

Art.-Nr. 1575

Lage- Tiefenregler

LTR 6

Montage- und Betriebsanleitung

Copyright ©2012 ALEXANDER ENGEL KG BA1575-6 v7-12 Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung jeglicher Art und/oder Bearbeitung in elektronischen Datenverarbeitungssystemen von Texten, Textauszügen und Zeichnungen aus dieser Betriebsanleitung ist nur mit unserem ausdrücklichen, schriftlichen Einverständnis gestattet. Für alle in dieser Betriebsanleitung aufgeführten Angaben, Ausführungen und Abmessungen behalten wir uns Änderungen vor. Für Druckfehler und Irrtümer kann keine Haftung übernommen werden. Alle Angaben sind nach bestem Wissen erstellt worden, jedoch ohne Anspruch auf Vollständig- bzw. Richtigkeit. Dabei kann keine Gewährleistung dafür übernommen werden, dass der Lieferumfang oder die technische Ausstattung dieses Produktes sowie die nachfolgenden Angaben und Ausführungen zur Fertigstellung, techn. Ausstattung und/oder zum Betrieb des Produktes für den jeweiligen Anwender bzw. Betreiber geeignet sind. Dieses Produkt ist kein Spielzeug, und nicht für Jugendliche unter 16 Jahren geeignet. Bei Erwerb, Errichtung und Betrieb von Fernsteuerungsanlagen sind die geltenden gesetzlichen Bestimmungen und die des Bundesamtes für Post und Telekommunikation zu beachten. Für eventuelle, beim Bau bzw. Betrieb von Produkten aus unserem Lieferprogramm entstehende Haftungs- bzw. Nachfolgeschäden können wir nicht aufkommen, da eine ordnungsgemäße Ausführung bzw. Handhabung unsererseits nicht überwacht werden kann.



Das Symbol auf dem Produkt, der Gebrauchsanleitung oder der Verpackung weist darauf hin, dass dieses Produkt am Ende seiner Lebensdauer nicht über den normalen Haushaltsabfall entsorgt werden darf. Es muss an einem Sammelpunkt für das Recycling von elektrischen und elektronischen Geräten abgegeben werden. Damit leisten Sie einen wichtigen und erforderlichen Beitrag zum Schutz unserer Umwelt.

www.engel-modellbau.de
www.ubootmodelle.de

ALEXANDER ENGEL KG
Modellbau • Verbundwerkstoffe • Apparatebau
Postfach 1133 • D-75434 Knittlingen • GERMANY • Tel. (07043) 93520 • Fax (07043) 31548 • info@engel-modellbau.de



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

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

Natürlich gibt es Boote, die sehr gut zu steuern sind, wie zum Beispiel die Klassen 206 und 212 der Bundesmarine und ausgesprochen störrische Exemplare, wie einige Typen aus den Anfängen des U-Boot-Baus oder Modelle von U-Booten, die nie über das Projektstadium hinaus gekommen sind, also auch nicht fertig entwickelt sind.

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

Genau wie der Tiefenrudergänger steuert die Automatik auf der Basis von 2 Informationsquellen: der Druck um das Boot gibt über die Tiefe Aufschluss und ein Neigungssensor über die momentane Lage. Der Drucksensor ist bei diesem Tiefenregler von außen sichtbar, da sein Messeingang in Form eines Nippels hervor ragt. Der Neigungssensor - auch fachmännisch Inklinometer genannt - bleibt im Innern verborgen. Daneben muss die Automatik natürlich auch auf die Wünsche des Kapitäns, vermittelt durch die Impulse der Fernsteuerung, reagieren.

Regeltechnisch betrachtet besteht der Tiefenregler aus zwei ineinander geschachtelten Regelkreisen. Der innere ist der Lageregelkreis, der darauf ausgelegt ist, das Boot in der Horizontalen zu halten. Er bestimmt die Stabilität der Tauchfahrt und wird mittels zweier Einstellpotis an die Eigenschaften des U-Bootes angepasst. Seinen Sollwert für die Bootslage erhält er vom äußeren Regelkreis, dem eigentlichen Tiefenregler mit dem Drucksensor. Seine Regeleigenschaften sind unkritisch und müssen daher auch nicht eingestellt werden.

Die Solltiefe wird vom Sender aus vorgegeben, wobei Knüppelmittelstellung etwa 0,4 m Tiefe (Abstand Drucksensor - Oberfläche) entspricht, was für die meisten Modell-U-Boote Sehrohrtiefe ist. Größere Tauchtiefe wird durch Verschieben des Steuerknüppels nach vorne erreicht, geringere durch Ziehen.

Einbau

Der Tiefenregler hat kein Gehäuse, aber einen soliden Sockel. Da der Regler einen Lagesensor enthält, der den Winkel des Bootes zur Wasserlinie misst, muss er fest mit dem Boot verbunden werden. Die Längsachse des Bausteins muss mit der Längsachse des Bootes übereinstimmen. Ob der Regler auf einem Deck

oder an einer Wand hängt ist egal. Die Steckerleiste muss zum Bug zeigen. Andernfalls würden Druckänderungen und Lageänderungen das Ruder in unterschiedliche Richtungen steuern und eine brauchbare Regelung wäre nicht möglich.

Der elektrische Anschluss dürfte kein Problem darstellen. Der Empfängerstecker ist passend für Graupner und damit auch für robbe/Futaba und neue Multiplex passend. Der Regler ist auf Kreuzknüppel von robbe/Futaba-Sendern voreingestellt. Damit ist der Weg ohne Trimmung bei 100% Wegeinstellung gemeint.

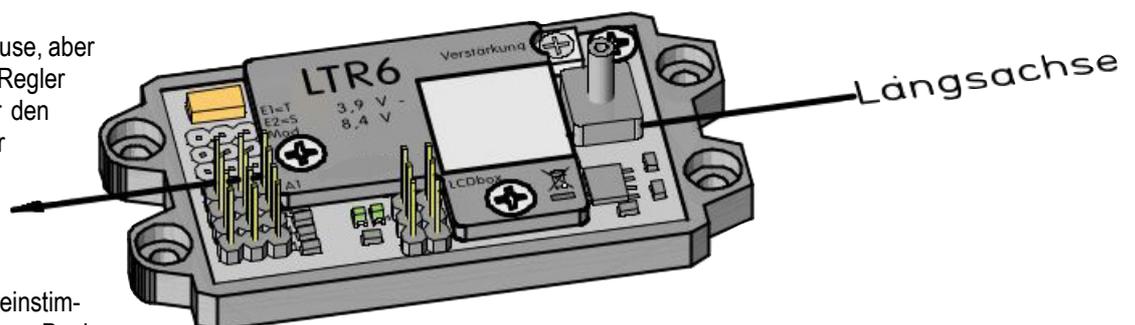
Der erste Stecker gehört in den Tiefenruder-Kanal des Empfängers. Der zweite Stecker wird bei U-Booten mit X-Ruder mit dem Seitenruder-Kanal verbunden. Der dritte Stecker kommt in einen Empfängerausgang der am Sender einen Kippschalter mit Mittelstellung hat. Er steuert die Betriebsart. Er kann auch ungeschaltet bleiben, dann ist der Regler immer an. Die Reihenfolge der Empfängerausgänge spielt keine Rolle. Die Signale dürfen sogar aus verschiedenen Quellen stammen ohne die Funktion zu beeinträchtigen.

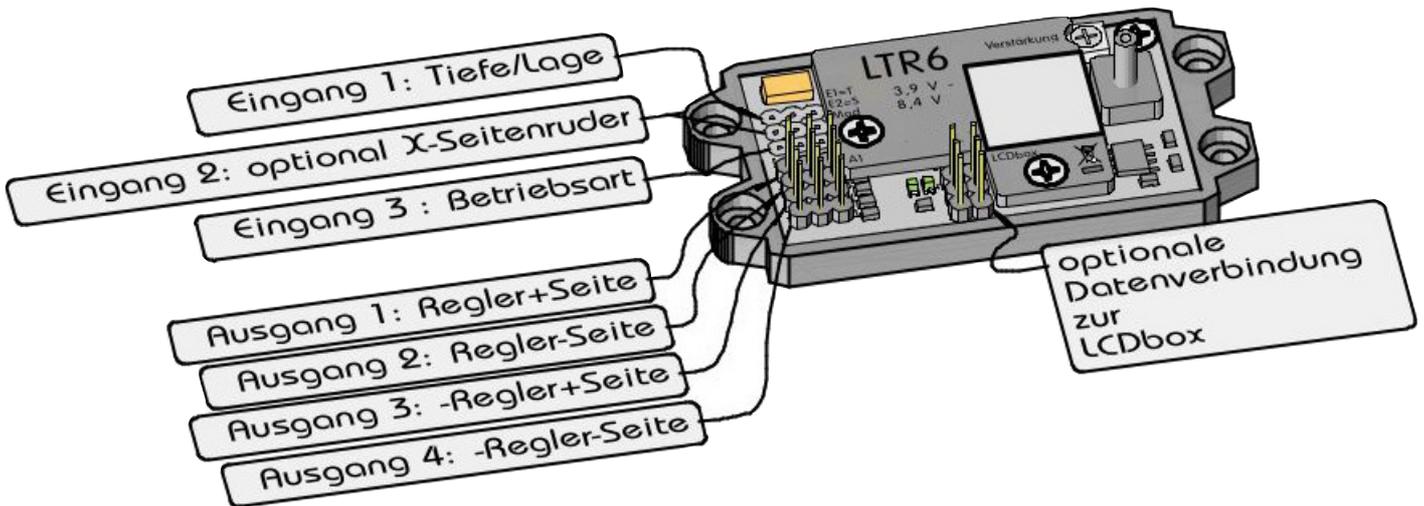
Die Servoanschlüsse an Ausgängen 1-4 werden parallel zu den Farben der JR-Empfängeranschlusskabel gesteckt, so dass Masse (braun bzw. bei robbe/Futaba schwarz) außen liegt.

Bei U-Booten mit normalem Kreuzruder und einem einzelnen Tiefenruderpaar wird das Tiefenruderservo in der Regel an Ausgang 1 gesteckt. Ausgang 2 bietet das selbe Signal an. An Ausgängen 3 und 4 liegen die Steuersignale invertiert an. Dies erlaubt den Anschluss von bis zu vier Servos in allen erdenklichen Anlenkungskombinationen; dies ist vor allem für U-Boote mit einzeln angelenkten X-Rudern vorteilhaft.

Der Schlauchnippel wird mit dem das Boot umgebenden Wasser verbunden, so dass der eingebaute Sensor den Druck und damit die Tiefe messen kann. Diese Verbindung wird durch den beiliegenden Silikonschlauch 3,5x1 mm, mit dem der Anschlussnippel des Drucksensors mit dem Außenbordanschluss (aus beiliegendem Messing-Rohr 3x0,5 mm) verbunden wird. Der Außenbordanschluss sollte dabei so liegen, dass dieser frei von Staudruck durch die Fahrtgeschwindigkeit ist. Günstig ist eine Anbringung mittschiffs im Kielbereich oder im Deck. Als vorteilhaft hat sich auch die Anbringung des Außenbordanschlusses in einem Freiflutraum erwiesen, da hier die Strömung beruhigt ist.

Die Richtung des Servoausschlags bei Druck- oder Lageänderung ist einstellbar. Sie muss so gewählt werden, dass die Ruder bei Druckerhöhung oder bei angehobenem Heck auf "Auftauchen" drehen. Ist das nicht der Fall, muss das Poti "P" auf die andere Seite der Mittelstellung gedreht werden. Es hilft nicht, den Regler anders herum einzubauen: Der Servoausschlag bei Lageänderung ist dann zwar richtig, aber die Reaktion auf Druckänderung bleibt falsch.





Betriebsarten

Der LTR6 hat drei Betriebsarten, die durch einen 3-Positionen-Schalter am Sender bestimmt werden:

• **Aus**

Lage- als auch Tiefenregelung sind ausgeschaltet, wobei das Servosignal unverändert weitergegeben wird. Die LEDs sind aus. Bei angeschlossenem X-Seitenrudereingang bleibt der Mischer selbstverständlich aktiv.

Manchmal ist es nützlich, wenn man die Automatik abschalten und das U-Boot von Hand steuern kann. Ein dramatisches Notaufauchmanöver ist dann viel eindrucksvoller. Außerdem steuert der automatische Tiefenregler bei Rückwärtsfahrt falsch herum, so dass man ihn dazu besser ausschaltet.

• **Tiefenregler relativ** (Schalter-Mittelstellung)

Sobald dieser Modus eingeschaltet wird, merkt sich der Regler die aktuelle Tiefe und versucht sie zu halten. Der Tiefenruderknüppel am Sender kann die Solltiefe langsam verändern, wenn er deutlich aus der Mittelstellung bewegt wird. Die Solltiefe ist dabei auf maximal 1 m begrenzt. Bei mehr als 1/2 Ausschlag tritt die dynamische Abschaltung in Funktion und die Reglerwirkung wird verringert. Bei vollem Ausschlag ist der Regler aus und die Ruder stehen in Hartlage. So behält der Steuermann immer Vorrang über den Regler und kann jederzeit Notaufauchen oder ähnlich heftige Manöver ausführen. Beim Loslassen des Knüppels wird die Solltiefe neu abgespeichert.

Die beiden LED blinken abhängig von der Schräglage.

• **Tiefenregler absolut**

Der Steuerknüppel gibt jetzt direkt die Solltiefe vor. Knüppelmittelstellung entspricht etwa 40 cm Tauchtiefe. Das entspricht der Auslegung der LTR4.x und 5.x.

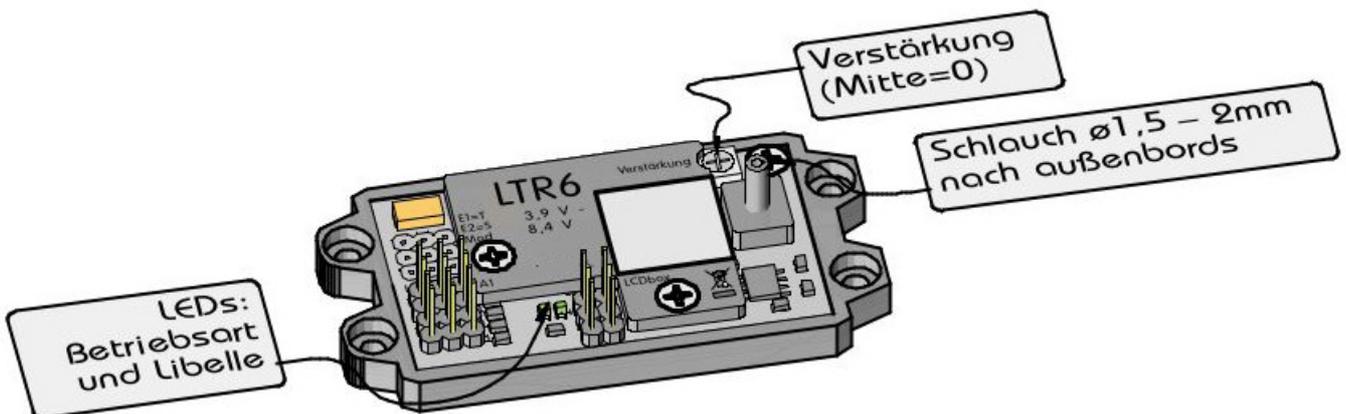
Die Abschaltung des Reglers bei Knüppelvollausschlag ist auch in diesem Modus aktiv.

Die beiden LED sind an.

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-Servos 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 haben und deutlich mehr Strom ziehen, als in dem kleinen Gehäuse gesund ist. Allgemein gilt, dass Servos die für Hubschrauber geeignet sind, auch an den Tiefenrudern von Modell-U-Booten funktionieren. Aber auch preiswerte Servos der Standardbaugröße sind oft eine gute Wahl. Die sind normalerweise so vorsichtig ausgelegt, dass sie Dauerbewegung und gelegentliches Blockieren aushalten. Das sie Stellzeiten >0,15 s aufweisen, ist nur bei sehr schnellen U-Booten ein Problem.



Da der Tiefenregler 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.

Vordere und achtere Tiefenruder

Der LTR6 eignet sich sowohl für Boote mit lediglich einem als auch mehreren Tiefenruderpaaren. Boote mit bug- und achterseitigen Tiefenrudern stehen mehrere Ansteuerungsvarianten zur Auswahl. Die beiden Tiefenruderpaare können über ein einziges Servo mit gemeinsamer Anlenkung gesteuert werden. Falls die technischen Gegebenheiten des Modells zwei einzelne Servos erfordern, kann an den LTR6 auch für jedes Tiefenruderpaar ein eigenes Servo angeschlossen werden. Wichtig ist allerdings, dass die beiden Ruderpaare gegensinnig zueinander steuern. Gegensinnig heißt zum Beispiel hinten oben und vorne unten. So bewegen die beiden Ruderpaare das Boot gemeinsam in der Horizontalen. Diese Steuerung ergibt beim Typ VIIc und ähnlichen Booten gute Ergebnisse. Die zweite Möglichkeit besteht darin, mit dem Tiefenregler nur ein Ruder anzusteuern (meistens das achtere), und das zweite festzusetzen oder nur per Hand zu steuern. Das bietet sich besonders für U-Boote an, die zwei Ruder mit sehr verschiedener Wirkung haben.

Soll beispielsweise nur das achtere Tiefenruder über den LTR6 gesteuert werden, wird in den entsprechenden Kanal des Empfängers ein Y-Kabel (auch V-Kabel genannt, z. B. Art-Nr. 9115) gesteckt. An einen Abzweig des Kabels wird dann der LTR6 angeschlossen, an den anderen direkt das vordere Tiefenruderservo. Somit wird nur ein Kanal belegt, wobei das vordere Tiefenruder nur für Notaufauchmanöver angesteuert werden sollte, um die automatische Regelung während des regulären Betriebes nicht zu beeinträchtigen.

Die Entscheidung, ob ein oder beide Ruder angesteuert werden, ist von Fall zu Fall zu treffen.

Da der LTR6 Anschlüsse zur gegensinnigen Ansteuerung der Ruder bietet, müssen dann nur die entsprechenden Servoanschlüsse auf dem LTR6 gewählt werden.

Einstelltaktik

Die Einstellung der Verstärkung mit dem Poti "P" kann nur im Fahrversuch ermittelt werden. Dabei hilft nur Probieren. Die Werkseinstellung des LTR6 ist für die meisten U-Bootmodelle entsprechend.

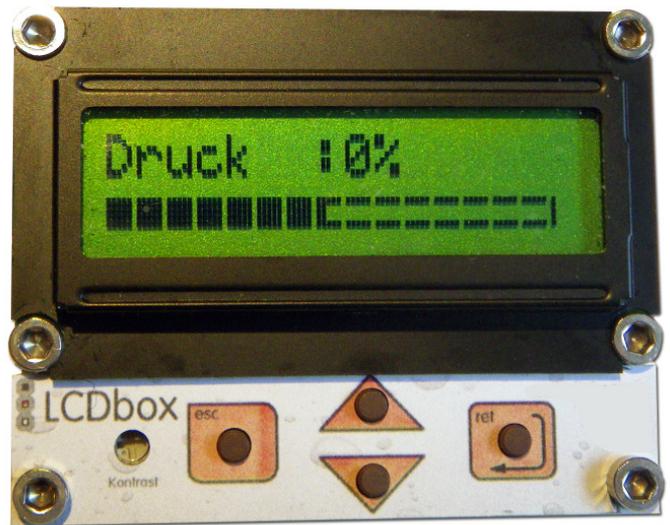
Eine abweichende Einstellung muss zuvor an Land gefunden werden, indem das Heck angehoben und das Ruder beobachtet wird. Es muss der Schräglage entgegenwirken, sonst muss die Richtung umgedreht werden, indem das Poti in die andere Hälfte des Stellbereichs gedreht wird.

Je größer die Verstärkung, also je näher das Poti zum 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 knapp 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.

LCDbox (optional, Art.-Nr. 1575-LCD)



Die LCD-Box erlaubt das Einstellen von vielen Parametern, wie zum Beispiel Servobegrenzungen, Filter oder komplexere Mischer. Außerdem gibt die LCDbox einen genauen Einblick in die internen Werte des LTR6.

Technische Daten

- Gerätetyp: Vorschaltbaustein für Servo, Stromversorgung aus Empfängerakku, Sensoren und Mikroprozessor intern
- Abmessungen: 65 x 33 x 16 mm liegende Platine mit Sockel
- Gewicht: ca. 20 g
- Betriebsspannung: 3,9 - 8,5 V (Empfängerstrom)
- Stromverbrauch: 0,5 mA (Leerlauf)
- Impulse: 0,75 - 2,25 ms Wiederholzeit 7 - 50 ms (passt damit an alle Anlagen)