

Magazin der Hochschule Offenburg University of Applied Sciences

# campus

Ausgabe Nr. 31 / Sommer 2011

## Industry on Campus

Ministerium fördert Energie-Forschungsprojekt



**Hochschule Offenburg**  
University of Applied Sciences

# Einsätze des Autonomen Helikopters in schwindelerregenden Höhen



Abb. 1: Die Hubschrauberflotte

Seit einigen Jahren arbeitet ein Team von Studenten und Professoren an der Hochschule Offenburg an der Entwicklung und Optimierung einer Avionik und Flugregelung für kleine Helikopter (Abb. 1). Immer wieder kommen diese autonomen Helikopter bei schwierigen Projekten, etwa für Luftaufnahmen an Gebäuden oder Brücken, zum Einsatz. In den folgenden Abschnitten sind einige dieser Flugeinsätze beschrieben.

## Mastenbefliegung beim Elektrizitätswerk Mittelbaden

Bei der Überwachung von Hochspannungsanlagen, wie z.B. Masten und Isolatoren, steht der Helikopter vor besonderen Herausforderungen. Die Helikopterelektronik muss die hohen Spannungs- und Magnetfelder in der Nähe von Hochspannungsanlagen genau und sicher funktionierend überleben. Die Elektronik wurde von Anfang an im Hinblick auf diese Anwendung entwickelt. Das Elektrizitätswerk Mittelbaden hat uns freundlicherweise in einem Umspannwerk die Möglichkeit geboten, den gesamten Helikopter mit seiner Elektronik zu testen. Es stellte sich heraus, dass der Helikopter einschließlich Avionik in drei Meter Abstand zu einer 110-Kilovolt-Leitung mit einem Strom von 160 Ampere zuverlässig arbeitete.

Mit diesem Wissen sind wir einige 20-Kilovolt-Leitungen und Isolatoren abgeflogen. Abb. 2 zeigt ein Beispiel von solchen Flugeinsätzen. Mithilfe solcher Aufnahmen kann der Zustand von Verbindungen und Isolatoren in Hochspannungsanlagen insbesondere von oben gut beurteilt werden.

Wir verfügen auch über eine nur 150 Gramm leichte Thermokamera, mit der „hot spots“ leicht identifiziert werden können. Sowohl Isolatorfehler als auch fehlerhafte Verbindungen führen typischerweise zu einer

Erhöhung der Temperatur der entsprechenden Fehlstelle; sie sind damit leicht zu erkennen.

## Befliegen von Brücken

Eine weitere Anwendung ist das Befliegen von Brücken. Auch hier sollte die Bausubstanz in schwindelerregenden Höhen untersucht werden, um nach eventuellen Schäden zu forschen. Teile der etwa 100 Meter hohen Autobahnbrücke bei Horb wurden von dem Helikopter mit einer schwenkbaren Kamera befliegen. Abbildungen 3 und 4 zeigen Aufnahmen vom Einsatz, darunter eines, das leichte Schäden im Beton zeigt.

Wie zu erwarten war, gab es unterhalb der Brücke Probleme mit dem GPS-Empfang, sodass in der jetzigen Konfiguration Aufnahmen direkt unter Brücken nicht möglich sind, Pfeiler sind unproblematisch. Allerdings wurde ein Konzept erarbeitet, das auch einen solchen Einsatz unmittelbar unter einer Brücke ermöglicht.

## Weiteres Befliegen des Freiburger Münsters

Es wurden weitere Einsätze am Freiburger Münster geflogen. Es ging hierbei um Aufnahmen der Spitze des Hauptturms in östlicher Richtung sowie der Westfront.



Abb. 2 Einsatz für das E-Werk



Für Aufnahmen des Turmkopfs wurde von einer Plattform in 74 Meter Höhe über Grund unter sehr beengten Verhältnissen gestartet und gelandet (Abb. 5). Einen Film, der bei einem der Flüge gedreht wurde, kann man bei [http://www.konradsblatt-online.de/html/aktuell/aktuell\\_u.html?artikel=10186&cataktuell=1160&e=2&forum\\_neuerBeitrag=true&home=true&m=25180&modul=17&scene=beitrag\\_verfassen&t=&tab=forum](http://www.konradsblatt-online.de/html/aktuell/aktuell_u.html?artikel=10186&cataktuell=1160&e=2&forum_neuerBeitrag=true&home=true&m=25180&modul=17&scene=beitrag_verfassen&t=&tab=forum) anschauen. Abb 5 zeigt eine der gelungenen Aufnahmen der Turmspitze. Für die Westfront des Münsters wurde vom Boden aus gestartet. Hierbei stellte sich heraus, dass die GPS-Empfangsverhältnisse in niedrigen Flughöhen zwischen dem Münster und den Häusern rund um den Marktplatz außerordentlich schlecht waren. Aus Sicherheitsgründen wurde daher der erste Einsatz dort abgebrochen.

Die Inertial-Navigation wurde dann im Hinblick auf häufige und lange GPS-Ausfälle noch einmal untersucht und weiter optimiert. Um die Navigationsfunktion unter solchen Verhältnissen sicherzustellen, wurde eine Reihe von Testflügen auf unserem Flugfeld in der Nähe der Hochschule durchgeführt.

Mit dem optimierten System war es nunmehr ohne Probleme möglich, trotz der GPS-Empfangsprobleme an einem weiteren Einsatztag flächendeckende Nahaufnahmen von der Westfront zu erfliegen.

### Technische Weiterentwicklung

Neben der Optimierung der Navigation bei schlechten GPS-Verhältnissen arbeitete das Team natürlich auch an der Entwicklung in anderen Bereichen weiter.

Die Nutzlast unseres Elektrohelikopters wurde erhöht, sodass inzwischen Flüge mit über 6,5 Kilogramm Gesamtabflugmasse möglich sind (3,4 Kilogramm leer).

Es wurden einige vielversprechende Versuche zu einem differenziellen Trägerphasen-GPS „Marke Eigenbau“ gemacht. Die Navigation im Genauigkeitsbereich von einigen Zentimetern im Flug ist das Ziel. Dies wird wohl ein wesentlicher Schwerpunkt zukünftiger Entwicklungsarbeiten sein.

Unser Benziner mit 7,5 Kilogramm Leermasse ohne Nutzlast wurde mit unserer Avionik ausgestattet und die Flugregelung optimiert. Bei einem extremen Steigflugtest hat sich allerdings in relativ geringer



Abb. 3: Aufnahmen vom Flug an der Neckartalbrücke

Höhe der Motor abgestellt, sodass eine unsanfte Landung unvermeidlich war. Die Erkenntnisse daraus fließen in die Grenzwerte der Flugregelung ein. Wir kennen jederzeit alle wesentlichen Flugdaten genau, da etwa 60 Werte jeweils 50-mal pro Sekunde an die Bodenstation gefunkt und dort aufgenommen werden. Nach wenigen Tagen flog der Benziner wieder dank des unermüdlichen Einsatzes unseres Helikopter-„Mechanikers“ Bernd Zimmermann.

Für hohe Datenraten und langreichweitige Funkverbindungen wurden sowohl mehrere 150 Mbits/s WLAN-Module mit 5,8 Gigahertz Betriebsfrequenz getestet und flugtauglich gemacht als auch eine automatische zweiachsige Antennenhalterung für mehrere Parabol- und Patchantennen entwickelt. Die Antennennachführung kann sowohl auf ein Autodach montiert als auch auf dem Boden stehend betrieben werden. Das ganze System wurde kürzlich in Stetten am kalten Markt mit dem Elektrohelikopter und dem Benzinhelikopter in der Luft getestet.

Derzeit ist eine dreiachsige kreiselstabilisierte Kamerahalterung in Arbeit, mit der auch bei großem Zoom Bilder und Filme verwacklungsfrei aufgenommen werden können.

Auch akustische Abstandsmessung ist für uns interessant. Leider genügen die kommerziellen Abstandssensoren nicht, den Zuverlässigkeitsanforderungen an den Helikopter gerecht zu werden. Wir werden hier ein eigenes robustes System entwickeln.

Die Flugsicherheit ist für uns ein wesentliches Thema, hier wurden inzwischen einige wertvolle Erfahrungen gemacht. Unsere beiden voll ausgerüsteten Elektrohelikopter haben inzwischen zusammen knapp 500 Flüge hinter sich. In den letzten zwei Jahren ist kein Zwischenfall zu verzeichnen gewesen, der auf einen Hard- oder Softwarefehler zurückzuführen war – trotz laufender Weiterentwicklung. Es gab allerdings einige wenige Zwischenfälle, die auf Bedienungsfehler im Zusammenspiel mit „unglücklichen Umständen“ zurückzuführen waren. Diese Fälle wurden analysiert, die Möglichkeit für Bedienungsfehler minimiert und die „unglücklichen Umstände“ durch entsprechende Maßnahmen weitestgehend ausgeschlossen. Flugsicherheit ist das Resultat geduldiger, sorgfältiger Arbeit, vieler Tests und Analysen und erfordert viel Erfahrung.

PROF. DR. WERNER SCHRÖDER

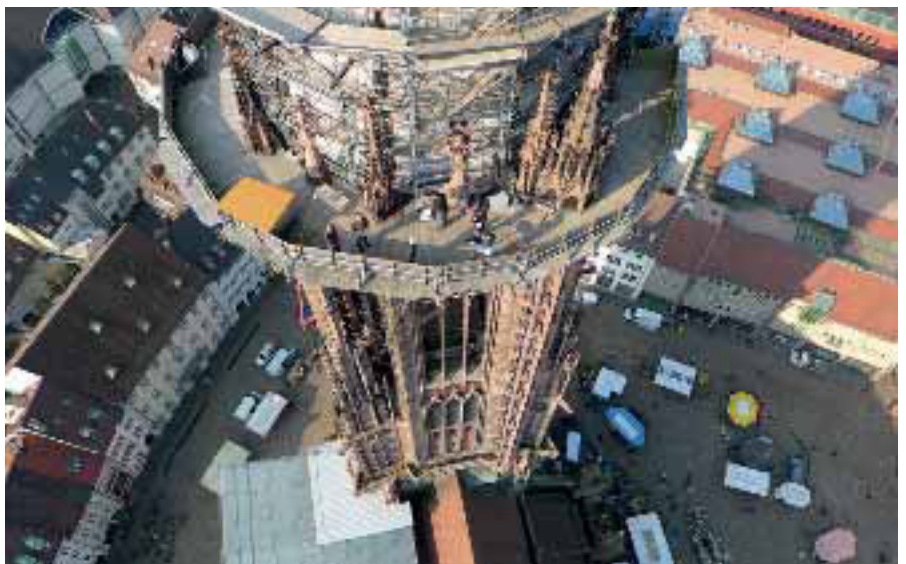


Abb. 4: Münsterturm mit Start- und Landeplattform