Anforderungen und Herausforderungen zukünftiger Cockpits - Next Generation Intelligent Cockpit

L. Ebrecht, C.A. Niermann, J.-P. Buch, D. Niedermeier (DLR)

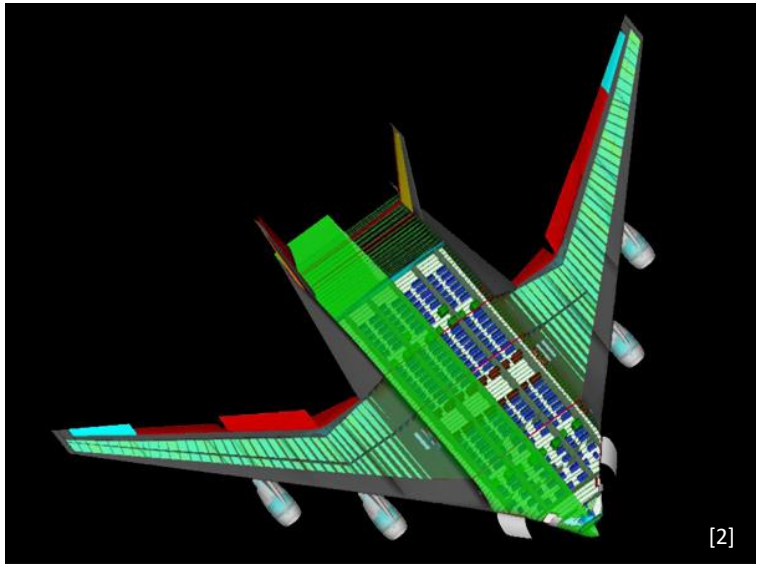
Dialogtag Luftfahrt, DLRK 2021, Bremen

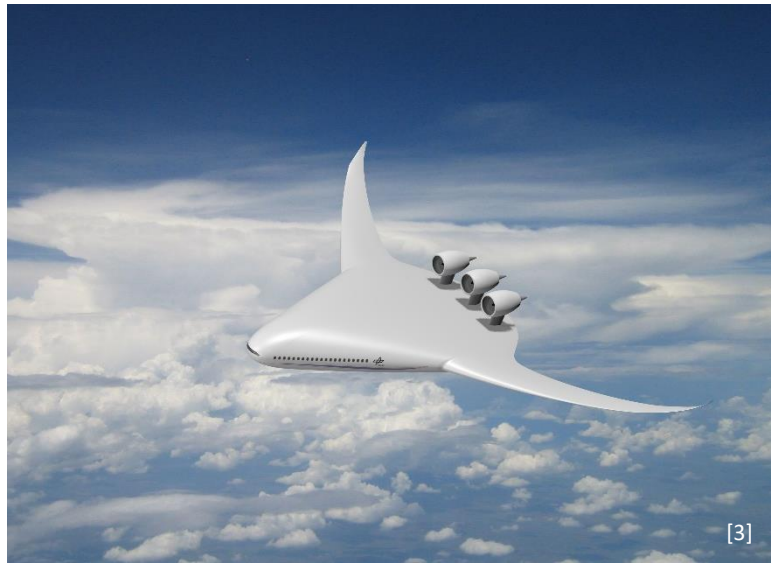
Wodurch ist die Entwicklung von Cockpits getrieben?

1. .. durch die **Entwicklung neuer Luftfahrzeuge**

Flugzeug-Cockpits sind **Muster-gebunden**

- Wie „sehen“ zukünftige Verkehrsflugzeuge aus?





[1] DLR-Entwurf eines Wasserstoffflugzeugs für Kurz- bis Mittelstreckenflugzeug für 150 Passagiere https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2021/01/20210322_dlr-nasa-design-challenge-2021.html
[2] Blended Wing Body https://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-6624/10881_read-24688/
[3] Blended Wing Body (BWB) https://www.dlr.de/media/en/Portaldata/58/Resources/bilder/luftfahrt/BWB_DLR.jpg

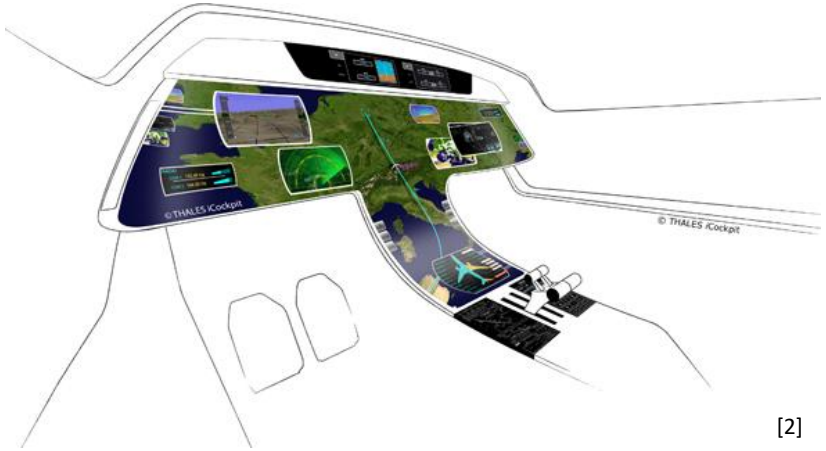
Wodurch ist die Entwicklung von Cockpits getrieben?

2. .. durch die **Entwicklung von Technologien** zur Realisierung neuer **Anzeige- und Bedienkonzepte**

One **Di**splay for a **C**ockpit **I**nteractive **S**olution (ODICIS)
Technologie-Demonstrator von Thales Avionics SA

Vision eines Ein-Personen-Cockpits von AIRBUS

[1]



[2]

[3]

[1] https://onboard.thalesgroup.com/odicis-thaless-cockpit-of-the-future/
[2] http://www.odicis.teipir.gr/
[3] https://www.flugrevue.de/zivil/kuenstliche-intelligenz-ersetzt-den-copiloten-airbus-testet-einmann-cockpit/

Wodurch ist die Entwicklung von Cockpits getrieben?

3. .. durch die **Entwicklung neuer Avionik-Technologien**, wie z.B.:

a) Aviate: Flight Management System, 4D-Trajektorien, Fly-by-wire, FADEC

b) Navigate: RNAV, G/SBAS, Required Navigation Performance/Performance Based Navigation, CAT III Autoland

c) Communicate: A/TCAS, ADS-B, ACARS, CPDLC, SATCOM, SIGMET, ATIS

d) Manage System: EFIS, ECAM/EICAS, MFD, KCCU

Avionik-Technologien

- die das Fliegen, Navigieren, Kommunizieren und Operieren von Verkehrsflugzeugen enorm verändert haben!

Wodurch ist die Entwicklung von Cockpits getrieben?

3. .. durch die **Entwicklung neuer Avionik-Technologien**, wie z.B.:

a) Aviate: Flight Management System, 4D-Trajektorien, Fly-by-wire, FADEC

b) Navigate: RNAV, G/SBAS, Required Navigation Performance/Performance Based Navigation, CAT III Autoland

c) Communicate: A/TCAS, ADS-B, ACARS, CPDLC, SATCOM, SIGMET, ATIS

d) Manage System: EFIS, ECAM/EICAS, MFD, KCCU

Avionik-Technologien

- die das Fliegen, Navigieren, Kommunizieren und Operieren von Verkehrsflugzeugen enorm verändert haben!
- durch die die heutige Verkehrsluftfahrt
  - **sehr viel sicherer**, **präziser** und **zuverlässiger** geworden ist,
  - **eine höhere Verfügbarkeit** und **größeres Einsatzspektrum** besitzt
  - und in Bezug auf das einzelne Flugzeug **wirtschaftlicher** und **umweltverträglicher** geworden ist.

Bisherige Cockpit-Entwicklung ..

Informationen und Funktionen werden zunehmend digitalisiert, verknüpft und von Assistenz- und Automationssystemen genutzt.

[1] Advanced Technologies Testing Aircraft System (ATTAS) - Fliegender Verwandlungskünstler https://www.dlr.de/content/de/artikel/luftfahrt/forschungsflotte-infrastruktur/dlr-flugzeugflotte/vfw-614-attas-ausser-betrieb.html
[2] Airbus A320 ATRA Cockpit https://www.dlr.de/kn/DesktopDefault.aspx/tabid-15944/25854_read-66404/gallery-1/gallery_read-Image.27.35696/

.. und die nächste Cockpit-Generation?

Informationen und Funktionen werden zunehmend digitalisiert, verknüpft und von Assistenz- und Automationssystemen genutzt.

Was folgt auf die Digitalisierung und Automation in Flugzeugen und Cockpits?

[1] Advanced Technologies Testing Aircraft System (ATTAS) - Fliegender Verwandlungskünstler https://www.dlr.de/content/de/artikel/luftfahrt/forschungsflotte-infrastruktur/dlr-flugzeugflotte/vfw-614-attas-ausser-betrieb.html
[2] Airbus A320 ATRA Cockpit https://www.dlr.de/kn/DesktopDefault.aspx/tabid-15944/25854_read-66404/gallery-1/gallery_read-Image.27.35696/

Projekt: Next Generation Intelligent Cockpit - NICo

- Ziel: **Ganzheitliche Untersuchung und Bewertung der Herausforderungen und Potentiale von Multi Pilot sowie Single Pilot Operations** in Verbindung **mit einem Virtual** und **einem Remote Co-Pilot**
- Laufzeit: 07/2020 – 07/2024
- Finanzierung: Programmatische institutionelle Förderung
- Beteiligte Einrichtungen:
  - Inst. für Flugführung
  - Inst. für Flugsystemtechnik
  - Inst. für Luft- und Raumfahrtmedizin
  - Inst. für Kommunikation und Navigation
  - Inst. für Physik der Atmosphäre
  - Einrichtung Flugexperimente

[1-3] https://www.dlr.de/

Fokus von NICo

- Entwicklung und Bewertung neuer Unterstützungsmöglichkeiten für zukünftige **Multi Pilot** und **Single Pilot Operations** (**MPO/SPO**) durch
  - einen **Virtual Co-Pilot** (**VCP**), d.h. bordseitige intelligente Systeme (z.B. erweiterte robuste regelbasierte und Experten-Systeme)
  - einen **Remote Co-Pilot** (**RCP**), d.h. eine entsprechend qualifizierte und ausgebildete Person am Boden

[1]

[1] https://www.dlr.de/content/de/bilder/2018/2/forschungsflugzeug-istar_30302.html

Fokus von NICo

- Entwicklung und Bewertung neuer Unterstützungsmöglichkeiten für zukünftige **Multi Pilot** und **Single Pilot Operations** (**MPO/SPO**) durch
  - einen **Virtual Co-Pilot** (**VCP**), d.h. bordseitige intelligente Systeme (z.B. erweiterte robuste regelbasierte und Experten-Systeme)
  - einen **Remote Co-Pilot** (**RCP**), d.h. eine entsprechend qualifizierte und ausgebildete Person am Boden

- **Varianten für den Einsatz** eines **Virtual** und **Remote Co-Pilot**:

	2-Personen-Cockpit	1-Personen-Cockpit	„0-Personen-Cockpit“[3)]
Multi Pilot Operation	+ VCP[1)]	RCP + VCP	*RCP (+ VCP)*
Single Pilot Operation	-	+ VCP (+ RCP[2)])	*RCP (+ VCP)*

[1)] zukünftige erweiterte, robuste und intelligente Automation (z.B. Autopilot arbeitet in Teilen noch bei identifizierten Systemfehlern/-ausfällen)
[2)] optional: bei Bedarf und auf Anfrage (z.B. in schwierigen Situationen oder bei technischen Problemen)
[3)] Ausfall der Cockpit-Besatzung

[1] https://www.dlr.de/content/de/bilder/2018/2/forschungsflugzeug-istar_30302.html

Unterscheidung und Abgrenzung von Single und Multi Pilot Operations

Single Pilot und Multi Pilot Operations sind im Wesentlichen durch folgende 3 Punkte bestimmt:

i. **Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten**

i) Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

Berufspilotenlizenzen EASA Part-FCL[1)] (Flight Crew Licensing):

- **Commercial Pilot Licence (CPL)**

FCL.305 CPL – Privileges and conditions *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) Privileges. The privileges of the holder of a CPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) ..

(2) act as PIC or co-pilot of any aircraft engaged in operations other than commercial air transport;

(3) **act as PIC in commercial air transport of any single-pilot aircraft** ..;

(4) act as co-pilot in commercial air transport subject to the restrictions specified in FCL.060.

EASA – European Aviation Safety Agency

1) https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy_Access_Rules_for_Part-FCL-Aug20.pdf

i) Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

Berufspilotenlizenzen EASA Part-FCL[1)] (Flight Crew Licensing):

- Commercial Pilot Licence (CPL)

FCL.305 CPL – Privileges and conditions *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) Privileges. The privileges of the holder of a CPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) ..

(2) act as PIC or co-pilot of any aircraft engaged in operations other than commercial air transport;

(3) act as PIC in commercial air transport of any single-pilot aircraft ..;

(4) act as co-pilot in commercial air transport subject to the restrictions specified in FCL.060.

- **Multi Crew Pilot License (MPL)**

FCL.405.A MPL – Privileges *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) The privileges of the holder of an MPL are to **act as co-pilot in an aeroplane required to be operated with a co-pilot**.

(b) The holder of a MPL may obtain the extra privileges of:

(1) ..

(2) a CPL(A), provided that the requirements specified in FCL.325.A are met.

(c) The holder of a MPL shall have the privileges of his/her IR(A) limited to aeroplanes required to be operated with a co-pilot. ..

EASA – European Aviation Safety Agency

1) https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy_Access_Rules_for_Part-FCL-Aug20.pdf

i) Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

Berufspilotenlizenzen EASA Part-FCL[1)] (Flight Crew Licensing):

- Commercial Pilot Licence (CPL)

FCL.305 CPL – Privileges and conditions *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) Privileges. The privileges of the holder of a CPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) ..

(2) act as PIC or co-pilot of any aircraft engaged in operations other than commercial air transport;

(3) **act as PIC in commercial air transport of any single-pilot aircraft** ..;

(4) act as co-pilot in commercial air transport subject to the restrictions specified in FCL.060.

- Multi Crew Pilot License (MPL)

FCL.405.A MPL – Privileges *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) The privileges of the holder of an MPL are to **act as co-pilot in an aeroplane required to be operated with a co-pilot**.

(b) The holder of a MPL may obtain the extra privileges of:

(1) ..

(2) a CPL(A), provided that the requirements specified in FCL.325.A are met.

(c) The holder of a MPL shall have the privileges of his/her IR(A) limited to aeroplanes required to be operated with a co-pilot. ..

- **Airline Transport Pilot Licence (ATPL)**

FCL.505 ATPL – Privileges *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) The privileges of the holder of an ATPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) exercise all the privileges of the holder of .. a CPL;

(2) **act as PIC of aircraft engaged in commercial air transport**.

(b) Applicants for the issue of an ATPL shall have fulfilled the requirements for the <u>type rating of the aircraft</u> used in the skill test.

EASA – European Aviation Safety Agency

1) https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy_Access_Rules_for_Part-FCL-Aug20.pdf

i) Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

Berufspilotenlizenzen EASA Part-FCL[1)] (Flight Crew Licensing):

- Commercial Pilot Licence (CPL)

FCL.305 CPL – Privileges and conditions *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) Privileges. The privileges of the holder of a CPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) ..

(2) act as PIC or co-pilot of any aircraft engaged in operations other than commercial air transport;

(3) **act as PIC in commercial air transport of any single-pilot aircraft** ..;

(4) act as co-pilot in commercial air transport subject to the restrictions specified in FCL.060.

- Multi Crew Pilot License (MPL)

FCL.405.A MPL – Privileges *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) The privileges of the holder of an MPL are to **act as co-pilot in an aeroplane required to be operated with a co-pilot**.

(b) The holder of a MPL may obtain the extra privileges of:

(1) ..

(2) a CPL(A), provided that the requirements specified in FCL.325.A are met.

(c) The holder of a MPL shall have the privileges of his/her IR(A) limited to aeroplanes required to be operated with a co-pilot. ..

- **Airline Transport Pilot Licence (ATPL)**

FCL.505 ATPL – Privileges *Regulation (EU) No 1178/2011*

(a) The privileges of the holder of an ATPL are, within the appropriate aircraft category, to:

(1) exercise all the privileges of the holder of .. a CPL;

(2) **act as PIC of aircraft engaged in commercial air transport**.

(b) Applicants for the issue of an ATPL shall have fulfilled the requirements for the type rating of the aircraft used in the skill test.

FCL.510.A ATPL(A) – Prerequisites, experience and crediting
Regulation (EU) No 245/2014

(a) Prerequisites. Applicants for an ATPL(A) shall hold:

(1) a **MPL**; or

(2) a **CPL(A)** and a multi-engine IR for aeroplanes. In this case, the applicant shall also have received instruction in **Multi crew cooperation** (MCC).

EASA – European Aviation Safety Agency

1) https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/Easy_Access_Rules_for_Part-FCL-Aug20.pdf

Unterscheidung und Abgrenzung von Single und Multi Pilot Operations

Single Pilot und Multi Pilot Operations sind im Wesentlichen durch folgende 3 Punkte bestimmt:

i. Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

ii. Zulassung von Luftfahrzeugen/-mustern

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

European Union Aviation Safety Agency

Certification Specifications
for
Normal-Category Aeroplanes
CS-23
..

CS-23 Amendment 5 / AMC & GM to CS-23 Issue 3
24 June 2020[1]

[1] For the date of entry into force of this Amendment, kindly refer to Decision 2020/006/R in the Official Publication of the Agency

European Union Aviation Safety Agency

Certification Specifications ..
for
Large Aeroplanes
CS-25

Amendment 26
15 December 2020[1]

[1] For the date of entry into force of Amendment 26, please refer to Decision 2020/024/R in the Official Publication of the Agency.

http://easa.europa.eu/official-publication/

AMC - applicable means for compliance; GM - Guidance material

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.2000 Applicability and definitions

(a) This Certification Specification prescribes airworthiness standards for the issuance of type certificates, and changes to those certificates, for aeroplanes in the normal category.

(b) For the **purposes of this Certification Specification**, the following definition applies:

‘Continued **safe flight and landing**’ means an aeroplane is capable of continued controlled flight and landing, possibly using emergency procedures, **without requiring exceptional pilot skill or strength**. Upon landing, some aeroplane damage may occur as a result of a failure condition.

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.2005 Certification of normal-category aeroplanes

(a) Certification in the normal category applies to aeroplanes **with a passenger seating configuration of 19 or less** and **a maximum certified take-off mass of 8 618 kg (19 000 pounds) or less**.

(b) Aeroplane certification levels are:

(1) Level 1 - for aeroplanes with a MOPSC of 0 to 1 passengers;

(2) Level 2 - for aeroplanes with a MOPSC of 2 to 6 passengers;

(3) Level 3 - for aeroplanes with a MOPSC of 7 to 9 passengers;

(4) Level 4 - for aeroplanes with a MOPSC of 10 to 19 passengers.

(c) Aeroplane performance levels are:

(1) Low speed - for aeroplanes with a **V_{NO} or V_{MO} ≤ 250 KCAS** or a M_{MO} ≤ 0.6; and

(2) High speed - for aeroplanes with a **V_{NO} or V_{MO} > 250 KCAS** or a M_{MO} > 0.6.

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.2005 Certification of normal-category aeroplanes

(a) Certification in the normal category applies to aeroplanes **with a passenger seating configuration of 19 or less** and **a maximum certified take-off mass of 8 618 kg (19 000 pounds) or less**.

(b) Aeroplane **certification levels** are:

(1) Level 1 - for aeroplanes with a MOPSC of 0 to 1 passengers;

(2) Level 2 - for aeroplanes with a MOPSC of 2 to 6 passengers;

(3) Level 3 - for aeroplanes with a MOPSC of 7 to 9 passengers;

(4) Level 4 - for aeroplanes with a MOPSC of 10 to 19 passengers.

(c) Aeroplane **performance levels** are**:**

(1) Low speed - for aeroplanes with a V_{NO} or V_{MO} ≤ 250 KCAS or a M_{MO} ≤ 0.6; and

(2) High speed - for aeroplanes with a V_{NO} or V_{MO} > 250 KCAS or a M_{MO} > 0.6.

MOPSC: Maximum Operational Passenger Seating Configuration; KCAS: knots calibrated airspeed

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.2005 Certification of normal-category aeroplanes

(a) Certification in the normal category applies to aeroplanes **with a passenger seating configuration of 19 or less** and **a maximum certified take-off mass of 8 618 kg (19 000 pounds) or less**.

(b) Aeroplane certification levels are:

(1) Level 1 - for aeroplanes with a MOPSC of 0 to 1 passengers;

(2) Level 2 - for aeroplanes with a MOPSC of 2 to 6 passengers;

(3) Level 3 - for aeroplanes with a MOPSC of 7 to 9 passengers;

(4) Level 4 - for aeroplanes with a MOPSC of 10 to 19 passengers.

(c) Aeroplane performance levels are:

(1) Low speed - for aeroplanes with a **V_{NO} or V_{MO} ≤ 250 KCAS** or a M_{MO} ≤ 0.6; and

(2) High speed - for aeroplanes with a **V_{NO} or V_{MO} > 250 KCAS** or a M_{MO} > 0.6.

- CS-25 **Large Aeroplanes**

CS 25.1 Applicability

(a) These Certification Specifications are applicable to **turbine powered Large Aeroplanes**. [Amdt. No.: 25/11]

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.1523 **Minimum flight crew** (CS-23 AMC2)

The minimum flight crew must be established so **that it is sufficient for safe operation** considering –

(a) The **workload on individual crew members** and, in addition for commuter category aeroplanes, each crew member workload determination must consider the following:

(1) Flight path control, (2) Collision avoidance, (3) Navigation, (4) Communications, (5) Operation and monitoring of all essential aeroplane systems, (6) Command decisions, and (7) The accessibility and ease of operation of necessary controls by the appropriate crew member during all normal and emergency operations when at the crew member flight station.

(b) The accessibility and ease of operation of necessary controls by the appropriate crew member; and

(c) The kinds of operation authorised under CS 23.1525.

- CS-25 **Large Aeroplanes**

CS 25.1523 **Minimum flight crew** (See AMC 25.1523)

The minimum flight crew must be established so **that it is sufficient for safe operation**, considering –

(a) The **workload on individual crew members**;

(b) The accessibility and ease of operation of necessary controls by the appropriate crew member; and

(c) The kind of operation authorized under CS 25.1525.

The criteria used in making the determinations required by this paragraph are set forth in Appendix D.

[Amdt No: 25/18]

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.1523 **Minimum flight crew** (CS-23 AMC2)

The minimum flight crew must be established so **that it is sufficient for safe operation** considering –

(a) ..

(b) ..

(c) The **kinds of operation** authorised under **CS 23.1525**.

CS 23.1525 Kinds of operation

The **kinds of operation** (such as **VFR, IFR, day or night**) and the **meteorological conditions** (such as **icing**) to which the operation of the aeroplane is limited or from which it is prohibited, must be established appropriate to the installed equipment.

- CS-25 **Large Aeroplanes**

CS 25.1523 **Minimum flight crew** (See AMC 25.1523)

The minimum flight crew must be established so **that it is sufficient for safe operation**, considering –

(a) ..

(b) ..

(c) The **kind of operation** authorized under **CS 25.1525**.

CS 25.1525 Kinds of operation

The **kinds of operation to which the aeroplane is limited** are established by the category in which it is eligible for certification and by the installed equipment.

http://easa.europa.eu/official-publication/

ii) Zulassung von Luftfahrzeugen für SPO und MPO

- CS-23 **Normal-Category Aeroplanes**

CS 23.1523 **Minimum flight crew** (CS-23 AMC2)

The minimum flight crew must be established so **that it is sufficient for**

(a) ..

(b) ..

(c) The **kinds**

CS 23.1525

The **kinds of**

meteorologic

of the aeropla

established ap

CS-23 Amendment 4 Book 2 Chapter 6 Operating Limitations and Information

373 PARAGRAPH 23.1523 **Minimum Flight Crew**

..

(3) *Testing*

(i) In the case of the **minimum crew determination**, **the final decision is reserved until the aeroplane has been flown by a panel of experienced pilots,** trained and qualified in the aeroplane. The training should be essentially that required for a type rating. When single pilot approval is sought by the applicant, the evaluation pilots should be experienced and proficient in single pilot operations. **Paragraph 23.1523 contains the criteria** for determining the minimum flight crew. These criteria contain **basic workload functions** and **workload factors**.

- CS-25 Large Aeroplanes

CS 25.1523 **Minimum flight crew** (See AMC 25.1523)

The minimum flight crew must be established so **that it is**

1525.

mited are

rtification and

http://easa.europa.eu/official-publication/

Unterscheidung und Abgrenzung von Single und Multi Pilot Operations

Single Pilot und Multi Pilot Operations sind im Wesentlichen durch folgende 3 Punkte bestimmt:

i. Berechtigungen von Pilotinnen und Piloten

ii. Zulassung von Luftfahrzeugen/-mustern

iii. **Bestimmungen für die Durchführung von Flügen**

iii) Bestimmungen für die Durchführung von Flügen

VERORDNUNG (EU) Nr. 965/2012 DER KOMMISSION

vom 5. Oktober 2012

zur Festlegung technischer Vorschriften und von Verwaltungsverfahren in Bezug auf den Flugbetrieb gemäß der Verordnung (EG) Nr. 216/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates

(ABl. L 296 vom 25.10.2012, S. 1)

02012R0965 — DE — 31.12.2020 — 017.001 — 1

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32012R0965

iii) Bestimmungen für die Durchführung von Flügen

ANHANG III

ANFORDERUNGEN AN ORGANISATIONEN BEZÜGLICH DES FLUGBETRIEBS

(TEIL-ORO)

TEILABSCHNITT FC (Flight Crew)

FLUGBESATZUNG

ABSCHNITT 1

Gemeinsame Anforderungen

ORO.FC.100 Zusammensetzung der Flugbesatzung

a) Die Zusammensetzung der Flugbesatzung sowie **die Anzahl der Flugbesatzungsmitglieder** auf den für sie vorgesehenen Sitzen **muss mindestens den Bestimmungen des Flughandbuchs oder den für das Luftfahrzeug vorgeschriebenen Betriebsbeschränkungen** entsprechen.

b) ..

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32012R0965

iii) Bestimmungen für die Durchführung von Flügen

ABSCHNITT 2

Zusätzliche Anforderungen für den gewerblichen Luftverkehrsbetrieb

ORO.FC.200 Zusammensetzung der Flugbesatzung

a) ..

c) Besondere Anforderungen für den **Flugzeugbetrieb** nach **Instrumenten-flugregeln** (Instrument Flight Rules, IFR) oder bei **Nacht**

1. Die **Mindest-Flugbesatzung** muss für alle **Propellerturbinenflugzeuge** mit einer höchstzulässigen betrieblichen **Fluggastsitzanzahl** (MOPSC) **über neun** und für alle **Strahlturbinenflugzeuge** aus **zwei Piloten** bestehen.
2. **Andere Flugzeuge** als die in Buchstabe c Nummer 1 genannten sind mit einer Mindestbesatzung von zwei Piloten zu betreiben, **sofern** nicht **die Anforderungen von ORO.FC.202 erfüllt sind**, in welchem Fall sie **mit nur einem Piloten** betrieben werden dürfen.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32012R0965

iii) Bestimmungen für die Durchführung von Flügen

ANHANG V

SONDERGENEHMIGUNGEN (TEIL-SPA)

TEILABSCHNITT E

FLUGBETRIEB BEI GERINGER SICHT
(LOW VISIBILITY OPERATIONS, LVO)

SPA.LVO.110 Allgemeine Anforderungen an den Flugbetrieb

a) ..

b) Der Betreiber darf **CAT II-, OTS CAT II- oder CAT III-Flugbetrieb** nur durchführen, wenn:

1. ..
4. die Flugbesatzung aus **mindestens zwei Piloten** besteht;

c) Der Betreiber darf einen **Landeanflug mit erweiterten Sichtdarstellungs-systemen** (EVS) nur durchführen, wenn

1. ..
2. bei einem Flugbetrieb mit einer RVR unter 550 m die Flugbesatzung aus **mindestens zwei Piloten** besteht.

OTS – other than Standard Category; CAT – Category; RVR – Runway Visual Range

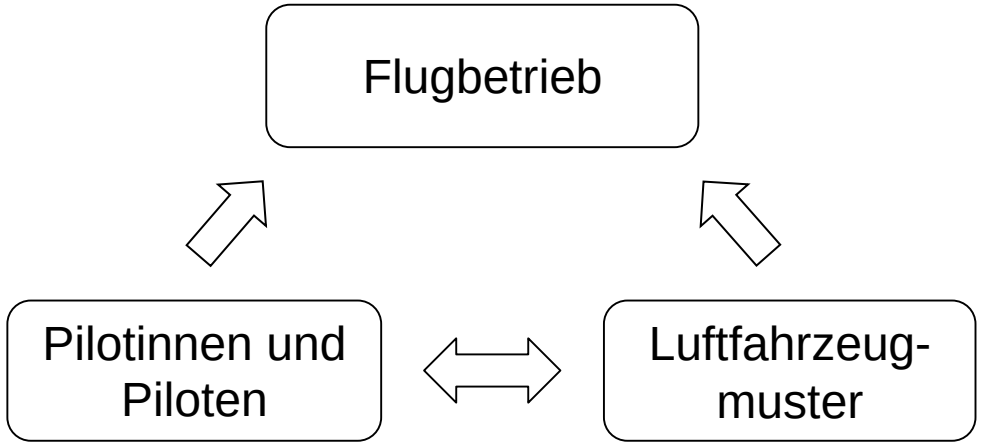
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32012R0965

Unterscheidung und Abgrenzung von Single und Multi Pilot Operations

Zusammenfassung

Maßgebliche Kriterien für die Unterscheidung von Multi und Single Pilot Operations:

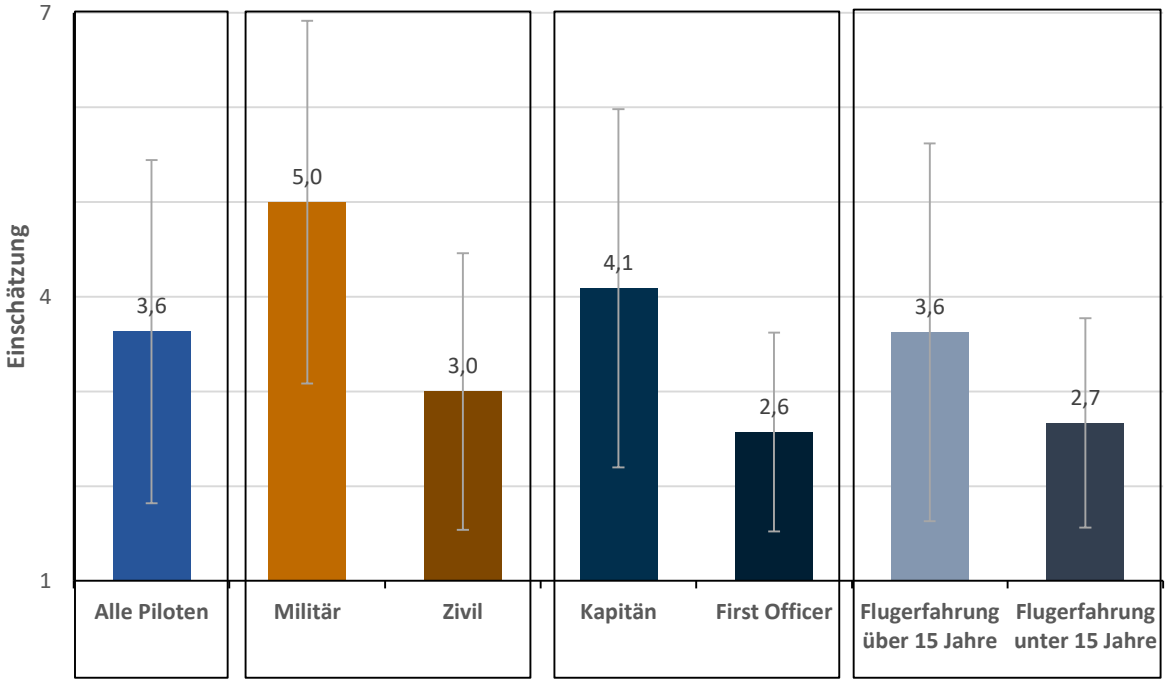
- **Sicherheit und Kritikalität**
  - Anzahl der Passagiere
  - Luftfahrzeuggewicht (-größe)
- **Arbeitsbelastung,** bedingt durch
  - die durchzuführenden **Operationen**
  - die **Umweltbedingungen** und **Situationen**
  - Eigenschaften des **Luftfahrzeugs** (Ausstattung, Fluggeschwindigkeit, ..)



Ermittlung der Anforderungen und Herausforderungen von MPO und SPO
durch Befragung von Pilotinnen und Piloten

- 19 Pilotinnen und Piloten (ATPL/CPL) nahmen an dem Online-Interview im 4. Quartal 2020 teil
- 2 Pilotinnen und 17 Piloten
  - 11 für eine Airline tätig
  - 5 militärischer Flugdienst
  - 3 Executive Charter
- 15 Einzelbefragungen und 2 Doppelinterviews[1)]
- 8 waren Ausbilder oder Prüfer
- 5 besaßen Erfahrung mit SPO (militärisch oder Executive Charter)

Können Sie sich Single Pilot Operations vorstellen?



Likert-Skala: 7 Absolute Zustimmung – 1 Absolute Ablehnung

Befragung stellt keine repräsentative Stichprobe dar und gibt lediglich ein Meinungsbild wieder!

1) die Auswertung bezieht sich nur auf die Einzelbefragungen

Herausforderungen bezüglich MPO und SPO

Herausforderungsbereiche

	Herausforderungen	Rang	Antworten von Befragten
1	**Beanspruchung**	1	10
2	**Entscheidungsfindung**	2	7
3	**Sicherheit**	3	6
4	**Situationsbewusstsein**	4	3

Herausfordernde Situationen und Aspekte

	Situationen/Aspekte	Rang	Antworten von Pilotinnen/en
1	**Wetter**	1	6
2	**System Management**	2	5
3	Crew	3	4
4	Passagiere	3	4
5	**Landung**	4	3
6	Umgebung	4	3
7	Bodenoperationen	5	2
8	Flugdurchführung	5	2
9	Müdigkeit	5	2
10	**Nachtflug**	5	2
11	**Durchstarten**	6	1
12	**Start**	6	1
13	**Umplanung**	6	1

Hindernisse für MPO/SPO mit einem Remote Co-Pilot

	Hindernis	Rang	Häufigkeit
1	**Crew Ressource Management**	1	8
2	**Situationsbewusstsein**	1	8
3	Sicherheit	2	6
4	**Notfälle**	3	4
5	**Technische Zuverlässigkeit**	3	4
6	**Menschliche Aspekte**	3	4
7	**Technische Probleme**	4	3
8	**Müdigkeit**	4	3
9	Ausbildung MPO	4	3
10	Gefahren durch Umgebung	5	2
11	**Ausfall der Besatzung**	5	2
12	**Passagiere**	5	2
13	Umweltbedingungen	5	2
14	**Wetter**	5	2
15	**Antizipation**	5	2
16	**Bodenoperationen**	6	1
17	**Flugdurchführung**	6	1
18	**Funkverkehr**	6	1
19	**Gemeinsames Situationsbewusstsein**	6	1
20	Gesetze	6	1
21	**zeitkritische Situationen**	6	1
22	**Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen**	6	1
23	**Security**	6	1
24	**Technische Ausrüstung**	6	1
25	Umgebung	6	1
26	**Verkehr**	6	1
27	**Zeitkritische Entscheidungen**	6	1

Im Projekt NICo zu betrachtende Aspekte und Situationen

- Arbeitsbelastung/Beanspruchung (=Sicherheit)
  - am Boden, bei Start, Anflug und Landung
  - durch Wetter, Verkehrsdichte, Umgebung
  - Arbeitsteilung Pilot Flying/Pilot Monitoring
  - Cross-Check/Vier-Augen-Prinzip
- Abnormal und Emergency Situationen
  - Technische Probleme
  - Medizinischer Notfall
- Situationsbewusstsein
  - Gemeinsames Situationsbewusstsein
  - Wetter
  - Verkehr
  - Entscheidungsfindung
- Kommunikation
  - Pilot an Bord und Remote Co-Pilot
  - Remote Co-Pilot und Air Traffic Control

Welche Aspekte und Situationen sollten unbedingt im Projekt betrachtet und getestet werden?

Kategorien	Nennungen
Workload	15
Emergency	15
Abnormal Situation	13
Gemeinsames Situationsbewusstsein	10
Wetter	9
Situationsgerechte Informationsaufbereitung	6
weitere	28

Berücksichtigung von Unfallstatistiken
bzgl. zukünftiger Unterstützungsmöglichkeiten

Sieben häufigste Ursachen für Flugunfälle in den Jahren 1999-2019 [1]

Runway Excursion (RE): A lateral veer off or longitudinal overrun off the runway surface, not primarily due to SCF or ARC.

Abnormal Runway Contact (ARC): Hard or unusual landing, not primarily due to SCF, leading to an accident.

Undershoot/Overshoot (USOS): An Undershoot/ Overshoot of a runway occurs in close proximity to the runway and includes offside touchdowns and any occurrence where the landing gear touches off the runway surface.

Loss of Control in Flight (LOC-I): Loss of aircraft control while in flight not primarily due to SCF.

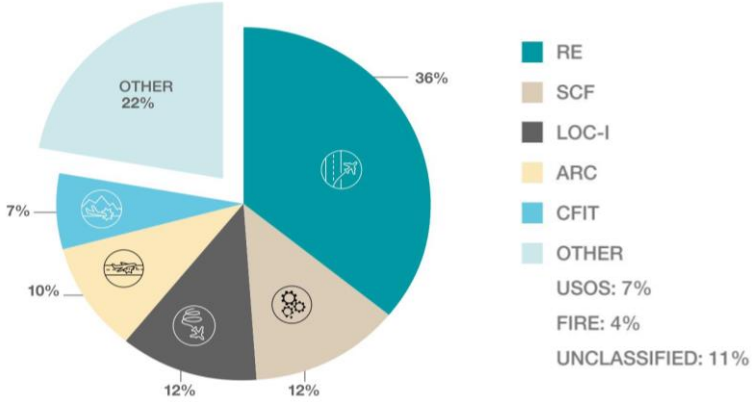
Controlled Flight Into Terrain (CFIT): In-flight collision with terrain, water, or obstacle without indication of loss of control.

System/Component Failure or Malfunction (SCF): Failure or malfunction of an aircraft system or component, related to either its design, the manufacturing process or a maintenance issue, which leads to an accident. SCF includes the powerplant, software and database systems.

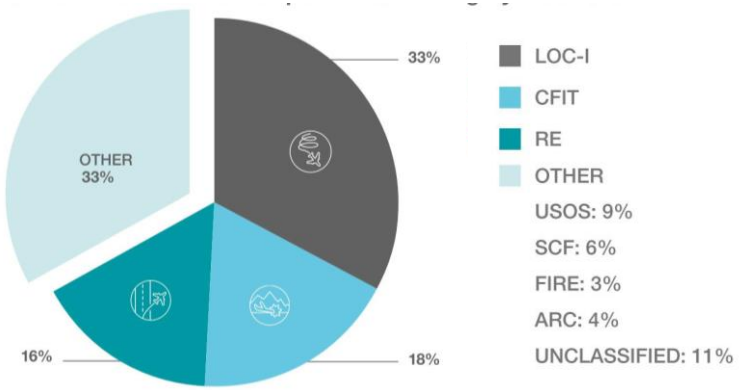
FIRE: A fire which occurs while an aircraft is airborne.

Verteilung der Flugunfälle (hull losses & fatal accidents) der Jahre 1999-2019 [1]

hull losses



fatal accidents



[1] Airbus, “A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019,” Feb. 2020. Accessed: 04.02.21.

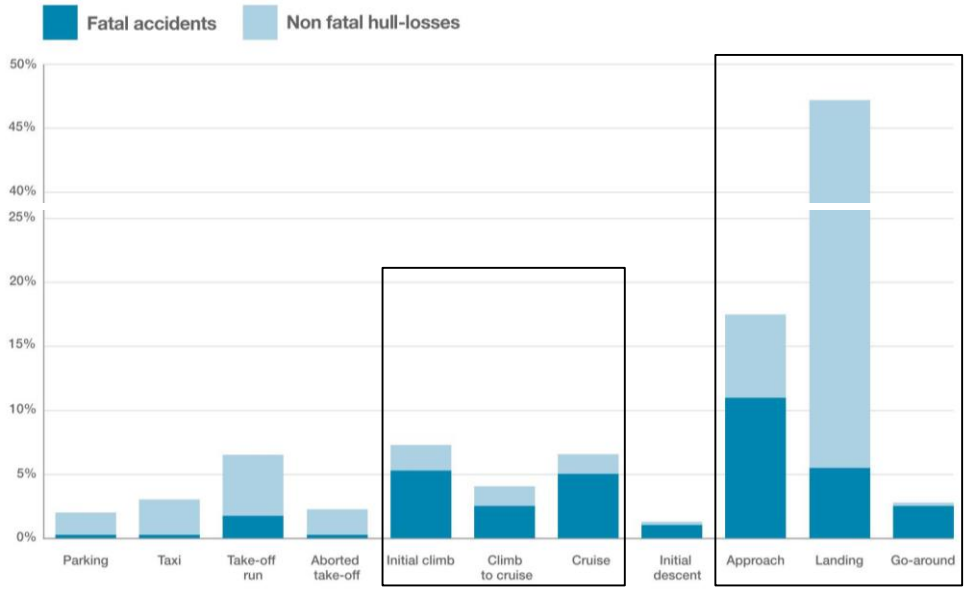
Berücksichtigung von Unfallstatistiken
bzgl. zukünftiger Unterstützungsmöglichkeiten

- Unfallstatistiken geben grobe Anhaltspunkte bzgl. kritischer Flugabschnitte und Situationen (Start, Anflug, Landung, Gelände, Wetter)
- Einzelfälle sind sehr individuell

	Taxi, load/ unload, parked, tow	12%						53%	
		Takeoff	Initial climb	Climb (flaps up)	Cruise	Descent	Initial approach	Final approach	Landing
Fatal accidents	7%	4%	7%	13%	11%	2%	2%	29%	24%
Onboard fatalities	0%	5%	1%	20%	23%	3%	7%	30%	11%
		6%						41%	
Exposure (percentage of flight time estimated for a 1.5-hour flight)		1%	1%	14%	57%	Initial approach fix 11%	Final approach fix 12%	3%	1%

Note: Percentages may not sum to 100% because of numerical rounding.

Prozentuale Verteilung der fatalen Flugunfälle der Jahre 2010-2019 nach Flugabschnitte [1]



Prozentuale Verteilung der Flugunfälle der Jahre 1999-2019 nach Flugabschnitten [2]

[1] FAA, *Fact Sheet - General Aviation Safety.* [Online]. accessed: 04.02.21.
[2] Airbus, “A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019,” Feb. 2020. Accessed: 04.02.21.

Anforderungen und Herausforderungen heutiger MPO/SPO
sowie MPO/SPO in Verbindung mit einem Virtual und Remote Co-Pilot

86 relevante Aspekte und Situationen wurden im Projekt bisher identifiziert.

Folgende 5 Bereiche wurden hierbei unterschieden:

- **Normal Operations** (11 Aspekte und Situationen)
- **Besondere Situationen bei normal Operations** (14 Aspekte und Situationen)
- **Abnormal/non-nominal** Operations (41 Aspekte und Situationen)
- **Emergency Operations** (18 Aspekte und Situationen)
- **Spezielle Anforderungen bzgl. RCP** (10 Aspekte und Situationen)

Zusammenfassung
„Next Generation Intelligent Cockpit“

- Bereiche neuer und verbesserter Unterstützungsmöglichkeiten für zukünftige MPO und SPO durch

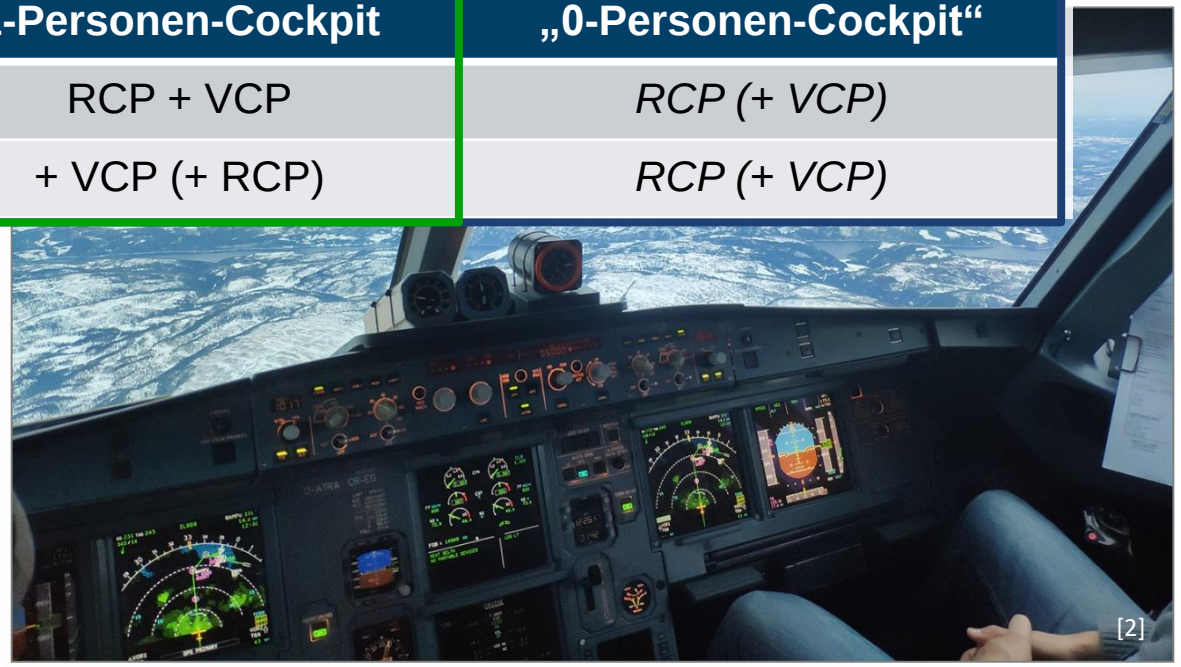
- einen **Virtual Co-Pilot** (bordseitige intelligente Systeme - robuste, erweiterte intelligente Automation):
  - **Arbeitsbelastung**
    - Arbeitsteilung – Mensch-Automation
    - Unterstützung bei taktischen und strategischen Entscheidungen (normal Operation) sowie
    - Abnormal und Emergency Operations
  - „**Situationsbewusstsein**“ – Situationserfassung
    - innerhalb (Systemfehler und -ausfälle) und
    - außerhalb des Flugzeugs (Wetter, Verkehr, ..)
  - **Verfügbarkeit, Transparenz, Grenzen und Zuverlässigkeit** der zukünftigen Automation?

- einen **Remote Co-Pilot**, d.h. eine entsprechend qualifizierte und ausgebildete Person am Boden:
  - **Arbeitsbelastung**
    - Arbeitsteilung (Pilot flying/monitoring, X-Check)
    - Unterstützung bei taktischen und strategischen Entscheidungen (normal Operation) sowie
    - Abnormal und Emergency Operations
  - **Gemeinsames Situationsbewusstsein**
    - innerhalb (Systemfehler und -ausfälle) und
    - außerhalb des Flugzeugs (Wetter, Verkehr, ..)
  - **Rollenverteilung, Erfahrung und Verantwortung** (Bord-Boden)?
  - **Kommunikation** Bord-Boden und Umgebung-Boden

Diskussion
„Next Generation Intelligent Cockpit“

- Folgt auf die Digitalisierung und Automation
  - eine beeinflussbare, robuste und situationsbewusste Automation sowie
  - eine zunehmende Vernetzung des Cockpits?

	2-Personen-Cockpit	1-Personen-Cockpit	„0-Personen-Cockpit“
Multi Pilot Operation	+ VCP	RCP + VCP	*RCP (+ VCP)*
Single Pilot Operation	-	+ VCP (+ RCP)	*RCP (+ VCP)*



[1] Advanced Technologies Testing Aircraft System (ATTAS) - Fliegender Verwandlungskünstler https://www.dlr.de/content/de/artikel/luftfahrt/forschungsflotte-infrastruktur/dlr-flugzeugflotte/vfw-614-attas-ausser-betrieb.html
[2] Airbus A320 ATRA Cockpit https://www.dlr.de/kn/DesktopDefault.aspx/tabid-15944/25854_read-66404/gallery-1/gallery_read-Image.27.35696/

Vielen Dank für Ihr Interesse

Haben Sie Fragen, Anregungen, Anmerkungen, ..?

Lars Ebrecht

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Institut für Flugführung, Braunschweig

lars.ebrecht @ dlr.de