

1 Mechanik

1.1 Antrieb

Im folgenden werden die betrachteten Antriebe vorgestellt. Diese wurden ausgewählt, weil sie die Anforderung erfüllen, keine Personen im Wasser zu gefährden.

1.1.1 Jet-Antrieb

Es gibt Modellbau-Jetantriebe von Graupner. Diese laufen jedoch gerade aus und sind mechanisch sehr aufwendig und benötigen zum Steuern einen Servo. Die Kosten belaufen sich auf ca. 150.

1.1.2 Propellerantrieb

Im Internet findet man verschiedene Bootspropeller, die jedoch alle an einen Innenliegenden Motor gekoppelt sind.

Es ist jedoch möglich, Brushless-Motoren unter Wasser einzusetzen. BlueRobotics hat ein aufeinander abgestimmtes System entwickelt, das Motor, Schraube und Berührungsschutz beinhaltet. Dieses Set ist für den Einsatz an Tauchrobotern entwickelt.

1.2 Steuerung

Bei der Umsetzung der Steuerung werden die folgenden drei Konzepte miteinander verglichen.

1.2.1 Rudersteuerung

Eine Rudersteuerung hat den Nachteil, dass sich das Boot in Bewegung befinden muss, um eine Ruderwirkung zu erhalten. Allerdings wäre diese Steuerung am Kostengünstigsten zu realisieren.

1.2.2 Pod-Antrieb

Drehbare Propeller ermöglichen das beste Manövrieren. Jedoch ist der Aufbau sehr komplex.

1.2.3 Differentielle Steuerung

Diese Steuerung erzeugt durch Verlagerung des Schubs weg von der Kiellinie eine Drehbewegung. Der Aufbau ist sehr einfach, da zwei starre Motoren montiert werden, die Kosten sind allerdings sehr hoch, da gleich zwei Motoren zum Einsatz kommen.

Die Steuerung läuft in der Software ab.

1.3 Rumpfform

Die folgenden Rumpfformen unterscheiden sich in Stabilität, notwendiger Motorisierung und möglicher Höchstgeschwindigkeit.

1.3.1 Verdränger

Ein Verdränger ist für langsame Fahrten ausgelegt. Er liegt stabil im Wasser und kommt mit sehr kleiner Motorisierung aus.

1.3.2 (Halb-)Gleiter

(Halb-)Gleiter heben sich ab einer höheren Geschwindigkeit aus dem Wasser. Dadurch wird die Reibung vermindert und es ist eine hohe Höchstgeschwindigkeit möglich. Die Stabilität ist jedoch eingeschränkt und die Gleitfahrt benötigt eine starke Motorisierung.

1.3.3 Katamarane

Katamarane besitzen mehrere kleine Rümpfe, was ihnen sehr hohe Stabilität bei dennoch hohen Geschwindigkeiten erlaubt.

1.3.4 V-Rumpf

Boote mit V-Rumpf können durch Wellen schneiden, was sie in rauem Wasser überlegen macht. Jedoch sehr instabil wenn eine seitliche Kraft wirkt.

vgl <http://de.boats.com/dienste/motorboot-ausdruecke-typen-einsatzformen-und-definitionen/>

2 Elektronik

2.1 Akku

2.1.1 LiPo-Akku

Lithium-Polymer-Akkus haben eine hohe Energiedichte (130-150 Wh/kg). Jedoch sind sie elektrisch und thermisch sehr empfindlich. Das führt soweit, dass bei einer Überladung Brandgefahr besteht.

2.1.2 LiIon-Akku

Ein Lithium-Ionen-Akku hat eine ähnliche Leistungsdichte (120-180 Wh/kg) wie der Lithium-Polymer-Akku. Dabei ist er weniger anfällig. Der Akku soll bei höchstens 75% der möglichen Ladung gelagert werden, um Alterung zu vermeiden.

2.1.3 NiMH-Akku

Nickel-Metallhydrid-Akkus haben eine wesentlich geringere Energiedichte (60-80 Wh/kg) als die beiden vorher genannten Typen. Da NiMH-Akkus dem Memory-Effekt unterliegen, müssen sie regelmäßig komplett entladen und wieder vollgeladen werden, sonst sinkt ihre Kapazität. Bei der Lagerung verliert ein Akku ca 1% seiner Ladung pro Tag. Eine Ladungserhaltung ist aufgrund des Memory-Effekts nicht möglich.

2.1.4 NiCd-Akku

Nickel-Cadmium-Akkus haben eine geringere Energiedichte (40-50 Wh/kg) als NiMH-Akkus, sind jedoch wesentlich zyklensfester. Auf sie trifft auch der Memory-Effekt zu.

2.1.5 Blei-Akku

Blei-Akkus sind eine alte und bewährte Technik, sie weisen jedoch die geringste Energiedichte auf (30-40 Wh/kg). Sie sind elektrisch und thermisch robust, haben jedoch eine geringe Lebensdauer.

2.2 Funkübertragung

Die Funkübertragung soll so ausgelegt sein, dass auch im größten See des Bezirks Karlsruhe eine Steuerung des Boots von jedem Punkt des Ufers aus möglich ist. Der Eppelsee hat die größte offene Wasserfläche. Die Entfernung der am weitesten voneinander entfernten Ufer beträgt 950m. Als Richtwert für die Funkübertragung soll daher gelten, dass eine Übertragung im Freien über 1km möglich ist.

2.2.1 Generische 433 MHz Übertragung

433 MHz Sender und Empfänger sind ein Massenprodukt und daher schon für wenige Euro erhältlich. Die Reichweite dieser Produkte ist aber auf wenige 10 Meter begrenzt. Um eine höhere Reichweite zu erhalten, muss ein teureres Modul gekauft werden, das dann eine bessere Antenne und hochwertigere HF-Verstärker besitzt.

Generische 433 MHz Sender und Empfänger arbeiten mit einer Amplitudenmodulation, dem sogenannten On-Off-Keying. Dabei wird, abhängig vom zu sendenden Bit, entweder ein Träger gesendet (volle Amplitude) oder nicht (Amplitude ist 0).

2.2.2 WLAN

Dieser nach IEEE 802.11 zertifizierte Standard hat sehr hohe Datendurchsätze, die im optimalen Fall 10Gbit/s übersteigen.

WLAN hat nach Spezifikation eine Reichweite von bis zu 250m im Außenbereich. Ein in der USA angewandter Standard kann sogar eine Übertragung über 5000m gewährleisten. Dabei wird lediglich das Frequenzband und die Leistung des Signals geändert, nicht jedoch der zeitliche Ablauf. Daher ist es möglich, mit entsprechenden Richtfunkantennen die WLAN-Reichweite zu erhöhen, sodass eine Übertragung über einen Kilometer stattfinden kann.

(Quellen aus https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)

2.2.3 Mobilfunk

Das Mobilfunknetz hat vier Bestandteile, die sich in der Art der Verbindung und der Geschwindigkeit unterscheiden. Die Systeme heißen GSM, GPRS, UMTS und LTE. Das Handynetz bietet durch die vorhandene Infrastruktur in Deutschland eine sehr hohe Reichweite, jedoch hängt diese von der Position der Basisstationen ab. Diese decken bevorzugt Wohngebiete und weniger die unbewohnte Landschaft ab, weshalb die Abdeckung an Seen, dem Einsatzgebiet des Boots, nicht gewährleistet ist.

Ist eine Abdeckung mit UMTS oder LTE gewährleistet, reicht die Übertragungsbandbreite aus, um Live-Bilddaten zu übertragen.

Da man auf eine vorhandene Infrastruktur zurückgreift, muss man hier auch Kosten an den Provider entrichten.

2.2.4 LoRa

LoRa wurde speziell für die Übertragung von wenigen Daten über sehr hohe Entfernungen entwickelt. Es unterstützt eine maximale Übertragungsrate von 50 kbps. Tests mit verschiedenen LoRa-Modulen haben Übertragungen über mehr als 2 km im urbanen und mehr als 20 km im ländlichen Gebiet bestätigt.

3 Software