

Betriebsanleitung **Lage-Regel- Briefmarke LR2**

Ausgabe 3.'5



N O R B E R T B R Ü G G E N

Entwicklung und Vertrieb von
elektronischen und mechanischen Bauteilen

B e n d e r s t r a ß e 3 9

41065 Mönchengladbach

T e l . : 0 2 1 6 1 4 8 1 8 5 1

F a x : 0 2 1 6 1 4 3 9 8 3

m a i l @ m o d e l l u b o o t . d e

Funktion

Die Basisaufgabe eines Tiefenrudergängers in einem U-Boot ist es, sein Boot bei Unterwasserfahrt mittels der Tiefenruder in einer bestimmten Tiefe zu halten. Besonders dekorativ und schwierig ist dabei natürlich Sehrohtiefe.

Im Vergleich mit einem Flugzeug muß die Präzision der Tiefensteuerung immer sehr gut sein, schließlich stehen nicht 100m sondern nur 1m in der Vertikalen zur Verfügung.

Damit der Tiefenrudergänger das leisten kann, muß das Boot vom Ballast her im Schwebezustand sein und darf möglichst keine Lastigkeiten aufweisen, muß also horizontal schweben. Je näher das Boot an diesen Idealbedingungen ist, um so leichter ist seine Arbeit.

Natürlich gibt es Boote, die sehr gut zu steuern sind, wie zum Beispiel die Klasse 206 der Bundesmarine und ausgesprochen störrische Exemplare, wie einige Typen aus den Anfängen des U-Boot-Baus oder der Typ XXI, wenn sein Ballast zu tief gestaut ist.

Ein automatischer Lageregler hat bei seiner Arbeit mit den gleichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Das heißt, er wird um so besser funktionieren, je besser das Boot von seiner Bauart und Trimmung her steuerbar ist. Im Gegensatz zu seinem menschlichen Kollegen ist der Automat aber nicht lernfähig. Daher müssen ihm die Steuereigenschaften seines Bootes durch Drehen an Einstellknöpfchen näher gebracht werden. (mehr dazu später)

Genau wie der Tiefenrudergänger hat die automatische Regelung eine Haupt-Informationsquelle: Der Neigungssensor - auch fachmännisch Inclinomter genannt .



Daneben muß die Automatik natürlich auch auf die Wünsche des Kapitäns, vermittelt durch die Impulse der Fernsteuerung, reagieren.

Der Lageregelkreis ist darauf ausgelegt, das Boot in der Horizontalen zu halten. Er bestimmt die Stabilität der Tauchfahrt.

Die Solllage wird vom Sender aus vorgegeben. Bei Mittelstellung des Steuerknüppels fährt das Modell genau horizontal und ändert seine Tiefe nicht. Am Sender gibt man die gewünschte Schräglage vor um das Boot auf- oder abtauchen zu lassen. Sollte das Boot durch Kurvenfahrt oder andere äußere Einflüsse aus seiner momentanen Fahrtiefe gedrückt werden, wird der Lageregler dies nicht merken und nicht korrigieren. Das ist (im Gegensatz zum Tiefenregler) Aufgabe des Steuermanns an Land.

Der Regler besitzt eine dynamische Abschaltung, das heißt bei Knüppelausschlägen über 1/2 Weg wird der Einfluß des Reglers zurückgenommen. Bei Vollausschlag ist der Regler ganz abgeschaltet. Dadurch ist gewährleistet, daß der Steuermann bei Notmanövern immer die volle Kontrolle ausübt. Nur im kritischen Bereich um die Horizontale wird er vom automatischen Regler unterstützt.

Einbau

Da der Regler einen Lagesensor enthält, der den Winkel des Bootes zur Wasserlinie mißt, muß er fest mit dem Boot verbunden werden. Dabei muß seine Längsachse mit der des Bootes übereinstimmen. Ob er liegt oder steht spielt dagegen keine Rolle.

Das Gehäuse hat eine Bohrung für eine M3 Befestigungsschraube. Bewährt hat sich das Anschrauben an eine senkrechte Wand. So kann die genau horizontale Position des Sensors durch Verdrehen von Hand justiert werden.

Der elektrische Anschluß dürfte kein Problem darstellen. Der Stecker gehört in den Empfänger und der Tiefenruderservo wird am Pfostenstecker angeschlossen (Polung: parallel zum Kabel).

Wichtig:

Die Ruderwirkung bei Schräglage muß wirklich **gegen** die Schräglage arbeiten. Tut sie das nicht, muß der Regler anders herum eingebaut werden.

Servo und Ruder

Der Tiefenruderservo muß zwei wesentliche Forderungen erfüllen: Er muß spielarm sein und er muß dem Dauerstreß gewachsen sein, den die permanente Bewegung verursacht.

Bei der Auswahl des oder der Tiefenruder-Servo(s) sollte man nicht allzu knauserig sein, da mit einem klapprigen Exemplar keine stabile Regelung zu erzielen ist. Explizit gewarnt sei vor preiswerten Microservos, die unter Belastung erhebliches Spiel (vor allem durch Kopfkippen) haben und deutlich mehr Strom ziehen, als in dem kleinen Gehäuse gesund ist. Mit Standardservos guter Marken (Graupner C508 oder Futaba 3003) ist bei mäßig schnellen Ubooten ein gutes Ergebnis zu erzielen.

Da der Lageregler schon bei der kleinsten Lageänderung des Bootes gegensteuert, bleibt der Servo ständig in Bewegung, was mit einer erheblichen Stromaufnahme verbunden ist. Ein solider Empfängerakku mit ebenso soliden



Kabeln wäre also keine schlechte Idee. (im Gegensatz zu Batteriehaltern mit losen Zellen!) Alternativ kann ein ausreichend belastbarer Spannungsregler (gemeinhin BEC genannt) zur Versorgung aus dem Fahrakku eingesetzt



werden.

Die Forderung nach Spielarmut gilt nicht nur für den Servo, sondern auch für das Gestänge bis zum Ruder. Wenn hier Spiel vorhanden ist, so werden kleine Servobewegungen nicht zum Ruder weitergeleitet, sondern vom Spiel verschluckt. Dadurch können kleine Lagefehler nicht korrigiert werden und wachsen an, bevor

sie ausgeglichen werden. Die Regelung ist also weniger exakt und ist unter Umständen nicht schwingungsfrei einzustellen.

Einstellung

Der Lageregler hat ein Einstellpoti, mit dem die Verstärkung eingestellt werden kann. Damit kann man bestimmen, wie heftig die Tiefenruder bei einer Schräglage des Bootes gegensteuern. Am linken Anschlag ist die Verstärkung 0, das heißt der Regler außer Betrieb.

Einstelltaktik

Die Einstellung des Potis kann nur im Fahrversuch ermittelt werden. Dabei hilft nur probieren und nochmal probieren.

Ein guter Startwert ist im Lieferzustand schon eingestellt: Bei etwas über halb aufgedrehtem Poti führen 30° Schräglage gerade zu Vollausschlag. Viele Uboote laufen damit gut.

Je größer die Verstärkung, also je näher das Pozi am rechten Anschlag steht, um so genauer

ist die Regelung, aber um so höher ist auch die Schwingneigung des Bootes, was sich im "Delphin-schwimmen" mit ständigem auf und ab zeigt. Die optimale Einstellung liegt also kanpp unterhalb des Punktes, an dem die Schwingungen einsetzen.

Die Schwingneigung des Bootes nimmt mit steigender Geschwindigkeit zu. Das Boot wird also bei zu weit aufgedrehtem Regler und voller Fahrt schwingen, aber bei geringer Fahrt stabil sein.

Spezialversion LR2f



Für Oberflächenfahrzeuge wie Panzer, Autos und Schiffe ist eine Sonderversion nötig, da die Vibrationen beim Fahren sonst den Servo derart stark zittern lassen, daß er keine vernünftigen Stellbewegungen mehr zustande bringt. Ein eingebauter Filter hält die schnellen Bewegungen ab und läßt den Regler nur auf dauerhafte Schräglagen reagieren.

Damit sind Rohrlageregelungen an Panzern ebenso realisierbar wie Querstabilisatoren an Schiffen oder Ballastverschiebung an Segelbooten.

Bis auf die reduzierte Reaktionsgeschwindigkeit ist dieser Regler baugleich mit der Standartversion. Kennzeichen ist ein rotes Ettikett und die Bezeichnung "**Lageregler 2f**"

technische Daten

Betriebsspannung:

sicher	3,5 - 8V
möglich	2,0 - 12V

Stromverbrauch 1mA Leerlauf

Impulse 0,9–2,2ms

Wiederholrate 12–32ms
paßt damit an alle Anlagen

Abmessungen 30x21x8mm

Gewicht: 6,1 g

doppelter Lageregler LRD

Für Uboote mit X-Ruder ist diese Version gedacht.



Sie ist funktionsgleich mit der Standardversion LR2 mit 2 Abweichungen:

- Es gibt 2 Ein- und Ausgänge. Damit lässt sich ein X-Ruder mit einem Mischer im Sender ansteuern und trotzdem Lageregeln. Jeder Kanal hat seinen eigenen Mikroprozessor und arbeitet unabhängig vom anderen. Lediglich der Sensor und die Stromversorgung sind gemeinsam.
- Jeder Kanal ist einzeln umpolbar. Je nachdem wie die Ruderhebel orientiert sind, kann es nötig sein, dass die Servos bei Schräglage gegensinnig ausschlagen.

Umpolen

Das geschieht mit folgender Prozedur:

Am betreffenden Kanal Eingang und Ausgang ineinander stecken.

Über den anderen Kanal Strom zuführen (z.B. in den Empfänger stöpseln) und mindestens 10 Sekunden einschalten.

Danach arbeitet der Kanal anders herum. Der Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden.

technische Daten

Betriebsspannung:

sicher	3,5 - 8V
möglich	2,0 - 12V

Stromverbrauch 1,5mA Leerlauf

Impulse 0,9–2,2ms

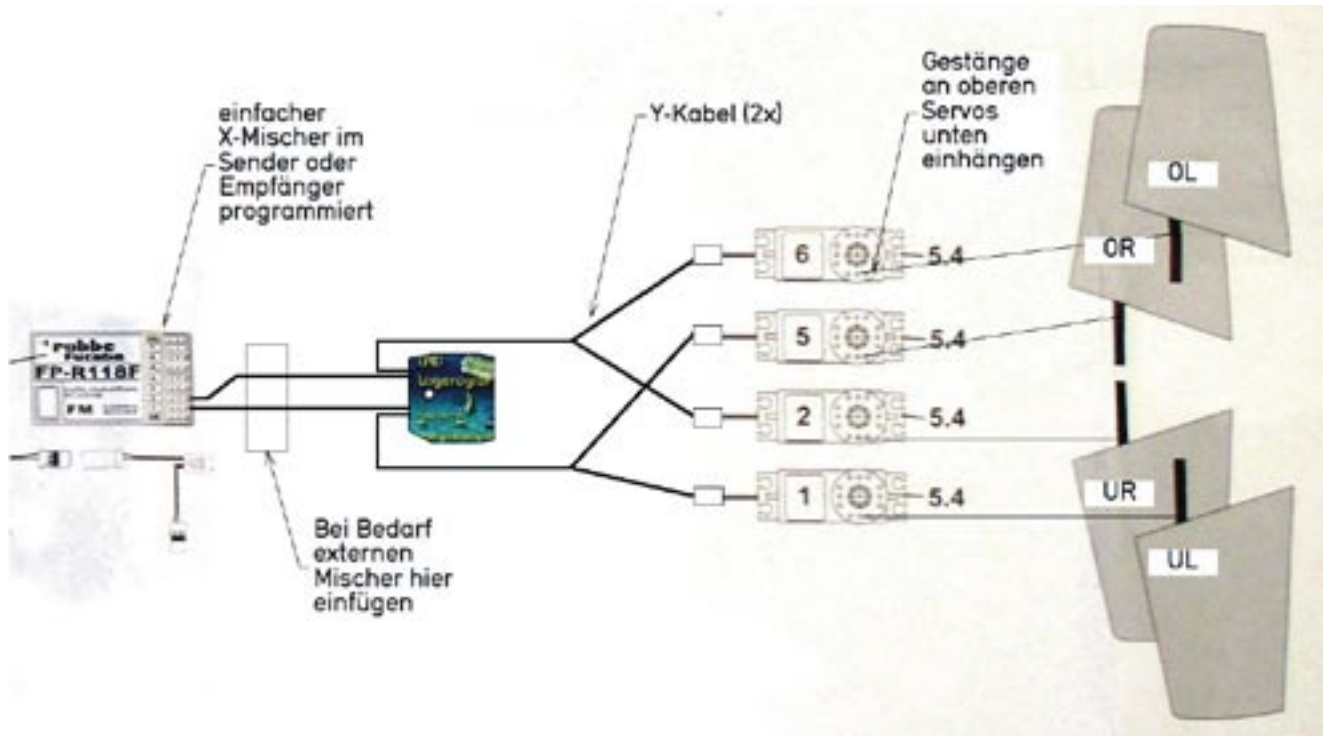
Wiederholrate 12–32ms
paßt damit an alle Anlagen

Abmessungen 30x31x8mm

Gewicht: 9,0 g

Fallbeispiel: robbe Klasse 212

Gegenüber der Bauplanangabe sind folgende Änderungen nötig:



- An den oberen Servos muss das Gestänge unten statt oben eingehängt werden. Das geht mit akzeptablem Biegeradius des Gestänges.
- Je 2 diagonal gegenüber liegende Servos werden über Y-Kabel gekoppelt.
- Der LRD wird auf einem Kanal umgepolt, so dass die Kanäle gegensinnig arbeiten.
- Im Sender wird ein einfacher V-Mischer programmiert. Alternativ kann der Mischer auch im Empfänger programmiert oder als separater Baustein hinter den Empfänger gestöpstelt werden.

Als Resultat müssen bei Schräglage des Bootes alle 4 Ruder gegen die Schräge ausschlagen.