

Anleitung zur Umrüstung des herkömmlichen Ruderlagers (unteres Gleitlager) auf ein selbststellendes JEFA Nadellager an einer Dehler 31

Vorüberlegung – Welches Lager ist das richtige?

Die beiden Lager-Systeme:

Grundsätzlich wird bei Nadellagern zwischen selbststellenden und nicht selbststellenden Nadellager unterschieden:

Nicht-selbststellendes Nadellager:

- es handelt sich um ein Rollenlager das starr in einem Koker geführt wird.
- die Ruderwelle wird im Rollensystem geführt, es entsteht keine „Haftreibung“.
- bauartbedingt ist wegen der integrierten „Rollen“ der Durchmesser des Lagersystems größer als das Gleitlager von Dehler (statt 100 mm 109 mm).
- Wichtig: der Einbau dieses JEFA-Lagers kann nur zusammen mit dem Ruder erfolgen, damit das Lager die korrekte Flucht in der Achse bekommt.

Eine Anleitung zum Einbau eines solchen Lagers (an einer Dehler 31) wird von der Fa. Kohlhoff GmbH als Download angeboten:

http://www.kohlhoff-online.de/main/download_files/Jefa_Rudder_Conversion_Anleitung_Deutsch_Okt_2015_1.pdf

Selbststellendes Nadellager:

- Es handelt sich um ein Rollenlager das in einer bewegbare Kugel steckt. Das komplette System wird in einem GFK-Koker geführt.
- Die Ruderwelle wird im Rollensystem geführt, es entsteht keine „Haftreibung“.
- Das Ruder kann sich in alle Richtungen frei verwinden.
- Bauartbedingt ist der Durchmesser wegen der Kugel noch etwas größer als das nicht selbststellende Nadellager (GFK-Koker 150 mm außen, 140 mm innen).
- Wichtig: der Einbau kann losgelöst vom Ruder erfolgen. Die korrekte Flucht in der Achse wird automatisch über die Kugel eingestellt und unter Last ständig automatisch korrigiert.

Wenn man die Abmessungen der beiden Systeme betrachtet, wird man sich zunächst gedanklich mit dem System befassen, welches „ähnliche“ Abmessungen hat wie das Original. Hierbei ist man dann gedanklich beim „nicht-selbststellenden“ Nadellager.

Die Belastungseigenschaften eines freistehenden Spatenruders, wie bei unserer Dehler 31, bei dem sich unter Last das komplette Ruder leicht biegt, sprechen für ein Lagersystem welches diese Belastungen auffangen und korrigieren kann. Und das spricht für ein „selbststellendes“ Nadellager.

Tatsächlich aber muss für jedes Lagersystem, was nicht ein Gleitlager ist, ein größeres Loch im Rumpf erstellt werden. Es ist dann auch egal, ob das Loch einen Durchmesser von 11 cm oder 15 cm hat.

Wenn man sich für eine solche Lösung durchringt, dann ist Loch gleich Loch und es muss wieder geschlossen werden.

Die Vorteile eines selbststellenden Rollenlagers waren für mich dann auch ausschlaggebend:

- die Tatsache, dass sich ein Ruderblatt unter Last verwindet, und somit in einem starren Lager zusätzlichen Belastungen ausgesetzt ist, kann in einem Kugel-System (also in einem selbststellenden System) komplett außer Acht gelassen werden. Jegliche Verformung der Welle, und somit des Ruders, wird „aufgefangen“.
- Ich kann den Einbau unabhängig vom Ruder durchführen.
- auch wichtig: die Abmessung der Original Edelstahlhülse von Dehler (75 mm Außendurchmesser), die bereits von vielen Eignern verbaut wurde, passt in das JEFA-Lager. Da ich vor zwei Jahren diese Hülse erneuert hatte, ist hier kein Handlungsbedarf.
Wie sich später herausstellt, passt die Dehler-Hülse so gut, dass kein Haar mehr dazwischen passt und die Welle sich im Lager ohne Widerstand dreht (bzw. „rollt“).

Um detaillierte Infos bezüglich Auswahl des Lagers, Vorgehensweise der Bestellung und Einbau des Lagers zu erhalten, habe ich mich mit der Fa. Kohlhoff GmbH in Verbindung gesetzt.

Unter Berücksichtigung der verbauten Ruderwelle mit einem Außendurchmesser von 70 mm und einer aufgeklebten Edelstahlhülse mit einem Außendurchmesser von 75 mm ist folgender Ruderlager-Typ erforderlich:

JEFA 6T075150

(Definition: Typ „6T“ = selbststellendes Lager; „075“ für Wellendurchmesser und „150“ für Koker Außendurchmesser).

Das Lager wird nach Bestellangaben des Eigners (siehe unten) fertig eingeklebt in einem GFK-Koker geliefert, der eine Wandstärke von 5 mm hat.

Die Arbeitslast beträgt übrigens: 4900 kg bis 6200 kg, sollte also ausreichen.

Übrigens: meine anfänglichen Bedenken, den Original-Koker aus Aluminium durch einen größeren aus GFK zu ersetzen sind unbegründet. Die auftretenden Belastungen werden alleine im RuderLAGER wirksam, und das befindet sich nach dem Einbau komplett in Höhe einer GFK- und Epoxid-Ummantelung. Außerdem verbinden sich die Materialien GFK (neuer Koker) und Epoxid unlösbar miteinander, was bei Metall (Alu-Koker) und Epoxid nur bedingt erreicht wird.

Das Lager wird bestellt bei:

Kohlhoff GmbH, Freesenberg 16, 24161 Altenholz

Tel: +49-431-220 21-11

info@kohlhoff-online.de

www.kohlhoff-online.de

Das Lager wird mit einem speziellen Datenblatt bestellt, auf dem die erforderlichen Maße eingetragen werden:

- bearing diameter „D“: = 75 mm
- tube length „L“: = 480 mm
- bearing offset „O“: = 5 mm

Der Link zum Datenblatt:

http://www.kohlhoff-online.de/main/download_files/6T000-Spec-Form.pdf

Was wird benötigt?

verwendetes Material für den Einbau:

- Ruderlager JEFA 6T075150 (Details sind schon vorne beschrieben)

Da ich mit dem West-System und den Füllstoffen dieses Systems bisher einige Erfahrungen gesammelt habe, ist mir das Handling bestens vertraut und habe auch diesmal über die Fa. **M.u.H von der Linden GmbH** (telefonisch ist das bestens und unkompliziert möglich) folgendes Material bestellt:

- 1 x West System A-Pack Harz (105)/schneller Härter (205) = 1,2 kg (1,0 kg Harz + 0,2 kg Härter)
- 1 x West System Junior Pack Harz/Härter (105 + 205) = 0,6 kg (0,5 kg Harz + 0,1 kg Härter)

→ für den kompletten Einbau habe ich **ca. 1,5 kg** verbraucht

- 1 x 250 g Füllstoff „404 High Density Filler“

- 6 lfm Bidiagonales E-Glas-Gelege ca. 610g/m², 45°, als ca. 10 cm breites Tape

- 6 lfm Bidiagonales E-Glas-Gelege ca. 430g/m², 45°, als ca. 15 cm breites Tape

→ alternativ von jedem ca. 1 m² Meterware bestellen und selbst zuschneiden.

Tipp:

falls der Unterschied zwischen Glas-GEWEBE und Glas-GELEGE nicht bekannt sein sollte, empfehle ich für die Laminier-Arbeiten unbedingt das Glas-GELEGE. Es besteht aus Strängen parallel und nebeneinander angeordneter Glasfasern, die in mehreren Schichten miteinander vernäht sind. Aufgrund der parallel zueinander liegenden Fasern und der fehlenden Kreuzungspunkte haben Lamine aus Glas Gelege im Vergleich zu Gewebe eine höhere Festigkeit.

Vor allem bei der Verarbeitung von kleinen Stücken (wie beim beschriebenen Vorhaben) von etwa 10 bis 20 cm Länge und Breite bleiben die „vernähten“ Stücke formstabil, lassen sich besser mit Harz tränken und besser verarbeiten.

ferner wird benötigt:

- Mixstäbe, Mischbecher (mind. ca. 5),
- reichlich Schaumstoffrollen kurz 5cm (ca. 10) und mehrere Kunststoffspachtel
- mehrere m² stabile Folie, auf der das E-Glas-Gelege mit Harz getränkt wird.

nach abgeschlossenem Einbau von Segelladen.de :

- 1 Bündige Inspektionsluke 380 x 280 mm (ich habe sie in RAL 9010 bestellt), Ausschnittgröße 31 x 21 cm

→ Achtung: Beschreibung der Verwendung weiter hinten

Den Einbau beschreiben die folgenden Fotos

Hier die „Gegenüberstellung“ Alt zu Neu:



Das „Original“ = Alt

Hier kann man erkennen, dass am oberen Rand der GFK-Ummantelung etwas abgeblättert ist. Daran lässt sich erkennen, dass Alu (in diesem Fall ist es die Polyester-Ummantelung) mit der Verklebung keine Verbindung für die Ewigkeit eingeht.

Auch der Durchgang nach oben ist mit einem GFK-Rohr dauerhaft besser zu verbinden. Es sind zwar keine wirklichen Leckagen, aber optimal sieht anders aus!



JEFA 6T075150 = Neu (steht hier auf dem Kopf)

Das Ruderlager wird fertig verklebt im GFK-Koker geliefert. Der Koker ist unbehandelt und kann eigentlich so direkt eingebaut werden. Ich habe aber trotzdem das komplette Rohr innen und außen mit einem 2K Primer behandelt und anschließend innen, sowie das obere Stück außen (was nach dem Einbau oben zu sehen ist) mit einem 2K-Lack behandelt (beides Epifanes). Aber erforderlich ist das laut Hersteller nicht.

1. Schritt: Heraustrennen des alten Kokers mit Gleitlager

Ob man unten (Schiffsboden) oder oben beginnt, ist zum Heraustrennen egal.



Hilfreich für die Unterseite ist eine Schablone zum Anzeichnen der erforderlichen Lochgröße:

Für die Schablone:

ein Deckel eines 75 mm HT-Abflussrohrs passt genau in das alte Gleitlager.

Eine runde Holzscheibe mit einem Durchmesser von ca. 155 mm, also etwas größer !!! als der Durchmesser des neuen Ruder-Kokers, erleichtert das Anzeichnen des Loch-Ausschnitts.

Mit einem spitzen Gegenstand wird das auszuscheidende Loch markiert. Wie bereits erwähnt, einige Millimeter größer als der Durchmesser des GFK-Kokers.

Der Grund:

Wenn das GFK-Rohr eingeklebt wird, soll es rundum in Epoxid-Harz eingebettet sein. Dadurch wird sichergestellt, dass eine vollständige Verbindung von Rumpf und GFK-Rohr - ohne Lufteinschlüsse - erzielt wird.



Nach Abnahme der Schablone kurz überprüfen, ob die Kennzeichnung deutlich zu erkennen ist. In diesem Fall musste ich nicht „nacharbeiten“.

Hier ist auch deutlich im Gleitlager zu erkennen, dass das Steuern teilweise nur mit Kraftaufwand möglich war.

Obwohl das Ruder ohne Last (im Hafen und bei moderaten Verhältnissen) eigentlich leicht bewegt werden kann, ist es unter Last schwierig und klemmt.



Entlang der erstellten Markierung wird Loch an Loch gebohrt.

Aber Achtung:

Wenn man die Markierung bereits mit einer „Zugabe“ von ca. 5-6 mm auf den Durchmesser, also ca. >155 mm, gemacht hat, dann sollte das Bohrloch innerhalb der Markierung bleiben. Entspricht die Markierung genau dem Durchmesser des GFK-Kokers, dann kann der Bohrer genau auf die Linie gesetzt werden. Wichtig ist hier, dass das fertige Loch rundum ca. 3 mm größer ist

Zu überlegen ist an dieser Stelle, wie man den „Durchbruch“ machen möchte. Da an dieser Stelle die Materialstärke (massiv) etwa 6-7 cm beträgt, stellt sich die Frage, wie es nach dem Bohren weiter geht.

Möglich wäre u.a. z.B. eine Stichsäge, wobei dann natürlich weniger Löcher gebohrt werden müssen, bzw. nicht so dicht gebohrt werden muss.

Ich habe die Stege zwischen den Löchern mit einem Multimaster durchtrennt. Wegen der Materialstärke einmal von unten nach oben und von oben (also innen) nach unten. Eine Stichsäge geht sicher genauso gut.

Und so sieht dann das Loch nach dem „Fall“ des Alu-Kokers aus:



Auch an der Oberseite wird eine entsprechende Markierung angezeichnet.

Wie man hier vorgeht, hängt wieder von jedem selbst ab. Entweder bohren, oder - wie hier - mit einem Multimaster.

Hier sollte vorsichtig gearbeitet werden, damit das Laminat nicht unnötig absplittert. Schließlich ist hier der „sichtbare Bereich“ unserer Arbeit.

Beim oberen Durchbruch handelt es sich um ein Sandwich-Laminat, ca. 15 mm dick. (ca. 8 mm Balsaholz zwischen jeweils 4-5 mm Laminat)



Hier der herausgetrennte Koker.

In der Anleitung der Fa. Kohlhoff wird das Alu-Rohr durchgeschnitten. Das ist nach meinen Erfahrungen nicht notwendig.

Wenn die „Locharbeiten“ sorgfältig gemacht werden, dann fällt das Rohr fast wie von selbst. Und wenn nicht, dann sieht man, wo es noch „hängt“ und dann hilft vielleicht auch ein Hammerschlag weiter.



Bevor es weiter geht, an dieser Stelle ein wichtiger Tipp:

Ich hatte bis zu diesem Zeitpunkt die Arbeiten, insbesondere im Innern des Schiffs, lediglich durch die vorhandene Klappe in der achteren Wand durchgeführt. Wer einmal in dieser Ecke einiges zu tun hatte, der wird sich schnell fragen, ob und wie man da arbeiten kann.

Damit insbesondere die Laminier-Arbeiten sorgfältig durchgeführt werden können, muss man sich jede Stelle genau ansehen können. Außerdem braucht man auch Platz für die Arbeitsgeräte und für seine Hände!

Die einfache Lösung: noch ein Loch!



Durch diese Öffnung hat man „freie Sicht“ und mehr Platz für die anstehenden Arbeiten am GFK-Koker.

Die anschließend eingebaute Revisionsklappe ist mit 18,90 € meiner Meinung nach sehr preiswert und auch noch sehr stabil. Das verwendete Ausschnittmaß ist 21 x 31 cm.

Wer diese Revisionsöffnung direkt zu Beginn erstellt, der hat von Beginn an noch weniger Mühe beim Austrennen des alten Alu-Kokers. Eine Klappe sollte aber erst nach dem Einbau des neuen Ruderlagers eingebaut werden. Dann ist die vorhandene Öffnung noch etwas größer und erleichtert den Zugang.

2. Schritt: Vorbereitung für den Einbau

Die „neuen Löcher“ müssen für den Einbau noch bearbeitet werden



Wenn der Koker „gefallen“ ist, wird das obere Loch sauber verschliffen.

Da die Neigung der Ruderwelle zum oberen Boden, also zum oberen Loch etwa 10° aufweist, ist es nicht ganz kreisrund, sondern etwas elliptisch. Die Abweichung beträgt vorne und hinten wenige Millimeter. Das ist kaum zu sehen. Es empfiehlt sich daher unbedingt, das neue Koker-Rohr probenhalber einzusetzen.



Wie schon erwähnt, handelt es sich „oben“ um ein Sandwich-Laminat.

Das Balsaholz sollte rundum einige Millimeter herausgeschliffen werden.

Dadurch kann man auch in den Zwischenraum der beiden Laminatschichten zusätzliches Harz einbringen.

Bei meinem Einbau habe ich an dieser Stelle etwa 7-8 mm Balsaholz entfernt.

Auch das untere Loch wird sauber verschliffen.

Sowohl die Innenfläche (Kontaktfläche zum GFK-Rohr) wie auch die Fläche in einem Durchmesser von etwa 30 cm wird gründlich bis auf das alte Laminat mit grobem Papier geschliffen. Ich habe mit 40er und 60er Papier und Bandschleifer geschliffen. Und durch die Zusatzöffnung kein Problem mehr.



3. Schritt: der Einbau des neuen Ruderlagers

Wie schon erwähnt, soll das neue GFK-Rohr so eingebaut werden, dass es sowohl im Sandwich-Laminat (oben), wie auch im Schiffsboden rundum von einer Harzschicht umgeben wird. Dadurch wird eine homogene Verbindung in beiden Durchbrüchen erzielt. Daher ist es auch wichtig, dass das GFK-Rohr etwas „Luft“ in jedem Durchbruch hat, also rundum ca. 3 mm „Luft“.

Zur Kontrolle daher das GFK-Rohr probeweise einsetzen:

Ich habe dazu eine Holzplatte unter das untere Loch geklemmt (ein Bootshaken hat mir dabei geholfen). Dann das Rohr drauf gestellt (oder von unten zuerst das Rohr und dann die Holzplatte). Man kann auf diese Weise auch anzeichnen, wo genau die Verklebung ansetzt. Unten habe ich etwa 12 cm ohne Primer belassen, oben ist ein „Kranz“ von ca. 2cm Breite ohne Primer geblieben. Dadurch wollte ich erreichen, dass sich das GFK-Rohr bestens mit Harz und Umgebung verbindet. Innen habe ich das Rohr nach Primern zusätzlich mit 2K-Lack lackiert. Die glänzend glatte Lackschicht reduziert sicher auch die Verschmutzung.

Nach dem „Probe-Einsatz“, und ggf. erledigter Lackierarbeiten (die man aber lt. Hersteller nicht unbedingt machen muss), empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

- genaue „Lagerung“ des GFK-Kokers. Dazu das Rohr oben und unten an drei oder vier Punkten mit kleinen Holzkeilen ausrichten.
- Von innen wird zuerst an der Unterseite des oberen Durchbruchs eine Hohlkehle aus Epoxid-Spachtelmasse aufgebracht. Ich habe dazu Harz aus dem West-System mit dem hochdichten Füllstoff „404“ in einer Konsistenz wie „Erdnussbutter“ angerührt. Diese Mischung garantiert eine optimale Stabilität!
- Nach dem „Anziehen“ der Mischung ist das Rohr schon mal fest fixiert und die kleinen Holzkeile können vorsichtig (prüfen, ob wirklich bereits alles starr fixiert bleibt) entfernt werden.
- Nun wird die bereits Harz-Ummantelung eingebracht, das GFK-Rohr also „eingegossen“:
 - Der obere Durchbruch ist bereits durch die Hohlkehle „abgedichtet“. Es empfiehlt sich, vorher auch oben drauf rund um das Rohr etwas abzukleben, damit man nichts mit Harz vollkleckert.
 - Unten muss der Durchbruch noch abgedichtet werden. Der rund um das Rohr verlaufende schmale Spalt wird mit einem geeigneten Klebeband sorgfältig abgedichtet.
 - Jetzt wird wieder eine Harzmischung angerührt. Ich habe dazu ebenfalls wieder Füllstoff „404“ verwendet, jedoch in einer Konsistenz wie „Ketchup“, damit die Mischung auch gut in den Spalt eindringen kann.

Ob man oben oder unten beginnt, ist jetzt egal. Das Harz wird in den Spalt gegossen und mit einem dünnen Holz (evtl. Zahnstocher, oder sonst ein dünnes Holz) sorgfältig „ein gestochert“, damit keine Luftblasen verbleiben und wirklich alles vollständig mit Harz gefüllt ist.

Auf den folgenden Fotos ist das GFK-Rohr zu sehen, nachdem es oben und unten mit Harz „eingegossen“ wurde.



Hier ist zu erkennen, dass ich unten keinen Primer aufgetragen habe, um eine optimale Verbindung zu erzielen.

Die für das Harz notwendige Arbeitstemperatur habe ich mit zwei alten Glühbirnen erzielt. In dem engen Raum geben sie neben Licht auch genug Wärme ab, damit Harz und Härter in einer optimalen Zeit „reagieren“ können.

Hier ist deutlich zu erkennen, dass der Spalt rund um das GFK-Rohr vollständig mit Harz gefüllt ist.



Die Hohlkehle am oberen Durchbruch dichtet die Öffnung ab. So kann sich das von oben eingefüllte Harz gut im Hohlraum, auch im Bereich wo das Balsaholz entfernt wurde, verteilen und es entsteht eine dauerhafte und extrem stabile Verbindung.



Leider hatte ich vergessen, das Klebeband rechtzeitig zu entfernen, das ich zum Schleifen der Stelle für die Verklebung angebracht habe.

Der obere Durchgang des GFK-Kokers ist nun bereits fertig.

Weiter geht es wie folgt:

- Zunächst wird von innen auch am unteren Durchgang des GFK-Kokers eine Hohlkehle mit Epoxid-Harz aufgebracht. Ebenfalls eine Mischung in Konsistenz „Erdnussbutter“ aus Harz und dem Füllstoff „404“ aus dem West-System. Diese Hohlkehle sollte aber mindestens einen Radius von 2 cm, besser sogar 3 cm aufweisen, damit eine schöne Rundung entsteht. Dadurch können die Glas Gelege Stücke wesentlich besser auflaminiert werden und haften viel besser ohne Lufteinschlüsse.
- Diese Hohlkehle gut fest werden lassen, aber so, dass sie noch klebrig ist (ca. 1-2 Stunden). Das ist erforderlich, damit sie beim weiteren Laminieren mit Glas Gelege nicht wieder „eingedrückt“ wird.
 - Da sich bei Epoxid-Harz nach dem Aushärten sog. Aminröte bildet, sollte der gesamte Arbeitsablauf so gestaltet werden, dass man alles Nass-in-Nass durchführt. Aber hier wird sicher jeder, der sich an diese Arbeit „heran traut“ genügend Erfahrung haben und die Problematik kennen.
- Für das Laminieren aus dem Glas Gelege Tape (430 g und 610 g) ca. 20 cm lange Stücke schneiden.
- Ich habe jeweils die für eine komplette „Umrundung“ des GFK-Rohrs benötigten Stücke (5-6) auf einer stabilen Folie mit Harz getränkt. Das geht mit einem Kunststoffspachtel ganz gut. Das Harz zusätzlich noch mit einer kleinen Schaumstoffrolle (5 cm) gut in das Glas Gelege einarbeiten.
- Stück für Stück werden die Gelege Stücke immer im Kreis sorgfältig auf laminiert. Dazu das Gelege, mit der Schaumrolle auf den GFK-Koker gründlich, ohne Lufteinschlüsse, aufrollen. Die Glühlampen sorgen weiterhin für eine ausreichende Temperatur.

Die Laminierarbeiten sind somit abgeschlossen. Jetzt soll die gesamte Arbeit ausreichend aushärten.
Die Hersteller nennen etwa. 7 Tage.



Das fertig eingebaute Ruderlager von innen:

Hier sind ca. 1,5 m² Glas Gelege mit beinahe 1,5 kg Epoxid Harz verarbeitet worden. Die Laminatstärke beträgt ca. 1,5 cm am Rohr und die gesamte Dicke am Boden wieder ca. 6-7 cm

Zu erkennen ist die noch grüne Stelle des GFK-Rohrs. Hier ist kein Primer aufgetragen und vor dem Laminieren habe ich etwas angeschliffen (sicher ist sicher...)

Das Laminat (und der gesamte Bereich rundum bekommt noch einen Anstrich mit einer grauen Bilgenfarbe

Die komplette Lagereinheit von innen.

Durch das massive Laminat am Schiffsboden und der gründlichen Verklebung am Plichtboden, bei der durch das Herausschleifen des Balsaholz-Kerns das Sandwichlaminat eine extrem feste Verbindung mit dem Rohr eingeht, ist eine neue kompakte Einheit im Heck entstanden.



Das neue Lager von unten:
in einem Bereich von ca. 5 cm ist das GFR-Rohr mit dem Laminat des Bodens sauber verschliffen. Hier werden noch 3 Schichten Epoxid-Grundierung und anschließend Antifouling aufgetragen



Das komplette System mit eingesetztem Nadellager.
Die Rollen-Einheit dreht sich in der Kugel frei und kann durch Kippen um 90° einfach herausgenommen werden, um sie bei Bedarf zu säubern



Das Kokerrohr von oben.

Zu erkennen ist der mit Harz gefüllte Hohlraum zwischen GFK-Rohr und Plichtboden. Zur Versiegelung wird noch eine Hohlkehle aus Pantera aufgetragen.

Ebenfalls gut zu erkennen, die innen lackierte Fläche. Durch die hochglänzende Oberfläche wird der Schmutz sicher wirkungsvoller reduziert als bei einem unbehandelten GFK-Rohr



Zum Abschluss noch ein „Abschluss“:

Eine Verschlusskappe für ein KG-Rohr (KG = „Kanal-Grundrohr“) mit einer Öffnung von 80 mm für die Ruderwelle verschließt das neue Kokerrohr und soll das Eindringen von „grobem Schmutz“ verhindern

In diesem Fall passt eine Verschlusskappe für ein 160er KG-Rohr bestens. Lediglich die Höhe habe ich auf 2 cm reduziert und ein Loch für die Welle ausgeschnitten

