

SW01 Introductory Lecture

Intermodalität	Verwendung mehrerer Verkehrsmittel (parallel, seriell)
Interoperabilität	Grenzüberschreitende Zusammenarbeit gleicher Verkehrsmittel (Systeme, Technik & Organisationen)
Masseinheiten	0°C = 32°F = 273.15K, 0°F = 17.8°C = 255.4K Nautic mile = Knot = 1.852km, Foot = 0.3048m 1° (Grad) = 60 Bogenmin(60') = 3600 Bogensek(3600'')
Latitude φ	Breitengrad, Phi, , -180°...+180° (Äquator(Grosskreis))
Longitude λ	Längengrad, Lambda, -180°...+180°(Meridian(Pol zu Pol))
UTC Winterzeit in Greenwich (GMT)	Royal observatory Greenwich Breite (LAT) 51°28'40"N, Länge (LON) 0°00'05"W
LT Local Time:	UTC +/- Zeitverschiebung
DST- Daylight Saving Time (Sommerzeit)	Spring forward, fall back Schweiz -> letzter Sonntag Frühling/März LT = UTC + 1h, Fall/Oktober LT = UTC + 2h
Winter:	Sommer: EST: Eastern Standard Time = UTC -5h PST: Pacific Standard Time = UTC -8h JST: Japan Standard Time = UTC +9h
EDT: Eastern Daylight Time = UTC -4h PDT: Pacific Daylight Time = UTC -7h JST: Japan Standard Time = UTC +9h	
IDL: International Date Line	180°-Meridian, UTC +/- 12h, Pacific westwards + 1 Tag, eastwards - 1 Tag

SW02 History

**Pioneer era**

- balloon rides
- airships
- early airplanes Wright brothers

**1. world war interwar years**

- development of airplanes (world war I)
- first flight companies founded
- the beginning of modern airplanes
- development of airfields and air traffic control

**2. world war post war period**

- technical progress
- destruction of certain aircraft fleets
- production and education decision for Zürich-Kloten intercontinenta
- development of global air traffic

**Jet Age**

- jet ordering race
- jet crisis 1 oversupply
- jet crisis 2 oil crisis
- further development of airports
- exponential passenger growth
- new challenges for air traffic control
- aircraft noise and social change

**liberalization and mass air transport**

- technical innovations
- duopoly of boeing and airbus
- tendency to global liberalization

**Key Historical Events:**

- Traum vom Fliegen bereits Jungsteinzeit. Spätantike und Mittelalter: Art der Vögel fliegen
- 1650: Fliegen nach Art der Vögel gilt als **gescheitert**-> leichter als Luft
- 1783 erster **Heissluftballon** und darauf **Gasballon**  
Verwendung: Abenteuer, Sport, Fotografie, Aufklärung
- 1883 erstes **Luftschiff**, Lösung Problem der Steuerbarkeit  
Verwendungen: Rundfahrten, Luftverkehr, Militär
- Ende 1930er, Verdrängung durch **Tragflächenflugzeuge**,
- 1890 Otto Lilienthal** Grundlagenwerke über Tragflächen
- Gebrüder Wright**: bauten auf Lilienthals wissen auf, 1903 erster **erfolgreicher Flug, schwerer als Luft**  
Verwendung in Vorkriegszeit: Sport, Fotografie, Rundflüge, Flugschauen.  
Problem: **unrentabel**, unsicher, unzuverlässig, nur Sicht
- Luffahrt wurde Sache von **nationaler Bedeutung**, Massenproduktion & Ausbildung, Ausbau Infrastruktur, Technische Fortschritte.  
Nach dem Krieg: Flugzeuge und Piloten standen zur Verfügung, **jedoch nicht rentabel**.
- Interesse Staates Luffahrt: in- & direkte Subventionen → **Flag Carriers**
- 1922 erster Betrieb **regelmässiger Verkehrslinie** Ad Astra Aero.
- 1931: **Erzwungen Zusammens** Ad Astra Aero und Balair → **Swissair**
- Technische Innovationen** und Hersteller: 1919 Erstes Gesamtmetallfl.
- 1933 Erstflug Boeing 247: 10 PAX, 1934/35 DC-2/DC-3: 21-35 PAX -> erster **gewinnbringender Transport**
- Flugplätze**: Verkehrsknotenpunkte, Stationsgebäude und Hartbelagpisten in den 1930er
- Flugsicherung**: Wetterdienste, Funk, Radionavigation, Luftverkehrsleitung
- Auswirkungen: **Zerstörung, eingeschränkter Flugbetrieb** auf Kriegslinien
- + Auswirkungen: **Industrialisierung / Fortschritte**: -4000km, 11t  
Geschwindigkeiten: Propeller: 700km/h, Düsentriebwerk: 800km/h, Raketen: 5500km/h
- Entwicklung von **Interkontinentalflugzeugen**: DC-4 Lockheed
- Nachkriegsplan Schweiz: **Zentralflughafen Bern**, aber Bundesrat entsc
- Nach dem WK II.: Verkehrsinfrastruktur lag in Trümmern, **Luftinfrastruktur liess sich schneller wieder aufbauen**
- Genf: Bau (Hartbelagpiste) bereits während dem Krieg  
Basel: 1946 provisorischer Flughafen  
Zürich: 1948 erste Piste eröffnet
- 1.10.1945 erste DC-4 der TWA landet in Genf, ab 08.05.1946 regulärer **TWA Linienflug NY-GVA**
- Swissair sträubte sich** gegen Interkontinentalflüge, nur mit Subventionen DC-6 kaufen, ab 1951 inter. Fluglinie
- 1945 der Globale Take-off des Luftverkehrs!**
- 1952: DH-106 Comet **erstes Düsenflugzeug** im Linienbetrieb
- Oktober 1955: Pan Am bestellt 20 **B707** und 25 DC-8 → **internationalen Jet-Bestellungswettbewerb!**
- 1970: **Grossraumflugzeuge**: B747, DC-10, L-1011 → 400-500 PAX
- 1972: Markteintritt Airbus A-300 → spielt in Europa wirtschaftlich Rolle
- 1969 Boeing 747 Erstflug Concorde Parallel Grossraumfl.: **Überschallflugz.**, Linienflugbetrieb **Concorde** & Tu-144 auch = Ende Überschalltraums.
- Jet-Krise 1: Düsenflugzeuge führte zu massiven Überkapazitäten,  
Jet-Krise 2: Ölkrise und Grossraumflugzeugen = Überkapazität
- Folgen: zunehmend **rentabel**, für **breitere** soziale Schichten zugänglich
- Herausforderung für die Flugsicherung**: Vervielfachung des Verkehrs, höhere Geschwindigkeiten & Flughöhen. → **1952 Luftstrassensystem**, Funkfeuer, Überwachung und Staffeldung des Verkehrs
- Flughäfen**: Kapazitätsgrenzen, grössere Abfertigungsgebäude, Anpassung an Düsenflugzeuge: längere Pisten, neue Rollwege etc.
- 1957: Schock! Ausbau des Flughafens Zürich wird abgelehnt → **Fluglärm**
- 1970 **Fluglärm in politischer** Agenda: Mehr Verkehr, Mehr Lärm wegen Düsen, Sozialer Wandel  
Folgen: Landeverbote, Nachtflugverbot, Raumplanerische Massnahmen auch zur Lärmverminderung, eingeschränkter Ausbau.
- 1990er Jahre Herausbildung eines **Duopols: Airbus und Boeing**
- Zentrale Innovation: verstärkte Computerisierung: **fly-by-wire**, Flugsicherungs- und Reservationssystemen.
- 1978: USA **Liberalisierung des Luftverkehrs** → 1987 in EG
- Allgemeine Tendenz: Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit

SW02 Organizations

Organisation: Arbeitsteiliger Zusammenschluss von Menschen zur **Vertretung gemeinsamer Interessen und Ziele**

- IGO** → Internationale Organisationen (international governmental organizations)
  - Zusammenschlüsse von Staaten, durch völkerrechtl. Verträge gegründet und eigenen Organen und Zuständigkeiten (ICAO, ECAC) ◊ keine Hoheitsrechte, kein geltendes Recht erlassen (ausser EU)
- INGO** → Internationale Nichtregierungsorganisationen (International nongovernmental organizations)
  - Jede internationale Organisation, die nicht durch ein zwischenstaatliches Abkommen zustande kommt (IATA)
- NAA** → Nationale Luftfahrtbehörden (National aviation authorities) z.B. • BAZL • FAA

Abkürzung	Mitglieder	Aufgaben & Tätigkeitsschwerpunkte	Hintergründe der Entstehung	Befugnisse & Kompetenzen	Zusammenhang zur Schweiz
Commission Internationale de Navigation Aérienne CINA	Siegmächte, CH neutral, USA und UdSSR ebenfalls nicht global	Festlegung diverser Normen / Regeln (Prinzip der staatlichen Souveränität über Luftraum, Regeln über Lizenzierung von Piloten, etc.)	1910: Paris erfolgreich → WK führt Durchbruch Prinzip Lufthoheit	Zusammenhang zur Schweiz: Schweiz blieb bis 1934 wegen Neutralität fern, übernahm Normen & Abschluss bilaterale Verträge	
International Civil Aviation Organization (ICAO)	ICAO heute: Sonderorganisation der UNO, Montreal, 193 Staaten Organe der ICAO: Versammlung: je Mitgliedstaat eine Stimme, Rat (Executive): 36 Vertreter, gewählt durch Versammlung	Verbesserung der Flugsicherheit, Steigerung der Effizienz und Kapazität des Globalen Luftverkehrsystems, Minimierung negativer Auswirkungen der Luffahrt auf die Umwelt	Zivilluftfahrt-Konferenz Chicago 1944: Nachkriegsplanung: USA verfügt über technologischen Vorsprung und Wettbewerbsvorteil → möglichst freier Wettbewerb und freie Lufträume	Mittel zur Erreichung: Standards, Recommended Practices, Verfahrensvorschriften, weitere Dokumente Umsetzung in CC (SARPS) PANS and SUPPs Guidance Materials	Integrations in eigene Rechtserrasse, unmittelbare Anwendung ohne eigene Rechtserrasse Schweiz in der ICAO: Versammlung fixer Sitz, Rat und Air Navigation Commission vertreten durch ABIS-Gruppe ABIS-Gruppe: (CH, AUT, BEL, CRO, NED, LUX, IRE, POR) → fünfgrösster Beitragszahler ICAO
International Air Transport Association (IATA)	Private rechtliche Körperschaft: Verband der Unternehmen des kommerziellen Luftverkehrs: 290 Fluggesellschaften aus 120 Staaten ca. 82% des Luftverkehrs	Förderung eines sicheren, regelmässigen und wirtschaftlichen Luftraums, Zusammenarbeit aller in der Luffahrt tätigen Unternehmen und Interessensvertretung gegenüber anderer Organisation.	1919 in Den Haag gegründet: International Air Traffic Association → 1941 aufgelöst 1945 Gründung der heutigen IATA auf Anregung der ICAO Ziele: Ursprünglich Kartell über Absprache von Preisen und Dienstleistungen	Generalversammlung: entscheidet mit Mehrheitsbeschluss, jedes Mitglied hat eine Stimme Wichtigstes Institut der IATA: <b>Clearing House in Genf!</b>	
Europäische Zivilluftfahrt-Konferenz ECAC (IGO)	Unabhängige Regionalorganisation der ICAO: 44 Staaten sind Mitglieder, Sitz: Paris Vollversammlung: je eine Stimme Wählt Präsidenten und Koordinierungsausschuss, Verabschiedet Empfehlungen	Ziele und Aufgaben: lange Vorreiterrolle bei der Entwicklung der Luffahrtspolitik, verlor diese aber weitgehend an die EU(EASA) Entwicklung eines effizienten, sicheren, und nachhaltigen Luftverkehrs, ist ein Diskussionsforum für neue Ideen im Bereich Umwelt safety und security, welche später von der EU übernommen werden	Europarat wünscht 1951 den Europäischen Luftverkehr zu koordinieren und wendet sich 1953 an ICAO	Beschlüsse haben nur beratenden Charakter, primär: Diskussionsforum und neue Ideen, die von der EU übernommen werden.	
Die Europäische Agentur für Flugsicherheit EASA (IGO)	32 Mitglieder: EU-Mitgliedstaaten und CH, Norwegen, Lichtenstein und Island Verwaltungsrat: Vertretern der Mitgliedstaaten und EU-Kommission Exekutivdirektor: Gesetzlicher Vertreter der EASA, unabhängig	Flugsicherheitsbehörde der EU mit vielen Eigenschaften einer NAA Aufgaben: Beratung der EU-Kommission, Festlegung des rechtlichen Rahmens, Zulassung und Lizenzierung, Anleitung und Kontrolle bei der Umsetzung der Vorschriften Ziele: Einheitliches hohes Niveau der zivilen Flugsicherheit, Umweltschutz, Regulierung und Zertifizierung, gleiche Wettbewerbsbedingungen, Unterstützung der Umsetzung der ICAO-Normen	1970: Die ECAC ruft mit den Joint Aviation Authorities (JAA) einen freiwilligen Zusammenschluss von rund 40 Luftfahrtbehörden ins Leben	EASA hat keine Rechtssetzungs-kompetenz, erarbeitet jedoch Regulatorien die von der EU erlassen werden → werden für alle verbindlich	CH hat einen Sitz im Verwaltungsrat der EASA, jedoch kein EU-Mitglied → kein Stimmrecht CH ist dennoch verpflichtet, Regelungen der EASA zu übernehmen → EASA wird ihre Kompetenz ausdehnen und weitergehende Regulatorien erlassen!
Federal Aviation Administration FAA der USA (NAA)	Angestellte: > 40'000 (BAZL ca. 330) Budget: ca. 17.5 Mrd. (BAZL ca. 180 Mio.)	FAA-Normen/Standards/Empfehlungen werden oftmals international übernommen Festlegung und Überwachung des rechtlichen Rahmens für sicheren und effizienten Flugverkehr. Erässt Richtlinien.		FAA-Normen/Standards/Empfehlungen werden oftmals übernommen Jedoch noch Harmonisierungs- und Abstimmungsbedarf!	Die FAA nimmt mit ihren Entscheidungen unmittelbaren Einfluss auf die europäische und damit auch die schweizerische Luftfahrtindustrie.

SW03 / SW04 Aircraft Systems 1-4

Aircraft Dispatch	An Aircraft is ready for operation => it can be "dispatched"
Airworthiness Directive	A directive from the authority (FAA) to perform a specific task within a given timeframe
AMC	Acceptable Means of Compliance (EASA) => guidance on how the law can be fulfilled
AMOC	Alternative Means of Compliance, another way an airline considers to comply with law
AOG	Aircraft on Ground => not able to fly due to technical problem
CAME	Master Manual (Bible) for all EASA Part-M related contents. Basis Manual for CAMO (EASA Part-M Subpart G) approval certificate.
CRS	Certificate to technically release the Aircraft/Engine or Component
ETOPS	Related to twin engine operated aircraft. Approval typically given for 180 minutes => Crew must always be able to land the aircraft within 180 minutes on xean appropriate airport (affects the flight plan)
OEM	Original Equipment Manufacturer / TC Holder (Airbus, Boeing, Cessna, etc.)
DOA	EASA approved Design Organisations developing equipment, parts, material
LLP	A part where the life is limited. After limit reached => part to be scrapped
MEL / CDL	Minimum Equipment required to dispatch the aircraft. Located in each single aircraft
MMEL	Master MEL published by TC holder (aircraft manufacturer). Airline is not allowed to operate according this manual
MEDA	Investigation basic for human factor related occurrences
MOE	Master Manual (Bible) for all EASA Part-145 related contents. Basis Manual for Part-145 approval certificate
Begrenzung auf Europa und Amerika da die aus dem Osten weniger relevant hier im Westen. Russen/ Westen konnten sich nach Kalten Krieg weniger durchsetzen.	



Big 3: Boeing, Douglas und Lockheed (Amerikanisch in den ersten Jahren)	Boeing wollte Embraes übernehmen. Deal geplatzt darum nicht nur Big 2
Immer schwieriger für Kleinbetriebe am Ende Big 2: Airbus und Boeing für Zivillaviatik	Airbus A220 ist übernommen von Bombardier (C Series)
<b>Airbus Global Market Forecast 2019-2038</b>	<b>Boeing Global Market Forecast 2019-2038</b>
Rückblick: Geflogenen KM seit 1970 aufwärts (immer im Vergleich zum Jahr vorher)	Rückblick: Stetig steigend
Ausblick: 2019 → 22680 / 2038 → 8470 bleiben 14210 verschrottet und ersetzt 25000 neu	Zukunft: Auch noch Regionalverkehr ca. 44000 Flugzeuge ausliefern auf gesamt Markt
<b>Part-M:</b> Owner, Operator, Airline, CAMO Lufttüchtigkeit Erhaltung Fluggesellschaft verantwortlich (Besitzer Auto ist zuständig das es Strassentauglich ist):	<b>Part-145:</b> MRO, „Garage“ Wartungsbetrieb (Auto der Garage für Instandhaltung verantwortlich (nur was in Auftrag gegeben wird):
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensure sustainable Cont. Airworthiness</li> <li>Monitor all maintenance activities</li> <li>Negotiate &amp; establish contracts</li> <li>Establish, Guidance, Procedures, Policies</li> <li>Request work to be done</li> <li>Investigate &amp; implement improvements</li> <li>Keep high technical standard based on Reliability Data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fulfil contract (if any)</li> <li>Perform requested work</li> <li>Ensure enough hangar space</li> <li>Support Airline to achieve a smooth &amp; safe operation</li> <li>Ensure enough manpower</li> <li>Ensure enough spare parts</li> </ul>
Responsibilities of a Nominated Person continuing airworthiness <b>NPCA:</b>	Sustainable continuing airworthiness of the fleet, co-operation with Authorities, setting the technical aircraft standard, co-ordination between Technical & Operational Division
Contracting of CAMO tasks NOT ALLOWED!	Sub-contracting only approved CAMO (Part-M Tasks) Further subcontracting NOT ALLOWED!
Contracting (Part-145 Tasks) ALLOWED!	Sub-sub-contracting for Airframe, Engine or APU is NOT ALLOWED!
<b>CAMO</b>	Continuing Airworthiness Management Org
<b>Airline Maintenance contract setup options</b>	
CAMO (Part-M), Part-145,66,147 approved	No contract needed
CAMO (Part-M), Part-145,66,147 approved	Contracting some Part-145 Tasks
CAMO (Part-M)	Sub-Contracting of Part-M Tasks, Contracting of all Part-145 Tasks

<b>66.A.3 Licence categories</b>	<b>Rules &amp; regulations were worked out for following reasons:</b>
(a) Aircraft maintenance licences include the following categories:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protection of cockpit and cabin crews</li> <li>Standardisation of activities within the civil aviation industry worldwide</li> <li>Ensure safe, airworthy and reliable civil aircraft operation Protection of people on the ground</li> <li>Protection of passengers and transported goods</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Category A</li> <li>Category B1 (Certifying Staff &amp; Support Staff)</li> <li>Category B2 (Certifying Staff &amp; Support Staff)</li> <li>Category B3 (see paragraph (c))</li> <li>Category C (Certifying Staff)</li> </ul>	
(b) Categories A and B1 are subdivided into subcategories relative to combinations of aeroplanes, helicopters, turbine and piston engines. These subcategories are:	<p>ANNEX I: PART-M (Continuing Airworthiness Requirements)</p> <p>ANNEX II: PART-145 (Maintenance Organisation Approvals)</p> <p>ANNEX III: PART-66 (Certifying Staff)</p> <p>ANNEX IV: PART-147 (Training Organisation Requirements)</p> <p>ANNEX V: PART-CAMO (Continuing Airworthiness Organisation Requirements)</p>
(c) Category B3 is applicable to piston-engine non-pressurised aeroplanes of 2 000 kg MTOM and below.	

**generate Lift**

- installation of landing gear
- installation of engines
- fuel storage
- roll control (ailerons, spoilers, etc)

**provide space for crew and payload** (passengers, luggage, cargo)

**connect other parts of the airplane**

**Fuselage**

- provide space for systems (avionics, hydraulics, electric, pneumatics etc.)
- provide space for fuel and other

**connect other parts of the airplane** (landing gear, wing, empennage, engines...)

**provide space for systems** (avionics, hydraulics, electric, pneumatics etc.)

**provide space for fuel and other fluids**

**Landing gear, Fahrwerk, Support the aircraft on ground, taxi, brake, take-off and land**

**Nose and main gear, can be retracted after take-off to reduce drag**

**Tail, Empennage, Leitwerk Provide stability and control**

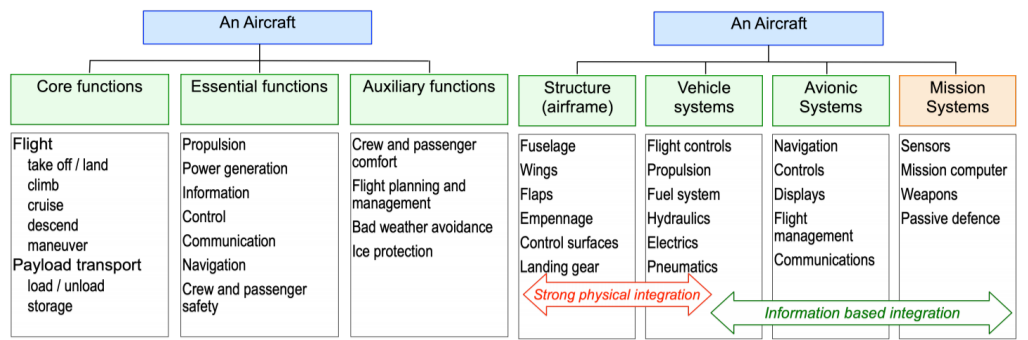
Horizontal tail: Höhenleitwerk	Vertical tail: Seitenleitwerk
Stabiliser (fixed) (Höhenflosse)	Rudder (mouvable) (Seitenrudder)
Elevator (movable) (Höhenrudder)	Vertical stabiliser fin, (fixed) (Seitenflosse)

**Flaps = Auftriebshilfen**

1. Winglet (Seitenstabilität, verbessern Gleitwinkel & Steigzahl)
2. Low speed aileron (Querruder)
3. High speed aileron (Querruder)
4. Flap track fairings (Landeabstufungs-verbinder)
5. Kruger flap (Langsamflugeigenschaften)
6. Slat (Auftriebshilfe/ Strömungsbeeinflussung bei Start und Landung)
7. Inboard flap
8. Outboard flap
9. Outboard spoiler
10. Inboard spoiler (Luftbremse)

**Aircrafts**

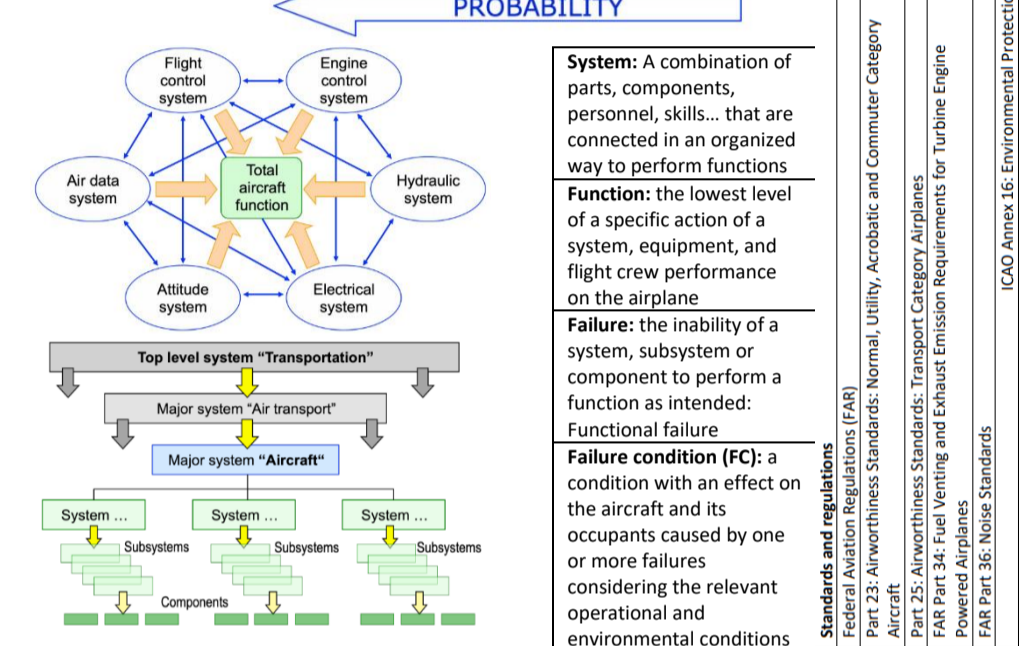
- Lighter than air: Balloons (passiv propulsion), Airship (activ propulsion)
- Heavier than air: Powered lift (V-22 Osprey), Rotary wings, Flapping Wings (Ornithopter), Gliders (passiv propu.), Gyrocopters (unpowered rotor, providing only lift), Helicopters (powered rotor providing lift and thrust)



**System Safety: SEVERITY**

Classification of Failure Conditions	No Safety Effect	Minor	Major	Hazardous	Catastrophic
Effect on Airplane	No effect on operational capabilities or safety	Slight reduction in functional capabilities or safety margins	Significant reduction in functional capabilities or safety margins	Large reduction in functional capabilities or safety margins	Normally with hull loss
Effect on Occupants	Inconvenience for passengers	Physical discomfort for passengers	Physical distress to passengers, possibly including injuries	Serious or fatal injury to an occupant	Multiple fatalities
Effect on Flight Crew	No effect on flight crew	Slight increase in workload or use of emergency procedures	Physical discomfort or a significant increase in workload	Physical distress or excessive workload impairs ability to perform tasks	Fatal Injury or incapacitation

Probability: Probable (10<sup>7</sup>), Remote (10<sup>8</sup>), Extremely remote (10<sup>9</sup>), Extremely improbable

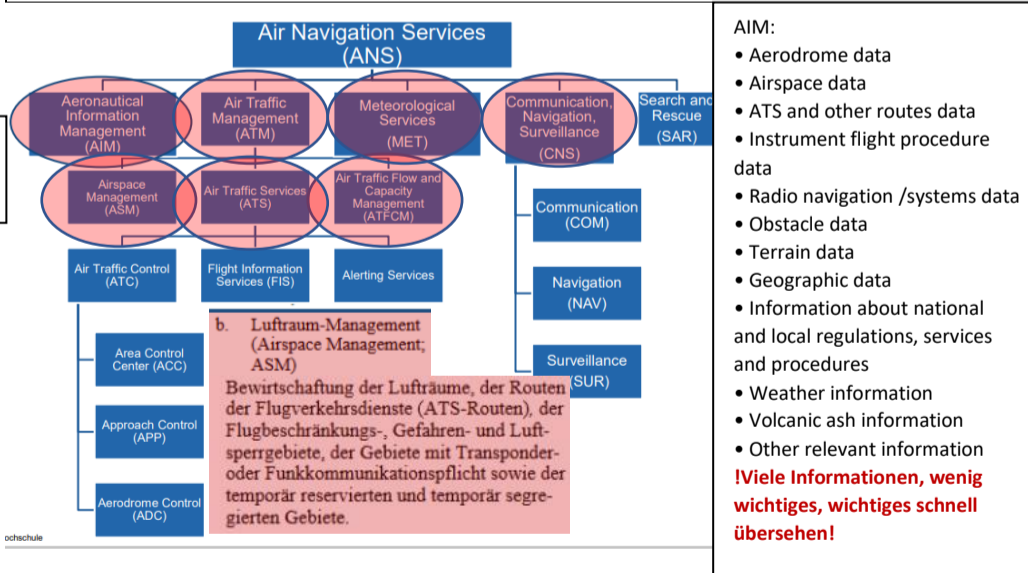


<b>ATA:</b> Air Transport Association	(trade organization of the largest North American airlines)
<b>ATA Spec 100: Manufacturers' Technical Data</b>	numbering scheme to identify aircraft processes, systems, subsystems and components
last ATA Spec 100 version released in 1999	
<b>ATA iSpec 2200: Information Standards for Aviation Maintenance</b>	now combined with the ATA 2100 digital data storage and presentation standard to produce the
Some of the most important technical documents:	<b>AFM:</b> Aircraft Flight Manual
<b>AOM:</b> Aircraft Operating Manual	<b>IPC:</b> Illustrated Part Catalogue
<b>AMM:</b> Airplane Maintenance Manual	<b>SRM:</b> Structural Repair Manual
<b>WDM:</b> Wiring Diagram Manual	<b>EM:</b> Engine (Shop) Manual

**SW05 Air Navigation Services**

Reasons for delay: 1. Airline Operation, 2. Weather, 3. Airport, 4. Flow-Management en-route

Air Navigation Service Provider (ANSP): Skyguide, DSN, DFS: Deutsche Flugsicherung, enav, austro control



**ATFCM aims to provide a smoothing mechanism to avoid the overloads and maximize the use of airspace**

**ATS objectives:** > Prevent collisions by maintaining safe separation between aircraft and to terrain and obstacles > Maintain efficient flow of traffic > Provide advice and information for flights > Notify and assist SAR

Geneva	Zurich
FL660	FL660
L6	M6
FL375	FL375
L5	M5
FL355	FL355
L4	M4
FL335	FL335
L3	M3
FL315	FL315
L2	M2
FL285	FL285
L1	M1
FL245	FL245

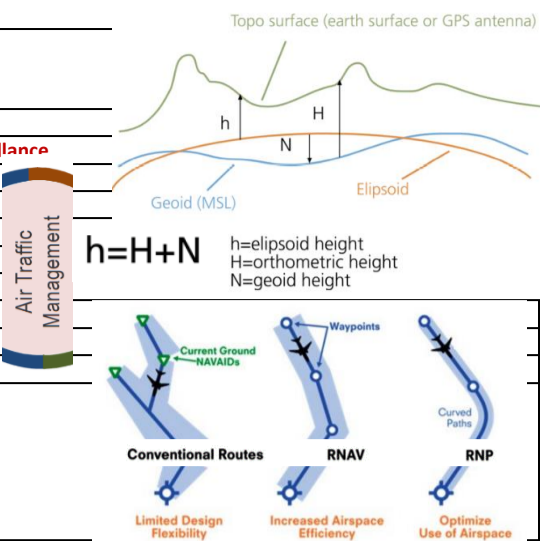
**FIS:**

- Main difference to ATC
- Only information
- No instructions
- Providing information about
- Other traffic
- Status of nav aids, airfields, danger/restricted areas
- Weather
- Activation/closing of flight plans
- Anything flight safety related

**CNS:** Instrument Landing System (ILS):



- Very reliable but required for each runway end
  - Primary guidance system for landing in low-vis
  - Analog system, technology from the 1930s
- ATCO:** Air Traffic Control Officer
- How does the ATCO know where aircraft are? -> **Surveillance**
- How does the aircraft know where it is? -> **Navigation**
- How do ATCOs ensure separation? -> **Communication**
- Lateral separation – non-Radar Airspace**
- RNP:** Required Navigation Performance [NM]
- RCP:** Required Communication Performance [sec.]
- RSP:** Required Surveillance Performance [sec.]
- Navigation:**
- | GPS   | MSL   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• WGS-84</li> <li>• Ellipsoid</li> <li>• True North</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generally magnetic headings</li> <li>• Generally mean sea level</li> <li>• Aircraft use barometric altimetry to determine altitude above MSL or flight level based on standard air pressure</li> </ul> |



Can cause issues when mixing both navigation types

**Orthodrome:** shortest distance between two points on a sphere

**Loxodrome:** Arc crossing all meridians under same angle

**RNAV:** Area Navigation; Capability to fly any desired path defined by waypoints

**RNP:** Required Navigation Performance RNP = RNAV + on-board performance monitoring and alerting

Number behind RNP is navigation performance in Nautical Miles (the smaller the better)

**Conventional Navigation (The VOR)**

- Angular system
- Errors have larger effect at larger distances
- Two VORs or VOR/DME needed for position fix
- Analog technology
- Regular flight inspection necessary

**Satellite Navigation (5)**

- Iterative position solution
- Overdetermined system (usually)
- Possibility to detect certain errors
- Possibility to estimate performance -> PBN
- How far away are GPS satellites? ~21.000km

**Surveillance** -> Know where all aircraft are

Standard today	In operation today
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primary surveillance radar</li> <li>• Secondary surveillance radar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADS-B</li> <li>• ADS-C</li> <li>• MLAT</li> <li>• Position reports by pilots</li> </ul>

PSR	SSR	ADS-B	ADS-C (+ Enabler for PBS)
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ non-cooperative</li> <li>- No altitude and ID information</li> <li>- Low update rate</li> <li>- High power needed</li> <li>- Resolution limited</li> <li>- Sensitive to ground and weather clutter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ ID, altitude</li> <li>+ sufficient update rate</li> <li>+ insensitive to ground and weather clutter</li> <li>- cooperative</li> <li>- Over-interrogation issues</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cooperative</li> <li>+ High update rate</li> <li>+ ID, Alt and many other information</li> <li>+ Insensitive to weather/terrain</li> </ul>	

**Performance-based Surveillance:** • Required Surveillance Performance (RSP) • Specifies maximum transaction time for surveillance information request to arrival of information in seconds • The smaller the number, the better

**Communication:** Which types of aeronautical communication can you think of?

>VHF voice communication >HF voice communication >Satvoice communication >Datalinks (VHF/HF/Sat)

**SW06 Atmosphere and Meteorology**

Hauptantrieb unseres Klimasystems: North celestial pol: ca. 23.5° Neigung **Hydrostatische Gleichung**

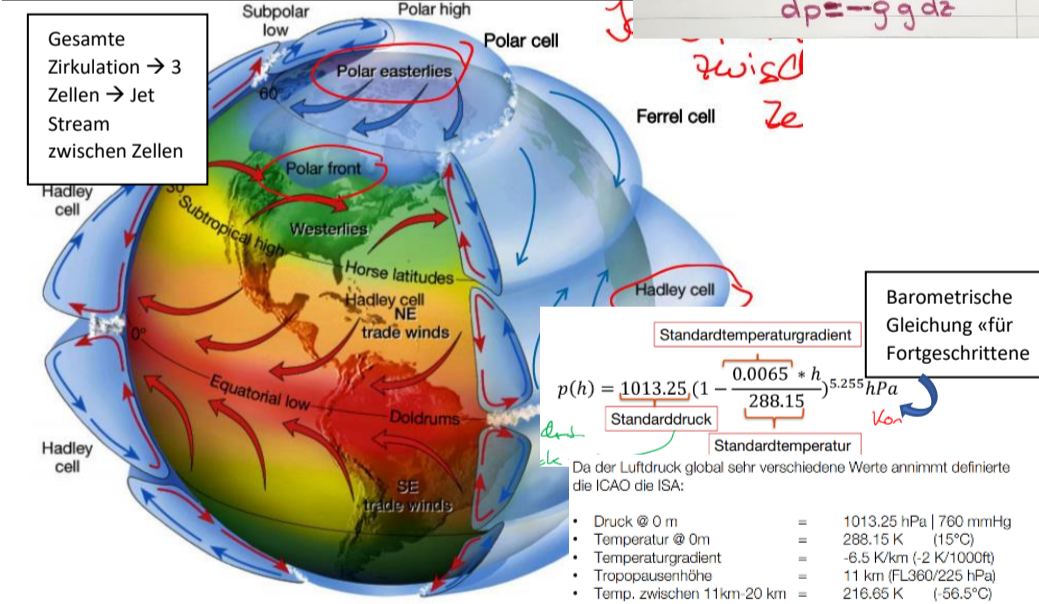
**Modelle:** Diskretisierung des Erdballs -> Anfangs- & Randbedingungen

**Fehlerquellen:** Fehlmessung/ fehlende Daten

Unsicherheitsabschätzung -> **Spaghettiplots**

**Flugwettergefahren:** Sichtweite, Turbulenzen, Vereisung, High Level Ice Crystal Icing, Vulkanasche

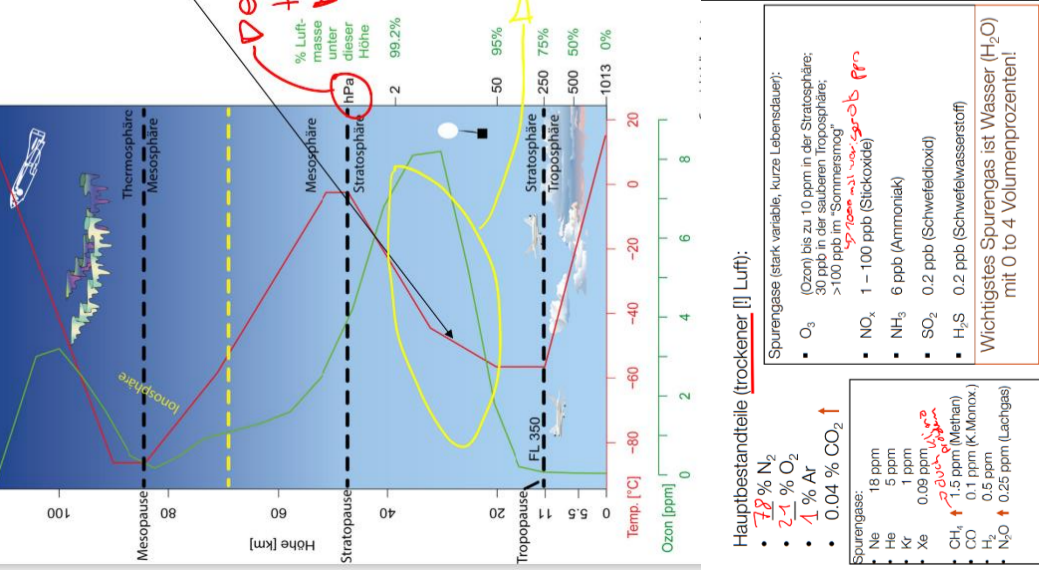
Wetterprognosen angewandt auf die **Aviatic SIGWX-Karten (SWC):** Global



**Wettermodelle:**

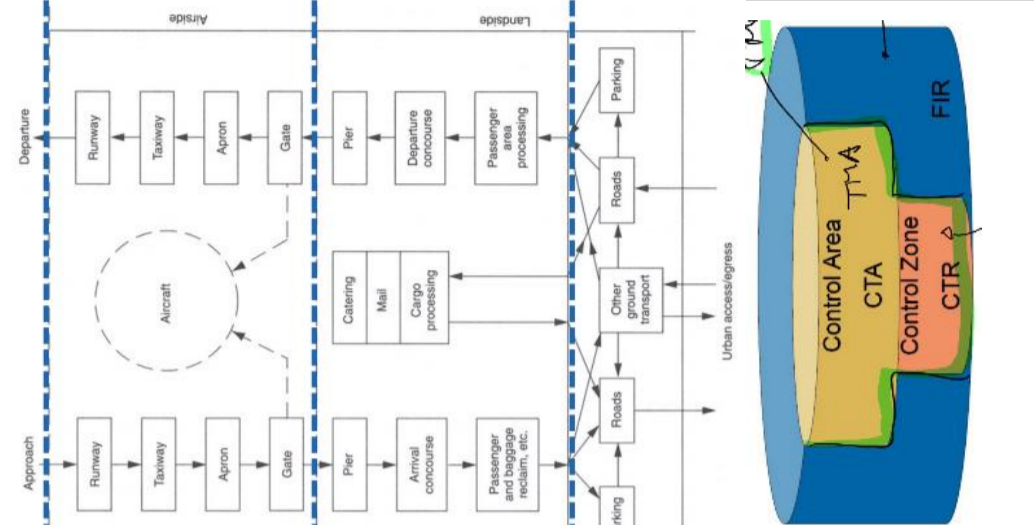
**Globalwettermodell «IFS» ECMWF (EU) 1 Pixel = ~9km (!) - global**

**Toxische Komponenten:** CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>(Stickoxide), Russ, SO<sub>2</sub>(Schwefeldioxide), CO(Kohlenmonoxid), Unverbrannte Kohlenwasserstoffe



**SW07 Aerodromes**

Airport (Landes- & Regionalflughäfen)	Airfield (Flugfeld)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Part of public transportation system</li> <li>• Operation under a concession of DETEC (UVEK)</li> <li>• Obligation to keep infrastructure operating</li> <li>• Obligation to accept all (commercial) flight operations</li> <li>• Right to collect fees (Landing, Parking, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Focus on private, leisure &amp; training flight operations</li> <li>• OPS authorization by FOCA (BAZL)</li> <li>• No obligation to keep infrastructure operating</li> <li>• No obligation to accept all flight operations</li> <li>• Payment of services on contractual basis</li> </ul>
<b>ICAO Aerodrome Regulatory Framework</b>	<b>EASA Aerodrome Regulatory Framework</b>
<b>The Convention on International Civil Aviation of Chicago</b>	<b>Hard Law Basic Regulation (BR):</b> EU No 2018/1139:
<b>Annexes to the Convention à Definition of Standards &amp; Recommended Practices -&gt; Annex 14: Aerodromes</b>	<b>Hard Law Implementing Rules (IR):</b> Aerodrome Regulation EU No 139/2014
<b>Guidance Material (ICAO Docs)</b>	<b>Soft Law: Executive Director (ED) decision:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doc 9137 Airport Service Manual</li> <li>• Doc 9157 Aerodrome Design Manual</li> <li>• Doc 9184 Airport Planning Manual, etc.</li> </ul>	2017/021/R CS-ADR-DSN: Certification specifications, guidance material, and acceptable means of compliance for aerodrome design



**Components of an Airport**

**Runway:** a defined rectangular area on a land aerodrome prepared for the landing and take-off of aircraft.

**Manoeuvring Area:** part of an aerodrome to be used for the take-off, landing and taxiing of aircraft, excluding aprons.

**Movement Area:** part of an aerodrome to be used for the take-off, landing and taxiing of aircraft, consisting of the manoeuvring area and the apron(s).

**TMA:** terminal manoeuvring area (terminal control area)

**FIR:** Flight Information Region

**Alerting Service:**

- Rescue coordination services
- Inform the operator
- Inform aircraft operating in the vicinity

**SW08/ SW09 Flight Operations 1-3**

**ATC Air Traffic Control**

- Know movement of each aircraft
- Determine the relative positions of aircraft to each other
- Issue clearances for the purpose of preventing collision and of expediting and maintaining an orderly flow of traffic
- Coordinate clearances as necessary with other units

**FIS Flight Information Service**

- Weather Information, hazards en-route
- Volcanic, toxic, radioactive hazard
- Changes in availability of Air Navigation Services

IFR = Instrumentenflug (0)/ VFR = Sichtflug (5) Ungerade 360°-179° Gerade 180°-359°						
Class	Type of flight	Separation provided	Service provided	Speed limitation*	Radio communication requirement	Subject to an ATC clearance
A	IFR only	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
	VFR	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
B	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service	Not applicable	Continuous two-way	Yes
	VFR	VFR from IFR	1) Air traffic control service for separation from IFR; 2) VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
C	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service, traffic information and VFR flights (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes
	VFR	Nil	IFR/VFR and VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	Yes

*Handwritten notes: 'Geschwindigkeit beschränkung', 'Stetiger Funkkontakt ohne Unterbrechung', 'Erlaubnis um einzufliegen'*

**Controlled flight:** Any flight which is subject to an air traffic control clearance.

**Repetitive FP:** A flight plan related to a series of frequently recurring, regularly operated individual flight with identical basic features, submitted by an operator for retention & repetitive use by ATS

**Flight plan shall be submitted when:** ICAO Annex 2, 3.3.1.2

- ATC service provided
- IFR flight within advisory airspace
- Flight across international borders
- When required by ATS for coordination with military units or adjacent States for the purpose of identification
- When required by ATS for FI, alerting and search and rescue services

**Flight plan shall be submitted:** ICAO Annex 2, 3.3.1.4

- 60 Minutes before departure
- 10 Minutes before a) The intended point of entry into a control area or advisory area b) The point of crossing an airway or advisory route

**SWISS AIP**

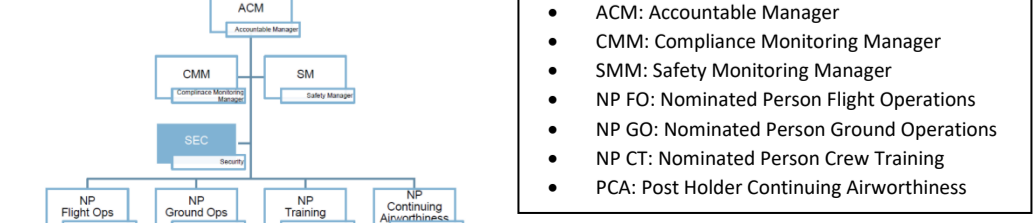
- FP can be filed 10 minutes prior (VFR before departure)
- Recommended for VFR flights crossing the Alps
- Mandatory for:
  - International Flights
  - Night VFR
  - Controlled flights (IFR/VFR)
  - Flights out of ZRH

**ACMI (Helvetic Airways)**

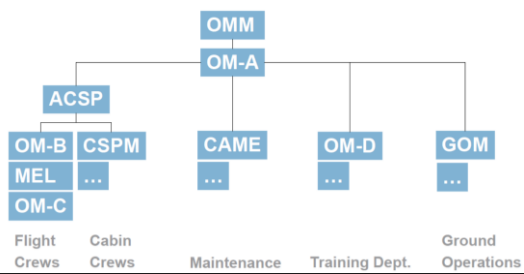
- Aircraft, Crew, Maintenance and Insurance
- By order of an other airline
- Ticketing, ground handling, inflight product by customer

**Charter (Tui, Condor)**

- Renting of whole aircraft
- Travel operators
- Private customers
- No tickets for private persons







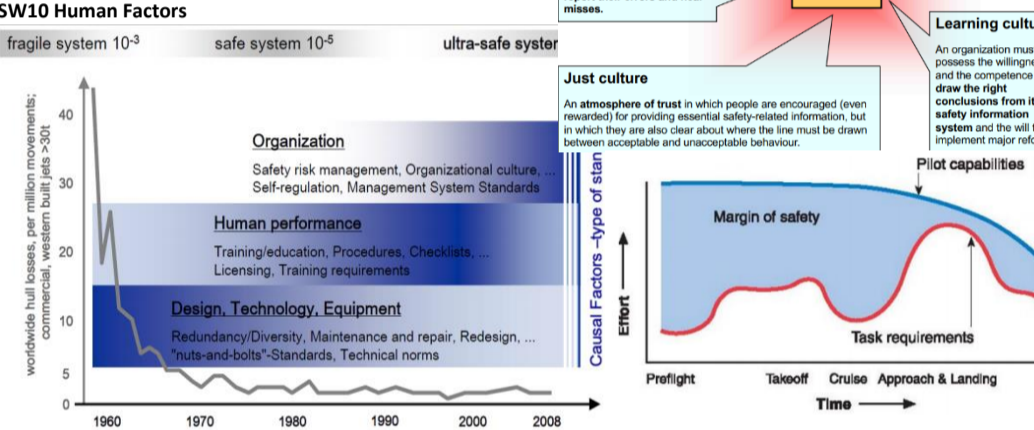
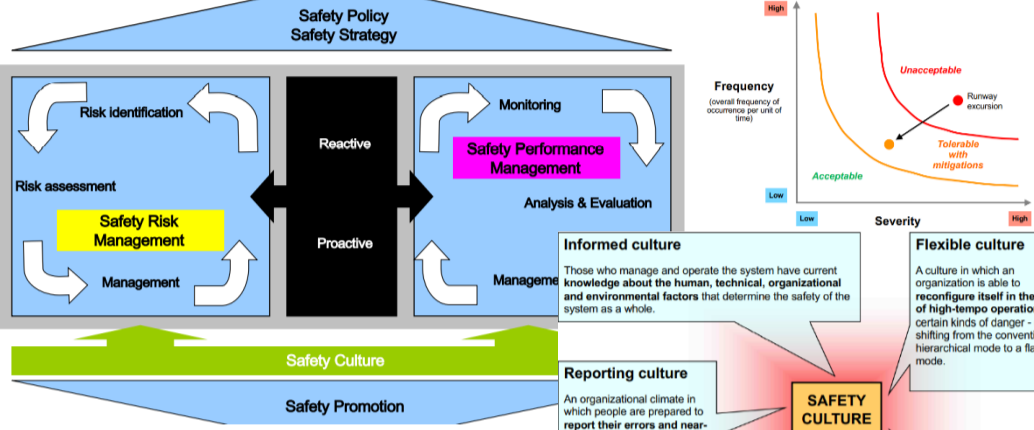
- OM-A (General Basic)
- OM-B (Aircraft Operating Matters)
- MEL & CDL (Minimum Equipment List & Configuration Deviation List)
- CSPM (Cabin Safety Procedures Manual)
- OM-C (Route Manual)
- OM-D (Training Manual)

<b>Pilot training (Training &amp; Checking)</b>	Erneuerung
<b>Recurrent Training (Line Check, Refresher)</b>	Alle 6 Monate (6 Tage)
<b>Line Check (Jemand kommt mit auf dem Flug)</b>	
<b>Recurrent Ground Courses (Dangerous Goods)</b>	Alle 3 Jahre
<b>Crew Resource Management</b>	
<b>Pilots Qualification (eQuali)</b>	Alle 6 Monate
<b>Medical Checks</b>	Class 1 jedes Jahr / Class 2 alle 2 Jahre

**SW09 Operational Risk Management**

→ Ein Risikomanagement-System ist **nie vollständig** und genügt als alleiniger "Schutz" nicht  
 → Verwendung von vorbereiteten, branchenspezifischen, systematischen Risikolandschaften  
 → Permanenter Review der Risiken, und Anwendung "mit Augenmass" und XMV

<b>Managing risks based on a Functional Risk Model (ATC):</b>	<b>Allgemeines Schutzkonzept von Unternehmen:</b>
<b>Information Security</b>	Aviability, Integrity, Confidentiality
<b>Operational safety management</b>	Cheese Model, Just culture
<b>Security</b>	Sicherheit vor Anschlägen



**„Humanizing Work“:** making work safe, efficient, and satisfying

**Interdisziplinarität im Kontext:** Person x Task x Equipment x Environment Interaction

**Häufige Ursachen bei Flugunfällen:**

- Mangelnde Situation Awareness
- Schlechte Entscheidungen
- Stress/Workload
- Ermüdung
- Fehler in der Entscheidungsfindung
- zu stark automatisierte Systeme
- Kommunikationsfehler

**Information Security and Physical Security have a direct impact on Safety!**

• **Über 80% der Flugunfälle**, kommen aufgrund von Human Factors zu Stande

• 88% aller grösseren Flugunfälle, welche aufgrund menschlicher Fehler zustande kamen, sind auf **Situation Awareness** zurückzuführen...

• 76.3% **Misslungene Wahrnehmung oder Fehlwahrnehmung** von Information

**Situation Awareness nach Endsley (1988) 3 Ebenen:** 1. Die Wahrnehmung 2. Das Verständnis 3. Die Antizipation

**Übersicht Tätigkeitsbereiche Human Factors:**

- Wissenschaftliche Untersuchung (als Teil des FRMS **Fatigue Risk Management**) zu:
  - Einflussfaktoren, - Auswirkungen, - Allgemeinen Arbeitsbedingungen, - Etc.
  - Kombi objektiven & subjektiven Messmethoden
  - Ziel: Implikationen Umgang mentaler Ermüdung
- **Automation** in Airline Cockpits (zB. Boei vs. Airbus)
  - Machine Learning / Artificial Intelligence
  - Neuronales Netzwerk für Vorhersage von «Errors», Vorfällen, Unfällen - Neuronales Netzwerk für Augenbewegungen beim IFR Approach- AISA: Artificial Situation Awareness Tool für Fluglotsen
- Entwicklung von simulations-basierten Crew/Resource Management Trainings
- Entwicklung von Flugtrainings
- **Non Technical Skills Training:**
  1. Teamorientierte Trainingsumgebung
  2. Bezug zum Fluglotsen-Arbeitsplatz
  3. Direkte Transfermöglichkeit in den Arbeitsalltag

**Upset Prevention and Recovery Training (UPRT)**

Pitch grösser als 25° nach oben  
 Pitch grösser als 10° nach unten  
 Querlage grösser als 45°

**CRM = Crew Resource Management** - Airlines: Flight Attendants & Pilots - Air Rescue Teams (Air Zermatt, DRF)  
**Ziel:** Development of a behavior-based training in real work settings: focus on cognitive and interpersonal skills

**TRM = Team Resource Management** - Air Traffic Controllers - Medical teams - Ground handling staff (Jet Aviation) - Etc.  
**Ziel:** Sicheres Handeln/Erhöhung der Systemsicherheit

**Zirkadianer Rhythmus** (Leistungstief 4:00 und 14:00)  
 Zeitgeber: **Stärkster Zeitgeber**  
 > 24/25-Stunden-Tag-Nacht-Rhythmus  
 > Unsere biologischen Funktionen (z.B. Körpertemperatur, Hormonausschüttung etc.) richten sich danach, auch Leistungsfähigkeit.  
 > Exogene: z.B. **Licht**, Aussentemperatur, soziale Reize (Wecker), etc.  
 > Endogene: Hormone (Melatonin), Körpertemperatur, etc.

**SW11 Organizations: FOCA (BAZL (Fachbehörde / Regulator))**

sorgt als unabhängiger **Regulator** für einen hoch stehenden **Sicherheitsstandard** (Safety und Security) und ist um eine **nachhaltige Entwicklung** bemüht

- Oberaufsicht liegt beim Parlament, verantwortlich ist das UVEK (BR), Fachbehörde (Regulator) ist das BAZL

Personal: ca. 320 Angestellte (285 FTE)  
 Arbeitsorte: → Head Office: Bern Ittigen (250) → Zweigstelle: Zürich Flughafen (70)

- Regulator: «Regel-setzende» und «Regel-durchsetzende» Instanz, zuständig für internationale Kontakte und Vereinbarungen, fungiert auch als Polizeibehörde
- Provider (Dienstleister): erbringt hoheitliche Leistungen im Auftrag des Regulators (z. B. Skyguide)
- Operator/Organisationen: private Unternehmen, welche auf dem Markt Luftverkehrs-Dienstleistungen anbieten

**MAA.** militärische Luftfahrtbehörde CH  
 → Gemeinsame Infrastruktur

Gemeinsamer Luftraum			
<b>VFAL:</b> Verordnung über die Finanzhilfe für Ausbildungen im Bereich Luftfahrt (Art.103 LFG)			
<b>VFP:</b> Verordnung des UVEK über die nicht europaweit geregelten oder vereinheitlichten Ausweise des Flugpersonals (z.B. für UL oder Gyrocopter)			
Sicherheits- und Risikomanagement (SRM)	Sicherheit Flugtechnik (ST)	Sicherheit Flugbetrieb (SB)	Sicherheit Infrastruktur (SI)
Luftfahrtentwicklung (LE): • Sachplan für Anlagen • Weiterentwicklung der Regularien, national und international • Lösungen für Umwelt & Security Fragen • Steuerung durch Gebühren • Ermöglichen (Enabling) neuer Technologien (Innovationen)			
Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL): → Ziel ist eine leistungsfähige Luftfahrtinfrastruktur! • <b>Planungs- und Koordinationsinstrument</b> des BAZL. • legt <b>Ziele &amp; Vorgaben</b> für Infrastruktur der Zivilluftfahrt für Behörden <b>verbindlich fest</b> . • Der SIL stellt Koordination zwischen Bau & Betrieb von Flugplätzen & benachbarten Nutzungen & Schutzgebieten sicher. Räumliche Konflikte sollen frühzeitig erkannt & ausgeräumt werden.			
<b>Konzeptteil:</b> enthält Ziele und Vorgaben zur <b>gesamten Infrastruktur</b> .		<b>Objektteil:</b> konkretisiert die Vorgaben aus dem Konzeptteil für die <b>einzelnen Flugplätze</b>	
<b>Security:</b> Mitarbeit im Nationalen Sicherheitsprogramm (NASP) der Schweiz			

**Organisation BAZL**

**State Safety Programme (SSP):**  
 Gemäss ICAO Annex 19: Eine Kombination von Regularien und Aktivitäten mit dem Ziel die Sicherheit zu erhöhen bzw. einen sogenannten **Acceptable level of safety (ALoS)** zu erreichen.

1: Safety Policy and objectives (LUPO Regulatory framework, FOCA Safety Policy)	2: Safety risk management (Stakeholder implementation, reporting system, SUST)
3: Safety promotion (Information, Internal and external addressees)	4: Safety assurance (Safety Management: Monitoring oversight activity)

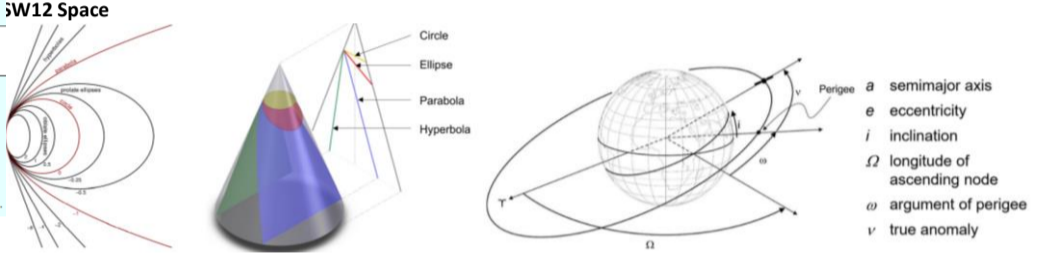
**Sicherheitsaufsicht System (Safety)**  
 Zertifizierung/Genehmigung (Certification/Approval): Systematisches Überprüfen und erteilen von Zertifikaten  
 Aufsicht (Oversight): Laufende Kontrolle

**Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit (WLF):**  
 Voraussetzungen Zertifizierung erfüllt  
**Betriebsbewilligung:** Air Operator Certificate AOC

**Pandemie - COVID-19:**  
 → Zuständig: EFD → EFV ↔ BAZL (Luftfahrt) Systemrelevanz?  
 → Landesflughäfen, Airlines und «Flug nahe» Betriebe wie Ground Handling, Catering und Unterhaltsbetriebe  
 → Anpassung Gesetz: LFG: neu Art. 102a Finanzhilfe für «Flug nahe Betriebe»  
 → Finanzhilfe via Deckung von Bankkrediten oder mittels Krediten für die Schaffung von Auffanggesellschaften.

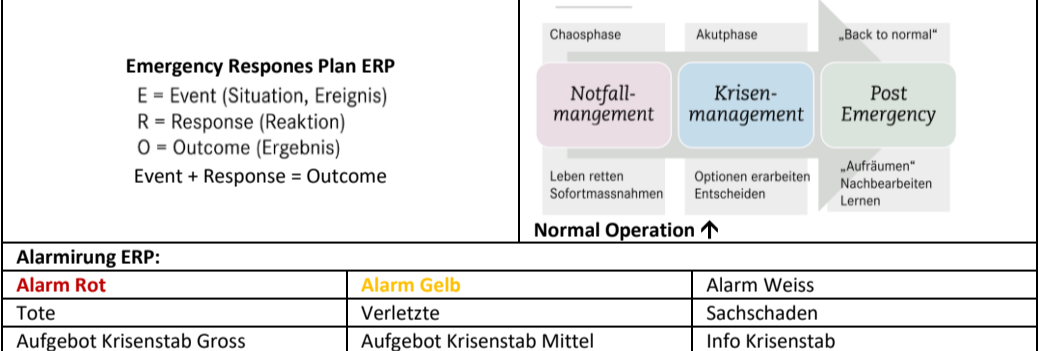
**EU Ramp Inspection Program (ARO.RAMP)**

<b>SAFA</b> (Safety Assessment of Foreign Aircraft) ramp inspections (for third country operators checked against ICAO standards)	<b>SACA</b> (Safety Assessment of Community Aircraft) ramp inspections (for community operators - checked against EU standards)
---	---



**SW12 Security, Emergency Response (ERP)**

<b>Sicherheit, Safety, Sécurité:</b> Innere Sicherheit (operational, betrieblich)	<b>Sicherheit, Security, Sureté</b> Sicherheit vor Anschlägen	
<b>Sichere Luftfracht:</b> Alle Sicherheitsvorkehrungen wurden gemäss Sicherheitsprogramm zweifelsfrei eingehalten und die sichere Luftfrachtkette wurde nie unterbrochen		
Gepäck screening 100%	Unbekannte Fracht (Scening)	High risk Fracht (Screening mit mind. 2 Methoden)



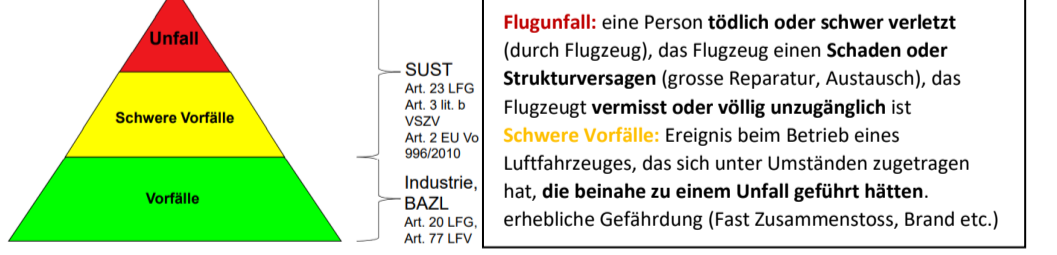
**SW13 Aircraft Accidents and Incidents Investigations (Sicherheitsuntersuchungen in der Schweizer Zivilluftfahrt SUST)**

**Zuständigkeit:** Über CH, CH-Immatrikuliert über hoher See, der andere Staat sich nicht kümmert, Vertretung von CH-Interessen, Militärflugzeug, zoll- oder polizeidienstlicher Verwendung (falls für Prävention nützlich), andere Vorfälle, wenn Untersuchung wichtige Erkenntnisse verspricht.

**Ziele:** • The sole objective of the investigation of an accident or incident shall be the prevention of accidents and incidents. • It is NOT the purpose of this activity to apportion blame or liability. • Was ist geschehen? • Warum ist es geschehen? • Wie kann man es besser machen?

**Safety und nicht security**  
 SUST ist unabhängig, Schuldfrage/Strafe wird nicht durch SUST geklärt Koordination aber nicht Kooperation mit Justiz (parallele Untersuchung) Schutz sensibler Auskünfte SUST macht Sicherheitsempfehlungen

Meldepflicht für Unfälle und schwere Vorfälle, **Just culture: Fehler machen ist erlaubt, Fehler verschweigen nicht.**



**SW14 Research and Development**

**TRL = Technology Readiness Level** für Forschung und Entwicklung (Beurteilung Reifegrad der Entwicklung)

TRL 9 Operations → Betrieb	TRL 4 Bench Scale Research → Labor durchlauf/Versuch
TRL 8 Active Commissioning → Aktive Inbetriebnahme	TRL 3 Proof of Concept → Konzeptnachweis
TRL 7 Inactive Commissioning → Inaktive Inbetriebnahme	TRL 2 Invention and Research → Erfindung und Forschung
TRL 6 Large Scale → Gross durchlauf/versuch	TRL 1 Basic Principles → Grundprinzip
TRL 5 Pilot Scale → Pilot durchlauf/versuch	

**EU Clean Sky 2** (best perf. in 2014 as baseline) Ziele:  
 CO2 and Fuel Burn: -20% to -30% (2025/2035)  
 NOx: -20% to -40% (2025/2035)  
 Noise footprint impact: Up to -70% (2035)

**Clean Sky Projekt BLADE**

- Laminare Flügelentwicklung zur Reduktion des Fuel & CO2 (Focus on Smart fixedwings)
- Reduktion des Flügelwiderstands um 25% und Reduktion des Lärms um 10 dB
- Einsatz von Leistungselektronik, Batterien, Herausforderung der elektromagnetischen Verträglichkeit in Systemen, Blitzschutz; mehr Tests in Entwicklung notwendig!
- 10 Tonnen Batterie pro Passagier oder Reichweite von 500 km!