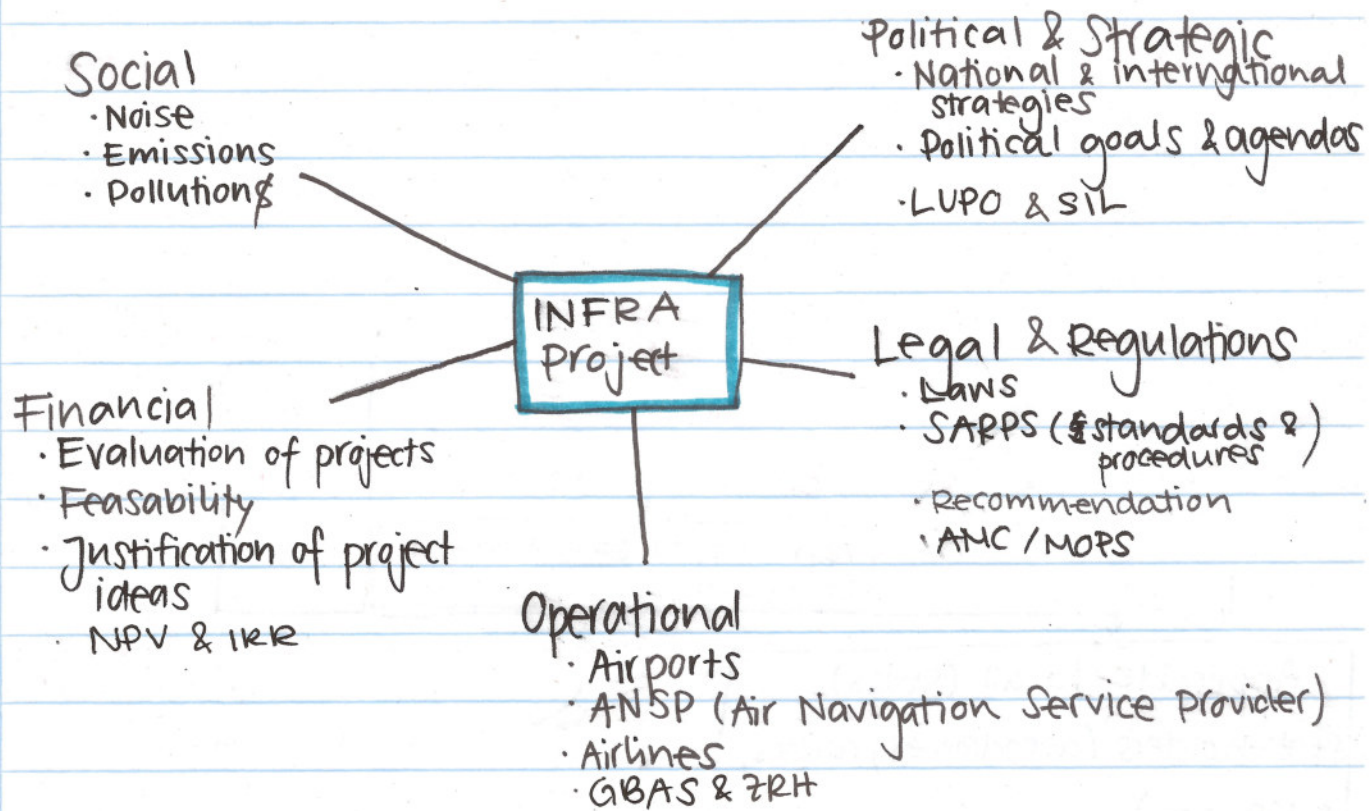


INFRASTRUCTURE FS23



Beispiel GBAS system:

Social: Noise reduction & emission reduction through steep approaches + constant descent approaches (CDA)

Political: • Curved approaches to avoid noise sensitive areas
• decommissioning of older technologies

Legal: Regulations for GBAS

- ICAO Annex X. Vol I
- EUROCAE ED-114 B
- RTCA DO-253 E
- RTCA DO-246 D
- GBAS siting order

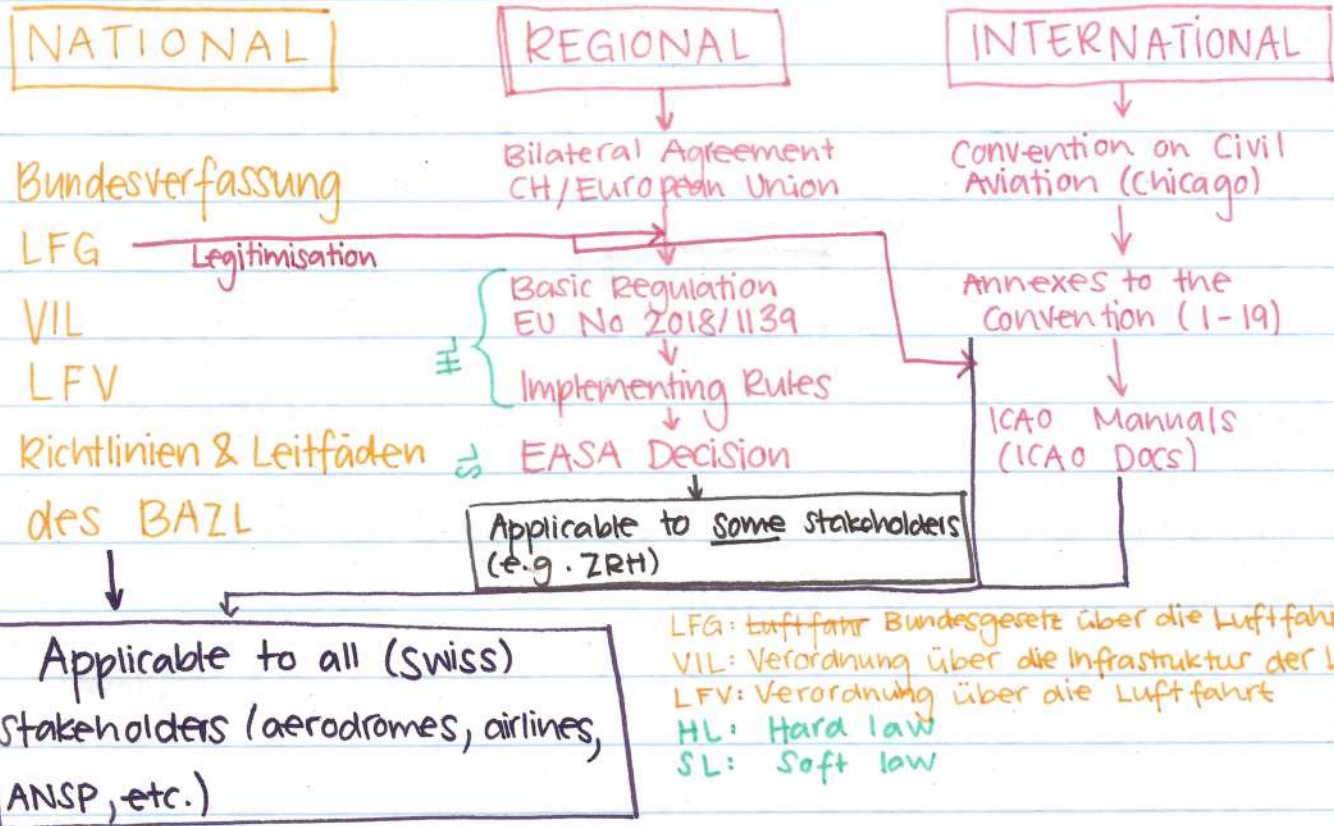
OPS:

- Pilot training?
- ATCO training?
- Status of system
- ILS or GBAS?
- Operational procedures (e.g. lawn moving)?

Financial:

- Costs of GBAS (activation costs)
- Financial benefits

LEGAL FRAMEWORK



→ Bundesrat ermächtigt die ICAO Annexes.

INTERNATIONAL

Chicago ICAO Convention :

- Benutzung Luftraum
- Definition Luftfahrzeug
- Mindestanforderung Luftfahrzeug
- Anforderungen an Airports (Infrastruktur)

Annexes:

- Rules of the Air A 2
- OPS A 6
- Telecom A 10
- Aerodromes A 14
- Environmental Protection A 16

GM:

- Doc 9137 Airport Services Manual
- Doc 9157 Aerodrome Design Manual
- Doc 9184 Airport Planning

Standards: Directives, which are binding for all member states, obligation to report deviation, Keywords: shall, must

Rec. Practices: desirable recommendations, request to report deviations
Keywords: should

BR: Basic Regulation
 IR: Implementing Rules
 ED: Executive Decisions
 CS: Certification Specifications

REGIONAL

Hard law: binding, rechtlich verbindend, BR, IR
 Soft law: nicht verbindlich, ED

BR EU NO 2018/1139: Implementation of common rules for civil aviation, establishment of EASA

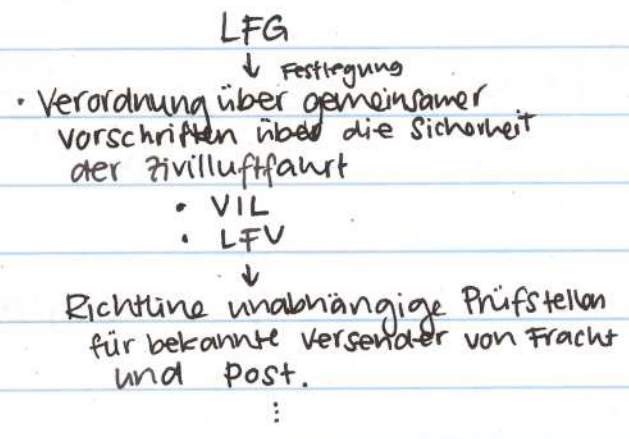
IR: Laying down requirements & administrative procedures (e.g. oversight, monitoring, deviation of CS, organization req., operational req. etc)

ED: Executive Director decisions, CS, GM, AMC

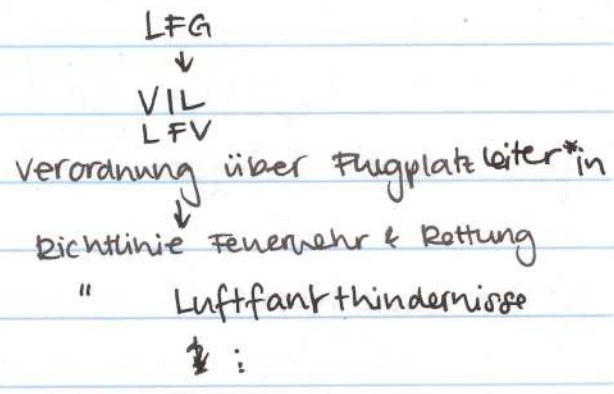
NATIONAL

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. Verfassung | Bundesverfassung |
| 2. Gesetze | LFG |
| 3. Verordnungen | VIL, LFV |
| 4. Richtlinien | vom BAZL |

Examples: Security



Aerodromos



Compliance with the regulations is task of FOCA (BAZL)

- audits
- inspections
- licensing & certification activities
- implementation support
- regulatory activities from EASA assigned to States
- criminal proceedings (SVST)

SOCIAL FRAMEWORK

When expanding an airport following considerations need to be made:

- Nature reserves
- Residential areas
- Light pollution
- Ground water pollution

Noise can have the following effects on individuals:

- reduced performance
- psychophysiological effects
- cardiovascular diseases

Sound pressure: $p_{tot}(t) = p_{stat}(t) + p(t)$

p_{tot} : total (measured) pressure

p_{stat} : static (atmospheric) pressure

p : dynamic pressure disturbance

Sound pressure level (SPL):

$$L_p(t) = \ln\left(\frac{p(t)}{p_0}\right) \cdot Np \hat{=} L_p(t) = 20 \log\left(\frac{p(t)}{p_0}\right) \text{ dB}$$

p_0 : (invariant) ~~refer~~ reference sound pressure = $20 \mu\text{Pa}$

Neper: the Neper is an unitless metric used to express ratios, whose logarithm base is e .

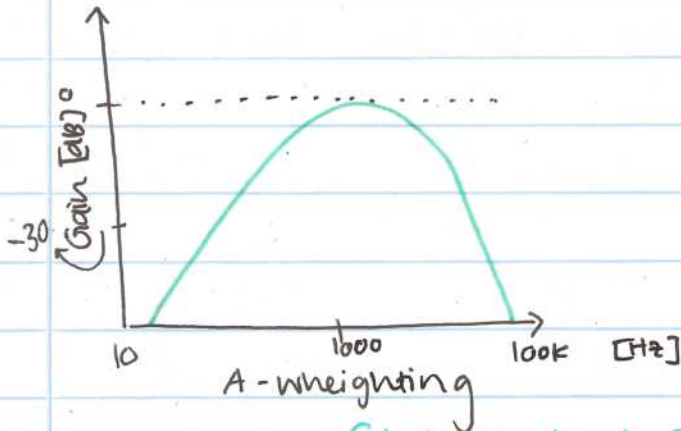
$$L_{Np}(t) = \ln\left(\frac{x_1}{x_2}\right) Np$$

if $\frac{x_1}{x_2} = e$ then $L = 1 Np$

if $\frac{x_1}{x_2} = 10$ then $L = 1 B = 10 \text{ dB}$

$$1 Np = \frac{2}{\ln(10)} B = \frac{20}{\ln(10)} \text{ dB}$$

A-weighting: SPL adapted to the human ear



Piston engines: low frequency

Jet engines: high frequency

\Rightarrow SPL_{piston} SPL_{jet}

because of A-weighting

use ~~to~~ transform $L \rightarrow L_a$

CALCULATIONS

Adding SPLs together:

across frequency band:

$$L_{tot} [dB] = 10 \cdot \log \left(\left(\frac{P_1(t)}{P_0} \right)^2 + \left(\frac{P_2(t)}{P_0} \right)^2 + \dots + \left(\frac{P_n(t)}{P_0} \right)^2 \right)$$

$$L [dB] = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_N}{10}} \right) dB$$

L_a = a-weighted SPL

from different sound sources: e.g. Flaps + Airframes + Engines

$$L_{tot} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_N}{10}} \right) dB$$

$$10 \cdot \log \left(10^{97} + 10^{94} + 10^{112} \right) dB = 112 dB$$

Note! 1 really loud sound source overbears the quieter ones

NOISE

- Aviation has the steepest noise vs. highly annoyed people curve because of frequency & intermittent of noise (interval)
- Infarcts increase $> 55 dB$ at night

$$L_{AET} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{t_0} \int_0^{t_1} 10^{\frac{L_a(t)}{10}} dt \right)$$

$$L_{Aeq} = L_{AET} - 10 \cdot \log\left(\frac{t_{tot}}{t_{ref}}\right)$$

used to calculate the average noise over a time

NOISE MITIGATION PROCEDURES

- noise taxes
- no more chapter 2 certified AETs
- get the source as far away as possible!
- at gate turn off APU, only on a few min after & before ARR / DEP
- single engine taxiing (also less environmental impact & better air quality)
- ICAO PANS: NAPD1 & NAPD2 (noise abatement ^{procedures} ~~take-off~~)
close & further away from airport
- routing:
 - land use zones
 - pop. density
 - rec. areas
 - nature conservation
- CDA (continuous descent approaches)
- LNAS (low noise augmentation system)
- displaced threshold (früher abheben = höher = leiser) 13% less

POLLUTION

PM (particle matter): tiny things can invade the lungs easily

Primary pollutant: CO, NO, SO₂, NO₂, ~~PM~~ ^{NH₃} (ammonia), PM, VOCs & (volatile organic compounds)
→ Headaches, anxiety, toxic effects (nausea),
Cancer

Secondary: SO₃, HNO₃, H₂SO₄, H₂O₂, O₃, NH₄⁺, PM
→ Asthma

UFP: ultra-fine particles

- heart diseases
- inflammation
- lung fibrosis
- diabetes
- asthma
- CNS
- lung cancer
- reproductive - system impacts
- cardiovascular diseases
- liver, spleen & blood impacts

Limitations:

- New types of engines are 4x better but only until 200kN of thrust for PM mass & number
- Legislative immission limits

POLLUTANT MITIGATION PROCEDURES

1. Restriction of APU usage
2. One-engine taxiing
3. CDA
4. Optimization of direct, pollutant optimized routes
5. SAF (-20% PM mass, -25% PM number) for HEFA^{32%}
→ (~~hydro-treated~~ hydroprocessed esters & fatty acids)

POLITICAL & STRATEGIC FRAMEWORK

LUPO (10-20 Jahre?)

Ziele & Zweck

- Rahmenbedingungen für internationale Anbindungen
- Befriedigung Bedürfnis Flugreisen
- Schutzbedürfnisse der Bevölkerung & Reisende
- nachhaltige & langfristige Planung in der Luftfahrt
- Hohes Sicherheitsniveau
- Volkswirtschaftlicher Nutzen
- Mobilitätsbedürfnis
- Schädliche Auswirkung von Mensch & Natur vermeiden
- langfristige Koexistenz zwischen Flughäfen
- frühzeitige Koordination zwischen Fluglärm & Siedlungsentwicklung

6 Schwerpunktthemen LUPO

1. Anbindung der Schweiz
2. Infrastruktur
3. Sicherheit
4. Organisation der Flugsicherung
5. Ausbildung & Forschung
6. Neue Technologien

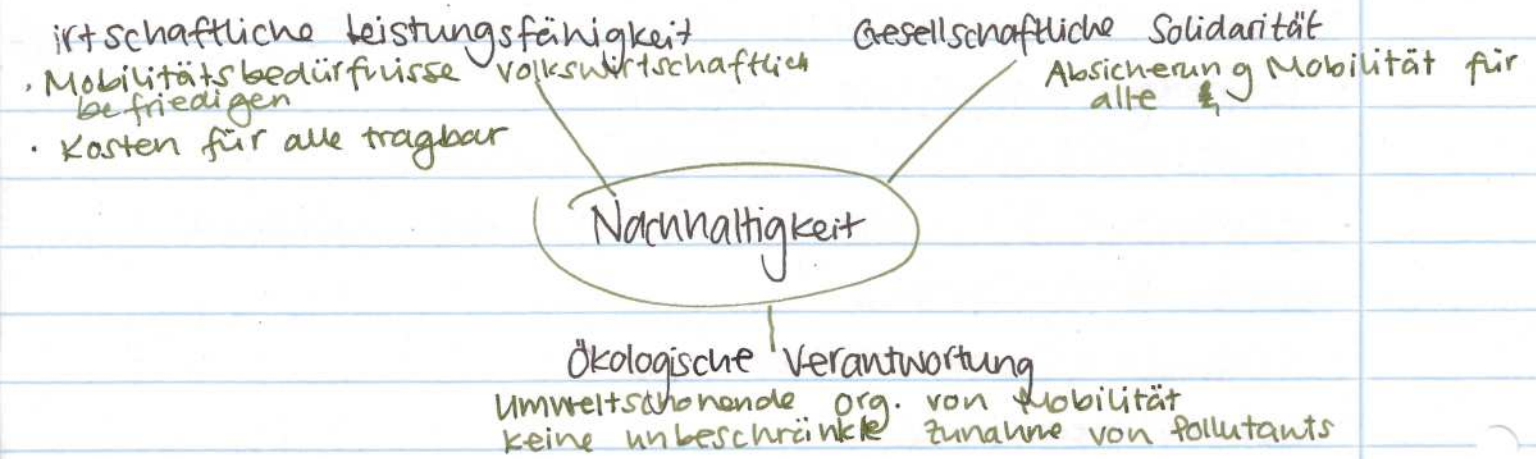
Hauptdilemma in der Luftfahrt ist die Balance zwischen Lärm Schutz und Flugbetrieb.

Kernaussagen:

- Volkswirtschaftliche Bedeutung 190'000 Vollzeitstellen
- Drehkreuz ZRH (Internationale Anbindung)
- Verlust Wettbewerbsfähigkeit
- privatwirtschaftliche Finanzierung
- Nachhaltige Entwicklung
- Kein Kompromiss bei der Sicherheit

NACHHALTIGKEIT

Nachhaltige Entwicklung: heutige Bedürfnisse decken ohne zukünftige zu einschränken



- 3 Zielkonflikte:
1. Ausgleich Interessen
 2. Auswirkung untereinander
 3. Priorisierung unvermeidlich

Wirtschaft & Gesellschaft: okay → Ökologisch: schlecht (Lärm & CO₂)

SICHERHEIT

SAFETY:

Entscheidend Sicherheitsvorkommnisse vermeiden oder rasche Reaktion

Herausforderung:

- erhöhtes Verkehrsaufkommen
- Mischnutzung
- Neue Technik kann neue Sicherheitsrisiken mit sich bringen
- Datenqualität & Digitalisierung
- Standardisierung
- Optimierung zum Schutz der Bevölkerung
- Druck auf Staff

SECURITY: Schutz vor widerrechtlichen Handlungen

Herausforderung:

- Sicherheitssysteme auf Bedrohungen anpassen
- Starke Vernetzung (Internet) Com + Information
- Hohe Kosten
- Zuständigkeit

UMWELT

- Globaler Anstieg Emissionen
- Fluglärm
- ICAO Balanced Approach to noise management
- Klimawirkung & Schadstoffe

RAUMPLANUNG

SIL (2020) vom Sachplanverkehr
Konzeptteil & Objektteil:

Konzeptteil: · generelle Ziele & Vorgaben
· Gesamtnetz mit Standorten & Funktionen

Objektteil: · Konkretisierung von Konzeptteil
· 1 Objektblatt pro Flugplatz
- Zweck
- beanspruchte Areal
- Grundzüge der Nutzung
- Erschliessung & Rahmenbedingungen von Betrieb
- Auswirkung auf Raum & Welt
- Grundlage dafür Koordinationsprotokoll

· Planungshorizont: 15-20 Jahre
· Voraussetzung für die Bewilligung

KT: · Kapazitäten
· Umweltschutz Koordination
· Infrastruktur (Neubau Anlagen)

OT: Objektblatt erarbeitung 2-Phasen
1. Koordinationsprozess (Schritt 1 & 2)
2. Objektblattverfahren (Schritt 3-5)

ELEMENTE DES & CH-LUFTFAHRTS SYSTEM

SIL: Sachplan Infrastruktur Luftfahrt

Der SIL

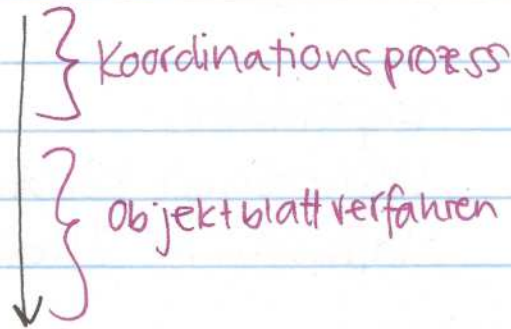
- ist das Planungs- und Koordinationsinstrument des Bundes für die zivile Luftfahrt
- legt die Ziele & Vorgaben für die Infrastruktur der Zivilluftfahrt fest.
- besteht aus dem Konzeptteil & Objektteil

Konzeptteil:

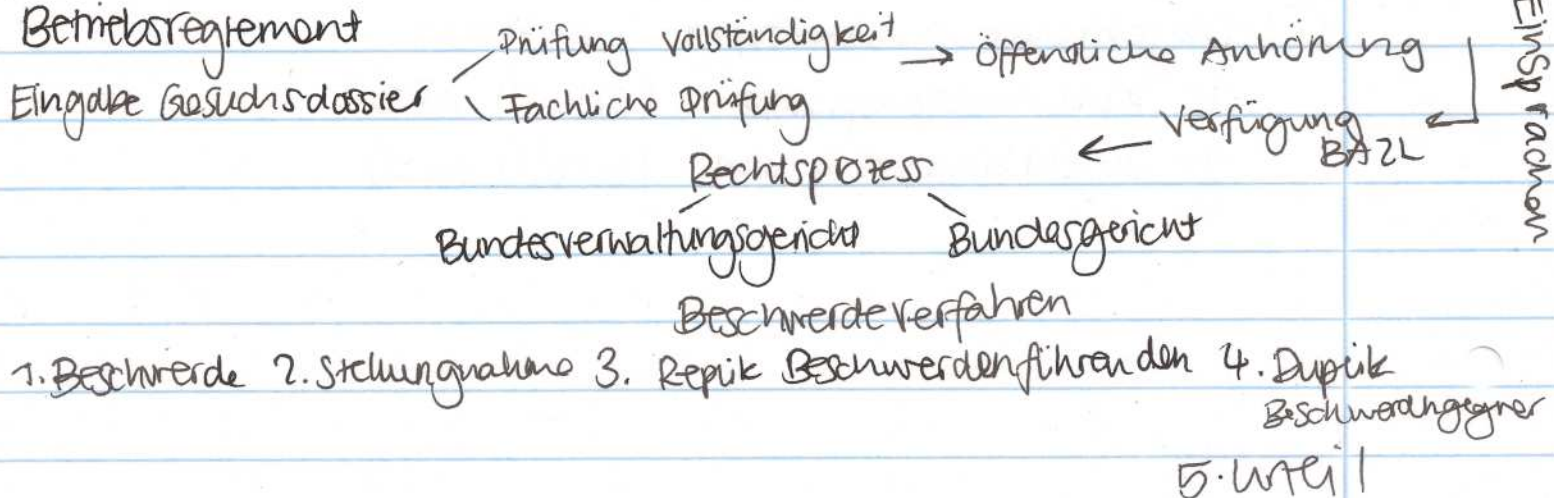
- Flughafen: Konzessionierter Flugplatz mit Zulassungszwang
- Flugfeld: mit Betriebsbenilligung
- Flugsicherungsanlage: Radiotek. Navigations-, Übermittlungs- & Überwachungsanlage für Leitung & Durchführung Flugverkehr

Prozess:

1. SIL Koordinationsgespräche
2. SIL " protokoll
3. Entwurf Konzept & Objektteil
4. Öffentliche Anhörung
5. Festlegung



Betriebsreglement



Herausforderungen:

- Expansion Golfstaaten
- Mitbenutzung Militär
- Flugsicherung: Kosten, Kapazität, Finanzierung (Gebühren)

OPERATIONAL FRAMEWORK

FLUGHAFEN ZRH

- SIL-Objektblatt:
- RWY 16 Verlängerung + RET
 - RWY 28 Umrollung
 - RWY 28 Verlängerung

Betriebskonzept:	ARR START	DEP LAND	FB
Nord tagsüber	RWY 28 28 AH RWY 16	RWY 14	~66
OST abends	RWY 32 AH RWY 28	RWY 28	~60
Süd morgens	AH RWY 28 AH RWY 32	RWY 34 -	~50

FB: Flugbewegungen

AH: abhängig

Nur 1 GBAS system - Wieso?

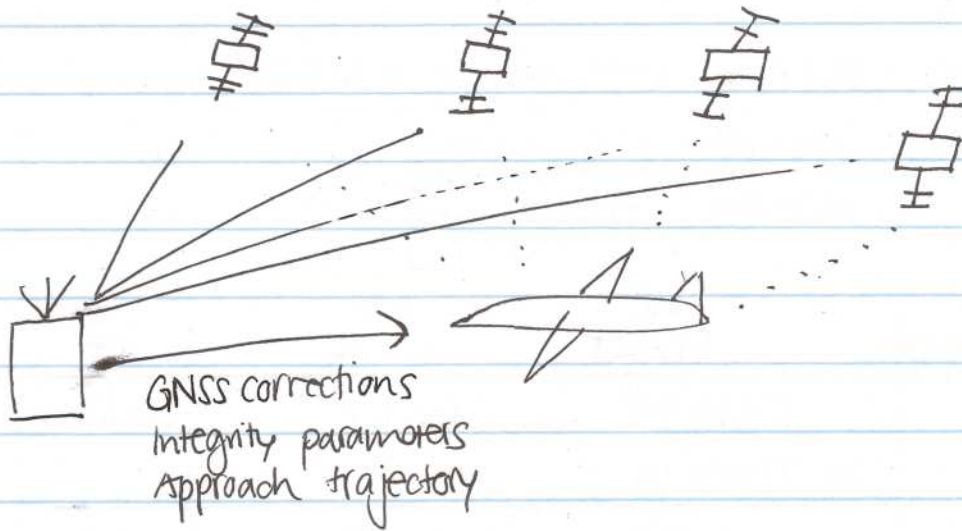
- wenig gebraucht, da wenige ACFT ausgerüstet
- curved approach möglich um Südanflug zu umgehen
- gute konventionelle Systeme

Neues Dock A am ZRH

- 1/3 aller Flüge vom Dock A
- Tower im Dock A, kann nicht ausser Betrieb gelassen werden

GBAS - Installation Considerations

GBAS: ground based augmentation system



Hinderniss muss 300m weg von GBAS sein

GBAS siting:

- ohne Hindernisse
- ohne Störsignale
- steine ~~für~~ gegen Multipath
- Ausschlussverfahren

Siting Procedure:

1. Site Selection
2. Site Qualification
3. Site Acceptance

1a Preliminary Data Acquisition:

- Int. Standard ICAO etc.
- GBAS specifications
- airport data maps etc.

1b Real Estate Assessment:

- 2-4 GNSS reference receiver antenna
- 1-4 geo. separated VDB transmitter
- 1 equip. shelter

1c Preliminary Site Inspection:

- objects not on maps etc.
- horizon profiles

1d Preliminary Site Analysis:

- service availability / coverage
- GBAS ionosphere threat model

2a Site Survey

2b Site Trade-off

2c Site Decision

(GBAS Ground Subsystem Approval & Installation

3a Geodetic Survey

3b Testing

Requirements

- ICAO Annex 10
- ICAO Doc 8071
- EURO CAE ED-114B
- ICAO Annex 14
- ICAO Doc 9157

Broadcasting Requirements

max 3NM from threshold

PFD (power flux density) $215 \mu\text{V/m} - 650 \mu\text{V/m}$

LOCA: Local Objects Consideration Area

Interior LOCA: 4m

Intermediate " : 50m, radius } radius

Outer " : 155

• minimum separation > 105m

FINANCIAL FRAMEWORK

- Aufgaben CFO:
- Vergangenheit: Buchführung & Rechnungslegung
 - Gegenwart: Finanzielle Führung
 - Liquidität
 - Einhaltung Ziele
 - Zukunft: Unternehmensstrategieumsetzung

CFO immer wichtiger geworden und auch Teil vom strategischen Entscheidungen. CFO muss auch die Finanzierbarkeit sicherstellen, Projektportfolio-überlegungen, Einfluss auf Einnahmen/Ausgaben (Bilanzrechnung & Erfolgsrechnung), Liquidität, breite Erfahrung haben, & Opportunitätskosten- & -chancen abwägen.

- Erfolgsrechnung: Einnahmen Gewinn & Verlust ~ 2 Seite
Bilanz: Aktiven & Passiven ~ 1 Seite
Cash-Flow: ~~Geldfluss~~ Geldflussrechnung, über Zeitraum, Geld ein & aus
Anhang: zusätzliche Infos ~ 100 Seiten

NPV Methode

1. Bestimmung von CF (EBIT + Abschreibungen) \rightarrow NPV
2. manuelle Berechnung Barwert + Excel Σ CF; \pm Investitionen
3. Analyse / Beurteilung
 - NPV > 0 good investment
 - NPV < 0 bad investment

$$NPV = \frac{CF_t}{(1 + \text{Rendite})^t}$$

t = year i

STATISCH VS. DYNAMISCH

Statisch:

- einfach, leicht verständlich
- Durchschnittsbildung
- Erlöse & Aufwände als Basis
- keine Berücksichtigung vom Zeitwert vom Geld

Dynamisch:

- schwieriger verständlich
- Planung über gesamte Nutzungsdauer notwendig
- CF als Basis
- Berücksichtigung vom Zeitwert vom Geld

Example statisches Verfahren:

• Anfangsinvestition: 1,8 Mio

Nettoerlös im \emptyset : 1 Mio

Betriebskosten: 480'000

Nutzungsdauer: 4 Jahre

Rendite: 6%

• Kapital \emptyset : 900'000 $\rightarrow \frac{1'800'000 + 0}{2}$

Kosten: Betriebskosten + Abschreibung + Rendite =

$$480'000 + \frac{1'800'000}{4} + 900'000 \cdot 0,06 = 984'000 \text{ CHF}$$

Jahresgewinn: Nettoerlös - Kosten = 1'000'000 - 984'000 = 16'000 -

Statische Rendite: Gewinn + kalk. Zinsen = 16'000 + 900'000 \cdot 0,06 = 70'000

$$\frac{\text{Resultat (Gewinn)}}{\text{Kapital}} \Rightarrow \frac{70'000}{900'000} \approx 0,078 \Rightarrow 7,8\% > 6\%$$

Dayback Time (T) : Nettoerlös - Betriebskosten = 1'000'000 - 480'000 = 520'000

$$\frac{\text{Investition}}{\text{Aufwand}} = \frac{1'800'000}{520'000} \approx 3,46 \text{ y} < 4 \text{ y}$$

+ Aufgabe Projektvergleich (statischen) Durchschnitt EBIT

~~NPV Methode Aufgabe~~

IRR: internal rate of return, used to evaluate the profitability of a project.

GEBÜHRENGLEICHEN

- Verordnung über die Flughafengebühren
 - Verhandlung über Gebühren mit spezifischen Parteien.
 - überwacht durch BAZL
- Falls keine Einigung berechnet BAZL den Tarif