorkohlenwasserstoffe	Schwefelkohlenstoff	Azeton	Aether
1	Phenoplast mit anorgan. Füllstoff	0,03	0,09	0,25	0,3 0,5	b	zb	b	nb	b	b	b	b	b	b	b	b
O	Phenoplast mit org. Füllstoff mit normalem Fliessvermögen	0,13	0,3	—	0,95 1,5	zb	nb	b	nb	b	b	b	b	—	—	b	—
S	Phenoplast mit org. Füllstoff mit gutem Fliessvermögen	0,14	0,3	1,2	0,85 1,3	zb	nb	b	nb	b	b	b	b	b	—	b	b
T	Phenoplast mit org. Gespinst als Füllstoff	0,29	0,83	—	2 2,6	zb	nb	b	nb	b	b	b	b	b	—	b	b
K	Animoplast mit org. Füllstoff	0,07	0,14	0,31	0,5 0,6	zb	zb	b	zb	b	b	b	b	b	—	b	b
7	Naturharz oder Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff	0,07	0,12	—	0,4 0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	0,3	0,75	2,6	2,1 2,5	ang	ang	ang	nb	b	nb	b	nb	nb	—	nb	nb
N	Nitrozellulose mit Füllstoff	0,05	0,17	—	0,4 0,55	b	nb	ang	nb	b	nb	b	ang	ang	—	—	nb
2	Kunstharz mit Asbest u. mineral. Füllstoff	0,17	0,37	—	1,2	b	zb	b	nb	b	b	b	b	b	b	b	b
3	Kunstharz mit Asbest u. mineral. Füllstoff	—	—	—	—	b	zb	b	nb	b	b	b	b	b	b	b	b
4	Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff	0,11	0,32	—	0,85 1,05	—	—	—	—	nb	—	—	—	—	—	—	—
Y	Bleiborat und Glimmer	0	0	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff	Hygroskopisch!				—	—	—	—	b	—	—	—	—	—	—	—
	Phenoplast mit Asbestgewebe als Füllstoff	0,03	0,07	0,19	0,3 0,4	b	zb	b	nb	b	b	b	b	b	b	b	b
	Phenolgiessharz	—	—	—	—	b	ang	—	—	b	—	—	—	—	—	—	—
	«Trolon»-Giessharz	0,06	—	—	0,4	zb	zb	nb	nb	b	b	b	b	b	—	—	b
	Kresolpressharz	0,04	0,07	—	0,25 0,3	b	b	b	nb	b	b	b	b	b	b	b	b
	Vinylpolymerisate	0	0	0,1	0 0,09	b	b	b	b	b	b	nb	nb	nb	—	—	nb
	Celluloid	0,12	0,26	1,2	0,85 1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vergleichswerte	Galalith	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Hartgummi	0	0	0,08	—	b	—	—	—	ang	ang	ang	ang	—	—	—	—
	Porzellan	0	0	—	—	b	b	b	b	b	b	b	—	—	—	—	—
						äuss. Fluorsäure											
	Eichenholz	40	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

sofern es sich nicht um geradezu hygroskopische Stoffe handelt, die relative Aufnahme also den Wert von etwa 2,5 bis 3 nicht übersteigt. Wichtig ist, dass die Feuchtigkeit bei kurzzeitig starker Benützung nicht rasch eindringt, in welchem Sinn die Erwähnung der Feuchtigkeitsaufnahme nach 1, 4 und 30 Tagen einen Sinn hat. In dieser Hinsicht wirkt sich auch die Presshaut günstig aus, während sie auf die aufgenommene Wassermenge nach längerer Einwirkungszeit keinen grossen Einfluss hat.

Tabelle VI gibt auch Auskunft über das Verhalten der Pressmassen gegen chemische Einflüsse.

5. *Daten für die Fabrikation.* (Tabelle VII.)

Tabelle VII enthält grösstenteils Daten, die den Benützer der Pressgegenstände weniger interessieren als den Hersteller, mit Ausnahme des Preises und des spez. Gewichtes.

Eine besondere Bemerkung ist über die Schwindung zu machen. Es kommt öfters vor, dass bei der Herstellung des Materials eine bestimmte Form vorgesehen wird, dass sich aber später die Eigenschaften in irgendeiner Hinsicht nicht als geeignet erweisen und dann eine andere Type gewählt wird. Wo es auf genaue Masseinhaltung ankommt, führt dieser Wechsel manchmal zu Schwierigkeiten, da das Schwindmass der verschiedenen Massen ungleich ist.

Eine absolut genaue Masseinhaltung ist bei Pressgegenständen nicht möglich, weil die Schwindung bei ein und derselben Type innert gewisser Grenzen ändern kann.

Soll für die regelmässige Einhaltung gegebener Eigenschaften Gewähr bestehen, so ist eine sehr sorgfältige und verständnisvolle Fabrikation notwendig, über der unablässig das scharfe Auge der prüfenden Instanz wacht: Einhaltung der richtigen Presstemperaturen und -zeiten, Verwendung gut trockener Mischungen. Nicht vollständig oder nicht über den ganzen Querschnitt ausgehärtete Massen haben zu niedrige Festigkeitsdaten. Eine zu grosse Presszeit beeinflusst die Biegefestigkeit in ungünstigem Sinne, während die Schlagfestigkeit hiedurch weniger berührt wird. Nicht vollständige

Daten für Fabrikation.

Erste Zahl = Minimalwert. Zweite Zahl = Mittelwert. Dritte Zahl = Maximalwert. Tabelle VII.

Type	Zusammensetzung	Härtung: Pressung kg/cm²	Härtung: Temperatur °C	Härtung: Relative Geschwindigkeit der Pressung Type S = 1	Erforderliches Vielfaches des Vol. des fert. Stückes bei: Pulver [1]	Erforderliches Vielfaches des Vol. des fert. Stückes bei: Tabletten [1]	Gewicht v. 1 cm³ geschütt. Masse in g [2]	Schwindung in %	Spezifisches Gewicht	Relative Oberflächengüte Type S = 1	Relativer Preis Type S = 1
1	Phenoplast mit anorgan. Füllstoff	200–250	145–180	0,8 - 1,2	3,5	1,7	2,2	0,1 0,3 0,4	1,7 1,8 2,0	0,8–1	0,9–1,25
O	Phenoplast mit org. Füllstoff mit normalem Fliessvermögen . . .	200–500	160–180	0,5	2,5	1,2	—	0,4 0,75 0,9	1,3 1,4 1,45	1	1–1,5
S	Phenoplast mit org. Füllstoff mit gutem Fliessvermögen	200–500	145–180	0,8–1,2	2,5	1,2	2,4	0,5 0,75 1,0	1,2 1,4 1,45	1	0,85–1,15
T	Phenoplast mit org. Gespinst als Füllstoff . .	300–700	165–180	0,5 - 1,2	6 - 8	3 4	—	0,3 0,65 0,9	1,2 1,35 1,45	0,5–0,8	1,8–2,5
K	Animoplast mit org. Füllstoff	350	135	0,65–0,75	—	—	3,5	0,4 0,5 0,6	1,48 1,53 1,55	1	2,5
7	Naturharz oder Bitumen mit Asbest u. mineral. Füllstoff	100	—	Thermoplast	—	—	—	0,2	1,9 2,1	0,5–0,8	—
8	Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff . .	100	—	Thermoplast	—	—	—	0,2	1,9 2,1	0,8	—
A	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	–	120–160	0,5–0,8	—	—	—	—	1,35 1,44 1,6	1	2,7–4,4
N	Nitrozellulose mit Füllstoff	—	—	—	—	—	—	—	1,7 1,35 2,0	1	—
2	Kunstharz mit Asbest u. mineral. Füllstoff . .	—	kalt	0	—	—	—	1,5 2,0	2,1	stumpf unglatt	0,5–1
3	Kunstharz mit Asbest u. mineral. Füllstoff . .	—	kalt	0	—	—	—	1,5 2,0	2,1	stumpf unglatt	0,5–1
4	Bitumen mit Asbest und mineral. Füllstoff . .	—	kalt	0	—	—	—	—	1,7 2,3	stumpf unglatt	—
Y	Bleiborat und Glimmer	—	700	—	—	—	—	—	3,3	stumpf unglatt	—
X	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff	—	kalt	—	—	—	—	—	2 2,4	rauh	—
	Phenoplast mit Asbestgewebe als Füllstoff .	—	145–180	1	—	—	—	—	1,8 1,9	0,5–0,8	2,5
	Phenolgiessharz	0	145–160	—	—	—	—	—	1,3 1,31 1,35	1	> 3
	«Trolon»-Giessharz . . .	0	—	—	—	—	—	—	1,35	—	—
	Kresolpressharz	250–500	150–160	0,3	3	1,5	—	0,9 1,2 1,6	1,25 1,28	1	1,5–2,0
	Vinylpolymerisate . . .	—	120 - 170	0,5 - 0,8	—	—	—	—	1,04	1	3,9 - 4,2
	Porzellan	—	—	—	—	—	—	10 15	2,3 2,5	—	—
	Steatit	—	—	—	—	—	—	8 9	2,6	—	—
	Gusseisen	—	—	—	—	—	—	2 4	7,1 7,3	—	—

[1] A. Nowack A.-G., Berlin. [2] Römmler A.-G., Spremberg.

Trocknung der Mischungen bewirkt eine ganz gewaltige Verminderung fast aller Werte. So kann in extremen Fällen die Biegefestigkeit auf fast die Hälfte sinken (23 Tage Lagerung der Mischung bei 100 % rel. Feuchtigkeit). Aehnliches gilt von der Wärmefestigkeit in Martens-Graden und von der Oberflächen-Widerstands-Vergleichszahl. Der innere Widerstand sinkt schon bei mehrtägiger Lagerung bei 50 % rel. Luftfeuchtigkeit bei vielen Mischungen auf etwa den tausendsten Teil, aber auch die übrigen Eigenschaften leiden bei 50 % Feuchtigkeit schon sehr deutlich. Diesbezüglich sei auf die aufschlussreiche Publikation von A. Schoss «Einfluss verschiedener Luftfeuchtigkeit beim Lagern des Presspulvers auf die Eigenschaften der Prüfstäbe» [17]) verwiesen.

Hautschädigungen durch Kunstharze.

Von Zeit zu Zeit werden immer wieder Fälle von Haut- oder Schleimhauterkrankungen bekannt, die man auf die Berührung mit Kunstharzen, sei es während ihrer Herstellung oder während der Weiterverarbeitung, zurückführt. Da das Problem eine gewisse Bedeutung in verschiedener Hinsicht hat, so soll in diesem Zusammenhange kurz der heutige Standpunkt festgestellt werden.

W. Meyer [18]) vertritt die Auffassung, dass Kunstharze, vor allem Phenoplaste, ekzematöse Hautschädigungen hervorrufen, wobei er allerdings zugibt, dass gewisse Personen besonders empfindlich seien. So vor allem Leute, die viel mit organischen Lösungsmitteln oder Alkalien zu tun haben. Durch die Lösungsmittel wird der Haut das natürliche Fett entzogen, und damit wird sie besonders empfindlich für weitere Einflüsse. Es ist nun eine bekannte Tatsache, dass Phenol und Formaldehyd Hautreizungen hervorrufen können. Meyer nimmt an, dass die Phenoplaste beim Lösen, Schleifen, Erwärmen in geringen Mengen gespalten werden und die entstehenden Spaltprodukte dann in statu nascendi besonders aggressiv seien. Gewisse Substanzen, zu denen er auch die menschliche Haut und die feuchten Schleimhäute zählt, wirken katalytisch auf diese Zersetzung, so dass gerade an diesen Stellen der Angriff speziell stark ist. Stadlinger [19]) nimmt an, dass bei Hautschädigungen durch Kunstharze verschiedene unglückliche Umstände gleichzeitig zusammenwirken müssen, z. B. ungenügende Härtung, ganz besondere Empfindlichkeit der Geschädigten gegen Phenol und Formaldehyd. Auch er nimmt eine gewisse, zersetzende Wirkung in Berührung mit gewissen Stoffen an, z. B. in Berührung mit Seifen. Auch von anderen Autoren werden Fälle von Hauterkrankungen durch Kunstharze genannt, wobei als Kunstharze z. T. ähnliche Erscheinungen angeführt werden wie oben, z. B. Brezina [20]) und Dolgoff [21]). Der erste glaubt, dass in einigen Fällen das Alkali, das als Kondensationsmittel im Kunstharz enthalten sein kann, die schädigende Wirkung ausübt oder doch zum mindesten unterstützt. Demgegenüber möchten wir einige eigene Erfahrungen anführen. Wir haben feststellen können, dass Personen mit grosser Alkaliempfindlichkeit nur dann reagieren, wenn Alkali in Verbindung mit gewissen organischen Stoffen vorkommt, wie z. B. Eiweiss (Casein), Phenol, Formaldehyd usw., während Alkali allein keine Reizung hervorzubringen imstande war. Dolgoff hat beobachtet, dass hauptsächlich beim Polieren von Kunstharzgegenständen Hautschädigungen (Dermatosen) auftreten. Es wird sogar behauptet, dass die Kunstharze zur Gruppe der Allergene gehören und damit die Ursache einer Hyperempfindlichkeit sind (unter Allergie ist eine nach Zeit, Art und Stärke veränderte Reaktionsfähigkeit zu verstehen, welche der Körper nach Vorbehandlung mit körperfremden Stoffen oder nach Ueberwindung einer Krankheit erwirbt. Allergene sind solche körperfremde Stoffe, die die veränderte Reaktionsfähigkeit verursachen).

Auf Grund unserer ausgedehnten Erfahrungen sowohl auf dem Gebiete der Erzeugung von Phenoplasten als vor allem auch bei deren Verarbeitung können wir die Auffassung der erwähnten Autoren nicht teilen. Eine geringe Zersetzung wie sie Meyer annimmt, kommt wohl kaum in Frage. Vor allem ist die Alkalität der Schleimhäute viel zu gering, um eine solche Verseifung zu erzielen. Aber auch die Behauptung von Dolgoff, dass Kunstharze als Allergene zu bezeichnen sind, muss zurückgewiesen werden. Wir müssen vielmehr die Auffassung von Pabst [22]) unterstützen. Er kann nachweisen, dass es sich bei ekzematöser Erkrankung durch das Arbeiten mit Phenoplasten um Fälle von ausgesprochener Idiosynkrasie (Ueberempfindlichkeit) handelt. Die Kunstharze sind also weder als Allergene zu bezeichnen, noch findet eine Verseifung auf den Schleimhäuten statt. Bei allen Fällen, die wir zur Behandlung bekamen, handelte es sich um Personen, die eine ausgesprochene Idiosynkrasie gegen Phenol oder Formaldehyd zeigten. Dabei muss noch hinzugefügt werden, dass die Veranlagung noch verschärft werden kann, wenn die betreffenden Personen, wie bereits erwähnt, mit organischen Lösungsmitteln zu tun haben. In diesen Fällen hilft oft schon eine gute Fettung der Haut mit Lanolin. Es ist durchaus unverantwortlich, auf Grund von einigen Fällen der Ueberempfindlichkeit den Kunstharzen alle möglichen schädigenden Wirkungen zuzuschreiben und sie in der Verwendung einzuschränken oder gar auszuschalten. Es muss vielmehr jede Schädigung genau untersucht werden, und Personen, die entsprechende Veranlagung haben, müssen eben von der Verarbeitung von Kunstharz oder Kunstharzgegenständen ausgeschlossen werden.

[17]) Plastische Massen, Heft 7, Juli 1933.
[18]) Farbenchemiker, Bd. 4 (1933), S. 453.
[19]) Chemikerztg., Bd. 57 (1933), S. 266.
[20]) Die gewerbl. Vergiftungen und ihre Bekämpfung, Stuttgart 1932.
[21]) Arch. f. Gewerbepatalogie u. Gewerbehygiene, Bd. 4 (1933), S. 643.
[22]) Farbenchemiker, Bd. 5 (1934), S. 127.