

Wettbewerb



Was weisst du über die Luftfahrt?

Bereits seit Jahrhunderten tüfteln Erfinder an Flugobjekten. Spätestens 1903, als die Gebrüder Wright erstmals erfolgreich mit einem Doppeldecker in die Luft stiegen, ist das Zeitalter der Luftfahrt angebrochen. Was weisst du über die Luftfahrt, die dieses Jahr in der Schweiz ihr 100-jähriges Jubiläum feiert? Teste dein Wissen und gewinne einen Rundflug oder ein Sackmesser. Der Wettbewerb ist bis zum 15. November 2010 offen.

www.satw.ch/wettbewerb

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences

 Mitglied der Akademien der Wissenschaften Schweiz



Luftfahrt

Wie ein Flieger entsteht

Den Luftraum organisieren

Flugzeuge der Zukunft

Rundflug und Taschenmesser zu gewinnen



Engineering

Hier werden Flugzeuge und Einzelteile entworfen. Christoph Hardegger, Konstrukteur 4. Lehrjahr, mit einem CAD-Modell



Fertigung

Hier werden die einzelnen Teile angefertigt. Nadine Bucher, Polymechanikerin 1. Lehrjahr, an einer Drehbank



Montage

Hier werden die Einzelteile zusammengebaut. Ivo Meuli, Polymechaniker 3. Lehrjahr, vor den Montageplänen



Rolf Würsch, Anlage- und Apparatebauer 4. Lehrjahr, im noch unfertigen Flugzeugrumpf

Vom Ingenieur zum Testpilot – ein Flugzeug nimmt Gestalt an

In Stans werden über 100 Flugzeuge pro Jahr produziert. Ein Augenschein vor Ort zeigt, wie aus tausenden von Einzelteilen in mehrmonatiger Arbeit ein fertiges Propellerflugzeug wird.

1200 Mitarbeitende sind für Pilatus in Stans tätig und sie alle verbindet eine gemeinsame Leidenschaft: «Wer hier arbeitet ist entweder selber Pilot oder sonst von Flugzeugen begeistert», erzählt Daniel Wey, Contoller und Assistent der Geschäftsleitung. Die Herstellung eines Flugzeugs ist eine langfristige Sache: Rund 18 Monate dauert es von der Bestellung bis zur Auslieferung. 250 bis 300 Mitarbeiter sind in die Produktion einer Maschine involviert. Über ein Jahr ist alleine für Abklärungen, die Organisation und die Bestellung aller Komponenten nötig. Eine PC 12 zum Beispiel besteht aus 9500 Einzelteilen. 40 Prozent davon werden von Pilatus in Stans selber produziert, der Rest wird auf der ganzen Welt eingekauft. Pilatus ist ein so genannter Zellenbauer, das heisst er produziert nur die Flugzeugchassis. Die gesamte Elektronik und die Turbinen werden von Zulieferern bestellt.

Auf der Suche nach dem Optimum

Die Flugzeugproduktion beginnt mit dem Engineering. Ein Team aus über 200 Ingenieuren und Ingenieurinnen entwickelt hier neue Flugzeuge

und tüftelt an Verbesserungen für bestehende Modelle. Zum Beispiel werden einzelne Komponenten wie ein Kühlgebläse für die Klimaanlage weiterentwickelt, damit diese robuster sind und weniger oft ausgewechselt werden müssen. Oder Aerodynamiker suchen mit Hilfe von Computersimulationen nach schnittigeren Flugzeugformen. Dadurch kann der Luftwiderstand verringert und der Kerosinverbrauch in der Luft vermindert werden. Erst nach ausgereiften Konzeptstudien und dem Bau von Prototypen geht ein neues Modell oder eine optimierte Komponente in die Fabrikation. Dort werden die selbstproduzierten Flugzeugbestandteile hergestellt. Spengler und Mechanikerinnen fräsen komplexe Bauteile, formen Bleche für die Flügel oder fertigen Kohlefaserkomponenten.

Erst im Zellenbau und in der Montage nimmt das Flugzeug langsam Gestalt an: Der Flugzeugrumpf, die Flügel und das Leitwerk werden von Flugzeugtechnikern Schritt für Schritt zu einem Ganzen zusammengebaut. Hier beginnt auch die Arbeit der Elektriker. Sie verkabeln

alle technischen Bestandteile – ein enormer Aufwand: Rund 15 Kilometer Kabel müssen pro Flugzeug verlegt werden.

Massgeschneiderte Flieger

Jedes Flugzeug ist ein Unikat. Die Kunden können die Bemalung, die Kabinenverkleidung, die Art der Passagiersitze und den Stil der Teppiche selber auswählen. Videokonsolen oder Hi-Fi-Anlagen werden auf Wunsch ebenfalls installiert. Nach der Montage, die bei einer PC 12 ungefähr vier Monate dauert, werden sämt-

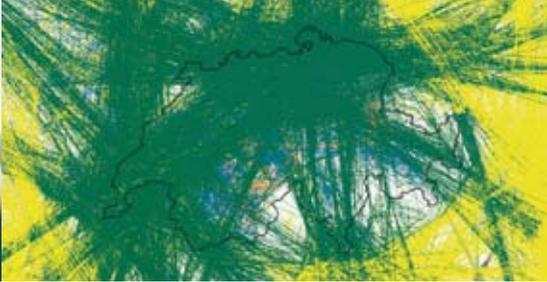
liche Systeme des fertigen Flugzeugs im Standlauf einem gründlichen Check unterzogen. Fachleute überprüfen und justieren hunderte von Geräten, die für die Steuerung, Navigation und Sicherheit beim Flug notwendig sind. Erst wenn alle Systeme störungsfrei funktionieren, verlässt das Flugzeug die Montagehalle für einen Erstflug. Speziell dafür ausgebildete Piloten überprüfen und protokollieren in der Luft erneut sämtliche Systeme. Wenn alles einwandfrei läuft, wird die Maschine zum zukünftigen Besitzer geflogen; zum Beispiel 16 000 Kilometer weit weg nach Sydney in Australien.



Fliegen dank aerodynamischem Auftrieb

Flugzeuge fliegen dank aerodynamischem Auftrieb, der im Geradeausflug exakt gleich gross ist wie das Gewicht des Flugzeugs. Die Flügel lenken den auftreffenden Luftstrom leicht nach unten ab. Dadurch entsteht eine Umströmung mit kleinerem Druck auf der Oberseite der Flügel als auf der Unterseite. Die durch diese Druckdifferenz resp. Umlenkung der Luft entstehende Kraft heisst «Aerodynamischer Auftrieb» und ist der wichtigste Beitrag an den Auftrieb eines Flugzeugs. Du kannst es selbst testen: Halte deine Hand beim Autofahren aus dem Fenster in den Luftstrom und neige diese leicht. Die Hand wird nach oben oder unten gedrückt, je nach Anstellung. Je grösser die Anstellung und je schneller der Luftstrom, umso grösser die aerodynamische Auftriebskraft.

Es gibt auch statischen Auftrieb, zum Beispiel bei Ballonen, die mit einem Gas gefüllt sind, das leichter als Luft ist. Im Gegensatz zu Flugzeugen können sich Ballone auch ohne Luftströmung in der Höhe halten.



Im Kontrollturm auf dem Flughafen überwachen die Fluglotsen auch die Bewegungen der Flugzeuge am Boden.

Die Flugbewegungen über der Schweiz, aufgenommen am 8. September 2008. Grüne Linien sind zivile Flüge, die von Skyguide kontrolliert wurden. Blaue und rote Linien innerhalb der Schweiz sind militärische Flüge.



▲ Auf dem Radarschirm verfolgen die Fluglotsen die anfliegenden Maschinen. Zu jedem Flugzeug erscheinen auf dem Bildschirms Angaben zur Flughöhe und zur Geschwindigkeit.

◀ **Radar**

Ein Radargerät erzeugt elektromagnetische Wellen ganz gezielt in eine Richtung. Wenn sie auf ein Flugzeug treffen, werden sie zum Radargerät zurückreflektiert. Diese elektromagnetischen Wellen durchdringen Wolken und Nebel, so dass Flugzeuge bei jedem Wetter «gesehen» werden.

Stossverkehr am Himmel

Der Flugverkehr hat in den letzten Jahren markant zugenommen. Nun versucht man mit neuen technischen Verfahren und internationalen Kooperationen, den regen Betrieb über den Wolken noch effizienter abzuwickeln.

An unserem Himmel herrscht Hochbetrieb: Immer mehr Flugzeuge sind tagtäglich unterwegs und dementsprechend ist auch der Luftraum immer dichter besetzt. Damit dieser Verkehr

ohne Verspätungen abgewickelt werden kann, braucht es eine leistungsfähige Flugsicherung, welche die Bewegungen der Flieger permanent überwacht und den Piloten Anweisungen gibt, wie sie zu fliegen haben. In der Schweiz ist die Firma Skyguide für die Überwachung des Luftraums zuständig. Die Schweiz hat dabei als erstes europäisches Land die militärische und zivile Luftüberwachung der gleichen Organisation übertragen, damit der enge Luftraum möglichst gut ausgenutzt werden kann. Skyguide überwacht nicht nur den Luftraum über der Schweiz, sondern auch angrenzende Gebiete in Süddeutschland und Frankreich, welche für den

Anflug auf Kloten und Genf benötigt werden. Umgekehrt werden Teile des Luftraums bei Basel und im Tessin von den französischen und italienischen Stellen überwacht.

«Der schweizerische Luftraum gilt als einer der komplexesten überhaupt. Über der Schweiz kreuzen sich verschiedene wichtige internationale Routen.»

Der Flugverkehr wird auf der ganzen Welt nach standardisierten Verfahren abgewickelt. Die Luftraumüberwachung muss stets wissen, wer wann wohin fliegt, und darauf achten, dass sämtliche Flugzeuge die verbindlichen Abstandsregeln einhalten. Dazu wird der Luftraum in verschiedene Sektoren aufgeteilt, die jeweils von verschiedenen Dienststellen betreut werden. Auf den Flughäfen selbst überwachen die Lotsen im Kontrollturm die

Rollmanöver, die Starts und die Landungen sowie den Verkehr in den ersten Kilometern rund um den Flughafen. Die eigentlichen An- und Abflüge werden vom Anflugleitdienst über-

wacht, der das Gebiet rund 50 Kilometer um den Flughafen kontrolliert. Haben die Flugzeuge die Reiseflughöhe erreicht, verkehren sie auf sogenannten Luftstrassen, die vom Bezirksleitdienst überwacht werden.

20 Flüge mehr pro Stunde

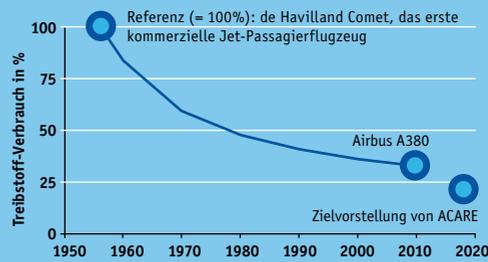
Der schweizerische Luftraum gilt als einer der komplexesten überhaupt. Über der Schweiz kreuzen sich verschiedene wichtige internationale Routen. Zudem befindet sich eine Reihe von wichtigen Flughäfen in unmittelbarer Nähe zur Schweiz. Viele Flugzeuge müssen deshalb bereits im schweizerischen Luftraum die Höhe wechseln. Dadurch wird die Verkehrsüberwachung zusätzlich kompliziert. Da der Flugverkehr stark zunimmt, werden laufend neue technische Verfahren entwickelt, um den Luftraum effizienter nutzen zu können. So ist Skyguide gegenwärtig daran, eine neue digitale Luftraumüberwachung einzuführen, mit der die Flugdaten automatisch und in Echtzeit zwischen den verschiedenen Arbeitsplätzen ausgetauscht werden können. Zudem wurden Anfang Juni 2010 die Sektoren in der Region Zürich neu aufgeteilt, was umfangreiche

technische und personelle Anpassungen erforderte. Dank der Umstrukturierung können neu 120 Flüge statt wie bisher rund 100 Flüge pro Stunde durch den oberen Luftraum geführt werden.

Ein Flickenteppich über Europa

Der europäische Luftraum gleicht einem Flickenteppich: Die über 650 Sektoren werden von rund 50 Flugverkehrskontrollstellen und einigen hundert Anflugkontrollstellen überwacht. Aus flugtechnischer Sicht ist die heutige Aufteilung alles andere als optimal: Die Sektorengrenzen enden oft an den Landesgrenzen, also nicht unbedingt dort, wo es vom Betrieb her sinnvoll wäre. Unter dem Namen «Single European Sky» wird der europäische Luftraum nun völlig neu aufgeteilt. Er besteht künftig nur noch aus fünf bis zehn funktionalen Blöcken. Die Schweiz wird dabei zusammen mit Deutschland, Frankreich und den Beneluxstaaten einen dieser funktionalen Blöcke bilden. Eine grosse technische Hürde sind die 25 verschiedenen Flugsicherungssysteme. Die Infrastruktur soll nun auf eine neue Basis gestellt werden – eine wichtige Voraussetzung, damit der einheitliche europäische Luftraum Realität werden kann.

Konzeptentwurf für ein zukünftiges Kurz- bis Mittelstrecken-Passagierflugzeug



Der **Treibstoffverbrauch pro Passagier und zurückgelegter Strecke** wurde seit der Einführung der ersten Düsenverkehrsflugzeuge dank technologischer Entwicklung um mehr als $\frac{2}{3}$ gesenkt. Um die Ziele der europäischen Flugzeugindustrie bis 2020 zu erreichen, bedarf es mehr als nur einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der heutigen Flugzeuge. ACARE: Advisory Council for Aeronautics Research in Europe



▲ Flugzeugantriebe mit offenen Rotoren wurden bereits vor 20 Jahren erforscht. Heute ist die Technologie soweit entwickelt, dass ein Einsatz in gut 10 Jahren möglich erscheint.
◀ Versuch mit dem Studienmodell eines zukünftigen Business-Jet im Windkanal bei RUAG Aviation in Emmen

Dem Propeller gehört die Zukunft

Flugzeuge sollen künftig deutlich weniger Energie verbrauchen. Und dazu braucht es völlig neue Konzepte: effiziente Antriebe, leichte Materialien und glatte Oberflächen beispielsweise.

Mitte Dezember 2009 war es endlich soweit: Der Dreamliner, das neue Vorzeigemodell des amerikanischen Flugzeugherstellers Boeing, konnte zu seinem Jungfernflug starten.

Mit dem Dreamliner will Boeing ein neues Kapitel aufschlagen, ist er doch das erste Grossraumflugzeug, das zu einem Grossteil aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) besteht und deshalb deutlich weniger Treibstoff verbrauchen wird als bisherige Flieger.

Ziel:
30 Prozent weniger Treibstoff

«Das Hauptziel der Flugzeugentwickler ist heute, den Treibstoffverbrauch und damit auch den Abgasausstoss markant zu reduzieren», erklärt Jürg Wildi, Vice President Innovation bei der Firma Ruag Aviation in Emmen. Für den Ingenieur ist klar: «Wenn der Energieverbrauch der Flugzeuge um 20 oder 30 Prozent gesenkt werden soll, reichen die heutigen Technologien nicht mehr

aus. Damit können wir nur noch geringe Verbesserungen erzielen. Wir brauchen also ganz neue Konzepte.»

«In der Schweiz arbeiten Ingenieure an vorderster Front mit: Sie machen Windkanalversuche, testen Antriebskonzepte und erforschen Materialien.»

Der Einsatz von neuen Materialien – beispielsweise CFK oder Leichtmetalle – ist dabei nur ein Element. Verbesserungspotenzial gibt es auch bei den Triebwerken. «Im Moment zeichnet sich ab, dass die nächste Generation von Flugzeugen – vor allem Kurzstreckenflugzeuge – wieder mit Propellern angetrieben wird», erläutert Jürg Wildi. Mit den alten Propellerflugzeugen haben die neuen Maschinen nur noch

wenig gemein. Die Idee ist, die Flugzeuge mit offenen Rotoren anzutreiben, bei denen zwei grosse gegenläufige Propeller für den nötigen Schub sorgen. Der Nachteil: Solche Flugzeuge werden rund 100 bis 200 km/h langsamer fliegen als die heutigen Maschinen – dafür jedoch weniger Treibstoff verbrauchen.

Ein drittes Element ist die Aerodynamik: Bei den heutigen Flugzeugen kommt es an vielen Stellen zu Turbulenzen, die viel unnötige Reibung verursachen. Gelänge es, die Luft so zu lenken, dass sie ohne Störungen und Wirbel um das Flugzeug strömt, liesse sich viel Energie einsparen. «Dazu müssten die Oberflächen aber so glatt und poliert sein wie bei einem Segelflugzeug», erläutert Jürg Wildi das Problem. «Bei einer grossen Maschine ist das sehr schwer zu machen.»

Futuristische Konzepte wie Nurflügelflugzeuge, bei denen die Passagierkabine in den Flügel integriert ist, dürften hingegen erst in der übernächsten Generation Realität werden. «Das Konzept hat im Prinzip ein grosses Potenzial», meint Jürg Wildi. «Aber es gilt noch grosse Hürden zu überwinden.» Eine Schwierigkeit ist beispielsweise die Stabilität der Struktur: In der Passagierkabine muss ein höherer Druck herrschen als in der umgebenden Atmosphäre auf Reiseflughöhe. Aus statischen Gründen lässt sich eine Druckkabine mit einem röhrenförmigen Rumpf viel einfacher realisieren. Auch andere Konzepte – etwa die Idee, die Triebwerke über den Flügeln anzubringen, damit die Lärmbelastung am Boden geringer wird – sind noch längst nicht einsatzreif. Da bei der Sicherheit keinerlei Abstriche gemacht wer-

den dürfen, müssen alle neuen Technologien ausführlich erprobt werden, bevor sie zum Einsatz kommen – und das ist sehr aufwändig, wie das Beispiel Dreamliner zeigt, dessen Serienproduktion sich immer wieder verzögert.

Bessere Koordination im Luftraum

Für eine Zulieferfirma wie Ruag sei es daher kaum möglich, von sich aus grundlegend neue Technologien und Materialien einzuführen. Trotzdem könnten auch in der Schweiz die Ingenieure an vorderster Front bei der Flugzeugentwicklung mitarbeiten. «Wir machen Windkanalversuche und testen künftige Antriebskonzepte», erzählt Jürg Wildi. «Und auch in der Materialforschung liefert die Schweiz immer wieder wichtige Beiträge.»

Mit der Optimierung der Flugzeuge sei zudem nicht das ganze Potenzial für einen effizienteren Flugbetrieb ausgeschöpft, gibt Jürg Wildi zu bedenken. «Man muss den Flugverkehr als Gesamtsystem verbessern. Wenn man die Maschinen so lenken könnte, dass kein Flugzeug mehr in der Luft Warteschleifen drehen muss, liesse sich viel Energie einsparen.» Auch hier seien die Ingenieure gefordert: «Eine gut koordinierte Verkehrsführung in der Luft erfordert noch Einiges an technischer Grundlagenarbeit.»



▲ Urs Reber in seinem Büro in Stans: Hier erstellt er gerade ein Trainingshandbuch. Und in der Flugschule in Beromünster. ▶



▲ «Speed checked, Altitude checked, Engine Instruments green»: Von nirgendwo kann man die Landschaft mehr geniessen als aus der Luft.

Ein Leben für die Fliegerei

Urs Reber hat seine Begeisterung für die Fliegerei zum Beruf gemacht: Seit 30 Jahren arbeitet er abwechslungsweise als Mechaniker, Organisator oder Lehrer in der Flugzeugproduktion. Heute hat der Pilot und Fluglehrer einen grossen Traum: einen Flug rund um die Welt.

Eigentlich wollte ich immer Landwirt werden. Doch mit 14 Jahren packte mich die Fliegerei. Viele meiner schulfreien Nachmittage verbrachte ich mit einem ferngesteuerten Modellflugzeug. Gleichzeitig war ich fasziniert von Maschinen und Motoren. Stundenlang haben wir damals an unseren «Töffli» rumgeschraubt und die Motoren frisiert. Deshalb entschied ich mich nach der Realschule für eine Mechanikerlehre. Nach vier Jahren Lehre in Lichtensteig, setzte ich alles auf die Fliegerei. Noch während der RS schrieb ich mehrere Flugbetriebe an und bewarb mich als Flugzeugmechaniker. Bei Pilatus Flugzeugwerke AG hat's dann geklappt. Heute, 30 Jahre später, arbeite ich noch immer im gleichen Betrieb. Langweilig wurde es mir dabei nie!

«Viele meiner schulfreien Nachmittage verbrachte ich mit einem ferngesteuerten Modellflugzeug.»

Mit 24 habe ich das Flugbrevet gemacht. Endlich konnte ich auch selber fliegen. Schnell wurde mir bewusst, dass man in der Fliegerei um Englisch nicht herumkommt. Darum ging ich für vier Monate in eine Sprachschule nach England. Die neue Sprache konnte ich danach auch gleich in mehreren Auslandsinsätzen für Pilatus einsetzen. 1983 hatte ich eine einzigartige Chance: Für die Flugbetriebs AG (Flugzeugflug.ch) übernahm ich die Leitung der Flugschule und des Flugplatzes Beromünster im Kanton Luzern. Als Junggeselle war das ein fantastischer Job – Fliegen war nun mein Beruf. Bis heute sind die Tätigkeit als Pilot und die Stunden als Fluglehrer mein bester «Ausgleich» zur Arbeit. Normalerweise bin ich jeden zweiten Samstag und ein bis drei Tage pro Wo-

che auf dem Flugplatz Beromünster. Im Winter etwas weniger. Da bin ich in den Bergen zum Skifahren.

Turbinen zerlegen

1987 stieg ich als Instruktor wieder bei Pilatus ein. Ich bildete Mechaniker, Elektriker und Piloten im Grundkurs aus, die später die Wartung der Propellerflugzeuge beim Kunden übernahmen. Den ganzen Tag über betreute ich Teams aus aller Welt während durchschnittlich ein bis vier Wochen. Das war sehr intensiv! Nach sechs Jahren ging ich zurück in die Werkstatt. Dort zerlegte ich unter anderem Turbinen, die bei uns revidiert wurden und setzte sie Teilchen für Teilchen wieder zusammen.

Später wechselte ich in den Einkauf und seit 1999 bin ich für die Planung und Steuerung der Flugzeugproduktion zuständig. Das Auftragsabwicklungszentrum ist dabei der Dreh- und Angelpunkt.

Hier wird mithilfe eines ausgeklügelten EDV-Systems koordiniert, dass die rund 10 000 Einzelteile eines Flugzeugs zur richtigen Zeit am richtigen Ort bereitstehen und der Kunde sein Flugzeug fristgerecht erhält. In dieser Position ist man für alles zuständig; vor allem aber für das, was gerade schief läuft. Wenn es brennt, ist man dann halt auch Mal 14 Stunden am Schuften. Doch für mich

«Stillstand ist Rückschritt: Ich finde es deshalb wichtig, alle paar Jahre einen neuen Bereich kennenzulernen.»

gilt: Stillstand ist Rückschritt. Ich finde es deshalb auch wichtig, dass man alle paar Jahre wieder einen neuen Bereich kennen lernt und bin froh, dass dies bei meinem Arbeitgeber möglich ist.

Meine Lust an der Fliegerei ist bis heute ungebrochen und einen grossen Traum möchte ich mir noch erfüllen: einen Flug rund um die Welt, mit mehreren

Zwischenstopps, um verschiedene Länder besser kennen zu lernen. Im Idealfall würde ich mir dafür gleich ein eigenes, kleines Flugzeug kaufen. Wie gesagt, noch ist es ein Traum!

AHA!



Mit einer rundum erneuerten Halle sowie mit einer Sonderausstellung feiert das Verkehrshaus das 100jährige Jubiläum der Luftfahrt.

Wie findet ein Flugzeug seinen Weg über den Globus?

In den Anfangszeiten der Langstreckenflüge wurde jeder Pilot von einem Navigator unterstützt, der aus Kurs, Geschwindigkeit und Wind den Standort der Maschine berechnete. Das war einmal: Heute stehen Piloten mehrere automatische Verfahren zur Verfügung, um auch über den Wolken und bei schlechter Sicht ihre Position zu bestimmen.

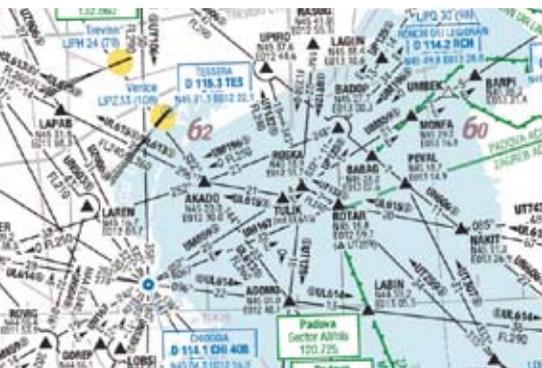
Piloten folgen bei ihrer Navigation einem weltweiten Luftstrassennetz. Diese «Strassen» sind jedoch nicht wie beim Autofahren vor dem Fenster sichtbar, sondern nur über Funkfeuer und virtuelle Wegpunkte, die mit geografischen Koordinaten beschrieben sind. Funkfeuer sind spezielle Funksehtelegraphen am Boden, die den Verlauf der Luftstrassen markieren. Im Cockpit wird nicht nur die Richtung angezeigt, in der sich diese Funkfeuer befinden, sondern auch die genaue Entfernung zwischen Flugzeug und Sendestation. Somit kennt der

Pilot jederzeit seine exakte Position, sofern er das Signal des Funkfeuers empfangen kann.

Es gibt weitere Verfahren, um die Position eines Flugzeugs zu bestimmen: Die Trägheitsnavigation und die Satellitennavigation. Bei der Trägheitsnavigation werden die Beschleunigungen gemessen, die bei einer Bewegungsänderung des Flugzeuges entstehen. Daraus kann die Geschwindigkeit, der zurückgelegte Weg und schliesslich die Position des Flugzeuges berechnet werden. Bei der Satellitennavigation wird die Position des Flugzeuges aus zeitlich hochpräzise koordinierten Signalen, die von mehreren Satelliten empfangen werden, berechnet.

Um die Luftstrassen für den Piloten «sichtbar» zu machen, wird die Flugroute vor dem Abflug in das Flight Management System (FMS) des Flugzeuges eingegeben. Dieses empfängt die Positionsdaten aus einem der oben genannten Systeme, funktioniert aber vom Prinzip her ähnlich wie ein «Navi» im Auto. Die Flugroute und die aktuelle Position des Flugzeuges wird dann im Cockpit den Piloten auf dem «Navigation Display» – einem Bildschirm – als Strich angezeigt, womit die Piloten überprüfen können, ob sich das Flugzeug auch tatsächlich auf der korrekten Luftstrasse befindet.

◀ Flugkarte mit Luftstrassen über der nördlichen Adria zwischen Venedig, Triest und Pula.



Lesenswert

100 Jahre Luftfahrt in der Schweiz
www.100jahreluftfahrt.ch

Flugsicherung interaktiv erfahren
www.skyguide.ch/de/Infotainment

Fokus Luftfahrt
Kolumnen von Lernenden, Berufsporträts, Stories
www.simplyscience.ch

Ausbildung

Berufslehren im Flugumfeld
Polymechaniker, Anlage- und Apparatebauer, Konstrukteur und weitere
www.pilatus-aircraft.com > Personal > Lernende
www.ruag.com > Karriere > Arbeiten bei Ruag > Lernberufe

Maschineningenieurwissenschaften
ETH www.ethz.ch/prospectives/programmes
EPFL bachelor.epfl.ch/page28516-de.html
EPFL master.epfl.ch/page62873.html
Fachhochschulen www.berufsberatung.ch/dyn/6036.aspx?id=3808

Aviatic
www.zav.zhaw.ch

Technische Ausbildung allgemein
www.tecmania.ch

Sehenswert

Verkehrshaus der Schweiz
Halle zur Luft- und Raumfahrt, zudem Sonderausstellung bis 24. Oktober 2010.
www.verkehrshaus.ch

Air Force Center Dübendorf
www.airforcecenter.ch

Fliegermuseum Altenrhein
www.fliegermuseum.ch

Fliegermuseum Payerne
www.clindailes.ch

Impressum

SATW Technoscope 2/10, September 2010
www.satw.ch/technoscope

Konzept und Redaktion: Dr. Béatrice Miller
Redaktionelle Mitarbeit: Dr. Felix Würsten, Samuel Schläfli, Markus Rohrer, Jürg Wildi
Bilder: Franz Meier, Skyguide, Ruag, Flugzeugflug.ch, Verkehrshaus der Schweiz, Fotolia, airliners.net/Dieter Spiess
Titelbild: Sandro Kraut und Nadine Bucher, Polymechaniker in Ausbildung bei Pilatus Flugzeugwerke AG

Gratisabonnement und Nachbestellungen
SATW, Seidengasse 16, CH-8001 Zürich
E-Mail redaktion.technoscope@satw.ch
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 3/10 erscheint im Dezember 2010 zum Thema «Drahtlose Kommunikation»