Prof. W. Granzeier
DGLR Kongress 2004

Seminar Flugzeugkabine und Kabinensysteme

Modul "Kabinenmodule und Monuments"
Modul "Beleuchtung"

Einleitung:

Bei allen internationalen „Transportation“ Produkten (z.B. PKW, Bus, Schienenfahrzeuge, Flugzeuge, Schnellfähren etc.) wird im Bereich „Interior“ / Kabine das gesamte Produktspektrum zu einem immer wichtiger werdenden Wettbewerbsfaktor in der weltweiten Konkurrenzsituation.
Der Kunde oder Passagier wird hier mit der direkten „MMS = Mensch-Maschine-Schnittstelle“ kontaktiert.

1. Einführung „Flugzeug-Interior / Monuments“

Bei allen „dünnwandigen Behältern zum Transport von Menschen und Gütern“ (Zitat Prof. Dreyer, FH-HH) wird die Entwicklung des Innenraumes immer wichtiger.
Der Aufenthalt des Menschen in Innenräumen von Flugzeugen wird immer länger, die zeitliche Nutzung der Verkehrssysteme immer teurer und die Bedeutung für die Nutzer und die Volkswirtschaften und den weltweiten Verkehrsverbund immer wichtiger.

Zusätzliche Entwicklungskriterien für die Innenräume sind besondere Nutzer-Konzepte, verbesserte Ergonomie, hohe Sicherheit, Anpassung an die Kundenwünsche und
- Akzeptanz, wirtschaftliche Produktion, einfache Wartung, Service und Reparatur sowie Recycelfähigkeit aller Einbaukomponenten.

Dazu zählen auch die entsprechende Berücksichtigung der Exterior-Interior Funktionen wie z.B. Einstieg -Ausstieg, Safety und Security, Handling, Wartung, Reparatur und Service.

1.1 Einordnung der Interior – Nutzer „Luftfahrt“

Nachfolgende einfache Einordnungen sollen die grundlegenden Entwurfskriterien erklären:

1.1.1 (SFE = SELLER FURNISHED EQUIPMENT)

Kabine /Ausstattung als Standard-Grundversion durch den Hersteller:

- **Exit Aeras**
  Rumpfinnenverkleidung (Fußboden, Dado Panel, Windowpanel, Lighting Panel, PSU, Handrail, Hatrakdoors, Ceiling Panel)
- **Galleys**
- **Lavatories**
- **Monuments**

1.1.2 BFE = BUYER FURNISHED EQUIPMENT

- **Sitze**
- **Rollstühle**
- **Kinderrückhaltesysteme**
- **Vorhänge**
- **Sondereinbauten /Zeitschriftenracks etc.**
- **CI Produkte**

2. Der Mensch im „Interior“ Bereich Einordnung, Aufgaben und Funktionen

2.1 GEWERBLICHER VERKEHR LUFTFAHRT

Flugzeuge im gewerblichen Verkehr, z.B. 4 – 550 Sitze
Berufspiloten/Innen mit entsprechender Ausbildung und Zulassung.

Bord- und Servicepersonal, ab 19 Passagiere je nach Größe des Fluggerätes.
Ausbildung und Zulassung durch die Airline. Aufgaben in der Passagierbetreuung und innerhalb der Kabine.

Wartungs-, Reparatur- und Bodendienstpersonal durch Airline, Flughafen oder Servicefirmen, Cateringfirmen, Treibstoffversorgung, Reinigung, Gepäck, Fracht

Passagiere aller Altersgruppen, Bevölkerungsgruppen und Nationalitäten

3. Flugzeugkategorien / Kabine

3.1 Individualflugverkehr (Segelflugzeuge, Motorsegler, Privatsport- und Reiseflugzeuge, Hubschrauber)

3.2 Gewerblicher Flugverkehr, national und international,
(General- und Corporate Aviation, Flugzeuge bis 19 Pax, Hubschrauber)
(Passagierflugzeug ab 19 bis 600 Pax)
(Fracht- und Sonderflugzeuge , z.B. Landwirtschaft, Vermessung, Beobachtung)

3.3 Kombinierter Passagier- und Frachtverkehr
(Combiflugzeuge mit Containerfracht)

3.4 Frachtflugzeuge (Container und Sonderfracht)

3.5 Besondere Transportationkategorien (zu Land-Wasser und Luft)
(Hovercraft-Luftkissenfahrzeuge, Bodeneffekt-Fahrzeuge, Katamarane)

4. Flugzeuginnenräume / Funktion und Nutzen

Bei allen Innenräumen bestimmen Anordnung, Funktionen, Nutzen und gegebenenfalls Vorschriften das Konzept und die Einteilung.

4.1 Innen- und Außenraum optimieren, z.B.:
Flugzeug- und Hubschrauber Kabinen werden den aerodynamischen Forderungen nach geringstmöglichem Querschnittsmaß ausgelegt.
Die Kabine sollte den größtmöglichen Nutzraum erhalten.
Dabei ist auch Sitz- oder Stehhöhe, sowie Breite einer Sitz/Gangreihe ein Auslegungskriterium.
Zulassungs- und Einbauvorschriften sind zu beachten.
Bei Kleinflugzeugen oder Großflugzeugen müssen entsprechende Vorschriften, (z.B. FAR 23 oder 25) Normen und Einbaumaße berücksichtigt werden.

5. Interior-Ergonomie (Übersicht)

5.1 Flugzeugführer: - Anordnungs-, Bedien- und Umgebungsergonomie
- Sicherheits- und Notfallfunktionen,
- Prozeß- und Verhaltensergonomie

Bord- und Kabinenpersonal: Bedien- und Wartungsergonomie

Passagiere:
- Einstieg/Ausstieg,
- Rauminformation, Bedienergonomie,
- Sicherheit und Notfallverhalten,
- Information und Verhaltensweisen,
- Kabinenakzeptanz und psych. Wohlbefinden
- Vandalismus

5.2 Fahrzeugfahrer:
- Anordnungs-, Bedien- und Umgebungsergonomie
- Sicherheits- und Notfallfunktionen,

Bordpersonal: Bedien- und Wartungsergonomie

Passagiere:
- Einstieg/Ausstieg,
- Rauminformation, Bedienergonomie,
- Sicherheit und Notfallverhalten,
- Information und Verhaltensweisen,
- Kabinenakzeptanz und psych. Wohlbefinden

6. Entwicklungs-Aufgaben in den Interior-Räumen

6.1 Cockpit: Piloten/Mensch-Maschine Interface,
Raum- und Sichtoptimierung,
Licht- und Blendwirkung,
Notfall- und Sicherheitsfunktionen,
Reinigung und Wartung,
Austauschen und Reparieren,
Klima- und Temperaturoptimierung,

6.2 Kabine: Bordpersonal und Passagiere/Mensch-Maschine-Interface
Raum- und Anordnungskonzept aller Einbausysteme
(Sitze, Galleys, Lavatories, Stowages, Kommunikationssysteme)
Sicherheitsfunktionen, Servicefunktionen,
Information und Kommunikation (Bilder und Symbole anstatt Sprache)
Notfall und Evakuierung
Raumklima, Lüftung, Licht, Farben und Oberflächen

7. Material- und Oberflächenkriterien

7.1 Luftfahrzeuge – Interiormaterialien

Klein- oder mittlere Serie nach genauen Spezifikationen und Zulassung,

z.B.:

Brandverhalten und Rauchgasentwicklung,
Naturnahe und recyclingfähige Materialien, (Leder, Textil, Teppich)
Extrem leichte Materialien, (Papier- oder Alu Wabe, Hartschäume)
Einzelfertigung per Hand oder mechanisierte Kleinserien,
Großserien als Spritzguß- oder Hartschaum- oder Formteile,
Oberflächen blendfrei und extrem leicht und schnell zu reinigen,

8. Empfehlungen zur Innenraumgestaltung und Konstruktion

8.1 - Flugzeug- Interiorbauteile sind sichtbare, durchkonstruierte Struktur-Bauteile und müssen nach den entsprechenden Anforderungen der Festigkeit in Flugrichtung mit 9, 16g oder 21g ausgelegt sein.

Alle Bauteile müssen eindeutig erkennbare Funktionen, abgerundete Kanten und
hohe Vandalismusbeständigkeit aufweisen

- einfachste Reinigung und hoher Hygienestandard muß erfüllt werden
- Bauteilmontage und Austausch defekter Einheiten in Minutenzeiten
- Klima- und Akustikoptimierung bei allen Bauteilen
- Kundenspezifische Farb-, Oberflächen und Materialvarianten
- Unfall- und Crashabsorbierende Funktionen und Bauteile

9. Kabinensysteme Beleuchtung und Elektrik

1. Designaspekte in der Kabine:

Licht und Beleuchtung jeglicher Art sind in Flugzeuginnenräumen die wesentlichste Elemente der Raumgestaltung, des Passagierkomforts, der Orientierung im Raum und zur Sicherheit der Passagiere, der Bord Crew und des Service Personals unerlässlich.

Neben den sicherheitsrelevanten Faktoren sind auch psychische und physische Kriterien wie Erkennen, Begreifen, Wohlfühlen und Angstminderung Aufgaben einer optimalen Beleuchtung.

2. Beleuchtungsarten, Technik und Anwendung

Zu den heute gebräuchlichen Beleuchtungsarten zählen Leuchtstoffröhren in unterschiedloichen Längen und Durchmessern, LED´s, Halogenlechten und Leuchtfolien. Zukünftig können auch Lichtleitfasern (über Halogenlampen), Leuchtfolien oder optimierte LED berücksichtigt werden.

2.1 Technische Faktoren

Der Einsatz verschiedener Lichtarten wird bei der Kabinenauslegung ermittelt und im Rahmen der ergonomischen und gestalterischen Kabinendefinition festgelegt.
Die verschiedenen Leuchtmittel werden an den geeigneten Stellen positioniert, montiert und verkabelt.
Dabei sind Raumbedarf, Abstand zur den nächsten Bauteilen, Umgebungstoleranz sowie ganz entscheidend Wartung, Einbau und Ausbau zu berücksichtigen.

Im Betrieb des Flugzeuges kommen der einfachen Wartung, des schnellstmöglichen Austauschens und Fehlererkennung höchste Priorität zu. (Licht an Bord ist ein Sicherheitsitem!)

2.2 Anwendung

Licht innerhalb der Kabine kann in folgende Anwendungsfelder definiert werden:

Allgemeines Kabinenlicht in dem Passagierraum und in den Exiträumen
- Leuchtstoffröhren und teilweise LED Streifen -

Passagierlicht über den Sitzen (im PSU Bereich)
- LED gebündelte Leselampen -

Anwendungslicht in den Lavatories, Galleys und Stowage-Monuments
- LED und kleine Leuchtstoffröhren –

Arbeitslicht für die Bord Crew

Not- und Sicherheitsbeleuchtung
- Batteriegepufferte Versorgung spezieller LED oder Leuchtstoffröhren -

3. Kabinenfaktoren wie Licht, Klima, Akustik

Neben dem Kabinenmedium LICHT gehören die passagierbezogenen Auswirkungen des Raumklimas und der Akustik, beide Systeme unterliegen der elektrischen Versorgung,
zu den primären Kabinenfaktoren.

Die Klimaaustrittzonen (Grillverkleidungen, versteckte Fugen oder Bauteil-hinterschneidungen sind designrelevante Gestaltungsaufgaben und sind eng mit der Licht-
Architektur und der Bauteil-Oberflächengestaltung verbunden.
Neben der ästhetischen Komponente sind Vandalismus, Wartung und Service die entscheidenden Kriterien.

Kabinenakustik wird ein dringendes zukünftiges Kabinenkriterium für die wachsenden Ansprüche des Passagierkomforts werden. Besonders auf Langstreckenflügen ist die psychische und physische Dauerbelastung der Passagiere und der Bordcrew zu beachten.

Neben den mechanischen Akustikbeeinflussungen wie schallschluckende und –dämmende Materialien und Oberflächen werden immer mehr akustisch aktive Systeme wie „Gegengeräusche“ über wandseitig montierte Lautsprecher erprobt.

4. Passagierinformation, BFE und SFE

Zu den passagierbezogen Elektrik-Komponenten sind auch die **Informations-** und **Sicherheitsanzeigen** zu rechnen.
Neben der direkten Information am Sitzplatz wie Anzeigen im PSU oder in der Rücksitzlehne (Videoscreen) sind weitere klappbare Screens in der PSU Zone oder in den Gangbereichen oberhalb der Kopfhöhe zu nennen.

Zusätzliche **Bildschirme oder Projektionsflächen** auf den Zwischenwänden oder Monuments ergänzen die Passagierinformation.

Die zukünftigen **zusätzlichen Elektronik-Geräte wie Lap top, DVD Player, Hand Palm oder Handy** ergänzen den Passagierkomfort.
Diese passagierbezogenen Geräte bedingen aber eine entsprechende Ausstattung und Abschirmung der Kabinensysteme.

4.1 Optionale Kabinenelektronik

Im Rahmen der zukünftigen Kabinenentwicklung wird immer mehr eine kundenbezogene,
Optionale Kabinenelektronik erforderlich werden.
Dazu zählt das **„elektronische Placarding“,** sowie **die individuelle Passagieransprache** am Sitz und eine direktere Informations- und Sicherheitsansprache in allen Räumen (Lavatories, Arbeits- und Ruheräumen, Bar und sonstigen Funktionsräumen an Bord.

Crew und Bordpersonal: – Inflight Elektronik für die erweiterten Aufgaben an Bord