



## Von Skipper zu Skipper: Blitzschutz für Ihr Boot

Ursprünglich war geplant, direkt mit dem Thema „Geräteschutz“ zu beginnen, wie es auch angekündigt wurde. Doch die Erfahrung zeigt, dass viele Bootsbesitzer oft nur eine vage Vorstellung davon haben, wie sie ihre Boote effektiv vor Blitzschäden schützen können. Häufig wird fälschlicherweise angenommen, dass die Erdung des Bootes bereits ausreichenden Schutz bietet. Daher ist es essenziell, hier genauer hinzuschauen und die richtige Vorsorge zu treffen.

Es wäre überflüssig, erfahrenen Skippern die Gefahren eines Blitzes im Detail zu erklären. Jeder, der sich auf dem Wasser bewegt, hat bereits ein Gefühl für die rohe Kraft dieses Naturphänomens. Es geht also weniger um die Theorie hinter dem Blitz, sondern vielmehr um die praktischen Maßnahmen, die Sie ergreifen können, um Ihr Boot effektiv zu schützen.

Ein wichtiger Punkt vorab: Es gibt derzeit kein Gerät und keine Methode, die einen Blitzeinschlag vollständig verhindern kann – das wusste schon Nikola Tesla. Doch mit den richtigen Schutzmaßnahmen können Sie sicherstellen, dass Ihr Boot einen direkten Blitzeinschlag nahezu unbeschadet übersteht.

Es besteht oft die Tendenz, die Gefahr überzubewerten, weil man sich ihr ausgeliefert fühlt. Doch es ist nicht notwendig, Ihr Boot in eine Festung zu verwandeln, um einen effektiven Blitzschutz zu gewährleisten. Die meisten notwendigen Komponenten sind bereits an Bord; sie müssen nur richtig kombiniert und eingesetzt werden. Unser Ziel ist es, den Blitzschutz so verständlich und pragmatisch wie möglich zu gestalten, damit Sie genau wissen, worauf es ankommt.

### Blitzschutzanlage

In unserer technologisch fortgeschrittenen Welt neigen viele dazu, moderne Lösungen als allmächtig zu betrachten. Es herrscht oft der Glaube, dass es nur den richtigen Anbieter braucht, der eine „Wunderlösung“ mit Garantie anbietet – und schon ist man auf der sicheren Seite. Doch so einfach ist es nicht. Ein Blick auf die Praxis zeigt, dass neu produzierte Boote in der Regel ohne Blitzschutzvorrichtungen ausgeliefert werden. Warum? Die Antwort ist pragmatisch: Werften vermeiden zusätzliche Kosten, die ihre Produkte weniger wettbewerbsfähig machen könnten, zumal ein umfassender Blitzschutz ohnehin nicht garantiert werden kann. Zudem gehen Hersteller davon aus, dass die Wahrscheinlichkeit eines direkten Blitzeinschlags relativ gering ist.

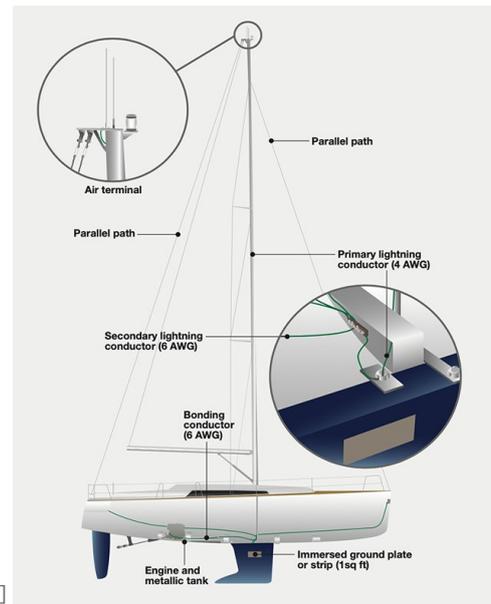
Statistisch gesehen ist die Gefahr, auf einem Boot vom Blitz tödlich getroffen zu werden, äußerst gering. In den USA wurden im letzten Jahr nur zwei Fälle verzeichnet. Im Vergleich dazu liegt die Wahrscheinlichkeit, z.B. in Deutschland im Lotto zu gewinnen, um mehr als 600 mal höher. Doch diese Zahlen sollten nicht dazu führen, das Risiko zu unterschätzen. Zwar schlagen Blitze meist am Boot vorbei ins Wasser, doch ein Einschlag in unmittelbarer Nähe kann zu erheblichen Schäden an der Bootselektronik führen. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Schadens liegt je nach Region zwischen 1:1000 und 1:10000 – und genau darum geht es hier.

Wie bereits erwähnt, lässt sich ein Blitz nicht aufhalten. Sollte also ein Blitz Ihr Boot direkt treffen, bleibt Ihnen nur, den Schaden durch vorbeugende Maßnahmen zu minimieren. Ein Blitzableiter, kombiniert mit einem ordnungsgemäßen Potentialausgleich, kann dabei helfen, die Energie des Blitzes sicher ins Wasser abzuleiten und Schäden am Boot und seiner Besatzung zu vermeiden.

### Blitzschutzanlage im Detail:

- **Ziel der Blitzschutzanlage:** Die Hauptaufgabe besteht darin, die Energie des Blitzes von der Einschlagstelle so umzuleiten, dass Schäden am Boot und an Personen minimiert werden.

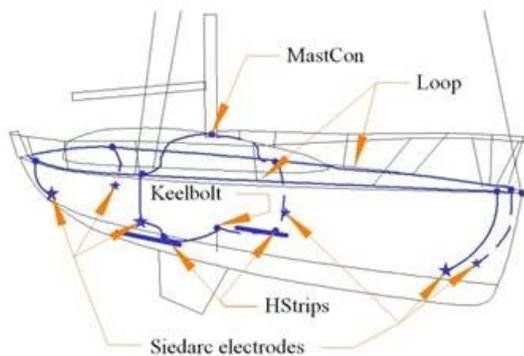
- **Leitender Strang vom Mast bis ins Wasser:** Der Blitzstrom sollte über einen gut leitenden Strang mit möglichst geringem Widerstand vom Mast ins Wasser geleitet werden. Da Aluminium und Edelstahl keine idealen Leiter sind, ist Kupfer hier die bessere Wahl. Der Strang sollte über den Mast hinausragen; die genaue Länge hängt von der Bootsbeschaffenheit ab. Eine Rücksprache mit einem Fachmann ist empfehlenswert.



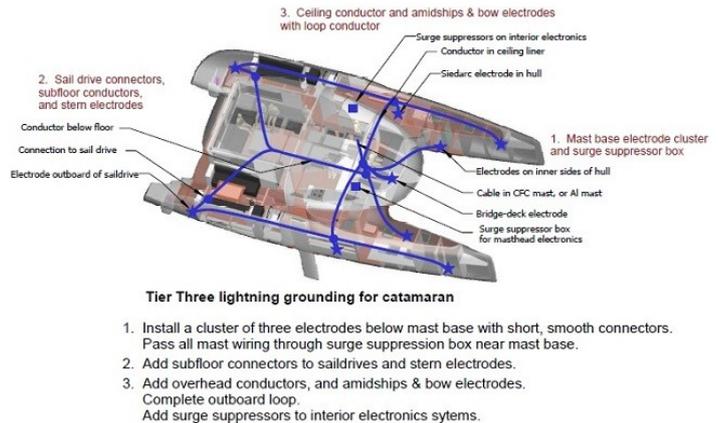
Ab.1 Bestandteile eines äusseren und inneren Blitzschutzsystems. [0]

- **Austrittsstelle ins Wasser:** Die Austrittsstelle des Blitzableiters ins Wasser muss frei von Farbe, Spachtelmasse oder Antifouling sein. Es reicht nicht aus, den Blitzableiter einfach am Kielbolzen zu befestigen. Wenn der Kielbolzen elektrisch leitend im Metallkiel verankert ist, sollten Sie darauf achten, dass jegliche Beschichtung an der Austrittsstelle zusätzlichen Widerstand bietet, den der Blitzstrom überwinden muss. Um diesen Widerstand zu minimieren, ist es erforderlich, eine Metallplatte oder Anoden am Kiel anzubringen, an die der Blitzableiter befestigt wird. Falls Ihr Boot keinen Metallkiel hat, sollte eine ausreichend dimensionierte Metallplatte anstelle des Kiels montiert werden. Auch hier muss die Verbindung zwischen dem Blitzableiter und der Erdungsplatte einen vernachlässigbaren Widerstand aufweisen. Es ist wichtig, regelmäßig die Leitfähigkeit der Übergangsstelle zu überprüfen, insbesondere beim Ausheben des Bootes aus dem Wasser. Die grüne Oxidschicht auf einer Kupferplatte stellt einen zusätzlichen Widerstand dar und sollte ebenfalls regelmäßig kontrolliert werden. Eine Platte aus Bronze könnte hier eine bessere Alternative darstellen. Für Catamarane gilt das gleiche Prinzip: Jeder Rumpf sollte mit einer Erdungsplatte oder Anoden ausgestattet werden.
- **Potentialausgleich:** Alle metallischen Teile an Bord, wie Reling, Bug - und Heckkorb, Ruderkoer, Saildrive, Photovoltaik-Elemente, Motor, Minus-Pol der Batterie und die Steuerkonsole, müssen mit einer zentralen Sammelschiene verbunden werden, die wiederum mit dem Blitzableiter verbunden ist. Dies stellt sicher, dass keine gefährlichen Spannungsunterschiede zwischen den einzelnen Teilen entstehen. Bei der Installation des PE-Leiters ist es wichtig, darauf zu achten, dass die durch den PE-Leiter mitgeführten Gleichströme abgeblockt werden. Dies hilft, galvanische Korrosion an Komponenten wie Saildrive, Motorteilen und Ventilen zu verhindern, die andernfalls die Lebensdauer und Leistung der betroffenen Teile beeinträchtigen könnte.

Ab. 2



Ab. 3



Typische Installation auf einem Einrumpboot (Ab. 2) und Catamaran (Ab. 3) [1]

### Widerstand und Blitzschutz:

Der Gesamtwiderstand des Blitzschutzsystems sollte so gering wie möglich gehalten werden, idealerweise nahe Null Ohm. Ein höherer Widerstand erhöht das Risiko von Überspannungsschäden, da die Spannung bei einem Blitzschlag proportional zum Widerstand ansteigt. Ein Beispiel verdeutlicht dies: Beträgt der Widerstand am Übergang vom Blitzableiter zum Kielbolzen 3 Ohm und fließt ein Blitzstrom von 100.000 Ampere, entstehen an dieser Stelle Spannungen von bis zu 300.000 Volt – genug, um erhebliche Schäden an der Elektronik zu verursachen. [2], [3]

Es ist daher entscheidend, alle Verbindungen regelmäßig zu überprüfen und sicherzustellen, dass der Blitzstrom auf dem kürzesten und leichtesten Weg ins Wasser abgeleitet wird. Eine gut installierte Blitzschutzanlage schützt das Leben der Besatzung und die strukturelle Integrität des Bootes.

Für den Schutz der elektronischen Geräte sind zusätzliche Maßnahmen notwendig, die im nächsten Abschnitt unter „Überspannungsschutz“ behandelt werden. Überspannungsschutz für die Geräte ist eine sinnvolle Erweiterung für die Blitzschutzanlage, setzt diese aber nicht voraus.

### Überspannungsschutz

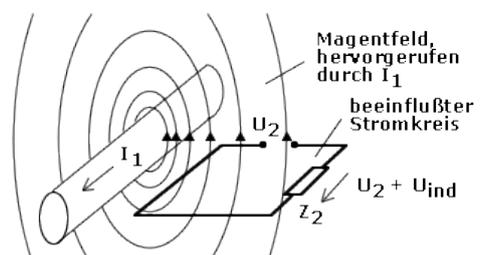
Wenn es um den Schutz elektronischer Geräte auf Booten geht, führt kein Weg an einem effektiven Überspannungsschutz vorbei. Der beste Schutz ist nach wie vor ein Faradayscher Käfig, der sämtliche Geräte abschirmt. Doch in der Praxis ist es kaum realistisch, vor jedem Gewitter alle Geräte abzubauen und in eine Metallbox zu packen. Daher brauchen wir andere Lösungen.

### Direkte vs. indirekte Blitzeinschläge:

Statistisch gesehen sind direkte Blitzeinschläge auf Boote recht selten. Die meisten Schäden entstehen durch indirekte Blitzeinschläge, bei denen ein Blitz ins Wasser oder die Erde in unmittelbarer Nähe des Bootes einschlägt. Diese Schäden werden durch induktive oder kapazitive Kopplung verursacht, oder durch das Überslageln des Blitzstroms von der Einschlagstelle auf leitende Elemente am Boot.

Ein Blitzschlag erzeugt ein starkes Magnetfeld, das in sehr kurzer Zeit aufgebaut wird. Dieses Magnetfeld durchdringt alle in der Nähe befindlichen Stromkreise und induziert dort eine Spannung. Besonders gefährdet sind große Leiterschleifen, wie sie in modernen Booten häufig vorkommen. [4]

Ab. 4

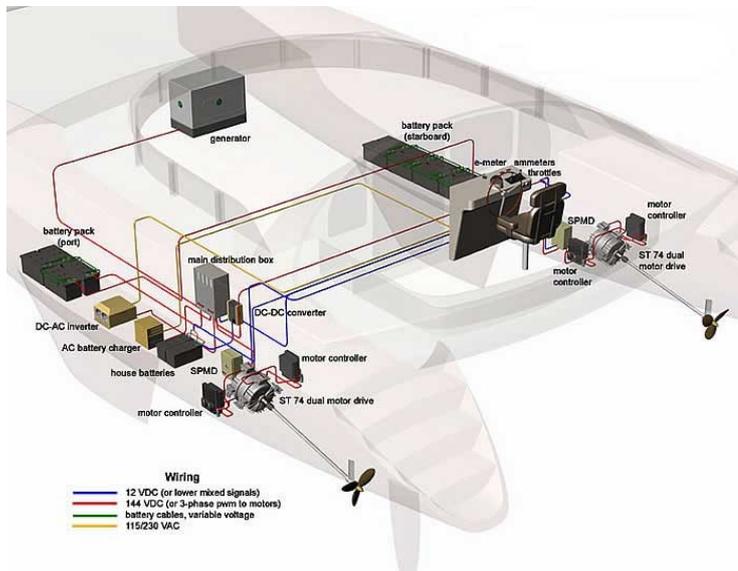


### Gewitterhäufigkeit und steigende Schadensfälle:

Es wird oft behauptet, dass die Häufigkeit von Blitzeinschlägen gestiegen ist. Tatsächlich zeigen langfristige Wetteraufzeichnungen an vielen Standorten, dass es keine signifikante Zunahme von Gewittern gibt.

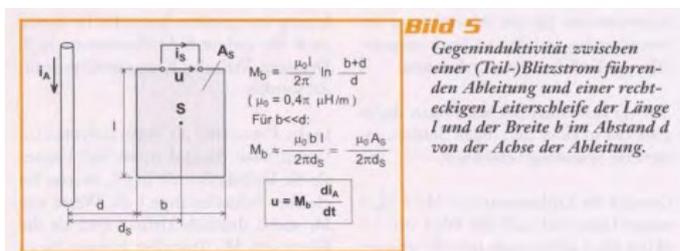
\* [Weather History at Gela, Italy](#) [5]

Die Zunahme der Schäden an Bord ist vielmehr auf die moderne Bauweise der Boote und die zunehmende Nutzung von Elektronik zurückzuführen. Heute sind Boote oft mit BUS-Systemen ausgestattet, die größere Leiterschleifen bilden und damit eine ideale Angriffsfläche für Blitzeinschläge bieten. Zudem hat die Zahl der elektronischen Geräte an Bord stark zugenommen, was die Häufigkeit der Schäden weiter erhöht. In den letzten Jahren hat sich auch die Energieversorgung an Bord erheblich verkompliziert, insbesondere durch den Einsatz von großflächigen Photovoltaikanlagen. Dies hat zu einer Zunahme sowohl der Elektronik als auch der Verkabelung geführt.



### Unterschiede zwischen Einrumpf- und Mehrumpfbooten:

Mehrrumpfboote wie Katamarane sind statistisch gesehen stärker gefährdet als Einrumpfboote. Bereits bei einer Distanz von 400 Metern vom Blitzkanal kann die induzierte Spannung in einem Katamaran für die elektronischen Geräte kritisch werden. Bei 100 Metern sind ohne entsprechenden Schutz elektronische Geräte praktisch immer gefährdet. Siehe Tabelle 1.



Ab. 5

Zur Bestimmung der Werte in Tabelle 1 wurde die Formel aus Ab.5 verwendet. Bei den Beispielsberechnungen wurde ein Blitzstrom von 60 kA sowie eine Leiterschleife mit einer Länge (l) von 5 m angenommen.

Tabelle 1: Auswirkungen indirekter Blitzeinschläge auf Leiterschleifen unterschiedlichen Größe

Induced Voltage (V) Monohull (Average distance (b) between the wires: 2.5m)	Induced Voltage (V) Multihull (Average distance (b) between the wires: 4.5m)	Distance to Lightning (meter)
149	269	1000
373	671	400
1480	2640	100
13380	22290	10

### Möglichkeiten zur Schadensbegrenzung:

Die einfachste Lösung besteht darin, bei einem herannahenden Gewitter alle elektronischen Geräte an Bord komplett abzuklemmen – und das „Abklemmen“ ist hier entscheidend. Einfaches Ausschalten reicht meistens nicht aus, um die empfindliche Elektronik vor den extremen Spannungen eines Blitzeinschlags zu schützen.

Für ein oder zwei Geräte mag das Abklemmen noch relativ unproblematisch sein, aber die meisten modernen Boote sind mit einer Vielzahl von Geräten und Sensoren ausgestattet, die oft an schwer

zugänglichen Stellen installiert sind – vom Mast über die Bilge bis hin zum Maschinenraum. Gerade bei einem heftigen Gewitter, wenn es draußen donnert und der Regen prasselt, möchte man auf diese Technik ungern verzichten. Einige von Ihnen haben vielleicht schon aus eigener Erfahrung gelernt, wie es ist, zur falschen Zeit und am falschen Ort plötzlich ohne Orientierung oder Manövrierfähigkeit dazustehen.

In einigen Fachpublikationen werden Power-Isolatoren als Lösung empfohlen, um große BUS-Leiterschleifen in kleinere Segmente aufzuteilen. Das ist sicherlich eine gute Wahl, wenn es um die Optimierung der Stromversorgung geht und so den Spannungsabfall in umfangreichen Netzwerken zu minimieren, bietet jedoch keinen ausreichenden Schutz vor den Auswirkungen eines Blitzeinschlags. Der Grund liegt im Namen: Power-Isolatoren trennen lediglich die Stromversorgung, nicht aber die Datenleitungen.

Ein wirksamer Blitzschutz erfordert, dass auch die Datenleitungen so unterbrochen werden, dass die Datenkommunikation intakt bleibt, während die physikalische Leitungsverbindung getrennt wird. Das Ziel ist es, dem Blitz so wenig Angriffsfläche wie möglich zu bieten. Das bedeutet, dass die relevanten physikalischen Leitungsnetze so klein und kurz wie möglich gehalten werden sollten. Dabei spielen auch die Verlegung der Kabel und die Wahl der richtigen Elektronikkomponenten eine wichtige Rolle. [6]

Kurz gesagt: Um die Elektronik an Bord bestmöglich zu schützen, müssen Sie sicherstellen, dass sowohl die Stromversorgung als auch die Datenleitungen optimal abgesichert und in kleine, überschaubare Segmente aufgeteilt werden.

Auf dem Markt gibt es gute Komponenten, die eine zuverlässige Trennung der Geräte ermöglichen und gleichzeitig eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen hohe Spannungen bieten. In Kombination mit modernen Überspannungsschutzmodulen können diese Bauteile gefährliche Spannungen bereits am BUS effektiv abfangen. So lassen sich leistungsfähige Schutzsysteme entwickeln, die Ihre Elektronik an Bord deutlich sicherer machen.

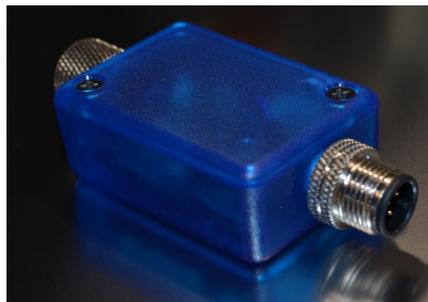


Ab. 6

[CAN-BUS-Isolator, bi-directional Surge Protection \[8\]](#)

### Schutz an Abzweigkabeln:

Von einem BUS-Strang führen einzelne Abzweigkabel zu den Geräten, die manchmal eine Länge von bis zu 10 Metern erreichen können. Aus der Sicht eines Blitzes bietet diese Kabellänge bereits eine beträchtliche Angriffsfläche, in der Energie induziert werden kann. Deshalb ist es besonders wichtig, diese Kabelstrecken gründlich abzusichern, da sich am Ende der Abzweigkabel die empfindlichen und wertvollen Geräte befinden, die wir schützen möchten. Es ist daher sinnvoll, am Ende jedes Abzweigkabels, direkt am Gerät, einen Überspannungsschutz (Surge Protector) zu installieren.

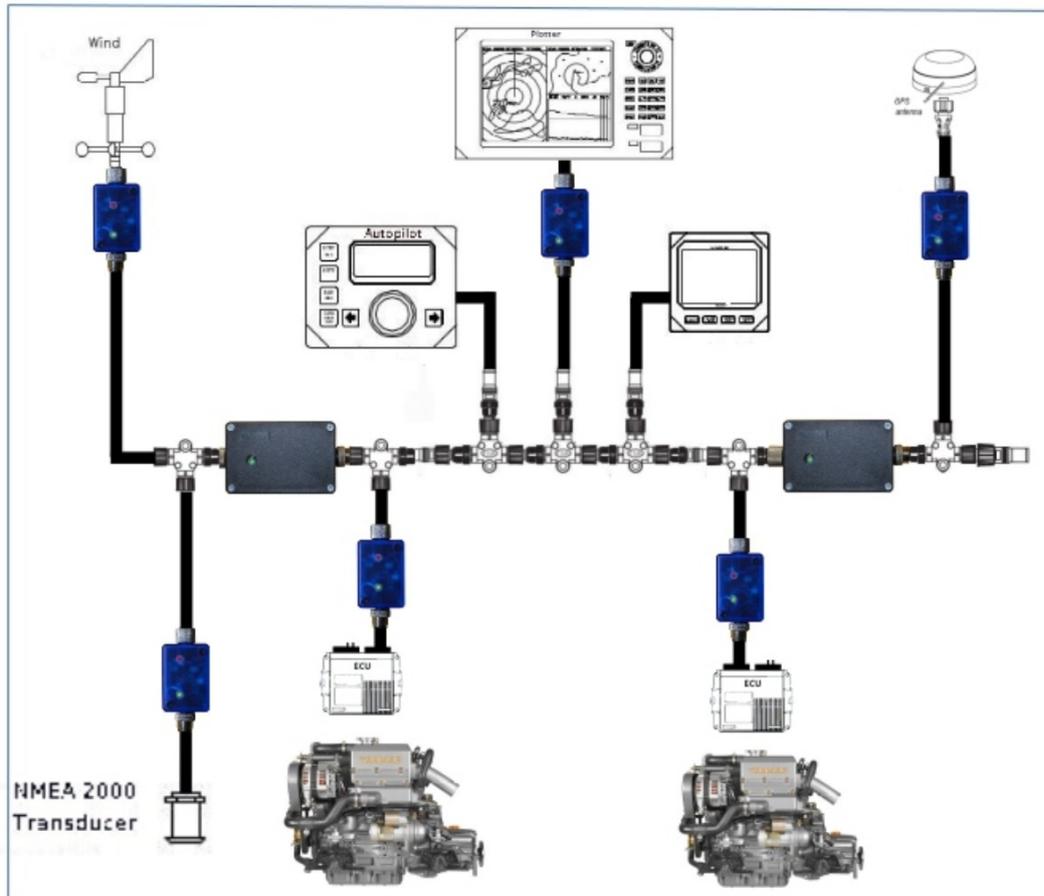


Ab. 7

[CAN-Surge-Interceptor, uni-directional \[9\]](#)

Zusammengefasst ist der Überspannungsschutz eine unverzichtbare Maßnahme, um die empfindliche Elektronik an Bord vor den Folgen eines Blitzschlags zu bewahren. Mit der richtigen Vorbereitung können Sie sicherstellen, dass Ihre Geräte auch bei einem Gewitter geschützt sind.

Ab 8. Beispiel Installation



#### Addendum: Blitzschutz für Boote – Fragen und Antworten

Nach dem Gewitterreichen Herbst 2023 ist das Thema Blitzschutz wieder verstärkt in den Fokus gerückt. Viele Bootsbesitzer fragen sich: Wie kann man die Crew und das Boot effektiv vor Blitzeinschlägen schützen? Hier einige häufig gestellte Fragen und Antworten:

##### 1. Welches Blitzschutzsystem ist für ein Boot am besten geeignet?

Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, und manchmal könnte man den Eindruck haben, dass es keine perfekte Lösung gibt. Die beste Strategie besteht oft darin, es so einfach wie möglich zu halten. In Ergänzung zu den bereits im Abschnitt über Blitzableitsysteme genannten Punkten lässt sich sagen: Halten Sie es einfach! Komplexität erhöht nur das Risiko von Fehlkonfigurationen. Ein unkompliziertes und wartungsarmes System ist oft die bessere Wahl, um die Besatzung und das Boot effektiv zu schützen.

##### 2. Was halte ich von sogenannten Dissipatoren?

Nicht viel. Die Physik zieht sich hier schamvoll zurück, und die Dissipatoren bleiben im Bereich der Magie. Weder Voll- noch Halbkugeln, noch Besen- oder Bürstenförmige Teile können in der Praxis einen Blitzeinschlag verhindern. Wenn Sie einen Kochtopf oder einen alten Hammer am Mast befestigen, ist das Ergebnis wahrscheinlich dasselbe. Fachkundige Informationen zu diesen Produkten liegen mir nicht vor – sie bleiben in der Kategorie „Magie“.

### 3. Schützt die moderne Verkabelung die Geräte nicht schon allein durch die im Kabel vorhandene Abschirmung?

Die Antwort lautet: JEIN! Die Abschirmung eines Kabels kann tatsächlich die Spannung reduzieren, die durch Blitzschläge induziert wird. Je nachdem, wie gut die Abschirmung geerdet ist – ob an einem Ende oder an beiden – kann sie die induzierte Spannung um etwa 30 bis 40 Prozent im Vergleich zu nicht geschirmten Kabeln senken. Doch seien wir realistisch: Ob 20.000 Volt oder „nur“ 12.000 Volt – für die Elektronik macht das kaum einen Unterschied. In beiden Fällen werden die Dioden wahrscheinlich durchschlagen. Abschirmung ist eher dazu gedacht, unerwünschte elektromagnetische Störungen von anderen Geräten zu minimieren und nicht unbedingt für den Schutz gegen Blitzschläge. Für den Schutz Ihrer Elektronik ist es daher ratsam, zusätzliche Überspannungsschutzmaßnahmen zu treffen.

### 4. Kann ich meine Geräte während eines Gewitters durch Ausschalten vor einem Blitzschlag schützen?

Auch hier: JEIN! Bei Geräten, die nur an der 12V-Stromversorgung hängen und keine Datenleitungen führen, kann das Abschalten sinnvoll sein, da der Plus-Leiter vom Gerät getrennt wird. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung reduziert. Geräte mit zusätzlichen Datenleitungen bleiben jedoch gefährdet. Die empfindliche Elektronik kann trotz Trennung von der Plus-Leitung durch induzierte Spannung in die Datenleitungen beschädigt werden. Der beste Schutz ist ein komplettes Abklemmen. [7]

Es sei erwähnt, dass im extremen Fall, trotz vorhandener Überspannungsschutzmaßnahmen, ein Ausfall der Elektronik nicht ausgeschlossen ist. Leiterplatten und deren winzige Bauteile können auch bei abgeschaltetem Gerät noch durch induzierte Spannungen beschädigt werden. Leider bleibt es oft unvorhersehbar – wie bei Schrödingers Katze wissen Sie erst nach dem Gewitter, ob alles heil geblieben ist.

### 5. Warum sollte man die Minusleitung (GND) vom Gerät nicht trennen?

Die Minusleitung ist in einem 12V/24V-Stromnetz gleichzeitig der Erdungsleiter. Überspannungsschutzgeräte nutzen GND, um überschüssige Energie abzuleiten. Auch wenn Ihre Geräte ausgeschaltet sind, kann noch eine erhebliche Energiemenge in ein Datenkabel induziert werden. Der, von uns entwickelte Überspannungsschutz, funktioniert auch ohne Plus-Leitung und schützt Ihre Geräte unabhängig vom Betriebszustand.

#### References:

[3] [https://www.researchgate.net/publication/228397512\\_Practical\\_measure\\_of\\_cable\\_coupling](https://www.researchgate.net/publication/228397512_Practical_measure_of_cable_coupling)

[2] <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/1303261.htm>

[6] Lightning inductive coupling characteristics of parallel cables <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/smt2.12135>

[7] Affection of shielding methods on the characteristics for cable coupled to lightning impulse magnetic field <https://www.sciencedirect.com/>

[0] [www.yachtingmonthly.com](http://www.yachtingmonthly.com)

[4] Lightning-Induced Overvoltages <https://ewh.ieee.org/soc/pes/lpdL/archive/rachidi.pdf>

[1] Marine Lightning Protection [marinelightning.com](http://marinelightning.com)

[5] Historical Weather at Gela, Italy <https://weatherspark.com/h/y/148308/1967/Historical-Weather-during-1967-at-Gela-Italy>

[8] CAN-BUS Isolator <https://navi-net.de/CAN-BUS-Isolator/SW1168>

[9] CAN-Surge-Interceptor <https://navi-net.de/CAN-Surge-Interceptor/SW1167>