

Die Zeit – Wissen : Braunschweig startet durch

Die Zeit, Hamburg, Germany
Die Zeit, Hamburg, Germany

DIE ZEIT

Braunschweig startet durch

Mit Fliegerei haben hier alle zu tun: Behörden, Firmen und Forscher. Eine Reportage vom ideenreichsten Flughafen Europas

Von Burkhard Strassmann

Zwei alte Männer stehen auf der Aussichtsterrasse neben dem Flugfeld und starren in den blauen Frühlingshimmel. Plötzlich greifen beide zu ihren vor dem Bauch hängenden Kameras und knipsen drauflos. Am Himmel über Braunschweig sind ein paar Kondensstreifen zu sehen: das Wettrennen zwischen einem zwei- und einem vierstrahligen Jet, die aus Berlin in Richtung Hannover unterwegs sind. Der Dicke gewinnt. Die beiden Alten sacken wieder in sich zusammen. Das Warten geht weiter.

Plane-Watcher am Flughafen Braunschweig brauchen Geduld. Der Lohn ist mit viel Glück ein exotisches Motiv. Eine Do328, die von U.S. Airways jahrelang in der Wüste von Arizona geparkt war und jetzt hier bei einer Spezialfirma für Australien zum Rettungsflugzeug umgerüstet wurde. Oder ein kleines buntes Spezialflugzeug, dafür gebaut, die Funkfeuer von Flughäfen zu vermessen, ein fliegender Flughafen-TÜV. Vielleicht startet sogar mal der Volkswagen-Airbus, der Konzernmanager aus dem nahen Wolfsburg in die weite Welt fliegt. Eine nicht unerhebliche Kränkung der Herrschaften besteht allerdings darin, dass ihr Flugzeug nach wenigen Minuten wieder landen muss in Hannover, zum Tanken. Voll getankt käme der Vogel in Braunschweig nicht vom Boden, die Start-und-Lande-Bahn ist zu kurz. Für Privatflieger und ein bisschen Regionalverkehr langt es aber. Regelmäßig steigt ein Turboprop der Czech Airlines auf, darin Damen und Herren im Business-Look. Werksverkehr zwischen Wolfsburg und der tschechischen `koda-Fabrik.

Zwischen Autobahn und Flugfeld liegt ein Hot Spot der Luftfahrtforschung

Für einen Flughafen ist dies also ein ausgesprochen verträumter Ort. Auf der einen Steinwurf entfernten A2 nach Berlin ist entschieden mehr los. Manchmal öffnet sich aber ein Hangartor am Ostrand des Flugplatzes. Dann rollen seltsame Flugzeuge mit langen Stangen vorn an der Nase, zahllosen Antennen auf dem Dach oder beklebten Flügeln an den Start Forschungsflugzeuge. Die dazugehörigen Forscher arbeiten auf dem zugigen Areal zwischen Flugplatz und Autobahn in den tristen Gebäuden einer ehemaligen Panzerkaserne, in abgewetzten Industriehallen oder verschüchtert wirkenden Neubauten.

Doch die Trümmervegetation auf dem Gelände täuscht: Innerhalb von fünfzig Jahren ist an diesem Ort heimlich, still und leise einer der Hot Spots der europäischen Luftfahrtforschung entstanden. Und mehr als das: Neben Instituten der Technischen Universität Braunschweig und zahlreichen Einrichtungen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben sich hier einschlägig tätige Unternehmen angesiedelt, teilweise Uni-Ausgründungen, und wichtige Behörden wie das Luftfahrt-Bundesamt und die Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung. Heute heißen solche wissenschaftlich-industriell-staatlichen Komplexe Cluster (auf Deutsch: Haufen, Trauben, Büschel). Doch erst eine Unternehmensberatung erkannte 2002, gerade noch rechtzeitig zur erfolgreichen Bewerbung von Braunschweig um den Titel »Stadt der Wissenschaft 2007«, das große Potenzial dieses Clusters. Seit Anfang dieses Jahres firmiert der »innovativste und erfolgreichste Wirtschafts- und Wissenschaftscluster Niedersachsens« (Eigenwerbung) unter der Marke »Forschungsflughafen Braunschweig«. Sein Logo wirkt noch etwas zerzaust: ein Globus, auf dem ein Jet hockt, und wo sonst der Äquator verläuft, windet sich hier eine Art Fieberkurve.

Welche Vorteile ein solcher Cluster bietet, zeigt die winzige Firma Mavionics. Sie besteht aus einem Geschäftsführer, einer innovativen Geschäftsidee, einem bombastischen Auftritt und guten Kontakten. Thomas Kordes baut laut Prospekt »autonome unbemannte Flugsysteme«. Nüchtern betrachtet, nimmt er ein

mehr oder weniger handelsübliches Modellflugzeug, rüstet es mit Elektroantrieb und Akkus aus und verpasst ihm eine Steuerung. Anders als die Modellflieger steuert sich Kordes Miniflieger selbst, dank eines GPS-Empfängers und eines Rechners an Bord. Das Equipment ist so leicht, dass Nutzlast mitgenommen werden kann, zum Beispiel ein Fotoapparat. Das Miniflugzeug ist also eine programmierbare Drohne, die auch im Zivilbereich ihre Kunden sucht. So hat Kordes schon mal im Auftrag eines thüringischen Försters einen Wald abgeflogen und fotografiert. Der Förster konnte nachher auf den Fotos gesunde Bäume von solchen unterscheiden, die der Borkenkäfer heimgesucht hatte. Hätte er das Schadenskataster zu Fuß erstellen müssen, wäre der Waldhüter zwei oder drei Wochen unterwegs gewesen. Kordes Drohne brauchte nur 20 Minuten.

Die technische Herausforderung: Wie baue ich mit billigen Massensensoren und Empfangsgeräten extrem klein und leicht und doch zuverlässig einen Autopiloten? Die Minidrohnen von Mavionics sind mittlerweile recht strapazierfähig. Sie fliegen in 7000 Meter Höhe und kontrollieren das Innere von Vulkanen oder helfen Bauern beim *precision farming*, indem sie ihnen zeigen, wo es auf den Feldern an Dünger mangelt. Im Sommer ist eine Versuchskampagne mit dem ADAC geplant: Eine Woche lang soll die Autobahn zwischen Braunschweig und Magdeburg mit Minidrohnen auf Staus kontrolliert werden. Wer 25000 Euro übrig hat, kann auch heute schon im Stau sein eigenes Spionagegerät losschicken und sich aufgrund des zum Laptop gefunkten Luftbilds entscheiden, ob er seinen Termin lieber absagen sollte.

Die Nähe von Mavionics zur Technischen Universität verrät nicht nur der Briefkopf. Die Anschrift ist identisch mit der des Instituts für Luft- und Raumfahrtssysteme (ILR). Dessen Leiter, Peter Vörsmann, ist nach wie vor involviert in die Entwicklungsarbeit des Instituts-Spin-offs. »Bis 2010«, sagt er, »haben wir die fliegende Tafelschokolade. Hundert Gramm schwer, und der Autopilot wiegt nur noch 20 Gramm.« So funktionieren Cluster-Connections: Man kennt sich, man hilft sich. Und wenn Kordes mal eine Fluggenehmigung braucht, weil sein Flieger zu groß ist oder zu hoch hinauf will, dann geht er einmal über die Straße. Zu den Jungs vom Luftfahrt-Bundesamt.

Im Keller des ILR befindet sich eine Kuschelecke. Blauer Teppich, gelbe Wände, eine alte Schultafel, zwei Sofas und jede Menge Snacks und Softdrinks. Eine Vitrine zeigt eine knapp mannshohe, reichlich zerborstene Eigenbaurakete. »Die Fallschirmklappe hatte sich zu früh geöffnet«, sagt Ulf Pohlkamp von der Experimentalraumfahrt-Interessengemeinschaft (ERIG). Hier trifft sich der Nachwuchs. Am Forschungsflughafen wird auch gelehrt, die TU ist massiv repräsentiert, die personellen Verflechtungen mit außeruniversitären Einrichtungen sind augenfällig. Im Institutskeller hat sich die studentische Initiative breit gemacht. Man hat mal mit Raketenbauen begonnen, experimentiert heute mit Hybridtriebwerken, baut an einer Rakete, die eine Höhe von zehn Kilometern erreicht und während des Parabelflugs Experimente in der Schwerelosigkeit ermöglicht. Und mittlerweile will ERIG allen Ernstes sogar einen Satelliten in den Orbit schicken.

Aus einer Studienarbeit wird der Ernstfall: Ein Satellit für 1,5 Mio Euro

Eine provisorisch wirkende, mit Goldfolie beklebte Kiste steht im Keller auf einem Schreibtisch, Kantenlänge 40 Zentimeter, künftiges Gewicht 35 Kilogramm. Der BeoSat, ein rein studentisches Projekt. Fast zwanzig Studenten arbeiten mit, man richtet sich bei der Entwicklung nach den Standards der Raumfahrtindustrie. Das heißt: Jede Projektphase wird nach Abschluss von Raumfahrtspezialisten (DLR, EADS oder ZARM in Bremen) begutachtet. Die Stufen vor dem Baubeginn sind bereits erfolgreich passiert. Für die beteiligten Studenten ist das eine einzigartige Chance, gleichzeitig sehr viel über industrielles Entwickeln, das Besorgen billiger Komponenten, den Umgang mit Medien und Geldbeschaffung zu lernen. Immerhin schätzt Pohlkamp den Finanzbedarf auf eine Million Euro plus eine halbe Million für den Start. Zur Verfügung stehen lediglich Spendengelder. Und die Hoffnung auf öffentliche Mittel. Der Start soll 2009 oder 2010 erfolgen; Nutzlastlieferanten sind bereits akquiriert. So will unter anderem das Bremer Institut für Umweltp Physik mit einem Spektrometer die Luftverschmutzung messen lassen. Eine Braunschweiger Firma will einen Weltraummüllsensor testen lassen.

Wer die Forschungs- und Entwicklungslandschaft des Braunschweiger Clusters durchstreift, stößt in den

Firmen und Instituten auf eine reine Männerwelt, die dadurch nicht spannender wird, dass fast alle Männer vor Computern hocken. Innovationen passieren heute überwiegend am Rechner, und bevor der moderne Forscher den Mund aufmacht, klappt er seinen Laptop auf und startet eine PowerPoint-Präsentation. Richtig handwerklich geht es da bei Hans Peter Monner zu. Sein Institut für Faserverbundeleichtbau und Adaptronik liegt innerhalb des eingezäunten, von einem Pförtner bewachten Campus des DLR, einer Welt für sich, mit vielen Bäumen, zwitschernden Vögeln, einem gewagten Neubau und einer eigenen Kantine.

Monner hantiert mit orangebraunen biegsamen Folien, die mit zwei Drähten unter Strom gesetzt werden können. Es handelt sich um dünne piezokeramische Platten, auf die Elektroden aufgedampft sind. Auf ein elektrisches Feld reagiert die Keramik, indem sie dicker und kürzer wird. »Wie Muskeln«, erklärt Monner. Die patentgeschützten Folien sind der ganze Stolz des Spezialisten.

Bei der Adaptronik geht es um den Kampf gegen Schwingungen und Lärm, es geht um erwünschte und unerwünschte Materialverformungen. Ein Flugzeugtriebwerk bringt den ganzen Rumpf zum Schwingen, ein Autodach brummt als Resonanzboden das Lied des Diesels mit, der Spiegel eines Teleskops verzieht sich bei Temperaturschwankungen. Schön wäre es, wenn die jeweiligen Systeme reagieren könnten wie ein Mensch, der einen Suppenteller balanciert: Er kompensiert seine Eigenschwingungen mittels der Körpermuskulatur, die Suppe bleibt ruhig. Adaptronik versucht, durch Sensoren ungewollte Schwingungen zu erkennen. Schnelle Rechner analysieren die Störungen, berechnen Gegenmaßnahmen und aktivieren zum Beispiel so genannte Aktuatoren, die selbst stählerne Strukturen gegenphasig anregen können. Solche Aktuatoren oder »Muskeln« können Monners orangebraune Folien sein, die sich zum Beispiel auf ein Autodach geklebt durch Stromstöße im Rhythmus der Störschwingung kontrahieren. Stimmt die Anpassung, bleibt das Dach ruhig. Oder, ein beliebtes Demonstrationsobjekt des Instituts, ein geschlagener Gong. Mit Aktuatorfolie beklebt, verstummt er plötzlich, wenn die Folie unter Wechselspannung gesetzt wird.

Piezokeramische Muskeln hindern den Hubschrauber am Teppichklopfen

Die Erfolge der Adaptronik sind verblüffend. Und offensichtlich überzeugend. Heute schon fahren für Babys gebaute Spezialkrankwagen, die adaptronisch schwingungsgedämpft sind und selbst herbe Bodenwellenstöße nicht an die kleinen Patienten weiterreichen. Seit 1997 versucht der Autokonstrukteur Karmann, Karosserieschwingungen bei dafür sehr anfälligen Cabriolets mittels Adaptronikelementen abzufangen. Jetzt gehen solche Systeme in Serie. Eine adaptronisch ruhig gestellte Triebwerksaufhängung für Propellerflugzeuge steht im Foyer des Instituts als Prototyp. Sie funktioniert fantastisch – die Umsetzung in die Serie wird bei dem sehr konservativen Flugzeugbau aber wohl noch ein paar Jahre auf sich warten lassen. Und auf der Internationalen Luftfahrtausstellung in Berlin (ILA) zeigte das DLR Rotorflügel für Helikopter, die sich bei jeder Umdrehung kurzzeitig verwinden. Hier sind ebenfalls Piezofolien am Werk, die den Winkel verändern, unter dem ein Rotorblatt auf die Verwirbelungen des anderen auftrifft. Das »Teppichklopfen« von Kampfhubschraubern kennt man aus Vietnamkriegsfilmen – mit adaptronischen Maßnahmen kann man es auslöschen.

Das vielleicht ehrgeizigste Projekt, an dem Monner seit zehn Jahren arbeitet, sind adaptronisch optimierte Flugzeugteile wie etwa die Landeklappen: Bisher fahren sie bei der Landung aus und sorgen durch entstehende Luftspalte für unkontrollierbare Verwirbelungen und Lärm. Monner will die Landeklappen vollständig in den Flügel integrieren. Aktuatoren bewerkstelligen dann die gewünschten Formveränderungen. Die gesamte Struktur ist dabei von einer flexiblen und widerstandsfähigen Spezialhaut bedeckt.

Noch erstaunlicher als das Einsatzspektrum der Adaptronik ist, dass ihre Bedeutung als Schlüsseltechnologie der Zukunft hierzulande früh von der Politik erkannt und gefördert wurde, sodass die einschlägige Forschung zumindest im zivilen Sektor als weltweit führend gilt. Die Braunschweiger Forschungsgruppe darf sich Center of Excellence nennen, sie leitet das vom Bundesforschungsminister geförderte Leitprojekt Adaptronik (mit Siemens, VW, EADS) und betreut das nationale Kompetenznetz Adaptronik.

Die seltsamste Immobilie auf dem Gelände des DLR ist eine große, fensterlose blaue Wellblechkiste nahe beim Flugfeldzaun. Die Inneneinrichtung erinnert an die Bodenkontrollstation einer Weltraummission: vorn

ein überdimensionaler, fünf mal zwei Meter großer Bildschirm, auf dem zahlreiche Einzelmonitore eingeblendet werden können. Nach hinten gestaffelt Arbeitsplätze mit bequemen Sesseln und zahllosen Bildschirmen, dazu Telefone, Mikros und Kopfhörer. Der Raum gehört zum Institut für Flugführung (IFF), er ist auch innen mit einem deeskalierenden Taubenblau gestrichen, und ein Spaßvogel hat an die Wand einen Satz von Saint-Exupéry gemalt: »Ist das dort ein Stern oder ein Leuchtturm?«

Dietmar Böhme ist zuständig für Fluglotsen-Assistenzsysteme. Klingt trocken, ist aber so nah an der Welt des fliegenden Laien wie kaum ein anderes Projekt auf dem Forschungsflughafen. Die EU rechnet mit einer Verdreifachung der Flugpassagierzahlen bis 2020. Schon heute wird es an internationalen Drehkreuzen wie Frankfurt fast immer eng, was für den Passagier Verspätung bedeutet. In der Luft kann man Flugzeuge dichter hintereinander und untereinander fliegen lassen, »der Luftraum ist in den letzten Jahren sogar größer geworden«, sagt Böhme. Die Staus bilden sich im Zuständigkeitsbereich der Towerlotsen, an den Start- und Landebahnen, an den Parkpositionen, bei der Versorgung der Flugzeuge am Boden.

Ein Hauptproblem: Mehrere Institutionen haben mit dem einmal gelandeten Flugzeug zu tun, jede hat eigene Befugnisse und Interessen, aber sie reden nicht miteinander. Jedenfalls nicht genug und nicht auf die richtige Weise. So weiß die Flugsicherung oft schon drei Stunden vor der erwarteten Landung eines Flugzeugs, dass es zur Verspätung kommen oder der Flug gar gestrichen wird. Die Fluggesellschaften, die so etwas neben den Passagieren am härtesten trifft, erfahren es zwei Stunden später. Zu Missverständnissen kann es kommen, weil es bis zu drei verschiedene Ankunftszeiten gibt: diejenige laut Flugplan, die geschätzte und die, die nur Pilot und Lotse kennen, weil das Flugzeug entweder eine kurze Anflugkurve dreht oder eine weite, was in Frankfurt zehn bis zwölf Minuten Unterschied ausmachen kann. »Viele Daten sind nicht im System gespeichert, sondern im Kopf der Menschen«, sagt Böhme. Was zu bizarren Jobs führt. So gibt es Spezialisten am Flughafen, die den ganzen Tag den Funkverkehr zwischen Piloten und Lotsen abhören und relevante Informationen in den Computer tippen. Im Tower werfen sich Lotsen untereinander immer noch Papierschnipsel mit wichtigen Informationen zu.

»Kollaboratives Flughafenmanagement« wäre der Traum. Dafür gibt es die blaue Kiste des IFF: Hier übt man schon mal, was die Zukunft der Flughäfen sein wird. In einem »Leitstand« sitzen alle zusammen, die mit dem »Turnaround« zu tun haben, mit den Verkehrs- und Abfertigungsprozessen zwischen Landung und neuem Start: die Lotsen der Flugsicherung, die Flughafenbetreiber (in Frankfurt Fraport), die Fluggesellschaften, die Abfertigungsunternehmen, die für Tanken, Catering, Fracht oder Reinigung zuständig sind. Alle verfügen über alle relevanten Informationen. Sturm an der Ostküste der USA? Der Jetstream schwächelt? Verspätungen der »Atlantikflotte« sind zu erwarten. Stau an der Startbahn: Können wir eine Landebahn kurzfristig umwidmen? Alles kann diskutiert, aber auch am Rechner simuliert und durchgespielt werden. Dabei macht der Computer Vorschläge, wie zum Beispiel die günstigste Staffelung beim Abflug aussehen könnte. Schnelle zuerst, sonst holen sie die Langsamen ein. Und Kleine vor Großen: Andersherum muss der Abstand größer gewählt werden wegen der Probleme mit der verwirbelten Luft, die die Großen hinterlassen (»Wirbelschleppen«).

Die Arbeit von Dietmar Böhme und seinem Kollegen Helmut Niederstraßer, der in einem Projekt des »Total Airport Management« auch noch das Verhalten der Passagiere im Terminal einbeziehen will, beinhaltet nicht nur gigantische Datenmassen, um das Geschehen auf einem Flughafen wirklichkeitsnah zu simulieren. Die beiden basteln an Programmen, die das Wissen von Piloten, Lotsen und Vorfeldoperatoren verarbeiten und zu »Arrival Managern« oder »Departure Managern« werden sollen.

Dabei sind die heikelsten Faktoren die »weichen«, menschlichen. So sind sich die Akteure auf einem Flughafen mitnichten immer grün. Es ist keineswegs ausgemachte Sache, dass jeder, der Wissen hat, sein Wissen teilen will. Um die Vorteile, die ein Platzhirsch wie die Lufthansa in Frankfurt genießt, könnte es ein Hauen und Stechen im Leitstand geben, während die Konkurrenz am Nebentisch sitzt. »Neben der Technik«, sagt Niederstraßer, »muss ein Regelwerk entwickelt werden.« Das den Umgang regelt und die Hierarchien. Eine Idee ist, die Prozesse marktwirtschaftlich zu steuern. Wer Ausnahmen oder Bevorzugungen wünscht, muss dafür zahlen. Einen schönen Effekt verspricht Niederstraßer schon mal: »Die Öffentlichkeit im Leitstand wirkt disziplinierend auf große Fluggesellschaften.«

Künftig werden Piloten zur Landung die Triebwerke abstellen und segeln

Der Leitstand soll jetzt integriert werden in die komplette Simulationsumgebung des IFF. Da gibt es schon seit Jahren einen virtuellen Tower, ein virtuelles Cockpit, Arbeitsplätze virtueller Lotsen und Abfertiger. Selbst einen Pseudopiloten gibt es. Den braucht man zum Beispiel, um eine sehr zukunftssträchtige Landemethode zu simulieren, die erhebliche Auswirkungen auf die Flughafenlogistik haben wird: Künftig wird der Pilot beim Sinkflug womöglich die Triebwerke abstellen und segeln. Das ist leiser und spart Sprit. Macht das Landen allerdings etwas unberechenbarer, wie Segelflieger wissen.

Auf die Versuchskampagne mit allen Simulationstools freut sich Niederstraßer schon. Er gibt dabei gern den Pseudopiloten. Und dann tut er etwas, was hier unter Forschern und Technikern eigentlich nicht vorkommt. Niederstraßer gibt zu, dass die Arbeit ihm Spaß macht: »Das ist das schönste Computerspiel, das ich kenne!«

DIE ZEIT, 01.06.2006

23/2006