

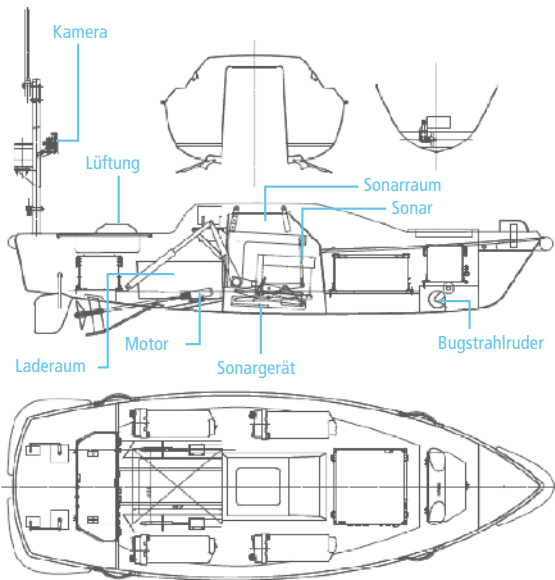
Entwicklung eines autonom fahrenden Forschungsbootes mit MicroAutoBox an Bord

MicroAutoBox Ahoi!





Die Yamaha Motor Corporation, Ltd., entwickelt ein unbemanntes Boot (Unmanned Marine Vehicle, UMV), das für eine Vielzahl von Mess- und Beobachtungsaufgaben einsetzbar ist. Eine dSPACE MicroAutoBox übernimmt dabei sämtliche zur Navigation und Steuerung des Bootes notwendigen Aufgaben.

**Abmessungen**

Gesamtlänge (ohne Fender)	2,85 m
Breite	0,98 m
Hauptmotor	RE40 150 W x 2
Untersetzungs- getriebeverhältnis	3,5
Verdrängung	170 kg
Batterie	Lithium-Ionen- Batterie 24Ah x 4
Akkulaufzeit	3 Std.
Höchstgeschwindigkeit	4 kt
Reisegeschwindigkeit	3 kt



Das Boot bietet genügend Platz für diverse Beobachtungsgeräte und eine ausreichende Stromversorgung.

Wozu unbemannte Boote?

Nachdem Yamaha Motor bereits im Jahre 2003 erste Erfolge bei der Entwicklung unbemannter Land- und Luftfahrzeuge verzeichnen konnte, begann im selben Jahr auch die Entwicklung eines unbemannten, elektrischen Überwachungsbootes (Unmanned Marine Vehicle, UMV), das in der Lage sein soll, eigenständig mit Hilfe von GPS- und Peilwinkel-daten zu navigieren und diverse Beobachtungs- und Messaufgaben zu bearbeiten. Der Einsatz eines solchen Bootes ist vor allem an gefährlichen Orten sinnvoll, außerdem ist es auch für das Abarbeiten langwieriger, monotoner Messreihen hervorragend geeignet, anders als ein Mensch, der – besonders bei widrigem Wetter – schnell Fehler machen und ermüden kann.

Sonar und Unterwasserkamera

Das UMV kann seine Umgebung akustisch (Sonar) und optisch (Unterwasserkamera) untersuchen und überwachen. Das nach vorne gerichtete DIDSON Sonargerät von SOUND METRIC lässt sich durch eine Luke im Rumpf nach unten ins Wasser aus-

„Die MicroAutoBox ermöglicht eine reibungslose Implementierung der Steuerungsalgorithmen und deren Betrieb in Echtzeit. dSPACE-Prototyping-Systeme genießen bei allen modellbasierten Entwicklungsaktivitäten innerhalb Yamahas einen sehr guten Ruf.“

Tsuyoshi Kamiya, Yamaha Motor Co., Ltd.

fahren und ist für verschiedenste Aufgaben einsetzbar. Typische Anwendungen sind die Vermessung des Gewässerbodens, die Überwachung der Verschlammung von Stauseen, die Messung der Wasserqualität, Beobachtungsaufgaben beim Fischfang oder das Orten von Gegenständen, um beispielsweise Fahrrinnen in Häfen freizuhalten. Neben dem Sonar ist auch der Einsatz einer Unterwasserkamera möglich. Alle Daten übermittelt das Boot in Echtzeit per Funk. Zusammen mit den Positionsdaten des integrierten GPS kann die Begleitmannschaft an Land die Beobachtungen des UMVs live mitverfolgen.

Der Wechsel zum dSPACE-System

Beim jetzigen UMV handelt es sich um eine erweiterte und optimierte Version eines Vorgängermodells. Beim Vorgängermodell waren beispielsweise die Hinderniserkennung (mit Hilfe eines Rundum-Laserscanners an Deck) und die autonome Kurssteuerung/Fernsteuerung noch voneinander getrennte Systeme. Es zeigte sich schnell, dass dies für komplexere Fahrmanöver, beispielsweise bei widrigen Wetterverhältnissen oder auch beim Umfahren von Hindernissen, nicht ausreicht, um einen Kurs genau genug einzuhalten. Weil die Yamaha-Ingenieure befürchteten, dass die neuen



Typischer Einsatz des UMVs: Untersuchungen der Wasserqualität auf Hokkaido

Gemeinsam mit der Abteilung für Umweltwissenschaften und Naturkatastrophen (Muroran Institute of Technology) führt Yamaha Motor Experimente mit dem UMV im Utonai-See und im Bibi-Fluss auf Hokkaido durch. Ziel ist es, die Methoden zur Messung der Wasserqualität zu verbessern. Bisher führte eine Person die Messungen per Hand vom Kanu aus durch, das UMV absolviert nun das komplette Messprogramm zur Erfassung eines Zielgebietes automatisch

und selbständig. Die erspart den Forscherteams viel Zeit und Aufwand. Der Einsatz auf Hokkaido lieferte wertvolle Ergebnisse:

- Daten und praktische Einsatzerfahrungen, um die Vorgehensweise bei Messungen zu optimieren
- Test des Kommunikationssystems unter realen Bedingungen. Die Reichweite in freier Natur beträgt bis zu 2 Kilometer.
- 2 Meter Genauigkeit beim Einhalten des vorgegebenen Kurses bei autonomen Fahrten flussabwärts

komplexeren Steuerungsalgorithmen die Ressourcen des alten Systems sprengen könnten, wurde eine komplette Aufrüstung des Systems beschlossen. Das neue System sollte zwar die Steuerungslogik des Vorgängerbootes übernehmen, aber

zugleich auch die bisher fehlende Integration der Hinderniserkennung gewährleisten. Außerdem war auch der gesamte Ablauf der Steuerungsentwicklung verbesserungsbedürftig (beim alten System wurde einfach C-Code auf einen Mikroprozessor

geladen). Daher fiel die Wahl auf ein dSPACE-Prototyping-System auf Basis einer MicroAutoBox, um für alle Eventualitäten genügend Ressourcen bereitzuhalten und für eine insgesamt effiziente Steuerungsentwicklung zu sorgen.

Mittschiffs lassen sich durch den Rumpf verschiedene Beobachtungsinstrumente ins Wasser ausfahren (hier ein Sonargerät).





Mit einer Gesamtlänge von lediglich 2,85 Metern lässt sich das Boot bequem in einem Kleintransporter auf der Straße zum Einsatzort transportieren und problemlos zu Wasser lassen.



Die Entscheidung für das dSPACE-System

Bei der Auswahl für ein neues System konkurrierte das dSPACE-System zunächst noch mit einer PC-basierten Lösung. Als sich aber die Echtzeitfähigkeit und die Möglichkeit für modellbasiertes Entwickeln als entscheidende Anforderungen herausstellten, fiel die Wahl endgültig auf das dSPACE-System, weil dies eine stabile und verlässliche Testumgebung garantiert. Außerdem haben sich dSPACE-Produkte bereits in anderen Geschäftsbereichen von Yamaha bewährt. Aufgrund der bekannten Zuverlässigkeit der dSPACE-Systeme erübrigte sich die Evaluierung anderer Systeme. Die

„Dank der leicht und intuitiv zu bedienenden grafischen ControlDesk-Oberfläche konnten wir uns schnell in die Bedienung einarbeiten.“

Hirota Aoki, Yamaha Motor Co., Ltd.

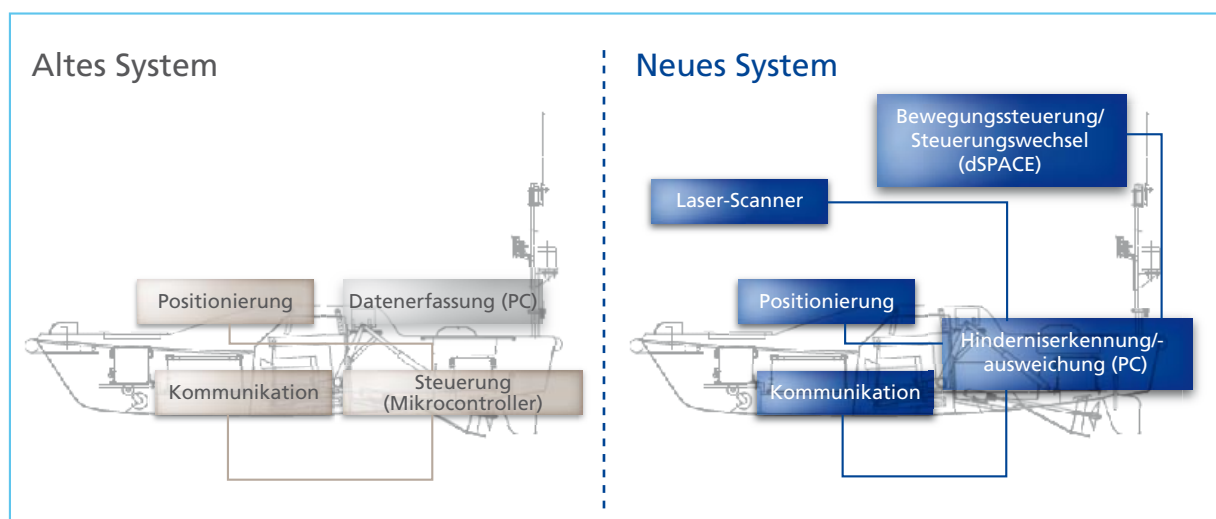
MicroAutoBox war ein entscheidender Baustein zur Vereinfachung und Beschleunigung der Entwicklungsprozesse.

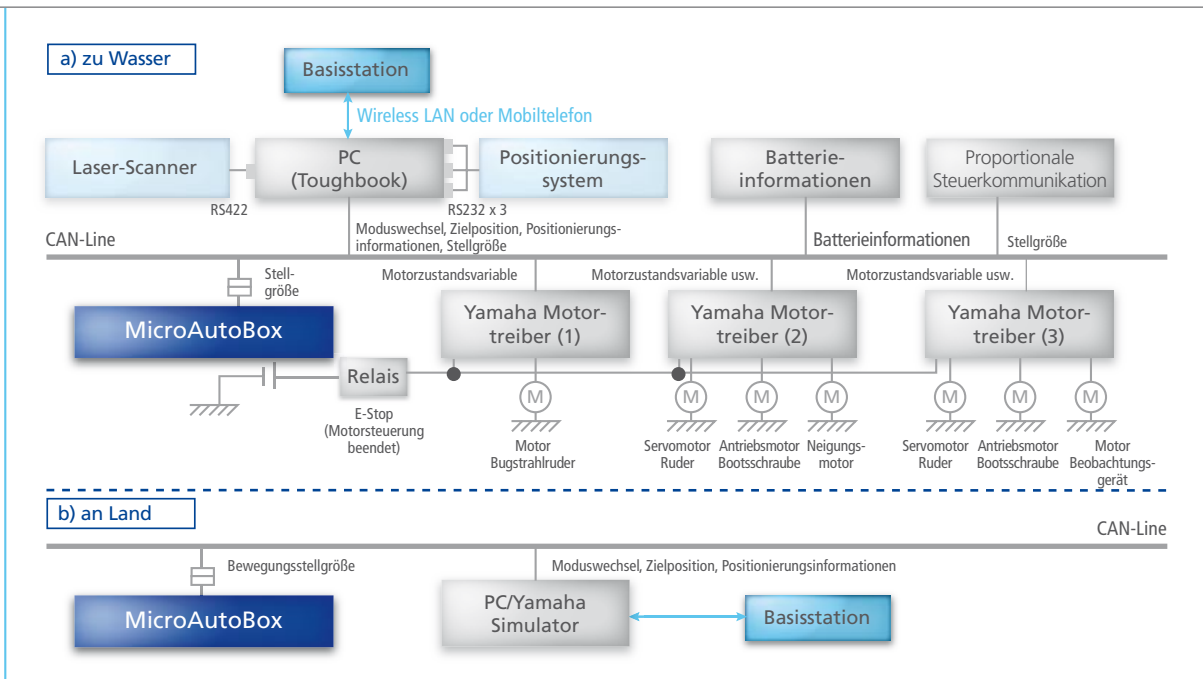
MicroAutoBox als Steuermann

Das dSPACE-Prototyping-System erhält die Positionsdaten von einem mit einem PC verbundenen GPS-System. Mit Hilfe dieser Daten führt die MicroAutoBox die Navigationsberechnungen durch und übermittelt

die zur Steuerung des Bootes berechneten Stellgrößen über den eigens von Yamaha entwickelten Motortreiber an die Schiffsmotoren (Heckschraubenmotor und Bugstrahldüse) und die Rudermaschine. Der Datenaustausch aller Komponenten erfolgt über einen CAN-Bus. Bei der Entwicklung neuer Steuerungsalgorithmen ohne Einsatz des Bootes wird ein Yamaha-Simulator mit der MicroAutoBox verbunden.

Direkter Vergleich des jetzigen Bootes (rechts) und des Vorgängers (links). Wichtig beim neuen Boot waren vor allem die Integration der Hinderniserkennung ins Gesamtsystem und die Erweiterung der Systemressourcen.





a) Schematische Darstellung des Systemaufbaus im Boot. Die MicroAutoBox steuert das Boot auf Basis von GPS-Daten und den Daten eines Laser-Scanners an Deck, der die unmittelbare Umgebung über Wasser nach Hindernissen abtastet. Der Datenaustausch zwischen allen Komponenten erfolgt via CAN-Bus.
 b) Für die Entwicklung von Steuerungsalgorithmen ohne Boot an Land übernimmt ein Yamaha-Simulator die Rolle des Bootes.

Ausbau der Entwicklungsaktivitäten

In der Anfangsphase der Entwicklung des unbemannten Bootes standen zunächst die vorgegebenen wirtschaftlichen Ziele im Vordergrund. Nach den ersten vielverspre-

chenden Ergebnissen kann sich das Entwicklerteam jetzt auf die Forschung und die technische Weiterentwicklung konzentrieren. Yamaha Motor wird die Entwicklungsarbeiten an der aufwendigen UMW-Steuerung intensivieren und dabei auch zu-

künftig auf die robusten Prototyping-Systeme von dSPACE setzen. ■

*Tsuyoshi Kamiya,
 Hirotaka Aoki,
 Yamaha Motor Co., Ltd.,
 Iwata-City, Japan*

Der Entwicklungs- und Implementierungsprozess für das Steuerungssystem. Die modellbasierten Steuerungsalgorithmen werden durch wiederholte Tests auf dem Wasser und am Yamaha-Simulator erprobt und verfeinert.

