



# Verjüngungskur

Zu einer professionellen Unterwasserschiffsanierung gehört selbstverständlich auch eine Überarbeitung des Kiels und seiner Anbindung zum Rumpf. Um hier optimale und möglichst langlebige Resultate zu gewährleisten, hat Peter Wrede Yacht Refits standardisierte Prozesse entwickelt, die bei unterschiedlichen Schadensszenarien zur Anwendung kommen. Jan Kuffel beschreibt die Abläufe im Detail.

**D**er Kiel einer Segelyacht ist ein grundlegendes Bauteil ihrer Konstruktion. Er sorgt nicht nur für einen Großteil des aufrichtenden Moments und somit für den sicheren Betrieb auf dem Wasser, sondern definiert darüber hinaus

durch seine Form in entscheidendem Maße die Performance unter Segeln. Speziell Performanceboote werden häufig mit Bleikielen oder Kompositkonstruktionen ausgestattet, bei denen der Schaft des Kiels aus Stahl und der untere Teil, oft als Bombe

ausgeführt, aus Blei besteht. Dieses Schwermetall hat den Vorteil des hohen spezifischen Gewichts und ermöglicht so eine hohe Ballastkonzentration weit unten. Obendrein können Kielprofile aus Blei schlanker ausfallen als solche aus Gusseisen bei



Bei einem Kompositkiel besteht der obere Teil aus Gusseisen oder seltener aus Edelstahl, die untere Ballastbombe aus Blei ist mit dem oberen verbolzt. Auch hier findet sich in der Regel eine Gummifuge, die im Laufe der Jahre undicht wird und zu Korrosion führt.

gleichem Gewicht. Ein weiterer Vorteil besteht in der Unempfindlichkeit von Blei gegen Rost. Gusseisenkiel hingegen sind aufgrund des geringeren Materialpreises deutlich günstiger zu produzieren und kommen so in der Regel unter Großserienyachten zum Einsatz. Ihr Nachteil liegt neben einer gewissen Performanceeinbuße

in erster Linie im Rostbefall, der unausweichlich einsetzen wird. Viele Eigner rücken ihrem Gussstahlkiel daher regelmäßig mit der Flex zu Leibe, um die Rostpickel zu beseitigen. Danach wird üblicherweise grundiert und Antifouling gestrichen, im folgenden Winter geht das Spiel von vorne los. Oberflächlich betrachtet

könnte man den Rostbefall als rein optisches Problem betrachten, dies greift allerdings etwas zu kurz.

### Kielanbindung

Der weitaus größte Teil der Yachten verfügt über einen untergebolzten Ballastträger, häufig sitzt die Topp-



Hier ist der Gusseisenkiel mit dem Kielstummel des GfK-Rumpfes verbunden. An der Nahtstelle hat sich bereits Rost gebildet, ebenso an der Unterkante nach Grundberührung.



Auch hier ist die Nahtstelle zwischen Kiel und Rumpf offensichtlich undicht und wurde vom Rost unterwandert, langfristig kann dies auch strukturelle Schäden verursachen.





**Vor dem Strahlen wird die alte Gummifuge restlos entfernt, um auch die Nahtstelle gründlich vorbereiten zu können. Sie wird im Anschluss ebenfalls gestrahlt.**



**Der Kiel aus Gussstahl wird komplett sandgestrahlt, so werden auch tiefe Rostnester rückstandslos entfernt und es ergibt sich eine tragfähige Oberfläche.**

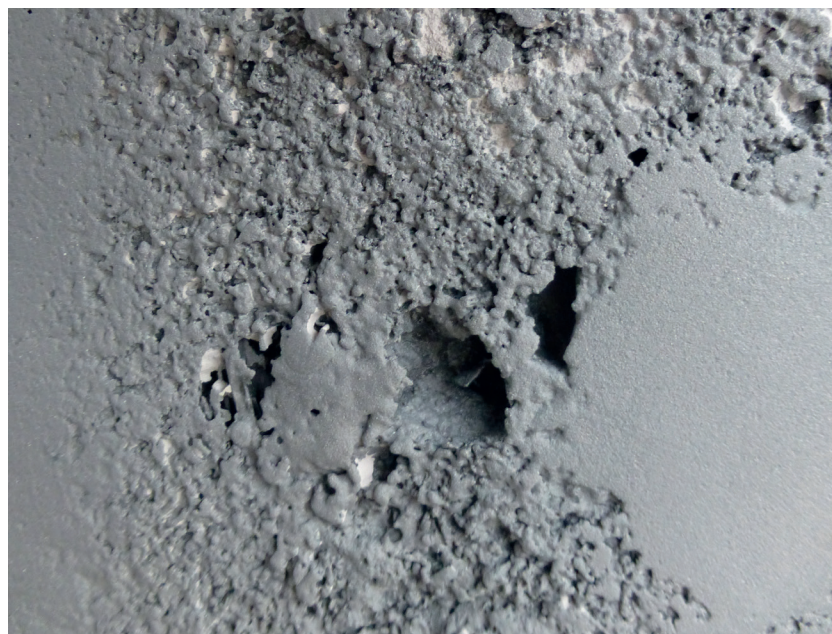
latte des Kiels dabei in einem Rezz im Rumpf. Hier besteht dann eine Verbindung zwischen dem starren Metallkörper des Kiels mit der im Vergleich dazu relativ elastischen Bootshülle, die Fuge zwischen den Bauteilen wird daher mit einer dauerelastischen Dehnungsfuge verschlossen. Starker Rostbefall am Kiel macht natürlich auch vor dem Anschlußbereich zum Rumpf nicht halt, was dafür sorgt, dass diese Dehnungsfuge im Laufe der Zeit unterwandert wird. Als Folge tritt Wasser durch die Kielnaht ein, was das Rumpflaminat und die Kielbolzen schädigen kann und die Rostbildung weiter fördert. Aus einem kosmetischen Problem kann also ein strukturelles werden, wenn zu spät reagiert beziehungsweise saniert wird. Letzteres ist in Eigenleistung in der kalten Winterlagerhalle leider kaum zu bewältigen. Dies liegt zum einen am Gussmaterial selbst. Bereits beim Gussvorgang gerät Rost in die Form, denn das Material wird in der Regel aus Stahlschrott gewonnen, der Rost wird als quasi schon mit eingebaut und frisst sich irgendwann von innen nach außen durch die werftseitig aufgebrachte Beschichtung. Er sitzt also sehr tief im Material und ist mit der Flex kaum vollständig zu entfernen. Weiterhin setzt in einer kalten Halle fast ohne Zeitverögerung Flugrostbefall durch Kondensbildung auf der Oberfläche ein, nachdem das Metall freigelegt

wurde, unter einer Neubeschichtung befindet sich also bereits wieder neuer Rost, auch wenn man ihn vielleicht mit bloßem Auge noch nicht erkennen kann. Trotz viel Arbeit ist hier also im Grunde genommen langfristig nicht viel zu gewinnen.

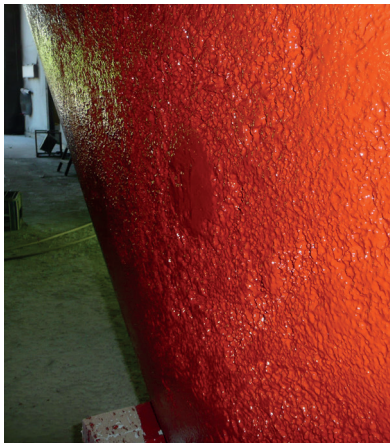
### **Professionell saniert**

Peter Wrede Yachtrefits setzt auch bei der Kielsanierung auf das Sandstrahlverfahren, da es auch tiefe Rostnester

zuverlässig erreicht und eine optimal tragfähige Oberfläche für die nachfolgenden Schutzbeschichtungen schafft. Hierfür wird die Yacht in speziellen Systemböcken gelagert, die auch das Bearbeiten der Kielunterseite ermöglichen. Weiterhin wird für die Kielsanierung die Gummifuge zwischen Ballastkörper und Rumpf zunächst komplett entfernt. Anschließend wird die komplette Yacht strahlfest und staubdicht verpackt, um alle anderen Oberflächen



**Nach dem Strahlen gleicht die Kielloberfläche einer Kraterlandschaft, da neben vielen Rostenfressungen auch Gussfehler und andere Einschlüsse im porösen Material freigelegt wurden.**



**Die erste Schicht Epoxidprimer wird von Hand mit Pinsel und Rolle aufgebracht.**

zuverlässig zu schützen. Das folgende Sandstrahlen erreicht selbst tiefste Korrosionsnester im Stahlguss und schafft eine Oberfläche im Qualitätsstandard Sa 2,5-3. Gestrahlt wird bei permanenten 20 Grad Celsius, um jegliche Kondensbildung und damit Flugrostbefall auf der Metalloberfläche auszuschließen.

Nach dem Strahlen zeigen Gussstahlkiel eine sehr zerklüftete Oberfläche, da Gussfehler, Rostnester und alte Spachtelstellen komplett freigelegt

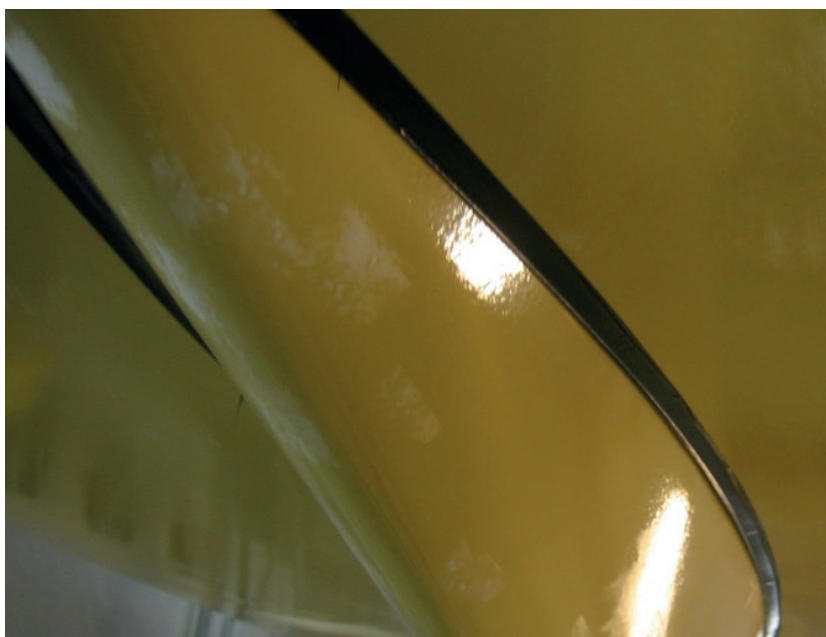


**Anschließend erhält der Kiel eine Dickschicht-Epoxidbeschichtung im Airless-Spritzverfahren.**

werden. Auch die Kielnaht wird gestrahlt und v-förmig aufgeweitet, um das Fugenbett für die später erneut angebrachte Gummifuge bestmöglich vorzubereiten.

#### **Die Kielanbindung**

Nach dem Strahlen bietet sich auch die Möglichkeit, das so genannte Kielbett zu prüfen. Das Kielbett wird in der Werft bei der Montage des Kiels angebracht und besteht aus einer



**Den Abschluss bildet eine neue Gummifuge, das Fugenbett wurde zuvor v-förmig aufgeweitet und für optimale Tragfähigkeit vorbereitet.**

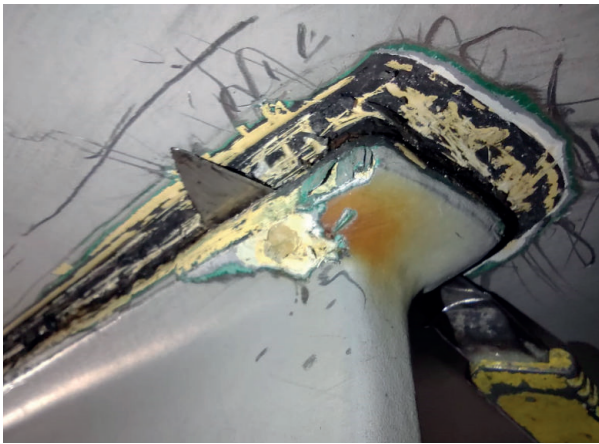
## **Die Experten**



Peter Wrede, Firmengründer und Experte seit über 30 Jahren im Themenkomplex professionelle Unterwasserschiffsanierung.



Florian Brix ist Bootsbaumeister und bei Peter Wrede Yacht Refits für den Bereich Refit und Sanierung zuständig.



**Tritt deutliche Spaltbildung auf, deutet dies auf ein mangelhaft ausgeführtes Kielbett hin. Auch an der Vorderkante zeigt sich oft dieses Phänomen.**



**Bevor die Yacht wieder auf dem Kiel ruht, werden die Spalten mit Epoxidkleber verfüllt, so wird das Kielbett ausgeglichen und er Kiel sitzt wieder kraftschlüssig unter dem Rumpf.**

dicken Schicht angedickten Harzes, dass die Oberkante des Kiels der Rundung des Rumpfes anpasst, um eine kraftschlüssige Montage des Ballastkörpers zu ermöglichen. Dies ist nicht immer mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt. Um dies zu prüfen, wird das Boot vor und hinter dem Kiel auf Böcken gelagert, der Kiel hängt dann frei und belastet den Übergangsbereich zum Rumpf auf Zug. Bei einem mangelhaften Kielbett können sich dann an der Vor- und Achterkante des Kiels Spalten zeigen, die im Anschluss freigelegt und ebenfalls gestrahlt werden. Danach werden die Spalten mit Epoxidkleber verfüllt. Noch vor dem Aushärten des Klebers werden dann die Kielbolzen inspiziert und geprüft, ob das notwendige Drehmoment der Muttern anliegt. Hierzu dienen Werftangaben als Grundlage oder, falls diese nicht verfügbar sind, die Vorgaben eines hinzugezogenen Yachtkonstruktors aufgrund von Bolzendurchmesser und Gegenplatten. Stimmen die Werte nicht überein, werden die Kielbolzen entsprechend nachgezogen. Ist der Kleber ausgehärtet, wird das Boot wieder auf den Lagerbock abgesenkt.

### Dickschicht-Konservierung

Der Kiel wird direkt im Anschluss gründlich entstaubt und erhält mit Pinsel und Rolle sofort eine erste Schicht Epoxid-Primer, wobei das

Material von Hand sorgfältig in alle Lunker und Vertiefungen eingearbeitet wird. Auch dies dient dazu, einen erneuten Flugrostbefall auf jeden Fall auszuschließen.

Für die Langzeitkonservierung sorgt dann eine Dickschicht-Epoxidbeschichtung. Das Airless-Spritzverfahren erzielt mindestens 350 Mikrometer Schichtstärke, was einem 12 bis 15 fachen Auftrag mit Pinsel und Rolle entspricht.

Danach wird der Kiel in mehreren Arbeitsgängen gespachtelt und geschliffen, um eine optimale Oberfläche zu

erhalten. Auf Wunsch bietet Peter Wrede hierfür ein Oberflächenfinish im so genannten Race-Standard an. Hierbei wird besonderer Wert auf die Kontour beziehungsweise die Symmetrie der Profelseiten des Kiels sowie dessen Anströmkanten gelegt.

Als Abschluss der Kielsanierung wird zwischen Kiel und Rumpf eine neue Gummifuge angebracht.

### Kiel-Connect-System

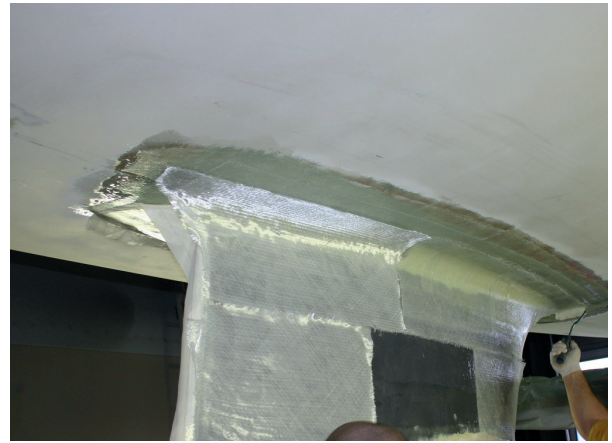
Die Lebensdauer einer solchen Gummifuge ist allerdings begrenzt.



**Statt einer Gummifuge erhält auch die Nahstelle dieses Kompositkiels ein Epoxid-Zusatzlaminat. Diese Lösung ist deutlich langlebiger und verhindert erneuten Wassereintritt zuverlässig.**



**Für das Kiel-Connect-System wird der Übergangsbereich von Metall zu GfK großflächig freigelegt, um einen tragfähigen Untergrund für das Zusatzlaminat zu schaffen.**



**Anschließend werden mehrere Lagen Biaxial-Glasgelege mit Epoxidharz auflaminiert. Dies schafft eine dauerhaft wasserdichte Verbindung von GfK-Rumpf und Metallkiel.**

Auch bei optimaler Haftung verliert sie irgendwann ihre dauerelastischen Eigenschaften und muss ersetzt werden, bevor erneut Leckagen auftreten.

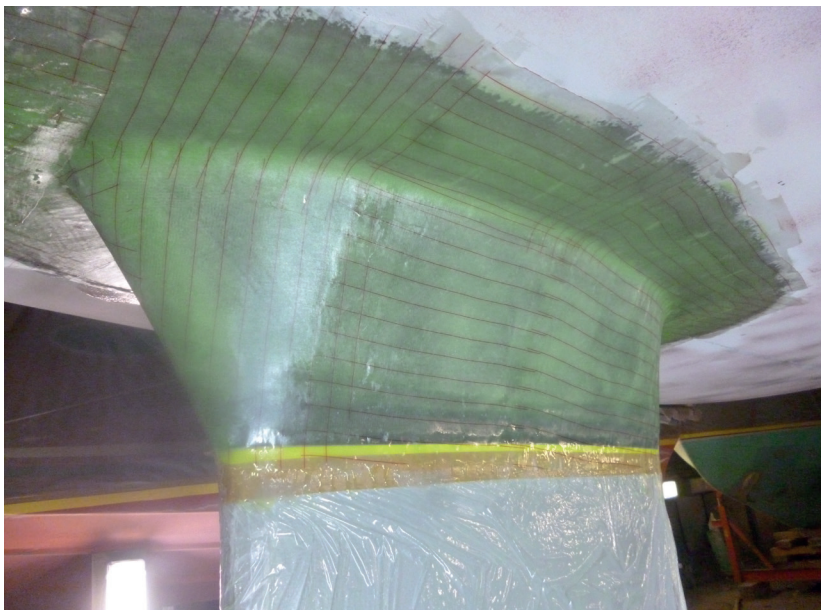
Um hier eine dauerhafte Lösung anbieten zu können, wurde von Peter Wrede Yacht Refits das so genannte Kiel-Connect-System entwickelt. Hierfür wird der Rumpf der Yacht im Bereich rund um den Kiel freigestrahlt und bis auf das Laminat vom Gelcoat befreit und auch der obere Teil des Kiels freigelegt. Anschließend werden in mehreren Lagen Biaxial-

Glasgelege mit Epoxidharz auflaminiert, so dass eine stabile und dauerhafte Verbindung zwischen Rumpf und Kiel entsteht. Anschließend wird auch dieser Bereich mit Epoxidspachtel geglättet und geschliffen. In ähnlicher Weise lässt sich auch die Verbindungsnaht zwischen Stahl- und Bleikörper an Kompositkielen dauerhaft versiegeln.

#### **Fazit**

Die oben beschriebenen Schritte und Verfahren erzeugen einen langfristi-

gen Schutz des Kiels und seiner Anbindung an den Rumpf. Sie sind eine sinnvolle Ergänzung der Unterwasserschiffsanierung und tragen nicht nur zum Werterhalt, sondern auch zur Performance einer Yacht bei. Im Zuge einer solchen Sanierung sollte allerdings auch sichergestellt werden, dass die strukturelle Verbindung von Rumpf und Kiel noch intakt ist. Eine über viele Jahre lang undichte Kielnaht kann das Laminat des Rumpfes im Kielbereich bereits deutlich geschwächt haben, weiterhin kann die Bruchlast der Kielbolzen durch Korrosion oder Überstreckung bereits bedenklich beeinträchtigt sein. Häufig zeigen sich auch nach dem Strahlen deutliche Auflaufspuren, die eine gründliche Inspektion und eventuelle Reparatur der inneren Rumpfstruktur erforderlich machen. Hierzu ist dann in der Regel eine Demontage des Kiels nötig, bevor mit der eigentlichen Sanierung begonnen werden kann.



**Das Laminat wird mit Abreissgewebe belegt, nach dem Aushärten wird gespachtelt und geschliffen. Im so genannten Race-Standard werden zusätzlich Profil und Anströmkanten durch Spachteln und Glätten optimiert.**