

physikalische Grundgedanken

Gemäß vorgelegter Kaufrechnung und meinem Besichtigungsergebnis kann festgestellt werden, daß die Yacht im Komposit- / Vakuumverfahren gebaut wurde. Es wurden im Schnitt, von innen nach außen gesehen, ca. 5 Glasfaser verstärkte Mattengewebe in einem Epoxydharzbett erzeugt. Weiters wurden 2 Lagen High-Tech Carbonfasergewebe mit ca. 240 g/m² in einem Harzbett aufgetragen. Als äußerste Schicht oder auch Sperrschicht genannt, wurde Gelcoat mehrfarbig in die Form gespritzt. Der Produktionsablauf geschieht natürlich in umgekehrter Reihenfolge wie von mir eben geschildert.

Es kann also aus der Rumpf- und Deckskonstruktion direkt abgeleitet werden, daß die Glasfaserlagen elektrisch so gut wie nicht leitend sind (Innenwiderstand größer 200 M Ohm, abhängig von der Umgebungsionisation). Die Carbonfasern sind jedoch ein guter elektrischer Leiter, der Innenwiderstand liegt im rohen Zustand bei ca. 2,9 Ohm/m² (siehe Lichtbilder in der Anlage). Die von mir durchgeführten Widerstandsmessungen haben keine Allgemeingültigkeit und stellen keine Referenz dar. Sie können jedoch als Näherungswerte für das physikalische Verständnis des Vorgangs herangezogen werden. Aus den von mir durchgeführten Messungen kann direkt geschlossen werden, daß der Innenwiderstand eines Carbonfasergewebes bei gleichbleibender Länge und zunehmender Breite geringer wird. Das heißt, nimmt man nun ein Carbonfasergewebe bei einer Länge von ca. 1m und einer Breite von ca. 1 m, so ergab eine Messung einen Widerstand von 2,9 Ohm (Seite zu Seite), schneidet man nun einen ca. 0,05 m breiten Streifen ab (bei gleicher Länge), so ergibt sich ein Innenwiderstand von ca. 16,03 Ohm.

Der elektrische Widerstand eines Carbonfasergewebes mit ca. 240 g/m² nimmt proportional zur Fläche ab.

Unterstellt man nun beim Bau eines derartigen Schiffsrumpfes eine gute elektrische Verbindung der Carbonfasern der einzelnen Bahn zu der benachbarten, so ergibt sich natürlich in Abhängigkeit der Umgebungsionisation in gewisserweise ein Faradayscher Käfig.

Aufgrund der geringen Stärke der einzelnen verwobenen Carbonfasern (Durchmesser) ergibt sich, eine relativ geringe Strombelastbarkeit gegenüber klassischen elektrischen Leitern.

Im weiterem Verlauf meiner Untersuchungen habe ich die elektrische Belastbarkeit der Carbonfaser untersucht. Es wurde von mir ein Versuchsaufbau mit einer pulsierenden Feststromversorgung mit 1 A, 2 A sowie 4 A verwendet. Die Anbindung der Carbonfasern erfolgte über Konstantanprüfspitzen eines hochwertigen Universalmeßgerätes, der Innenwiderstand des Meßgerätes ist größer 50 M Ohm. Es wurden von mir verschiedene Längen von Carbonfasern zwischen die Prüfspitzen gespannt und vor Strombeaufschlagung der Widerstand gemessen, hierzu wurden mehrere Versuche unternommen.

Bei einer Länge von ca. 3 cm der eingespannten Carbonfaser ergab sich ein Widerstand von ca. 7,3 Ohm. Bei der anschließenden Beaufschlagung mit verschiedenen Strömen, war festzustellen, daß bei Beaufschlagung von 1 Ampere die Carbonfaser erwärmt wurde, jedoch nicht verbrannte. Im weiteren Verlauf beaufschlagte ich die Carbonfaser mit 2 Ampere, jetzt konnten bereits erste Lichtemissionen (Glühen) festgestellt werden. Dies bedeutet, daß bei einer Strombeaufschlagung von 2 Ampere bereits eine geringfügige Überbelastung der Carbonfaser stattfindet (die Überbelastung ist natürlich abhängig von der Zeitkomponente). Im dritten Versuch wurde eine Stromstärke von 4 Ampere durch die Carbonfaser geleitet, jetzt beginnt die Carbonfaser sofort zu glühen. Aufgrund der emittierten Lichtfarbe (im Kern weiß) kann grob auf die entstehende Temperatur geschlossen werden. Diese liegt deutlich über 980 °C (Kerzenlicht). Im Verlauf des dritten Versuches konnte festgestellt werden, daß die einzelnen Fasern der Reihe nach durchbrennen / abreißen und sich gemäß des entstehenden Magnetfeldes um den Minuspol ausrichten (ausfransen). Läßt man den Strom nun weiter fließen, führt das in relativ kurzer Zeit zum abreißen / abbrennen der Carbonfasern. Kurz vor dem endgültigen Abreißen der Fasern liegt der Widerstand bereits weit über 2.000 % höher.

Aus den Meßergebnissen des Unterzeichners, unter Zugrundelegung des Blitzschlaggutachtens der Fa. Meteo France, kann die Spannung des Blitzeinschlages zurück gerechnet werden. Diese Berechnung ist jedoch wiederum nur als Näherungswert anzusehen, da der Übergangswiderstand zwischen Schiffsrumpf und Boden unberücksichtigt bleibt.

Zur Anwendung kommt das Ohmsche Gesetz Nr. 1 $U / I = R$

$I \times R = U$ 83.900 A x 16,3 Ohm = 1.367.570 Volt

**mindest geflossene Spannung im Bereich Schiffsrumpf und Deck,
ohne Berücksichtigung der Takelage und Übergangswiderstand
Luft.**

Bringt man diese Untersuchungsergebnisse bei dem hier gegenständlichen Blitzeinschlag zur Anwendung, so ergibt sich ein Stromflußdiagramm, daß sich schrittweise über einen großen Teil des Deckes und des Rumpfes (hier vermehrt achtern) erstreckt. Die Einleitung des Stromes (Blitzes) erfolgte definitiv am Masttop und wurde über den Aluminiummast der Stagen und Wanten auf das Deck und zum Kielschwein geleitet. Das Erdungskabel zwischen Mastfuß und Kielverschraubung ist abgebrannt und aus den Kabelschuhen gerissen. Es kann also davon ausgegangen werden, daß die elektrische Verbindung zwischen Mast und Kiel nur einen geringen Teil der Blitzenergie weiterleiten konnte (bis zum Abbrennen). Die restliche Energie (Hauptanteil) mußte dann über die Püttingeisen und Verankerung der Takelage am Deck in den Schiffsrumpf eingeleitet werden. Aufgrund der vorausgehenden Untersuchungen zur elektrischen Leitfähigkeit des verwendeten Baumaterials (Carbonfaser) wurde der Strom dann, wie bereits erwähnt, durch das Carbonfaserlaminat des Rumpfes und Deckes zu den Austrittsspuren geleitet. Dieser hohen elektrischen Belastung ist, wie vorstehend beschrieben, die Carbonfaser nicht gewachsen, sodaß die Fasern des Rumpf- und Decklaminates größtenteils verbrannten.

Ich gehe sachverständigenseits davon aus, daß deutlich über 50 % des verwendeten Carbonfasergewebes verbrannt ist.

Gewißheit über den tatsächlichen Verbrennungsgrad des verwendeten Carbonfasergewebes kann nur durch Abfräsen des gesamten Rumpfes und der Decksaufbauten erfolgen (Besonderheit der Deckskonstruktion: das Deck ist fast ausschließlich aus mehreren Carbonfasergewebelagen gefertigt, nur an den Verbindungsstellen und an untergeordneten Positionen wurde Glasfasergewebe mit eingefügt).