

Multi-Domain UxS

Systeme mit unbemannten mobilen Plattformen werden je nach Art durch Akronyme wie z.B. UGS (Unmanned Ground System) oder UAS (Unmanned Aerial System) bezeichnet oder in allgemeiner Form als UxS bezeichnet. Üblicherweise ist die Fortbewegung des Fahrzeugs dabei auf ein einzelnes Medium – Wasser, Land oder Luft – beschränkt. Daneben gibt es zunehmend auch Konzepte für unbemannte Fahrzeuge, die die Fähigkeit zur Fortbewegung in mehreren Medien vereinen. Von ihrer Entwicklung verspricht man sich Vorteile im Hinblick auf die Erweiterung des Einsatzbereichs und höhere Energieeffizienz. Beispiele sind UAS, deren Plattformen auch unter Wasser operieren können, oder amphibische Fahrzeuge.

Auch wenn es in der Vergangenheit bereits Ansätze gab, zum Beispiel tauchfähige Flugzeuge oder fliegende Autos zu bauen, sind aus solchen Ideen aufgrund technischer Hürden oder finanzieller Aspekte bislang keine marktfähigen Produkte entstanden, abgesehen von einzelnen Amphibienfahrzeugen oder Schreitbaggern. Unbemannte Systeme erlauben dagegen das einfache Experimentieren mit neuen Ansätzen und innerhalb der letzten Jahre sind einige Prototypen entstanden, die in mehreren Medien operieren können (hybride Konzepte). Dazu besitzen sie entweder separate Antriebs Elemente für jedes Medium oder einen einheitlichen Antrieb mit unterschiedlichen Betriebsweisen (multimodale Fortbewegung). Auch können robotische Effektoren (Greifer, Arme) die Fortbewegung unterstützen. Der Übergang zwischen den Betriebsweisen kann dabei fließend sein, etwa wenn ein Bodenfahrzeug ein Gewässer durchwaten, ein Luftfahrzeug am Boden rollt, ein zweibeiniger Roboter in schwierigem Gelände zur Abstützung mitunter die Hände nutzt oder ein Micro Air Vehicle (MAV) sich mittels krallenartiger Greifer an einem Baum festklammert oder kriechend fortbewegt. Diese verschiedenen Aspekte einer erweiterten Mobilität werden als Multi-Domain UxS bezeichnet.

Man kann Multi-Domain UxS im Wesentlichen in drei Kategorien von hybriden

Konzepten einteilen (Luft-Wasser, Boden-Wasser und Luft-Boden). Luft-Wasser-Konzepte profitieren von der Tatsache, dass ein Propellerantrieb sowohl in Luft als auch unter Wasser funktioniert. Hier sind bislang ausschließlich fliegende Konzepte zu finden, die durch zusätzliche Maßnahmen ertüchtigt werden, auch im Wasser zu operieren. Das beinhaltet eine druckstabile Zelle, die Kapselung elektrischer Bauteile und hydrophobe Oberflächen, um nach dem Flugstart kein Ballastgewicht durch aufgenommenes Wasser mitzuführen. Bei Boden-Wasser-Konzepten gibt es sowohl primär wasser- als auch primär landbasierte Konzepte. Das spezifische Problem dieser amphibischen Plattformen ist die Übergangszone zwischen Gewässern und Land, welche von flachen Sandstränden über dichten Pflanzenbewuchs oder Schlamm bis hin zu Steilufern und festen Wänden reicht. Die Luft-Boden-Konzepte folgen zwei unterschiedlichen Ansätzen: zum einen gibt es fahrende Transportsysteme, die durch Flugmanöver kurze Strecken oder Bodenhindernisse überwinden sollen. Zum anderen sollen fliegende Sensorsysteme durch Landung an Einsatzorten Energie für die Missionsausführung sparen bei gleichzeitigem Erhalt eines Mindestmaßes an Mobilität, etwa um schwer zugängliche bzw. schwer einsehbare Orte am Boden oder in Bauwerken kriechend zu erreichen. Zur ersten Kategorie zählen beispielweise Konzepte zu Flugautos, zur zweiten Kategorie verschiedene Konzepte von UAS mit kleineren Plattformen.

Zusätzlich zu den sonstigen Problemstellungen bei der Realisierung eines UxS im Allgemeinen bedeutet die Umsetzung zweier Fortbewegungskonzepte in einer Plattform zunächst einen konstruktiven Mehraufwand, der mit Effizienz einbußen oder Einschränkungen einhergeht. Die spezifischen Herausforderungen liegen dementsprechend darin, den Betrieb unterschiedlicher Fortbewegungsarten unter Minimierung des Gesamtaufwands und Maximierung des Gesamtnutzens zu realisieren. Das bedeutet hinsichtlich des grundlegenden Konzepts, dass die Plattform möglichst adaptiv für meh-

rere Fortbewegungsarten nutzbar sein sollte, unter weitgehender Vermeidung der Dopplung funktionaler Systeme oder Strukturen. Das betrifft insbesondere die eigentliche Antriebslösung, aber auch die duale Nutzung von Komponenten für Missionsausführung und Fortbewegung. Darüber hinaus setzen sowohl der multimodale Betrieb als auch lange Standzeiten sowie missionsspezifische Kommunikationseinschränkungen für hybride Plattformen einen hohen Grad an Automatisierung voraus. Der konstruktive Mehraufwand eines Multi-Domain UxS zahlt sich dann aus, wenn z.B. dafür der Einsatz einer zweiten Plattform entfallen kann, oder z.B. durch Wassern, Tauchen oder Anhaften die Einsatzdauern fliegender Plattformen deutlich erweitert werden oder aber z.B. der Wechsel zwischen rollender und gehender Bewegung den Einsatzbereich im gemischten Gelände erweitert.

Die derzeit am weitesten fortgeschrittenen Multi-Domain UxS sind tauchfähige MAV, welche bislang allerdings nur geringe Unterwasser-Geschwindigkeiten erreichen. Ihr kommerzieller Einsatz entwickelt sich gerade, z.B. vermarktet das Start-up SubUAS den Octocopter Naviator als „first multi domain air/water drone“ für Freizeit, Industrie und Verteidigung. Der Fokus liegt zunächst auf kleinen Systemen, die als Plattformen für Sensoranwendungen dienen. Eine Grundlage dafür ist die anhaltende Entwicklung zu immer kompakteren und leistungsfähigeren mobilen IT-Geräten. Parallel dazu setzt durch das aufkommende Wissenschaftsgebiet der Biorobotik eine systematischere Forschung an Multi-Domain-spezifischen Problemstellungen ein. Die Entwicklung effizienter Bewegungsmuster profitiert dabei von Fortschritten im Bereich Künstlicher Intelligenz und maschineller Lernverfahren. Langfristig könnte sich dadurch die Mobilität robotischer Systeme an die vergleichbarer biologischer Systeme annähern und damit z.B. deren Fähigkeiten zum Umgang mit wechselnden Umgebungsbedingungen adaptieren.

Dr.-Ing. Guido Huppertz