

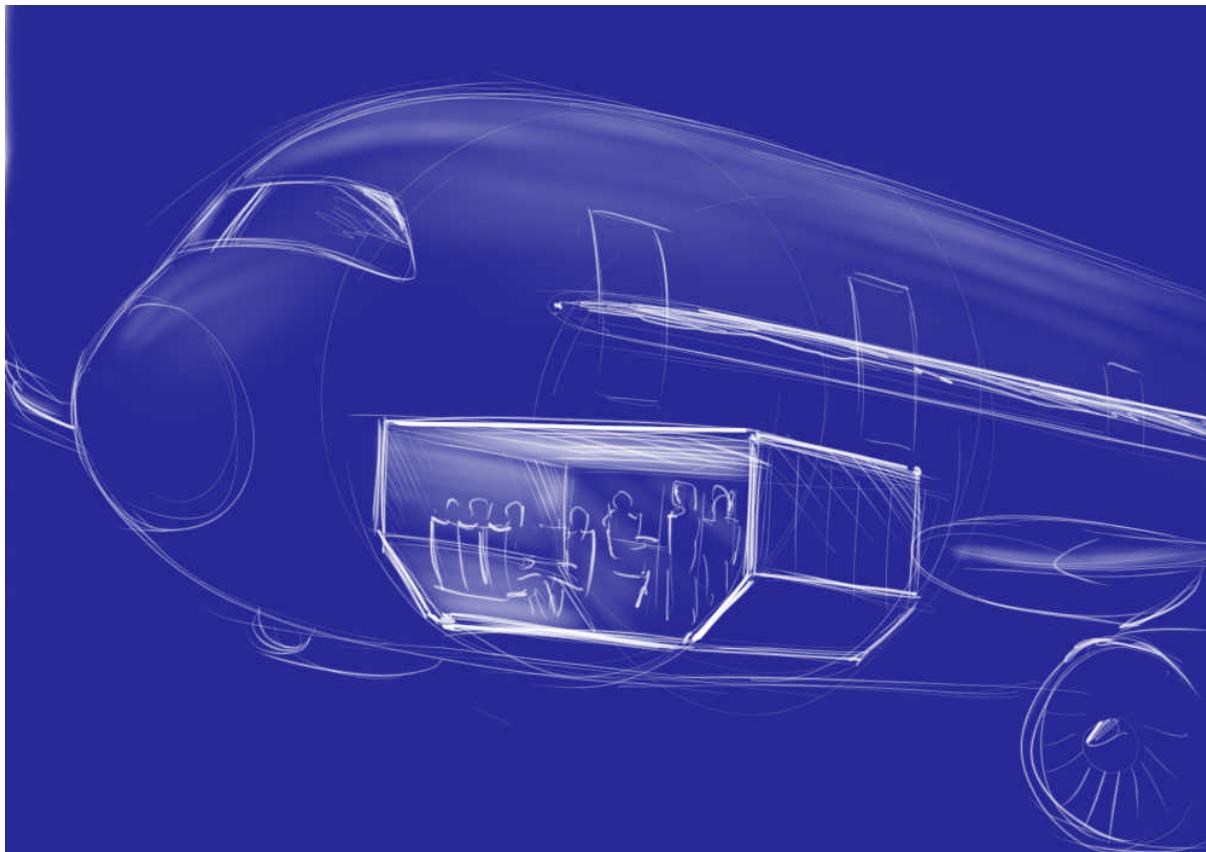
# FLUGZEUGKABINE - UNTERFLUR

## - Neue Nutzungs-Konzepte für den Bereich Unterflur in Widebodies and Largebodies

Prof. Dipl. Designer Werner Granzeier

**HAW Hamburg**

Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau



### 1. Einführung

Seit Beginn der Zeppelin Aera und der ersten doppelstöckigen Flugboote (DoX, Short, Sunderland, Martin M 130, und BOEING 314) sowie die großen Passagierflugzeuge der 20 und 30 Jahre

(Brequet 736, Blohm + Voss BV 238) wurden Unterflur-Räume genutzt.

Die nachfolgenden Flugzeuggenerationen erhielten Unterflur - Frachträume, welche später mehrfach benutzt wurden. (B747 – DC10 – MD-11 – L1011 - A300 / 310 / 340 / 350 – IL 86 – IL96 – B 747-8 - B777 – B 787 - A380). Im unteren Deck entstand großvolumiger Frachtraum zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit dieser neuen Widebody-Generationen.

Durch wechselnde Auslastung wurde das Unterflur Volumen für neue und zusätzliche Nutzungskonzepte entdeckt. In der ersten Generation wurden Bars, Galleys, Crew Schlafräume und später Lavatories entwickelt und eingebaut. (Bild1)



Bild 1: BOEING 377 STRATOCRUISER 1940

Durch die nicht immer ausreichende Stehhöhe und durch nicht immer glückliche Treppen- oder Aufzugslösungen konnte sich bisher eine Marktakzeptanz noch nicht durchsetzen.



Bild 2: CONVAIR 90 – Doppelstock Kabine

Nachfolgend wird aufgrund der historischen Entwicklung der gegenwärtige Stand und zukünftige Konzepte präsentiert.



Bild 3: Unterflur Sitzgruppe mit Screenfenster

### **1. Unterflur, allgemeiner Überblick**

Die technische und ergonomische Komplexität moderner Unterflur Räume (Bild 3 und 4) lässt sich heute durchaus mit anderen Kabinenschwerpunkten wie Crew rest areas, Galleys, Lavatory Systeme und VIP Areas vergleichen.

In allen Flugzeugkabinen müssen Unterflur-

Räume den wesentlichen Ergonomischen, funktionalen und gestalterischen Anforderungen und Zertifizierungsvorschriften entsprechen. Innerhalb der grundsätzlichen Position ist das Fehlen der Kabinenfenster ein erhebliches Entwurfs-kriterium.

Unter Berücksichtigung technischer Rahmenbedingungen (Leichtbau – Crash-Sicherheit – Reinigung – Beanspruchung – Service), neuer Technologien (LED Beleuchtung – Kommunikationssysteme – Nano Oberflächenbeschichtung – Akustikkomfort – Klimaführung) und Benutzeremotionen stellt die Nutzung erhebliche Anforderungen an Hersteller und Airlines.

Insgesamt sind die ursprünglich konzipierten Unterflur Räume für LD3 Container ausgelegt, sodaß eine ungenügende Raumhöhe von z.T. unter 2000 mm vorhanden ist. Strukturänderungen im Zentralbereich /Mittelgang kann die notwendige Kopfhöhe gewährleisten.

Die Basis für die Empfehlungen und Vorschläge bilden Ergebnisse aus dem Luftfahrtforschungsprogramm LUFO 3-KATO mit Airbus Cabin Research, Dipl. Ing. O. Döbertin.

HAW Kabinenuntersuchungen für Airbus A330, 340, 350, sowie A 380 cabin research studies, weitere Projektbeispiele und Forschungsarbeiten für HAW BWB AC20.30 Kabinen-Konzepte. (Bild 3)



Bild 4: Unterflur Service A340-500

### **2. UnterflurRäume in Passagierkabinen**

#### **2.1 Design Kriterien für Unterflur-**

## räume:

- Ergonomischer Höchststandard für alle MMS (Mensch-Maschine-Schnittstellen) unter Berücksichtigung der Wahrnehmungsgewohnheiten und Verhaltensweisen, Sicherheitsbedürfnisse und emotionaler individueller Verhaltensmuster innerhalb der „Underfloor-Räume“ ohne direkte Fenstersicht..
- Klare und eindeutige Information der Funktionen in der Kabine bezüglich Treppen oder Aufzüge.
- Besondere Designkriterien und Ansprüche an Formen, Flächen, Farben und optimierte Produktgrafik in allen Bereichen.
- Höchste Designqualität durch Betreuung der Entwicklung, Konstruktion und Produktion aller Details vom ersten Entwurf bis zur fertigen Kabine.
- Höchster Standard für Akustik und Klimaführung als Ergänzung zum Designfaktor Passagierkomfort in den Unterflur-Räumen .
- Besondere Massnahmen hinsichtlich fehlender Fenster durch Screens, Bild- und Flächengestaltung der Wände.
- textarme visuelle Kommunikation (Logos, Signets und eindeutige Funktions-erklärungen) sind allgemeine Forderungen mit höchster Priorität für alle Sicherheits-maßnahmen, Notevakuierung und Vermeidung von Klaustrophobie.
- Komplexere Anforderung entstehen bei allen Unterflur-Räumen durch die Benutzung der behinderten Passagiere.
- Weitere Nutzungs- Schwerpunkte sind Lavatories für weibliche und männliche Passagiere, sowie Urinals für männliche Passagiere. (Bild 4)



Bild 4: „Unterflur Sanitär und Relaxzone mit Duschen, Fitness- und Kommunikationszonen in zukünftigen BWB Flugzeugkonzepte

### 3. Ergonomie und Funktionskonzepte

Innerhalb des Gestaltungsprozesses im General Layout einer Kabine werden aufgrund der technischen, funktionalen und ergonomischen Bedingungen, Vorschriften und Bauanordnungen die Positionen der Nutzungsfunktionen geplant.

Insbesondere Unterflur-Räume mit entsprechender Nutzung, bzw. Veränderung des Maindeck-Layouts können das Basis Gesamt-Layout des gesamten Flugzeuges positiv beeinflussen.

So kann die Verlagerung von Galleys und Lavatories zu zusätzlicher Sitzkapazität im Main deck führen.

Diese Veränderungen führen zu direkten ergonomischen Auswirkungen auf Passagiere und Crew bezüglich Arbeitsplatzgestaltung, innovativer Raum-Nutzung und neuer Unterflur-Kabinen-konzepte.

Zugangsuntersuchungen für Senioren, Kinder und behinderte Passagiere sind erforderlich. Gleichzeitig werden zusätzliche Überwachungsfunktionen und Service durch die Crew notwendig.

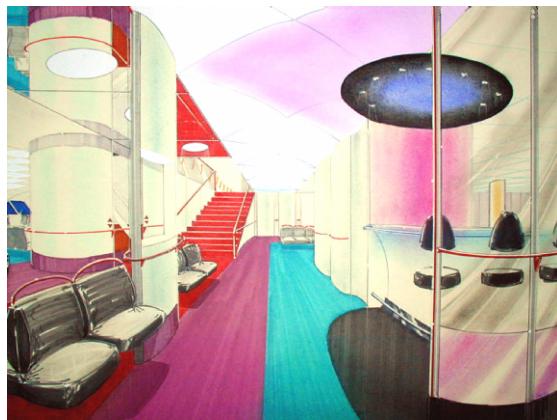


Bild 5: „Unterflur Bar- und Relaxzone mit Sanitär, Fitness- und Kommunikationszonen in zu-künftigen BWB Flugzeugkonzepten“

Neben der rein funktionalen Einordnung in die Rumpfstruktur (Wasser, Abwasser, Elektrik, Klima, Kommunikation, Security/Safety) werden alle Aspekte der Auswirkungen auf den Passagierkomfort, die Passagiersicherheit und die Servicebeziehungen Crew-Passagier einbezogen.

Die gesamte Kabinenkonfiguration wird auf den jeweiligen Kunden abgestimmt und vorbereitet.

Die Zertifizierungsvorschriften engen die Nutzung bei Start und Landung ein. (Sitznutzung bei Start und Landung noch nicht gestattet – Bild 6.)



Bild 6: „Unterflur Raumkonzept mit Sitzen“

#### 4. Zugang vom Hauptdeck

Nach Definition aller Parameter, Kriterien, Vorschriften und Kundenwünsche werden erste Designkonzepte für unterschiedliche Treppenaufgänge ergonomisch untersucht und visualisiert.

Neben den verschiedenen Treppentypen werden auch Aufzugslösungen projektiert.

#### 5. Licht und Raumwahrnehmung

Die komplexe Licht Gestaltung und funktionale Entwicklungen neuer Leuchtmittel wie LED und Leuchtfolien werden in „Ergonomic Experimental Mock up“ in 1:1 bearbeitet und effizient untersucht.

Durch die besondere Raumsituation der begrenzten Raumhöhe sind besondere Anforderungen an die Lichtarchitektur erforderlich.

Konventionelle Licht-Anordnungen wie in der Main Cabin sind nicht realisierbar.

Extrem flache Einbaumaße erfordern neue Anordnungen von Leuchtstoff-Röhren und LED Leuchtmitteln. (Bild 8 und 9)

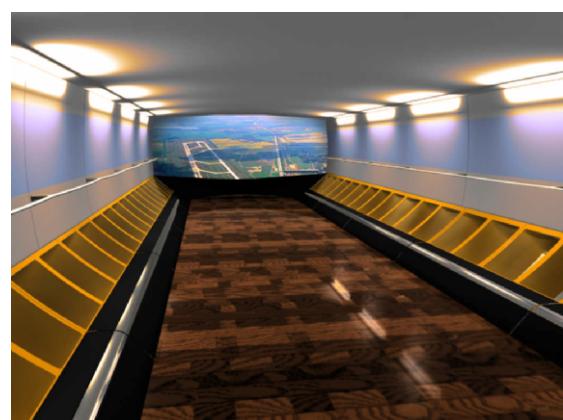


Bild 8: „Unterflur Lichtkonzept mit Leuchtstoffröhren“



Bild 9: „Unterflur Lichtkonzept mit extrem flachen LED Reihen“

Besondere Herausforderungen werden an Crew Arbeitsräume im Unterflur gestellt.

Die erschwerten Arbeitsbedingungen im Unterflur Raum ohne Aussensicht und typischer Langstreckenflug-Belastung erfordern sorgfältige Lichtplanung und-Einsatz.

## 6. Passagierkomfort

- Definition nach FAR/JAR 25
- Eindeutige und klare Baustrukturen und optimierte ergonomische Funktionen und Sicherheitsitems ( Rauchmelder, Oxygenmasken, Notruf, Kommunikation)
- Ergonomische Farb- und Oberflächendefinition (Neutrales Raumlicht, CI spezifisches Kundenlicht, Farb- und Stimmungslight. Spiegelflächen als Raumdesignelement, Reinigung, Verschmutzungsprävention)
- Kundenspezifische Raumgestaltung für besondere Passagiergruppen (Male-Female - Ethnische Gruppen, Senioren, Kinder)
- Integration aller heutigen und zukünftigen Kommunikationsmedien im Rahmen des zu verbessernden Passagierkomforts.
- Gestalterische Maßnahmen gegen die geringe Raumhöhe



Bild 10: Restaurant Konzept



Bild 11: Sitzgruppe – längs zur Flugrichtung



Bild 12: Hotelraum mit 4 Sitz/Betten

Nachfolgend werden einige Beispiele aus Brainstormingphasen, Entwicklungsprozessen oder aus Projektarbeiten von Firmen und Hochschulen präsentiert.  
Folgende Beispiele sollen Diskussionen anregen und mögliche Innovationsimpulse geben:



Bild 13: Tiertransportraum mit „Hundeklo“

Die unterschiedlichen Nutzungsideen basieren auf Marktbeobachtungen, Kundenerwartungen, auch aus anderen Verkehrsträgern wie Hochgeschwindigkeitszügen, Schnellfähren, Reisebussen und Aerofoils.

Zu den besonderen Serviceangeboten im Unterflurraum können neu Sanitär- und Lavatory Ideen zählen. In Zusammenarbeit mit Universitäten und Firmen sind Touchless Lavatories entstanden, die an direkte Verhaltensweisen arabischer und asiatischer Passagiere angepasst sind. Durch Nutzung im Unterflurraum kann den Bedürfnissen dieser Passagiergruppen entsprochen werden. (Bild 14)



Bild 14: Touchless Lavatory für unterschiedliche Passagiergruppen.

#### **9. Machbarkeitsstudie Large Widebodies**

Im Rahmen verschiedenster innovativer Maßnahmen und Studien in verschiedene Forschungsprojekten wurde ein Unterflur-Konzept im Cabin research center in Hamburg realisiert.

Neben innovativen Zugangsuntersuchungen wurden neuen, innovative Lichtenordnungen realisiert (Bilder 15, 16 und 17).



Bild 15 : 3D Entwurfsdarstellung



Bild 16: Lichteinbau im Original Mock up



Bild 17: Lichteinbauten mit Sitzgruppe  
Zu den neuen Passagierattraktionen zählen

bodennahe Fenster, die eine direkte Sicht auf die überflogenen Gegenden ermöglichen. Dadurch wird der Unterflur zu einem attraktiven Angebot für alle Passagiere und ermöglicht ein Reise-erlebnis, ähnlich dem Reisen in früheren Luftschiffen. (Bilder 18, 19 + 20)



Bild 18 : 3D Entwurfs mit Bodenfenstern und Ceilingprojektion



Bild 19 : 3D Entwurfsscenario



Bild 20: Funktions mock up, 1:1  
**10. Unterflur mock up, 1:1**

Innerhalb unterschiedlicher Aufgabenstellungen wurde das experimentelle Mock up erstellt und in verschiedenen Untersuchungen für innovative Passagier-komfort -Konzepte genutzt. (Bilder 21 - 26 )



Bild 21: 3D mock up Entwurf



Bild 22: 3D Ansicht Restaurant mit Bodensicht



Bild 23: Funktions mock up, 1:1

Zu den Ergebnissen der verschiedenen Untersuchungen gehört eine Kombination unterschiedlicher Designkonzepte, wie seitliche Screens, Vitrinenanordnungen, Fenstersicht

nach unten und weitere Experimentelle Versuchsreihen zur Passagierakzeptanz



Bild 24: Funktions mock up mit Sitzgruppe

### 11. Innovativer Passagierkomfort – Bodensicht

Das Designkonzept der neuen Unterflur-Nutzung soll die Aussensicht mit attraktiver Bodensicht verbinden und somit ein völlig neues Flugerlebnis ermöglichen.

Diese Ideenkonzeption ermöglicht zusätzlich attraktive Nutzung des Unterflurraumes und kann Passagiergruppen wie Kinder, Erstflieger und Vielreisende eine ungewohnte Attraktion bieten. Durch verschiedene Projektionsmedien soll eine experimentelle Anwendung der Bild-, Text- und Multimediaanwendungen erprobt werden.



Bild 25: Funktions mock up



Bild 26: Funktions mock up, 1:1



Bild 27: Funktions mock up, Gesamtansicht



Bild 28: Funktions mock up, Panel mit Screens

## **12. Empfehlungen für zukünftige Unterflur-Nutzungen**

Durch die intensive Auseinandersetzung mit der Unterflur-Raumnutzung konnten innovative Nutzungen und Ideenkonzepte ermittelt werden. Der gesamte Unterflur Raum bietet ein neues innovatives Nutzungspotenzial:

- Neue Sanitärkonzepte: Mens and ladies lavatories, Handicapped lavs, Duschen, Wellness und Medical rooms.
- Galley Systeme, Catering Bevorratung, Self Service cargo.
- Abfall Komprimierung, Abfall Sortierung, Abfall Entsorgung.
- Passagierangebote: Kindergarten, Wellness, Medical und Ruhe/Gebetsräume.
- Business-Conference, Banking, Multi-media, Entertainment/Spiele.
- Aussichtsplattformen, Restaurant, Lounge

Wenn zukünftig durch geeignete Strukturmassnahmen und Modifizierung der Zertifizierungsvorschriften eine zusätzliche Nutzung bei Start und Landung ermöglicht werden würde, kann der Unterflur Raum als zusätzliche Nutzungsvariante bei neuen Flugzeugkonzepten angeboten und genutzt werden.

Die Kabinengesamtkonzepte können den zukünftigen Anforderungen nach noch umfassender Modularisierung und schnellster Änderung der Kabinenutzung, auch während Boarding und Deboarding , entsprechen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Ergebnisse aus LUFO 3 zu innovativen und realisierbaren Ergebnissen geführt haben, die in unterschiedlichen Flugzeugtypen realisiert werden können.

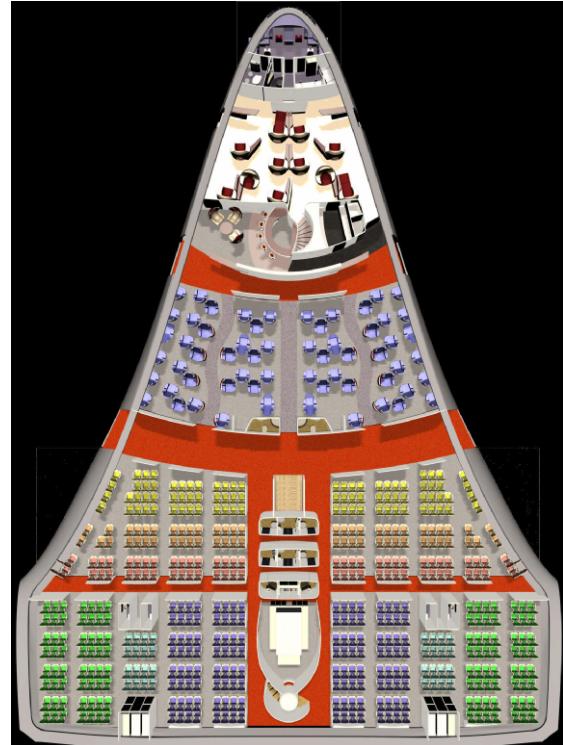


Bild 29: BWB Cabin Layout Main Deck mit 4 Zugängen / Aufzügen zum Unterflur Deck.

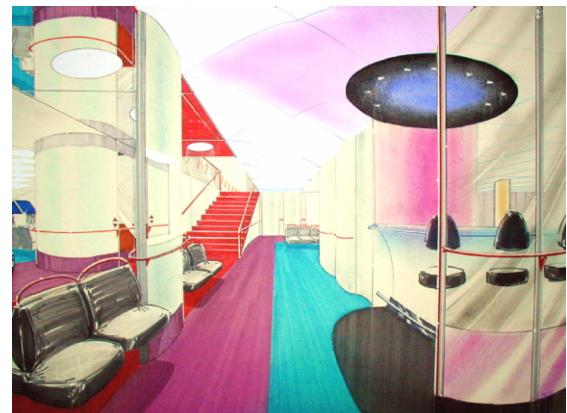


Bild 30: BWB Cabin Proposal Unterflur Deck mit Bar, Sanitärräumen und Lounges.

## **13. Quellenangaben**

- Fotos und Zeichnungen ohne Angaben vom Verfasser
- Foto 5 HAW, Prof. Granzeier

Fotos 8, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 34 von iDS Hamburg

Copyright 8/2006 Prof. Werner Granzeier, HAW