
KABELVERTEILERSCHRÄNKE UND ZÄHLERSCHRÄNKE AUS HEISSGEPRESSTEM, GLASFASERVERSTÄRKTEM POLYESTER (SMC)

A) Grundlagen SMC / BMC

- Allgemeines, Markt, Geschichte
- Verarbeitung
- Vergleich mit anderen Werkstoffen
- Beständigkeit (Witterungsstabilität, UV-Beständigkeit, Temperaturwechsel)
- Vergleich „Standard“ SMC mit ELSTA
- Recycling, Entsorgung

B) Prüfungen von Kabelverteilerschränken

- Prüfungen nach EN 60439 – 5
- Mechanische Prüfungen (mechanische Stoßfestigkeit, Schlagfestigkeit)
- Kontinuierliche Prüfung der Oberflächenbewitterung

A) Grundlagen SMC / BMC

Allgemeines, Markt, Geschichte

SMC (sheet moulding compound) und BMC (bulk moulding compound) sind faserverstärkte, duroplastische Kunststoffe, die unter Druck und Temperatur in einer geschlossenen Form ausgehärtet werden. Duroplastisch heißt, dass die bei der Aushärtung eingenommene Form durch spätere Temperatureinwirkung nicht mehr verändert wird.

Der europäische Markt für SMC / BMC betrug im Jahr 2001 280.000 t/Jahr. Der Verbrauch teilt sich in die Marktsegmente Elektroindustrie (40%), Transport (40%), Bauindustrie (15%) und verschiedene andere Applikationen (5%).

Speziell bei der Herstellung und Nutzung von Kabelverteilerschränken liegen mehr langjährige und positive Erfahrungen vor, als bei den meisten anderen Kunststoffen. Die ersten Kabelverteilerschränke wurden im Jahre 1963 hergestellt und sind teilweise heute noch im Betrieb. Der Nachweis einer geforderten Lebensdauer von 30 Jahren für den Einsatz von SMC in Kabelverteilerschränken ist damit sogar praktisch erbracht. Polykarbonat und andere Thermoplaste können einen solchen Nachweis nicht vorweisen.

Vergleich mit anderen Werkstoffen

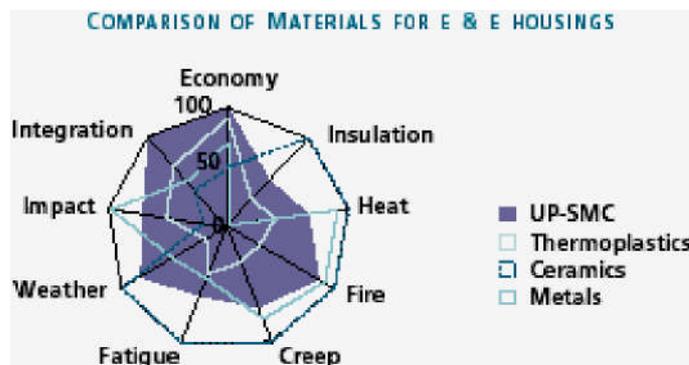


Bild 1: Vergleich elektrischer, chemischer, mechanischer und kommerzieller Eigenschaften verschiedener Werkstoffe

SMC stellt den besten Kompromiss zwischen elektrischen, chemischen, mechanischen, verfahrenstechnischen und kommerziellen Forderungen dar (siehe Matrix in Bild 1).

Beständigkeit: Witterungsstabilität

Die Witterungsstabilität von Werkstoffen, die für Kabelverteilerschränke verwendet werden, ist von entscheidender Bedeutung. Ein einwandfreier Einsatz muss über einen längeren Zeitraum gewährleistet werden. Mit SMC kann auf Erfahrungen seit mehr als 30 Jahren zurückgegriffen werden. Die meisten Schränke sind ohne Lackierung im Außeneinsatz. UV-Licht, Regen, Wind und Temperaturwechsel führen zu keiner Einschränkung der Funktionsfähigkeit. Während Metallschränke verrosten und Schränke aus Polycarbonat verspröden, ist bei Schränken aus SMC lediglich eine leichte Vergilbung und geringe Oberflächenabrasion im Laufe der Zeit erkennbar. Eine Untersuchung an einem Kabelverteilerschrank nach 21 Jahren Außenwitterung ergab folgende Kennwerte:

Prüfung	neues Bauteil nach 21 Jahren	
Biegefestigkeit (N/mm ²)	189	175
Biege-E-Modul (N/mm ²)	11.700	10.600
Biegung bei Bruch (%)	2,1	2,1
Zugfestigkeit (N/mm ²)	102	89
Zug-E-Modul (N/mm ²)	12.900	12.100
Zugdehnung bei Bruch (%)	1,1	1,0
Schlagzähigkeit (kJ/m ²)	72	62

Tabelle 1: Vergleich mechanische Daten zwischen neuem Bauteil und nach 21 Jahren Einsatz

Beständigkeit: UV-Beständigkeit

Die energiereiche UV-Strahlung (Wellenlänge bis 280 nm) im Sonnenlicht ist hauptsächlich für die Alterung der Bauteile verantwortlich. Die harzreiche Oberfläche des SMC-Bauteiles wird an der oberen Schicht bis zu einer Tiefe von 50 – 100 µm durch die UV-Strahlung angegriffen. Eine tiefergehende Schädigung der Struktur, wie z.B. bei Polycarbonat, entsteht nicht. Bei diesem Material dringt die UV-Strahlung tief in den Werkstoff ein und führt zu gravierenden Verschlechterungen der mechanischen und elektrischen Eigenschaften.

Beständigkeit: Temperaturwechsel

Der Temperaturbereich, in denen Kabelverteilerschränke eingesetzt werden, erstreckt sich von -50°C in Skandinavien bis zu +150°C in tropischen Gebieten unter Sonneneinstrahlung. Hier zeigt SMC seine Stärke als Duroplast, das Gefüge des Werkstoffes wird durch diese Temperatureinflüsse nicht verändert. Polycarbonat im Gegensatz versprödet bei tiefen Temperaturen, im oberen Temperaturbereich treten Erweichungserscheinungen auf.

Vergleich „Standard“ SMC mit ELSTA

METHOD (SHORT NAME)	STANDARD	UNIT	STANDARD	HIGH PERFORMANCE
1. Mechanical properties				
1.1 Tensile strength	DIN EN ISO 527-4	MPa	60	80
1.2 Tensile modulus	DIN EN ISO 527-4	MPa	8.500	11.000
1.3 Elongation	DIN EN ISO 527-4	%	1,5	1,8
1.4 Flexural strength	DIN EN ISO 14125 A	MPa	140	165
1.5 Flexural modulus	DIN EN ISO 14125 A	MPa	8.000	11.000
1.6 Fibre stress	DIN EN ISO 14125 A	%	2,2	2,5
1.7 Compressive strength	ISO 14 126	MPa	150	180
1.8 Compressive modulus	DIN EN ISO 604	MPa	8.000	11.000
1.9 Charpy Impact strength	DIN EN ISO 179-1	kJ/m ²	50	80

Bild 2: Typische SMC-Spezifikation (Standard, bzw. hohe Qualität)

SMC setzt sich aus Reaktionsharz, Glasfasern (Längen ca. 12 – 50 mm, Gewichtsanteil bei Verteilerschränken ca. 20 – 30%), Füllstoffen, Farbpaste und verschiedenen Additiven (z.B. zur Einstellung des Brandverhaltens) zusammen. Die jeweiligen Hersteller von Kabelverteilerschränken verwenden unterschiedliche Arten von SMC-Rezepturen.

Es wird ein spezielles, patentiertes SMC mit einem zusätzlichen Oberflächenschutzvlies eingesetzt. Durch dieses zusätzliche Vlies wird die Alterung der Bauteile durch die UV-Strahlung entsprechend hinausgeschoben. Im Vergleich zu Standard-SMC tritt die Vergilbung und die geringe Oberflächenabration erst um ca. 2 – 3 Jahre später auf.

Standard-SMC

patentiertes ELSTA-SMC

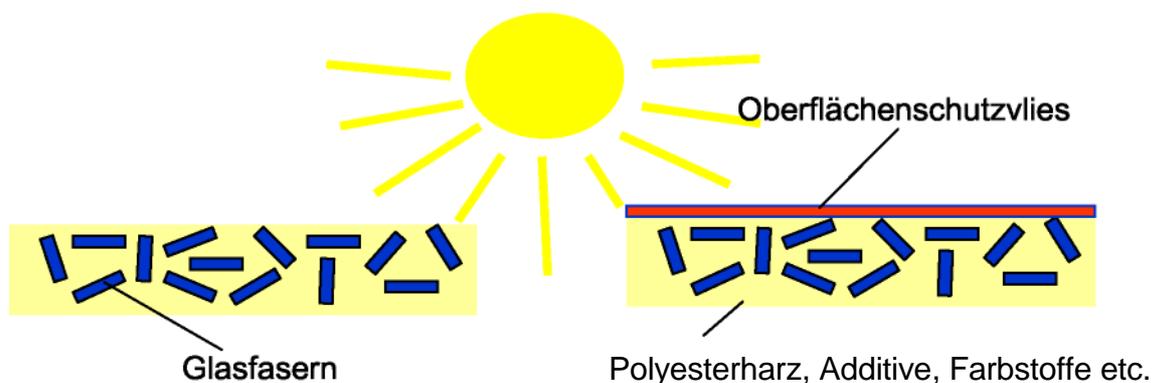


Bild 3: Prinzipaufbau patentiertes ELSTA-SMC

Recycling, Entsorgung

SMC-Formteile werden von der Firma ERCOM recycelt. Das gewonnene Recyclat kann wieder in SMC-Formulierungen eingesetzt werden. Bei diesem Verfahren ist keine chemische Umarbeitung oder energiezehrende Rohstoffrückgewinnung notwendig. Nicht verwertbare SMC-Abfälle können in Europa als Kommunalabfall (Hausmüll) deponiert werden, in Deutschland werden sie fallweise auch thermisch entsorgt.

B) Prüfungen von Kabelverteilerschränken

Prüfung nach EN 60439 – 5

Basis für die Prüfung von Kabelverteilerschränken ist die Norm EN 60439 – 5 (Teil 5: Besondere Anforderungen an Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, die im Freien an öffentlich zugänglichen Plätzen aufgestellt werden, Kabelverteilerschränke in Energieversorgungsnetzen).

Als Beispiel einige der vorgeschriebenen Prüfanordnungen:



Prüfanordnung zum Nachweis der Schlagfestigkeit (Punkt 8.2.9.2.1)

Schlagprüfgerät, das mit einem Pendel, bestehend aus einem Rohr von 9 mm Außendurchmesser und mindestens 1 m Länge, in einem vertikalen Bogen schwingt.

An einem Ende ist eine Stahlkugel von 2 kg Masse befestigt, die aus einer Fallhöhe von 1 m fallengelassen wird und dadurch eine Schlagenergie von 20 J auf der zu prüfenden Oberfläche verursacht.

Bild 4: Prüfanordnung Schlagfestigkeit



Nachweis der mechanischen Festigkeit gegen Schlagbeanspruchung durch scharfkantige Körper (8.2.9.5)

Schlagprüfgerät nach Punkt 8.2.9.2.1, jedoch mit einem Schlagelement von 5 kg Masse und einer Spitze nach Bild 8 der EN 60439-5. Das Schlagelement muss auf eine Fallhöhe von 0,4 m angehoben werden, damit eine Schlagenergie von 20 J auf der zu prüfenden Oberfläche verursacht wird.

Bild 5: Prüfanordnung Schlagbeanspruchung durch scharfkantige Körper

Kontinuierliche Prüfung der Oberflächenwitterung

Weitere Qualitätssicherungs-Maßnahmen, die kontinuierlich in der Fertigung durchgeführt werden, sind die künstliche Oberflächenwitterung und die Prüfung der Zug- und Biegefestigkeit des SMC.

Diese Prüfungen werden zusätzlich zu den Prüfungen unserer SMC-Lieferanten für jede angelieferte Charge durchgeführt.

Mit definierten Prüfplatten werden Bewitterungstests QUV / UV-B gemäß ASTM G 53/96 (angelehnt an ISO 4892-3/94) realisiert. Bei diesem Test entsprechen 1000 Stunden künstlicher Bewitterung einem Einsatz von ca. 2 Jahren in natürlicher Umgebungsatmosphäre. Ziel dieser Prüfung ist die Kontrolle der Oberflächenqualität (es darf kein Austritt von Glasfasern erfolgen, die Farbabweichung 'E' nach CIE Lab muss kleiner 2 sein).



Bild 6: Prüfgerät für Zug- und Biegespannung



Bild 7: Prüfgerät für künstliche Bewitterungstests QUV / UV-B

Kern Elektrotechnik OHG
Industriestrasse 46
D-35684 Dillenburg
Tel. 0049 771/32821
Fax 0049 2771/32864
www.kern-elektroapparatebau.de
info@kern-elektroapparatebau.de

Literaturhinweis:

SMC and BMC in the Electrical Industry, European SMC-Alliance
EN-Norm EN 60439-5