

Luftfahrtentwicklung im Zentrum Europas – Beiträge aus der Schweiz

Dr. Jürg Wildi

Schweizerische Vereinigung für Flugwissenschaften, Präsident

RUAG Aerospace

CH 6032 Emmen / Schweiz

Grenzen überwinden, Horizonte erweitern – das Leitmotiv des diesjährigen deutschen Luft- und Raumfahrtkongresses steht als implizite Forderung an die moderne Entwicklung aller Sparten der Luft- und Raumfahrt. Zusammenarbeit und Partnerschaften prägen das heutige und in meiner Überzeugung in noch verstärktem Ausmass zukünftige Bild erfolgreicher Innovation.

Grenzen überwinden, Horizonte erweitern

Das Umschlagsbild des diesjährigen Kongresses gibt den Blick frei über Grenzen: Ins Nachbarland Frankreich zur Vorstellung des Airbus 380, in den blauen Himmel irgendwo in Europa zum Flug des Eurofighters, ins unbegrenzte Weltall zur internationalen Raumstation und - über den Bodensee - in die Schweiz. Nirgends erkennen wir exakt abgesteckte Grenzverläufe. Zu dieser schönen Situation beigetragen hat sicherlich die Gemeinschaft der Persönlichkeiten, die sich als Vertreter der Luft- und Raumfahrtentwicklung heute hier treffen.

Es ist mir eine besondere Ehre, die Schweiz in dieser Gemeinschaft vertreten zu dürfen. Schweizer wissen mit Grenzen umzugehen. Das frühere symbolische Bild des stacheligen, nach innen gewendeten Igels hat sich gewandelt. Menschen waren seit Jahrhunderten bemüht, physische Grenzen – zum Beispiel in Form von zur Grenze deklarierten Flussläufen – mit kühnen Bauwerken aus der Hand offenkundiger Ingenieure und Politiker zu überwinden. Längst ist der grenzüberschreitende Handel nicht nur zur Selbstverständlichkeit, sondern zur Notwendigkeit geworden.

Schweizerische Vereinigung für Flugwissenschaften (SVFW)

Als schweizerisches Pendant zur DGLR, der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, unterscheidet sich die SVFW doch ganz wesentlich von ihren grossen Partnergesellschaften in den umliegenden Ländern. Alle Aufgaben werden ehrenamtlich erledigt, ein fest eingerichtetes Sekretariat besteht nicht. Die Mitgliederzahl von etwa 220 lässt sich selbstverständlich auch nicht mit der DGLR oder der Royal Aeronautical Society vergleichen.

Am 23. Mai 1957 gründeten Persönlichkeiten aus dem Umfeld der damaligen Flugzeug- und Triebwerkentwicklung die SVFW mit dem Zweck, wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der Luftfahrt zu fördern. Erster Präsident wird Prof. Manfred Rauscher von der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Es ist eine Zeit der Unsicherheit und Enttäuschungen für die Schweizer Flugzeugindustrie mit dem Abbruch zweier grosser Projekte zur Entwicklung eigener Kampfflugzeuge und der Evaluation und späteren Beschaffung des englischen Hawker Hunters. Immerhin – und dies sei hier anekdotisch vermerkt – kommt bei dieser Gelegenheit dem damaligen schweizerischen Bundespräsidenten Hans Streuli die Ehre zuteil, als erstes Staatsoberhaupt der Welt sein Land mit Überschallgeschwindigkeit zu überfliegen. Dies als Passagier eines Hunter Doppelsitzers mit dem englischen Testpiloten Bill Bedford am Steuer.

Die SVFW ist heute ein Teil des Netzwerkes von an Luftfahrtentwicklung beteiligten Personen und Firmen und stellt die Verbindung zu internationalen wissenschaftlichen Organisationen und Plattformen sicher.

Luftfahrtszenario Schweiz

Grenzen überwinden – eine zwingende Notwendigkeit zur Aufrechterhaltung eines vernünftig funktionierenden Luftfahrtsystems eines Kleinstaates wie die Schweiz. Die spezielle und kleinräumig segmentierte Topographie der Schweiz liess seit je her wenig Auswahl zur Errichtung weiträumiger Luftfahrtinfrastruktur zu. Die Situation des Flughafens Zürich möge hier als typisches Beispiel dienen. Die Planung dieses Flughafens war durch schweiz-typische Auflagen verschiedenster Art geprägt, die Anpassung des Pistensystems an die Erfordernisse des heutigen Volumens der An- und Abflüge war und ist eine Kompromisslösung. Es ist gegeben, dass internationale Flüge Grenzen zu überschreiten haben – die Flughöhe zum Vollzug dieses Aktes erhitzt heute viele Gemüter. Das Erreichen der Ziele der Vision 2020 der ACARE wird Immissionen am Boden drastisch reduzieren und die Köpfe kühlen. Bis dann sind Wissenschaftler und Ingenieure gefordert, unter Zeit- und Kostendruck schrittweise Entwicklungen voranzutreiben und umzusetzen. An die Politiker geht die Erwartung, dazu das Umfeld zu schaffen.

Einige Attribute der Schweiz und der Schweizerinnen und Schweizer färben auch ab auf die Entwicklung der Luft- und Raumfahrt. Zum Beispiel die Sprache: Englisch als anerkannte Sprache der Luftfahrt ist zwar keine Landessprache und wird in den Schulen in der Regel als zweite oder dritte Fremdsprache unterrichtet. Wir verstehen aber neben der Muttersprache mindestens eine Sprache unserer Nachbarn und sind dadurch in der Lage, uns mit unseren Partnern auch ausserhalb des Fabrikgeländes zu unterhalten. Dies kann das gegenseitige Verständnis fördern und Vertrauen schaffen, beides sind positive Elemente im partnerschaftlichen Zusammenarbeiten.

Einige Zahlen beschreiben die Situation der Schweizer Luft- und Raumfahrtindustrie und stehen als typische Grössenordnung für einen europäischen Kleinstaat:

- 2004 haben 14 Millionen Passagiere die Schweiz auf dem Luftweg verlassen, ebenso viele sind wieder eingereist.
- 5 Linienfluggesellschaften mit Schweizer Zulassung transportieren etwa die Hälfte dieser Passagiere.
- 81 Unterhaltsbetriebe und 10 Herstellerbetriebe sind in der Schweiz registriert.
- Die zivile Luftfahrtindustrie beschäftigt mehr als 160'000 Personen und generiert eine Wertschöpfung von 14 Mia. EUR. Dies sind 3.6% der Arbeitnehmer und 4.6% des Bruttoinlandprodukts der Schweiz.

2004 hat der Bundesrat mit dem Bericht über die Luftfahrtpolitik Schweiz erstmals seit 50 Jahren eine Standortbestimmung der zivilen Aviatik vorgenommen. Der Bericht enthält eine Darstellung der aktuellen Situation mit einer Problemanalyse und zeigt Handlungsstrategien des Bundesrates für die Zukunft zuhanden des Parlaments. Leitsätze zu den Bereichen Luftverkehr, Flugplätze, Flugsicherung, Luftfahrtindustrie und Ausbildung geben Stossrichtungen vor.

Luftfahrtentwicklung Schweiz – Personen und Firmen

Schweizer Wissenschaftler und forschende Praktiker haben Weltruf erlangt (Bilder 1 und 2):

- *Daniel Bernoullis* Konzept der Energieerhaltung in Strömungen und die daraus hervorgehenden Beziehung zwischen Druck- und Geschwindigkeitsvariation gehören zum Grundwissen jedes Aviatikers.
- Die Lösungen *Leonhard Eulers* Gleichungssysteme von Massen-, Impuls- und Energieerhaltung tragen dank der Leistungsfähigkeit moderner Rechner zum Verständnis komplexer kompressibler Strömungen bei und liefern präzise numerische Ergebnisse.
- *Jakob Ackeret* war ein Visionär, sah eine massive Zunahme des Luftverkehrs voraus und befasste sich um 1960 mit dem Überschallflug in der Zivilluftfahrt.
- *Jakob Degen* war Forscher und Praktiker. Mit seinem "Schwingenflieger", einem Schlagflügelapparat, zeigte er 1808 in Wien erfolgreiche Freiflüge, wurde nach einer misslungenen Demonstration 1812 in Paris von Zuschauern verprügelt, liess sich nicht entmutigen.

gen und konnte 1816 mit einem sechs Kilogramm schweren, von einem Uhrwerk angetriebenen Helikoptermodell die respektable Flughöhe von 160 Metern erreichen.

- *August Piccards* Schritte auf dem technisch-wissenschaftlichen Weg zur Erschliessung des Welt- raumes führten ihn 1932 mit einem Gasballon in 16'200 m Höhe. Pionierleistungen im Bereich Lebenserhaltung, Ausrüstung mit Messgeräten, systematischer Risikoabwägung für die Durchführung neuer Missionen und wissenschaftliche Erkenntnisse über die kosmische Strahlung zeichnen sein Werk aus.

- *Alfred Comte* war einer der ersten Militärpiloten und Fluglehrer in der Schweiz. Er gründete eine zivile Flugschule, eine Fluggesellschaft für Aerofotographie und eröffnete 1923 seine eigene Flugzeugfabrik am Zürichsee. Sein erstes Flugzeug, der Kabinenviersitzer AC4 Gentlemen stellte 1928 seine grosse Zuverlässigkeit bei einem über 100 Std dauernden Flug von Zürich nach Bombay unter Beweis.

Am Ende des zweiten Weltkrieges präsentierte sich in der Schweiz eine zur Entwicklung von Kampfflugzeugen ausgezeichnete Ausgangslage. Eine leistungsfähige Triebwerks- und Zellenindustrie (Sulzer, BBC, Flugzeugwerk Emmen, Flug- und Fahrzeugwerke Altenrhein), wissenschaftliche und technologische Kenntnisse in Aerodynamik, Statik und Turbomaschinenbau (ETH Zürich) sowie die politische Ausrichtung mit Betonung auf Unabhängigkeit und dem Bestreben zur Unterstützung der landeseigenen Industrie boten die Voraussetzungen, in Eigenentwicklungen einzusteigen. So entstanden unter dem Projektnamen N-20 ein für die damalige Zeit revolutionärer Flugzeugentwurf in Emmen und eine eher konventionelle Auslegung eines Kampfflugzeuges, des P-16, in Altenrhein (Bild 3).

Im N-20 sind folgende Ideen umgesetzt: Auslegung als gepfeilter Nurfügler, durchströmter Flügel mit Auftriebserhöhung durch Strahlableitung, 4 Zweistromtriebwerke Swiss Mamba – ebenfalls eine Neuentwicklung – mit Zusatzverbrennung im Nebenstrom, Schubumkehr, absprengbare Pilotenkabine, Bewaffnungs-Wechselsatz, Druckbelüftung der

Treibstofftanks mit Stickstoff. 2 Versuchsträger in 60% Grösse sind eingehend im Flug erprobt worden. Mit dem vollständig ausgerüsteten Prototyp wurden Rollversuche durchgeführt, zum Erstflug ist es leider nicht gekommen.

Der P-16 zeichnete sich aus durch seine Flügelauslegung mit einem dünnen Profil und Hochauftriebshilfen, welche ein grosses Geschwindigkeitsspektrum ergaben. Dank des Niederdruckfahrwerks konnte der Einsatz ab Behelfspisten erfolgen. Start- und Landrollstrecken lagen bei weniger als 500 Metern. Ein Prototyp und vier Vorserienflugzeuge wurden gebaut, ein Parlamentsbeschluss zur Beschaffung von 100 Flugzeugen wurde 1958 gefällt, im gleichen Jahr nach einem nicht konzeptionell bedingten Absturz wieder rückgängig gemacht.

Der Abbruch beider Projekte wirkte wie ein Nadelstich in die Entwicklungsumgebung, von dem sich die schweizerische militärische Flugzeugentwicklung nie mehr erholte. Nichttechnische Belange verhinderten die Umsetzung bahnbrechender Ideen.

Die Entwicklungsgeschichte des P-16 hatte allerdings eine Fortsetzung (Bild 4): William Lear, im Ruhestand in der Schweiz lebend, gründete 1959 die Swiss American Aircraft Company mit dem Ziel, eine neue Flugzeugkategorie, den Privatjet, aufzubauen. Lear heuerte das Entwicklungsteam des P-16 an. Als Resultat entstand das Flugzeug SAAC-23, später bekannt als Learjet 23, der lange Zeit als Synonym für den Ausdruck Geschäftsreisejet galt. Die Entwicklung und Bereitstellung der Produktionseinrichtungen erfolgten weitgehend in der Schweiz, bevor Lear die Firma nach Wichita, Kansas, verlegte und unter neuem Namen "Lear Jet Industries" die Serieproduktion startete.

Flugzeugentwicklung in der Schweiz

Bereits die zweite Eigenentwicklung der 1939 gegründeten Pilatus Flugzeugwerke zielte in die Nische der militärischen Trainer (Bild 5). Die kontinuierliche Evolution führte vom Kolbenmotor- zum Turbinenantrieb.

PC-7 und PC-9 sind zum Standardtrainer vieler Luftwaffen geworden. Ein direktes Derivat ist auch der Basistrainer der amerikanischen Streitkräfte, der Beech T-6 Texan. Mit dem PC-21 bietet die Firma aus dem Herzen der Schweiz das wohl leistungsfähigste einmotorige Propellerflugzeug überhaupt an. Beeindruckende Flugleistungen – Mach 0.72 Spitzengeschwindigkeit, +8 / -4 g Flugenveloppe – sind Werte, die in den Bereich von jet-getriebenen Flugzeugen reichen. Der PC-21 mit seiner umfangreichen Ausrüstung ist Teil eines Trainingssystems, das die Piloten weit über die Grundausbildung begleiten wird. Der Erfolg des PC-21 wird wegweisend sein für die weitere Entwicklung der eigenständigen Schweizerischen Flugzeugproduktion.

Schon früh startete die Firma Pilatus ihre Baureihe ziviler einmotoriger Transportflugzeuge (Bild 6). Berühmtheit erlangte die PC-6 Pilatus Porter – unter anderem mit einer im Guinness Buch der Rekorde vermerkten Landung auf 5700 m im Jahr 1960 im Himalaya-Gebiet. Ausgerüstet mit einer Propellerturbine ist die nun Turbo-Porter genannte Maschine ein vielseitig einsetzbares Flugzeug, das wegen seiner Kurzstart- und Landeeigenschaften und hoher Steigleistung äusserst beliebt ist. 45 Jahre nach dem Erstflug wird der Porter immer noch in kleinen Stückzahlen produziert, obwohl die Firma schon mehrmals das Auslaufen der Fertigung eigentlich beschlossen hatte.

Als Grosse Erfolg erweist sich das grösste Pilatus-Flugzeug, der PC-12. Die Firma ist ihrer Philosophie treu geblieben und bietet ein geräumiges, universell einsetzbares einmotoriges Propellerflugzeug weltweit an. Trotz immer noch bestehender einschränkender Vorschriften in einzelnen Regionen für den gewerbmässigen Einsatz unter Instrumentenflugbedingungen für einmotorige Flugzeuge hat die PC-12 einen weiten Kundenkreis angesprochen. Über 500 Flugzeuge sind ausgeliefert, die nächsten 200 kennen ihre Kunden.

Pilatus-Flugzeuge tragen den Geist der schweizerischen Flugzeugentwicklung rund um die Erde: Hochqualitative Hochleistungsprodukte, die eine Marktnische abdecken.

Beteiligung der Schweizer Industrie an internationalen Projekten und Programmen

Zu den drei grösseren Unternehmungen der Schweizer Luft- und Raumfahrtindustrie - neben Pilatus und Contraves Space - zählt RUAG Aerospace. Hervorgegangen aus dem Eidgenössischen Flugzeugwerk Emmen - der Entwicklerin des N-20 - war die Ausrichtung seit der Gründung der Firma 1943 schwergewichtig auf militärische Aufträge zur Unterstützung der Schweizer Luftwaffe ausgerichtet. Materialbetreuung ab Einführung bis zur Entsorgung war das Kerngeschäft. Darin inbegriffen sind auch technische Entwicklungsarbeiten in Form von Komponentenentwicklung bei der Beschaffung oder zur Werterhaltung. In der Schweiz wurden Flugzeuge wie Vampire, Venom, Hunter, Mirage, F/A-18 Hornet, die Helikopter Alouette III, Super Puma und Cougar endmontiert und teilweise modifiziert. Schon früh wagte sich die RUAG Aerospace in das Gebiet der unbemannten Flugkörper mit der Eigenentwicklung der Aufklärungsdrohne Ranger.

Die RUAG Aerospace hat sich in den letzten Jahren wie viele ähnlich gelagerte Firmen Europas der Tatsache abnehmender Militärausgaben stellen müssen. War vor 1999 der Anteil Aufträge, die nicht mit der Schweizer Flugwaffe im Zusammenhang standen, fast verschwindend klein, erreichte 2004 der Anteil "Drittaufträge" (Auftraggeber ist nicht die Schweizer Armee) mehr als die Hälfte bei gleichzeitiger Steigerung des Gesamtumsatzvolumens. RUAG hat heute auch ein Standbein in Deutschland, in Oberpfaffenhofen. Auch nach der gelungenen Neuausrichtung stellen technologisch anspruchsvolle Projekte im Zusammenhang mit dem Betrieb der Flugzeuge der Schweizer Luftwaffe einen wichtigen Umfang dar.

Als Beispiel sei hier der Ganzzellen-Ermüdungsversuch der F/A-18 erwähnt, der in Emmen in Zusammenarbeit mit der Firma IABG durchgeführt werden konnte (Bild 7). Aufgrund des unterschiedlichen - schärferen - Einsatzspektrums der Schweizer Flugzeuge (es gibt wegen der kleinen

geografischen Ausdehnung und dem Einsatzkonzept wenige Reiseflugphasen und häufige Luftkampfsequenzen mit hoher Zellenbelastung) waren Strukturmodifikationen in einem Ausmass unabdingbar, die theoretische und experimentelle Ermüdungsabklärungen erforderlich machten, um die spezifizierte Lebensdauer zu erreichen.

Die Beteiligung an europäischen und amerikanischen Flugzeugprogrammen gehört heute für etliche Schweizer Firmen zum festen Bestandteil des Auftragsportfolios. Ingenieure der RUAG Aerospace entwickelten den Outer Fixed Trailing Edge des Airbus A380 (Bild 8). Die Baugruppe wird in Emmen gefertigt und montiert und an das Airbus-Werk Filton geliefert. Neuland betreten bedeutete die Teilnahme an einem derartigen Programm als Partner, der am Erfolg des Flugzeuges mitbeteiligt ist. Auch die Flügelenden der Airbus A320 Familie werden in Emmen gefertigt.

Die Windkanalanlage in Emmen blickt auf eine interessante Geschichte mit der Erprobung berühmter Flugzeuge und Entwürfe zurück. Die Palette an Beispielen reicht vom deutschen VJ-101 bis zum X-31 und Konzeptentwürfen des Eurofighters, für Propellerflugzeuge vom Fiat G-222 über Saab 340, Saab 2000 zum A400M, für zivile Jets von vielen Airbus-Typen zum Falcon F7X der Firma Dassault Aviation (Bild 9). Ursprünglich für den Eigenbedarf der Entwicklung von Schweizer Kampfflugzeugen erstellt, nutzen heute Kunden aus der europäischen Flug- und Fahrzeugindustrie die drei Windkanäle. Die Propellersimulation wird kontinuierlich weiterentwickelt und hat sich als Nischengebiet in Emmen etabliert. Das jüngste Beispiel sind die Versuche mit Modellen des europäischen Transportflugzeuges Airbus A400M, die seit 1999 in Emmen erfolgreich durchgeführt werden. Während Jahren war das mit Emmener Technologie ausgerüstete Modell das einzige Ganzmodell mit realitätsnah skalierten Propellerleistung im A400M Entwicklungsprogramm.

Der operationelle Betrieb des unbemannten Aufklärungsflugzeuges Ranger gehört in der Schweiz seit

Jahren zum täglichen Bild (Bild 10). In einer Partnerschaft mit Israel Aircraft Industries entstanden ab 1988 die ersten Prototypen eines taktischen Aufklärungssystems. Die fliegende Plattform ist eine auf die Bedürfnisse der Schweizer Armee und die Erfordernisse für den Betrieb im Mitteleuropäischen Klima und Luftraum ausgelegte Entwicklung der RUAG Aerospace. Der Flugkörper weist eine Spannweite von knapp 6 Metern und eine Abflugmasse von gegen 300 kg auf. Der Betrieb im gemischt zivil-militärisch genutzten Luftraum ist in einem Kleinstaat wegen mangelnder sperrbarer Lufträume eine zwingende Notwendigkeit. Dank Erfüllung strenger Auslegungsrichtlinien und kooperativer Zusammenarbeit mit den Zulassungsstellen konnte die gesamte Flugerprobung in der Schweiz durchgeführt werden. Das Vertrauen wurde mit hunderten von unfallfreien Einsätzen in verschiedensten Gebieten der Schweiz belohnt. Die Schweiz ist wohl auch heute noch das einzige Land, das einen derartigen Betrieb über besiedeltem Luftraum zulässt. Flüge zugunsten ziviler Nutzer – zum Beispiel Verkehrs- oder Grenzüberwachung - ergänzen die militärisch ausgerichtete Aufklärung, wobei sich in jüngster Zeit die Politik und der Datenschutz schwer tut mit der Beantwortung der Frage, was eine Drohne überhaupt sehen darf...

Forschung

Die Schweizerischen Technischen Hochschulen (ETH Zürich und EPF Lausanne) sind über die Landesgrenzen bekannt für hohe Qualität der Lehre und Forschung. Eine eigenständige Studienrichtung Luft- und Raumfahrt wird zwar nicht angeboten. Luftfahrt-interessierte Studenten haben die Möglichkeit, sich massgeschneidert ihr Studium aus einem breiten Fächerangebot zusammenzustellen und einen Master-Abschluss zu erlangen, der sie befähigt, mit einem soliden Grundwissen in die Luft- und Raumfahrtindustrie einzutreten. Auf Fachhochschulstufe wird zur Zeit an der Zürcher Hochschule Winterthur ein neuer Studiengang Aviatik konzipiert. Erste Studenten werden im kommenden Jahr ihre Ausbildung aufnehmen und nach drei Jahren mit einem Bachelor abschliessen können.

Dank bilateraler Forschungsabkommen ist die Schweiz - zwar im Herzen Europas gelegen aber dennoch Nicht-EU-Mitgliedstaat – als vollwertiger Partner in Forschungsprogrammen anerkannt. Beteiligungen an Integrierten Projekten des 6. Rahmenprogrammes wie ALCAS und HISAC und diversen STREP's sind ein äusserst wichtiges Element, die Rolle der Schweizer Industrie im europäischen Verbund zu verankern und zu festigen.

Die Zukunft

Die speziellen Rahmenbedingungen für einen europäischen Kleinstaat sowie die heutige globalisierte Umwelt lassen einige Schlüsse zu für die Entwicklung der Schweizer Luft- und Raumfahrtindustrie:

- Die Entwicklung gesamter Flugzeuge wird die Ausnahme bleiben. Geschickt gewählte Nischenprodukte dürften weiterhin Erfolgchancen haben.
- Die weltweit abnehmende Anzahl von Systemherstellern zwingt zur internationalen Zusammenarbeit.
- Hohe Konkurrenz und Kostendruck garantieren Zulieferfirmen keinen Fortbestand als Hoflieferant. Heimatschutz durch Regierungsgeschäfte weicht dem Kostendruck.
- Aus absatzpolitischen Gründen erzwungene Verlagerungen von Entwicklungs- und Produktionsanteilen zu aussereuropäischen Lieferanten wird den Druck zur Ausrichtung der Entwicklungs- und Fertigungskompetenzen auf das Hochtechnologiesegment der Flugzeugkomponenten, Geräte und Ausrüstungen weiter verstärken.
- Währungspolitisch begründete Vergaben von Auftragspaketen erhöhen den Konkurrenzdruck europäischer Zulieferfirmen. Diese werden wiederum ihre Zulieferer in geeigneten Gebieten auszuwählen haben.

- Die Bereitschaft und Fähigkeit, als Zulieferer in eine Risk Share Partnerschaft einzutreten, wird von den grossen Herstellern als Selbstverständlichkeit angesehen.

Die Vision

- Nachbarliche Zusammenarbeit in Wissenschaft, Technologie- und Produktentwicklung und Fertigung hochwertiger Komponenten bietet nach wie vor ein hohes Potenzial. Kultur, Sprache, Mentalität, gegenseitiges politisches Verständnis und kurze Verkehrswege reduzieren Risiken. In der "Nachbarschaft" sind leistungsfähige und weltmarktfähige Firmen ansässig.
- Die enge und vernetzte Zusammenarbeit mit den grossen Herstellern für Zivil- und Militärflugzeuge, Hubschraubern, Systemen, Ausrüstungen und Raumfahrtprodukten bietet eine Chance zur Entwicklung innovativer, spezialisierter Produkte auf Komponenten- und Baugruppenstufe.
- Entwicklungspartnerschaften und Kooperationsplattformen zwischen kleineren Unternehmen zur Bündelung der Fähigkeiten und Fertigungsmöglichkeiten ermöglichen einen Antritt als Systemlieferant.

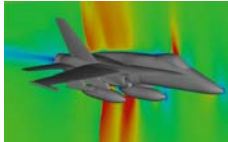
Walter Mittelholzer (1894 – 1937) wird das visionäre Zitat zugeschrieben: "Ein Volk, das nicht fliegt, wird überflügelt." Erfolgversprechende Zusammenarbeit in der Luft erfordert Zuverlässigkeit, Qualität und Partnerschaft am Boden – in Entwicklung, Fertigung und Betreuung. Die Schweizer Wissenschaft und Industrie ist bereit, ihren Beitrag dazu zu leisten.

**Luftfahrtentwicklung Schweiz – ein Blick zurück:
Wissenschaftler**

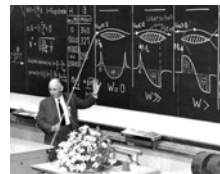


$$p_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho V_2^2$$

Daniel Bernoulli (1700 – 1782)



Leonhard Euler (1707 – 1783)



Jakob Ackeret (1898 – 1981)

Bild 1

**Luftfahrtentwicklung Schweiz – ein Blick zurück:
Forscher und Praktiker**



Jakob Degen (1760-1848)



Auguste Piccard (1884-1962)



Alfred Comte (1895-1965)

Bild 2

Luftfahrtentwicklung Schweiz – ein Blick zurück



Eidgenössisches Flugzeugwerk
F + W N -20.10 Aiguillon (1952)



Flug- und Fahrzeugwerke Altenrhein
FFA P-16 (1955-1965)



Bild 3

Luftfahrtentwicklung Schweiz – ein Blick zurück



Swiss American Aircraft Company
Lear Jet 23



Bild 4

Flugzeugentwicklung in der Schweiz



P 2



P 3



PC 7



PC 9

Pilatus
Trainingsflugzeuge



PC 21

Bild 5

Flugzeugentwicklung in der Schweiz



Pelikan



P 4



PC 6



PC 6

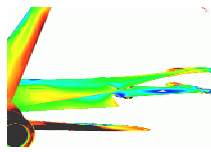
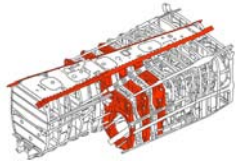
Pilatus
Transportflugzeuge



PC 12

Bild 6

Technische Betreuung von Militärflugzeugen



F/A-18
Ermüdungsversuch,
RUAG Aerospace

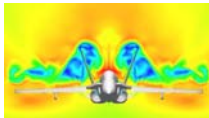
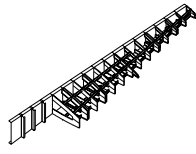
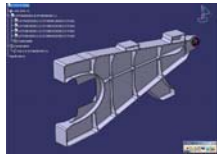


Bild 7

Industriebeteiligung an internationalen Projekten



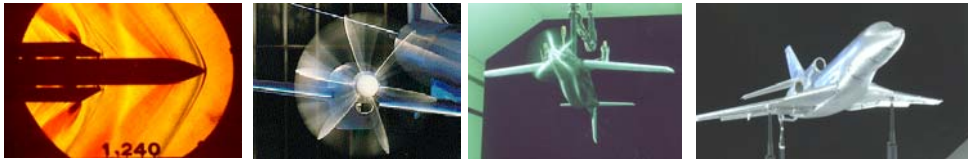
Airbus A380
Outer Fixed
Trailing Edge

RUAG Aerospace
als Entwicklungs-
partner



Bild 8

Industriebeteiligung an internationalen Projekten



Windkanal der
RUAG Aerospace
in Emmen

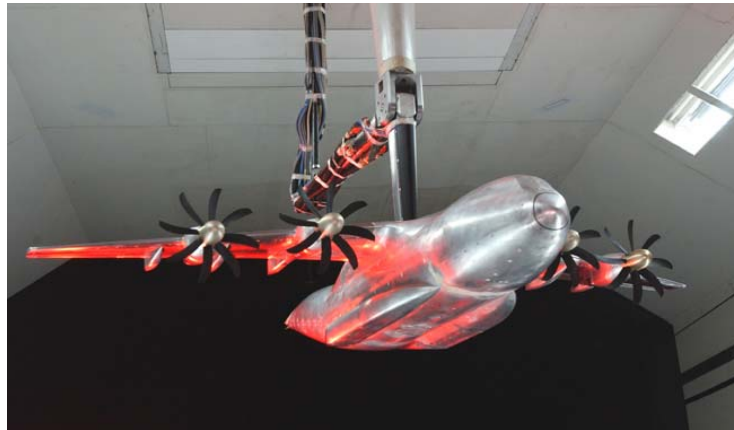


Bild 9

Systementwicklung



RANGER
Aufklärungsdrohnen-
System ADS 95
der RUAG Aerospace



Bild 10