

Mit Flugregler der TU Berlin gelingt die erste automatische Landung des Arbeitsflugzeugs STEMME S15 – LAPAZ

Berlin, 22. März 2012

Mit der ersten automatischen Landung des Arbeitsflugzeugs STEMME S15 – LAPAZ auf dem Flugplatz Neuhardenberg am späten Nachmittag des 22. März 2012 wurde ein wichtiger Meilenstein im Forschungsprojekt LAPAZ erreicht. Gesteuert durch das automatische Flugsteuerungssystem landete die STEMME S15 präzise und sicher um 17:44 lokaler Zeit auf der Landebahn 08. Der Flugregler ermittelt die genaue Position des Flugzeugs mit Hilfe eines Satellitennavigationssystems und misst die Höhe über Grund mit einem Laserhöhenmesser. So kann das Flugzeug auf jedem Flugplatz landen, ohne dass ein teures Instrumentenlandesystem installiert sein muss.



22. März 2012, 17:44: S15-LAPAZ landet zum ersten Mal automatisch, © TU Berlin

Die Vorbereitungen der automatischen Landung beginnen mit dem Rollen auf der Landebahn, um die geografischen Koordinaten der Landebahnschwellen exakt zu bestimmen. Nur sie sind erforderlich, damit der Flugregler die Landebahn findet. Lothar Dalldorff, Testpilot der Firma STEMME und Leiter des Projektes LAPAZ (Luft-Arbeits-Plattform für die Allgemeine Zivilluftfahrt), ermittelt die Werte und prüft, dass sie korrekt im System angekommen sind.

Dann beginnt der Testflug bei ruhiger Luft und klarer Sicht. Start auf Piste 26 in Richtung der untergehenden Sonne. Erster Test ist ein Überflug der Landebahn in 20 m Höhe. Dabei wird noch einmal überprüft, dass die Koordinaten der Landebahn richtig im System programmiert sind. Das Flugzeug fliegt präzise in 20m und exakt über der Mittellinie. Der Wind hat leicht gedreht, so dass beschlossen wird, die Landebahnrichtung zu ändern. Eine zusätzliche Schwierigkeit im Testablauf, auf die Pilot und Regler aber gut vorbereitet sind.

Die S15 beginnt die Landung am sogenannten *Initial Approach Point* im Westen des Platzes. Lothar Dalldorff liest die Höhenangaben und Betriebsarten vom Display des Flugsteuerungssystems ab und die Entwicklungsingenieure von STEMME und der TU Berlin hören über Funk am Boden gespannt mit. Der Ablauf der Landung ist zigmal am "Hardware-in-the-Loop" Flugsimulator (HIL-Simulator) erprobt worden und jeder weiß genau, was in diesem Moment geschieht. Trotzdem ist es beim ersten Mal alles andere als Routine.

Das Flugzeug kurvt in den Endanflug ein, folgt der Anfluggrundlinie, beginnt am vorbestimmten Punkt den Sinkflug mit halb ausgefahrenen Bremsklappen. Ab 15 m Höhe über Grund steigt die Spannung: Überflug der Schwelle – planmäßig und vom System erkannt, Beginn des Abfangbogens – die Sinkgeschwindigkeit wird wie gewünscht reduziert, noch 3, 2, 1 m, dann signalisiert das vertraute, leichte Quietschen der Reifen das Aufsetzen des Flugzeugs, die Bremsklappen fahren voll aus – wichtig, denn das zeigt an, dass auch der Regler erkannt hat, dass das Flugzeug auf der Bahn aufgesetzt hat – und Ausrollen auf der Bahn.

Als die Rollgeschwindigkeit abnimmt, driftet die S15 leicht nach links. „Wie es die Flugsimulation vorhergesagt hat“ freut sich Wolfram Meyer-Brügel, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet „Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität“, über diesen Effekt. Die Flugsimulation ist ein wichtiges Werkzeug bei der Reglerentwicklung und ihre Qualität trägt wesentlich zu einer erfolgreichen Flugerprobung bei.

Zurück auf dem Vorfeld beschreibt Lothar Dalldorff im Debriefing seine Eindrücke aus dem Cockpit. Er bestätigt, dass alles wie geplant funktioniert hat. Für eine zweite Landung bleibt heute keine Zeit, da das Flugzeug vor Sonnenuntergang wieder in Strausberg sein muss.



S15-LAPAZ nach der Landung, © TU Berlin

Mit dieser ersten erfolgreichen Landung ist die Arbeit der Ingenieure noch lange nicht getan. Jetzt gilt es, die Flugversuchsdaten genau zu analysieren und den Flugregler robust zu machen, so dass beispielsweise auch bei schwierigen Wetterbedingungen, d.h. Turbulenz und Seitenwind, automatisch gelandet werden kann. Außerdem gibt es als weitere Ziele, den automatischen Start und die Böenlastabminderung. An diesen Aufgaben werden die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachgebiets „Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität“ Maxim Lamp und Arndt Hoffmann in den nächsten Monaten arbeiten. Ausgiebig getestet und geprüft wird der Regler von Georg Walde, der darauf achtet, dass die strengen Regeln, die für die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme, wie es das LAPAZ-Flugsteuerungssystem ist, strikt eingehalten werden.

Zum Testen wird auch der „Hardware-in-the-Loop“ Flugsimulator“ (HIL-Simulator), den die wissenschaftlichen Mitarbeiter André Kaden und Bernd Boche (FMRA) für die STEMME S15 entwickelt haben. Er besteht aus einem Simulationsrechner, der die Flugbewegung mit einem hochgenauen, flugmechanischen Modell der STEMME S15 berechnet, und einem Sichtsystem, das die Bewegung aus Sicht des Piloten visualisiert. Er wird direkt an das automatische Flugsteuerungssystem, das im Flugzeug integriert ist, angekoppelt und ermöglicht so, neue Flugreglerversionen auf der Original-Hardware des LAPAZ-Demonstrators im geschlossenen Regelkreis (*closed loop*) bereits am Boden realitätsnah und ohne Risiko zu testen. Auch Flugversuche und Flugmissionen können so vorab simuliert werden. Der HIL-Simulator wird seit Anfang März zum Test des automatischen Flugsteuerungssystems in Strausberg eingesetzt und sorgt so dafür, dass der Zeitraum, der zum Testen neuer Flugregler nötig ist, erheblich reduziert wird - bei gleichzeitiger Steigerung der Realitätsnähe in der Simulation.

Beim LAPAZ Projekt handelt es sich um eine Kooperation der STEMME AG, des Fachgebiets für Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität, FMRA (Prof. Robert Luckner) am Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der TU Berlin sowie des Instituts für Luftfahrtssysteme, ILS, (Prof. Reinhard Reichel) der Universität Stuttgart, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert wird.

Das Ziel des Forschungsvorhabens LAPAZ ist die Entwicklung und Demonstration eines hochpräzisen und hochintegrierten Regelungssystems für ein Arbeitsflugzeug. Das Regelungssystem ermöglicht den automatischen Flug vom Start bis zur Landung und soll in späteren Ausbaustufen auch unbemannt betrieben werden können (*optionally piloted vehicle*, OPV). Es ist modular aufgebaut, fehlertolerant und skalierbar, so dass es an neuartige Aufgaben leicht angepasst werden kann. Eine weitere Herausforderung ist es, ein solches sicherheitskritisches System zu marktgerechten Kosten entwickeln, zulassen und herstellen zu können.

Nach einer Konzept- und Definitionsphase wurde von der Firma STEMME der S15-Prototyp modifiziert und das Flugregelungssystem, bestehend aus Sensoren, der Rechnerplattform und den Aktuatoren, in die Flugzeugzelle integriert. Das Flugregelungssystem besitzt volle Steuerautorität in allen Flugzeugachsen. Es basiert auf einem verteilten Systemansatz mit generischem Plattformmanagement, welches Fehler- und Redundanzmanagement einschließt. Dieses ermöglicht, Applikationen wie Flugregelungsgesetze in einfacher Form zu implementieren.

Mit diesem leistungsfähigen, automatischen Flugsteuerungssystem können Missionen durchgeführt werden, welche jenseits der Möglichkeiten von rein manuell geführten Flugzeugen liegen. Es soll in Luftarbeitsflugzeugen, z.B. zur Geoexploration oder für Überwachungsaufgaben eingesetzt werden. Ziel ist es, die Piloten bei langen Missionen, bei denen vorgegebene Flugprofile hochpräzise und reproduzierbar automatisch abzufliegen sind, dauerhaft zu entlasten und dadurch Effizienz, Sicherheit und Komfort - auch in Boden- oder Hindernisnähe - wesentlich zu steigern.

Die STEMME AG ist Projektführer, die TU Berlin ist für die Entwicklung der Reglerfunktionen verantwortlich, die TU Stuttgart für die Entwicklung der fehlertoleranten, redundanten By-Wire-Rechnerplattform.

Projektpartner im Projekt LAPAZ:

STEMME AG:



Mittelständischer Hersteller von innovativen Sport- und Utility-Flugzeugen mit mehr als 200 Flugzeugen im Markt. (Bekannt nicht zuletzt durch das *highend* Sportflugzeug S10 mit Weltrekorden und Forschungsprojekten.) STEMME ist hochengagiert im Wachstumsmarkt Utility-Flugzeuge für Sicherheits-, kommerzielle und Forschungsaufgaben. Mit voller *dual mode* Fähigkeit zu unbemannten und bemannten Missionen sind STEMME Flugzeuge prädestiniert für das zukünftige Nebeneinander von bemannten und unbemannten Utility-Flugzeugen. (Demonstriert bereits 2009 mit der SAGEM-STEMME S15 Patroller.)

<http://www.stemmesystems.com/> und <http://www.stemme.de>

Technische Universität Berlin:



Institut für Luft- und Raumfahrttechnik, Fachgebiet Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität, FMRA, (Prof. Robert Luckner). Die Forschung konzentriert sich auf Flugeigenschaftsuntersuchungen, Entwurf von Flugregelsystemen und die dazugehörigen Modelle und Methoden. Aktuelle Forschungsthemen sind: Unterstützung des Piloten durch Automatisierung, Flugsimulatoruntersuchungen zu Einflügen in Wirbelschleppen vorherfliegender Flugzeuge.

<http://www.fmra.tu-berlin.de/>

Universität Stuttgart:



Institut für Luftfahrtssysteme, ILS, (Prof. Reinhard Reichel). Im Jahr 2003 neu gegründet, konzentriert sich die Forschung besonders auf fehlertolerante Avionik- und Fly-by-Wire Plattformen. Im Mittelpunkt stehen hierbei generische, konfigurierbare sowie adaptive Plattformansätze für weniger bis absolut sicherheitskritische Anwendungen mit den dazugehörigen zertifikationsrelevanten Zulassungsprozessen.

<http://www.ils.uni-stuttgart.de/>

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Robert Luckner
Technische Universität Berlin
Institut für Luft- und Raumfahrt
Fachgebiet Flugmechanik, Flugregelung und Aeroelastizität

Marchstraße 12
10587 Berlin

Tel: +49 30 314 29624
Fax: +49 30 314 22866
e-mail: Robert.Luckner@tu-berlin.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Fotos



Testpilot Lothar Dalldorff (rechts) und Versuchsingenieur Florian Schindler (links), beide STEMME AG bei der Vorbereitung des Flugversuchs, © STEMME AG



Glückwunsch zur erfolgreichen Landung; Testpilot Lothar Dalldorff, Stemme (rechts) und Prof. Robert Luckner, TU Berlin (links), © STEMME AG



Nach erfolgreicher Landung: STEMME S15 mit Messdatensystem der TU Berlin (im Pod); Prof. Robert Luckner (links) und wissenschaftlicher Mitarbeiter Wolfram Meyer-Brügel (rechts) © STEMME AG