DER WANDEL VON PASSAGIERANFORDERUNGEN UND DER EINFLUSS AUF DAS KABINENDESIGN DER ZUKUNFT

F. Reimer

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Systemarchitekturen der Luftfahrt, Hein-Saß-Weg 22, 21129 Hamburg, Deutschland

Abstract

Für Flugzeughersteller und Fluggesellschaften gilt das Kabinendesign als ein zentrales Aushängeschild gegenüber dem Fluggast und ist ein wesentlicher Einflussfaktor für die Außendarstellung und die Wettbewerbsfähigkeit. Im Bereich der Luftfahrtforschung rückt die Entwicklung neuartiger Designkonzepte für die Kabine zunehmend in den Vordergrund, da wachsende Passagierzahlen im Kurz- und Langstreckenbereich einen höheren Anspruch des Fluggastes an sein Kabinenumfeld und das Flugerlebnis erzeugen. Um ein positives Reiseerlebnis zu gewährleisten, müssen zentrale Anforderungen und Bedürfnisse seitens des Fluggastes erkannt und erfüllt werden. Durch unterschiedliche Einflüsse aus der Gesellschaft wie dem demografischen Wandel, einem gesteigerten Umweltbewusstsein und dem kulturellen Einfluss schnell wachsender Industrienationen werden jene Anforderungen jedoch stark beeinflusst. Somit entstehen zahlreiche Herausforderungen, die bereits im frühen Entwicklungsstadium einen entscheidenden Einfluss auf das Endprodukt haben können. Das Kabinendesign muss demnach so gewählt werden, dass die zentralen Anforderungen des Fluggastes erfüllt oder sogar übertroffen werden. Bei einem Einsatz der Flugzeugkabinenausstattung von bis zu sieben Jahren müssen zudem auch künftige Trends und angepasste Anforderungen beachtet werden, um das Produkt auch für einen längeren Zeitraum interessant zu gestalten. Dabei wird der Anforderungswandel von Fluggästen an sein Kabinenumfeld beschrieben und mit Blick auf gesellschaftliche Einflussfaktoren bewertet. Auf Grundlage dessen werden unterschiedliche Designkonzepte für die Flugzeugkabine der Zukunft identifiziert, die zur Erfüllung jener Anforderungen entscheidend beitragen können.

Keywords

Kabinendesign; Demografie; Umwelt; Kultur; PRM; Flexibilität; Modularität; Komfort; Passagiererlebnis

1. EINLEITUNG

In der heutigen Zeit stellt die Flugreise ein alltägliches Fortbewegungsmittel dar. Während die Zahl der Flugreisenden aktuell bei etwa 4,1 Mrd. liegt, deuten nahezu alle Prognosen im Bereich der Luftfahrt darauf hin, dass der Flugverkehr sowie die Passagierzahlen in den kommenden Jahren stetig ansteigen [1]. Nach Aussagen der International Air Transportation Association (IATA) ist bis zum Jahre 2035 schätzungsweise mit einer Verdopplung der weltweiten Flugzahlen auf bis zu 8,2 Mrd. zu rechnen, Tendenz steigend [2]. Dieses Wachstum birgt einerseits ein hohes wirtschaftliches Potential für Fluggesellschaften, führt jedoch im Zuge der Konkurrenz und wachsenden den veränderten Ansprüchen der Flugreisenden auch zu zahlreichen Herausforderungen.

Im Fokus dieser Herausforderungen steht dabei besonders die Flugzeugkabine. Flugreisende halten sich hier während der gesamten Flugdauer auf, sodass die Kabine einer Vielzahl von ästhetischen wie funktionellen Anforderungen entsprechen muss. Das Design der Kabine ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor und kann einen hohen Einfluss auf die Zufriedenheit und Wahl der Airline künftiger Fluggäste haben [1]. Zu Beginn werden zentrale Methoden vorgestellt, die für Designprozesse in der Flugzeugkabinenentwicklung mit Fokus menschlichen Bedürfnisse genutzt werden können. Wesentliche Teilaspekte dieser Methoden werden für die weitere Ausarbeitung aufgegriffen. Auf Grundlage unterschiedlicher statistischer Erhebungen Untersuchungen werden in diesem Beitrag dann die wesentlichen Anforderungen des Passagiers an seine

Kabinenumgebung und an das Kabinendesign identifiziert. Dabei spielt zudem die Veränderung dieser Anforderungen innerhalb der letzten Jahre eine wichtige Rolle. Des Weiteren sollen äußere und gesellschaftliche Einflussparameter herausgestellt werden, die ausgehend von heutigen Kenntnissen einen entscheidenden Einfluss auf die künftigen Passagieranforderungen und somit auf das Kabinendesign der Zukunft haben können.

Ziel dieser Ausarbeitung ist die Darstellung eines Zukunftsszenarios, in dem unterschiedliche Lösungen und Themenschwerpunkte für ein Kabinendesign beschrieben werden, die zur Erfüllung zentraler Anforderungen des Fluggasts der Zukunft beitragen können. Allgemein wird eine Flugzeugkabine bis zu 7 Jahre eingesetzt, die Lebensdauer eines Flugzeugs kann bis zu 28 Jahre betragen. Daher soll mithilfe der vorliegenden Arbeit eine Verbindung zwischen Anforderungen, Innovation und disruptiven Trends in der Flugzeugkabine hergestellt werden. Dabei wird ein Ansatz gezeigt, wie künftige Entwicklungsprozesse vereinfacht- und Designprozesse im Bereich der Flugzeugkabine stärker auf die Anforderungen künftiger Flugreisender abgestimmt werden. Letztendlich können kostenintensive Änderungen im späteren Entwicklungsprozess verhindert und ein langfristig erfolgreiches Produkt gewährleistet werden. Für die Forschungsaktivitäten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt soll die vorliegende Ausarbeitung ein grundlegendes Wissensspektrum im Bereich der Kabine Zukunft schaffen und das Miteinbeziehen menschlicher Bedürfnisse in den Designprozess stärken.

2. VORSTELLUNG ALLGEMEINER METHODEN

Im Bereich des Designs von Produkten spielen Intuition, Kreativität und Expertise eine große Rolle, was die systematische Anwendung von Methoden in der Vergangenheit eher in den Hintergrund rücken ließ.

Mit der zunehmenden Anpassung des Produktentwurfs an soziale-, wirtschaftliche und menschliche Faktoren stiegen jedoch die Anforderungen an den Designprozess. Im Zuge einer steigenden Komplexität und der wachsenden Zahl technischer Möglichkeiten wurden unterschiedliche Trend Methoden wie die Analysis oder das Contextmapping entwickelt, um das Design im Bereich der Flugzeugkabine zu vereinfachen [3].

Mit Blick auf gesellschaftsbedingte Änderungen von Passagieranforderungen ist die Trend Analysis ein hilfreiches Mittel. Diese Methode erlaubt es, aktuelle und sich ändernde Präferenzen von Menschen zu erfassen. Gleichzeitig können künftige Einflussfaktoren Bereichen der Wirtschaft, Politik und Technologie identifiziert werden. Zentrale Fragestellungen sind dabei unter anderem: Welche Entwicklungen sind im Bereich der Gesellschaft, der Wirtschaft und der Technologie in den nächsten drei bis zehn Jahren zu erwarten? Inwiefern beeinflussen sich diese Entwicklungen gegenseitig? Inwiefern blockieren sich die Faktoren gegenseitig? Wie beeinflussen die Trends die Strategie eines Unternehmens? Welche Risiken und welche Chancen entstehen daraus?

Die grundlegende Vorgehensweise der Trend Analysis ist in Bild 1 zu sehen.



Bild 1: Vorgehensweise Trend Analysis [3]

Nachdem eine Vielzahl von Trends aus unterschiedlichen Quellen gesammelt wurde, werden diese in der Regel zu den Kategorien Demografie, Wirtschaft, Umwelt, Politik, Sozialwesen und Technologien sortiert. Nachdem ähnliche Trends zusammengefasst und überflüssige entfernt wurden, folgt die Anforderung einer Trendpyramide.

Das Contextmapping ist eine weitere Methode, die besonders in der Phase vor der Konzeptausarbeitung im Design verwendet wird.

Dabei steht der Nutzer im Vordergrund, der als Experte seitens des Nutzers und dessen Meinungen und Anforderungen in den Designprozess involviert werden. Mithilfe dieser Methode kann ein tieferes Verständnis für den Nutzer und die Nutzerperspektive erzeugt werden, um Problemstellungen und Potentiale beim Entwurf neuer Produkte oder Konzepte schneller zu erkennen.

Da die Durchführung der beschriebenen Methoden den Umfang der vorliegenden Arbeit übersteigt, wird eine Kombination einiger Elemente der aufgeführten Methoden angestrebt, um wesentliche Bedürfnisse aus heutiger Sicht zu beschreiben und künftige Trends zu identifizieren. Die wesentlichen Schwerpunkte bei der Ausarbeitung sind im folgenden Schaubild zu sehen.

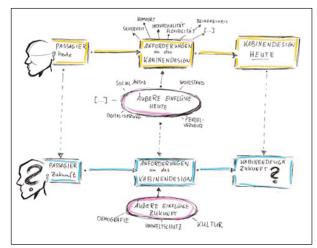


Bild 2: Exemplarische Schwerpunkte bei der Bearbeitung

Zunächst werden dabei die Anforderungen herausgestellt, die grundlegend für die Entwicklung und das Kabinendesign von heute sind. Zusätzlich werden drei zentrale und gesellschaftliche Themenschwerpunkte untersucht, die künftige Anforderungen im Flugzeugdesign prägen könnten.

In Anlehnung an die Trend Analysis werden somit die Schwerpunkte Demografie, Umwelt und Kultur untersucht. Im Anschluss folgt eine Beschreibung aktueller Trends für die Flugzeugkabine und das Design der Zukunft, die den möglichen Anforderungen künftiger Passagiere entsprechen könnten.

3. AUSGANGSLAGE – PASSAGIERANFORDERUNGEN HEUTE

Eine jährlich durchgeführte Verbraucherumfrage des Bundesverbands der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL) deutet einen Rückgang der Kundenzufriedenheit zwischen den Jahren 2014 (90 Prozent) und 2018 (83 Prozent) an (Bild 3).



Bild 3: Verbraucherumfrage des BDL zur Kundenzufriedenheit im Flugzeug, Gesamtstichprobe von 1000 bis 2.360 Probanden per Telefoninterview [4]

Die Voruntersuchungen des BDL zeigen hierbei, dass allgemeine, zeitliche sowie organisatorische Faktoren besonders wichtig sind. Hierzu gehören schnelle Verbindungen, günstige Ticketpreise oder eine effiziente Gepäckabfertigung. Blickt man auf den Bereich der Kabine wird deutlich, dass besonders die Faktoren Sauberkeit (96%), das Sicherheitsgefühl (96%) sowie der Komfort der Sitze in der Kabine (87%) bei einer Flugreise als besonders wichtig bewertet werden [4].

Forschungen der IATA aus dem Jahr 2018 zur Folge spielen besonders geringe Wartezeiten eine große Rolle für die Kundenzufriedenheit [2]. Mehr Platz in der Kabine sowie ausreichende Gepäckfachkapazitäten könnten die Wartezeiten laut Passagierbefragungen reduzieren. Auch die Nutzung elektronischer Medien während des Fluges spielt eine große Rolle. Der Passagier möchte Geräte und Elektronik aus dem Alltagsgebrauch auch während des Flugs nutzen können und setzt eine Internetverbindung unterwegs voraus. So sind das Versenden von E-Mails, die Nutzung des Internets, Messenger und Soziale Medien während des Fluges besonders wichtig. Für Fluggäste gewinnt zudem zunehmend die Nutzung von Bildschirmen im Bereich des wird Sitzes an Bedeutung. Dies von den Befragungsergebnissen der BDL zwischen 2013 und 2018 gestützt, bei denen ein Anstieg der Zustimmungswerte besonders im Bereich der Internetnutzung und dem Versenden von Textnachrichten (SMS, Whatsapp) zu beobachten ist.

3.1. Komfort und Erlebnis

Während im Fahrzeugbereich das passagierbezogene Design schon immer grundlegend war, wurde das Kabinendesign in der Luftfahrt bisher traditionell eher durch funktionelle, sicherheits- sowie qualitätsspezifische Faktoren geprägt. Mit der wachsenden Konkurrenz für Airlines spielen der Mensch und sein empfundenes Umfeld jedoch zunehmend eine Bedeutung.

Demnach ist die Verbindung zwischen dem Kabinendesigns und den Begriffen Komfort und Passagiererlebnis (Passenger Experience) eine wichtige Rolle (Design for Comfort).

Diese Schlüsselfaktoren sind allgemein im Entwicklungsprozess neuartiger Kabinenkonzepte essentiell und können heute wie auch in Zukunft entscheidend für eine höhere Kundenbindung und eine konstante Wettbewerbsfähigkeit sein.

3.1.1 Der Passagierkomfort

Richards (1980) beschreibt den Passagierkomfort als Schlüsselfaktor für die Akzeptanz von Transportsystemen und ist eng verknüpft mit der Passagierbegeisterung, dem Passagiererlebnis und dem daraus resultierenden Wunsch, ein System noch einmal zu nutzen [5].

Nach Herzberg (1958) ist unter dem Begriff Komfort allgemein die Abwesenheit von Diskomfort zu verstehen [6].

Im Luftfahrtkontext ist Reisekomfort nach Hall et Al (2013) einerseits von akustischen und thermischen Faktoren abhängig. Andererseits wird eine komfortable Flugzeugkabine häufig mit einem optisch ansprechenden Kabinendesign verbunden [1].

Grundsätzlich ist der Begriff Komfort ist sehr vielseitig definiert. So steht nach De Looze et al. (2003) [8] vor allem die Subjektivität des Komforts im Vordergrund. Jeder Mensch empfindet sein Umfeld anders, sodass die Einhaltung vieler Komfortparameter wichtig ist, um ein angenehmes Umfeld für den Fluggast zu schaffen. In der wissenschaftlichen Literatur werden neben der Subjektivität auch die physiologische, psychologische und körperliche Harmonie zwischen dem Menschen und seinem Umfeld beschrieben (Vinck, 2011) [7]. Nach Vink verbinden viele Menschen das Interieur Design und die

optischen Faktoren mit dem Komfortbegriff. Parameter wie die Beinfreiheit und Hygiene aller Kabinenbereiche sind dabei grundlegend.

3.1.1 Das Reiseerlebnis (Passenger Experience)

Nach A. Hall (2013) gehört die Flugzeugkabine zu den sogenannten Consumer Products, bei denen der Mensch und die Verbindung zum Produkt im Mittelpunkt stehen. Schlüsselfaktoren für ein erfolgreiches Kabinendesign sind dabei Innovationen im Bereich des Kabinendesigns, die vordergründig von Kundenanforderungen und dem Reiseerlebnis des Passagiers (Passenger Experience) definiert werden [1].

Unterschiedliche Modelle (De Looze et al., Vink & Hallbeck, 2012) konnten in der Vergangenheit die Wichtigkeit von Erwartungen und dem Reiseerlebnis in der Flugzeugkabine darstellen [8]. Dennoch gibt es in der Forschung noch wenige Studien, die den tatsächlichen Zusammenhang zwischen dem erwarteten, dem tatsächlichen Reiseerlebnis und den resultierenden Komfort beweisen.

Nach Kano (vgl. Bild 4) lässt sich die Kundenzufriedenheit in Abhängigkeit des Erfüllungsgrads der Anforderungen darstellen.

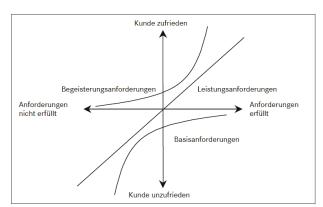


Bild 4: Kano Modell [10]

3

Neben den Basis- und den Leistungsanforderungen spielen Begeisterungsmerkmale eine gesonderte Rolle. Diese werden vom Passagier nicht explizit gefordert, können jedoch begeisternde Faktoren zu einer überdurchschnittlichen Kundenzufriedenheit und einem positiven Reiseerlebnis führen. Die Erfüllung der Basisund Leistungsanforderungen werden grundlegend vorausgesetzt.

In Verbindung hierzu steht die Forschungsarbeit von Ahmadpur et al. (2014), wo der Zusammenhang zwischen der Flight Experience in der Kabine und der psychologischen Wahrnehmung daraus dargestellt wird. Im Vordergrund stehen folgende Faktoren [10]:

- Peace of Mind: Zustand von Leichtigkeit/Freiheit in Verbindung mit Sicherheit, Ruhe und Entspannung
- Proxemics: Definiert sich in Verbindung zum Umfeld und durch den Wunsch nach Unabhängigkeit, Kontrolle und Privatsphäre im Bereich des Sitzes
- Begeisterung: Repräsentiert ein Erlebnis, sofern Grundbedürfnisse erfüllt sind

Asthetik: Sensorische Freude, die durch Sauberkeit, Qualität und Style gegenüber dem Passagier mithilfe der Kabine beeinflusst wird

Den Einfluss der Umgebung auf den Passagier erforschte McMullin (2013) [11]. Zentraler Gegenstand der Untersuchung war die Erforschung des Reiseerlebnisses und des empfundenen Komforts auf zwei identischen Sitzen in Verbindung mit zwei unterschiedlichen Deckenpanelen in einer Boeing 737. Das neue Dreamliner Interior führte dazu, dass der Sitz und das gesamte Reiseerlebnis als positiver bewertet wurden.

Begeisterung in Verbindung zum Begriff Komfort ist nach Ahmadpour et al. (2003) vor allem anhand von Faktoren wie Ästhetik im Bereich des Fluggastsitzes zu realisieren, was wiederum einen großen Einfluss auf den Gesamtkomfort des Passagiers haben kann [12]. Kremser et al. (2012) konnte feststellen, dass Freiraum im Sitzbereich ein Haupttreiber für ein positives Reiseerlebnis ist [13].

Allgemein lässt sich sagen, dass im Kabinendesign entscheidend dazu beigetragen werden kann, Passagiererwartungen zu erfüllen und ein gesteigertes Reiseerlebnis, Begeisterung und damit erhöhten Komfort zu erzeugen [8].

Erwartungen, Komfortempfinden, Begeisterungsmerkmale und das Reiserlebnis sind jedoch allgemein stark subjektiv geprägt, sodass die genaue Kenntnis der Nutzer und besonders der zukünftigen Nutzer von entscheidender Bedeutung ist.

4 PASSAGIERANFORDERUNGEN UND DIE KABINE DER ZUKUNFT

Für das Design einer Flugzeugkabine spielt das Miteinbeziehen von zukünftigen Trends und Wünschen seitens des Fluggasts eine wichtige Rolle. Für den Bereich der Forschung und Entwicklung stellt die Identifikation möglicher Einflussfaktoren frühzeitigen Stadium eine besondere Herausforderung Dabei können innerund außenpolitische Entwicklungen, technische Erneuerungen Erkenntnisse in der Wissenschaft beispielsweise einen erheblichen Einfluss auf das künftige Anforderungsprofil von Fluggästen haben. In der Literatur bewegen sich die Meinungen in unterschiedliche Richtungen. Aus heutiger Sicht ist zu vermuten, dass Themen wie demografische Wandel, ein verstärktes Umweltbewusstsein sowie der wachsende Einfluss neuer Industrienationen im asiatischen Flugzeugkabine der Zukunft entscheidend prägen können.

4.1 Demografischer Wandel und PRM¹

Ein Blick auf die demografische Entwicklung in Deutschland weist darauf hin, dass ein starker Anstieg des durchschnittlichen Bevölkerungsalters zu beobachten ist. Laut Prognosen des statistischen Bundesamtes könnte bis zum Jahr 2065 jeder Dritte über 65 Jahre alt sein. Grund hierfür ist die sinkende Geburtenrate bei einer gleichzeitig steigenden Lebenserwartung aufgrund einer verbesserten medizinischen Versorgung [14].

Global betrachtet gehört Deutschland mit deinem Durchschnittsalter der Bevölkerung von 44 Jahren zu einer der ältesten Nationen und liegt damit deutlich über dem weltweiten Durchschnitt von 29,6 Jahren. Auf einem ähnlichen Altersniveau befinden sich aktuell Nationen wie China, Griechenland, Spanien, Portugal und Japan. Ein besonderer Altersanstieg ist bis 2050 bei Südkorea (53,9 Jahre), Japan (53,3 Jahre), Singapur (53,0 Jahre) und China (52,7 Jahre) zu erwarten. Einer Untersuchung von Airbus zufolge sind 13 % der weltweiten Population älter als 60 Jahre, sodass dies im Jahre 2030 auf etwa 1,4 Milliarden Menschen zutreffen wird.

Der parallele und weltweite Anstieg von Flugreisenden in Verbindung zur demografischen Entwicklung führt dazu, dass künftig auch Flugreisende immer älter werden.

Diese Tatsache wird in Flugzeugkabinen heutzutage nur bedingt berücksichtigt, sodass altersbedingte oder allgemeine und körperliche Nachteile des Passagiers erschweren können.

Nach Morris & Verkatesh (2000) gibt es klare Unterschiede in der altersspezifischen Nutzung von technologischen Hilfsmitteln. Das Wissen dieser Unterschiede kann für den Entwurf zukünftiger Produkte von wesentlicher Bedeutung sein [15].

Nach Indraganti et al. (2019) sind ältere Menschen besonders tolerant im Bereich des thermischen Empfindens, während ihnen der akustische Komfort im Vergleich zu jüngeren Passagieren wichtiger ist [16].

Im Kontext dieser Thematik hat sich Hankovska (2018) mit dem zunehmenden Alter von Fluggästen und deren Folgen beschäftigt. Im Zuge einer Studie konnten altersspezifische Unterschiede und Gemeinsamkeiten festgehalten werden. Hierbei zeigte sich, dass der Faktor Freiraum besonders bei den älteren Gruppen wichtig ist [17].

Während bei den jüngeren Nutzergruppen 21-31 Jahre und 31-40 Jahre die Nutzung des Internets höher priorisiert wird, liegt eine höhere Priorität bei den älteren Gruppen bei der Stehhöhe in der Kabine. Gleichermaßen als wichtig wird bei beiden Altersgruppen das In-Flight-Entertainment (IFE) bewertet, gleiches gilt für die Informationsbeschaffung mittels Applikationen in Benutzeroberflächen.

Neben der wachsenden Zahl älterer und teils mobilitätseingeschränkter Passagiere müssen künftige Kabinenkonzepte auch die Reisebedingungen für Passagiere mit körperlichen- wie geistigen Behinderungen berücksichtigen und verbessern.

Weltweit gibt es geschätzt über 650 Millionen Menschen mit körperlichen Einschränkungen, die im Kabinendesign häufig nicht primär beachtet werden. Bei der Anzahl übergewichtiger Personen und dem Platzangebot ist zudem ein gegenläufiger Trend zu beobachten. Während vor allem in den wirtschaftsstarken Industrienationen immer mehr übergewichtige Personen leben, sinkt das Platzangebot in der Flugzeugkabine vor allem im Bereich kostengünstigerer Klassen. Künftige Flugzeugkabinendesigns und Funktionen müssen ein für alle Personengruppen gleichermaßen komfortablen Flug gewährleisten und für alle körperlichen Einschränkungen ausgelegt sein.

¹ Passenger with Reduced Mobility

4.2 Umweltaspekte

Umfrageergebnisse des Bundesministeriums für Umwelt weisen darauf hin, dass die Themen Nachhaltigkeit und Klimaneutralität zunehmend in den Fokus der Gesellschaft rücken. Dies gilt auch für Themen in der Mobilität. Im Rahmen der Umfrage konnte dabei gezeigt werden, dass vor allem jüngere Teilgruppen eher zu einer ausgeprägten Nachhaltigkeitsorientierung tendieren. Allgemein wird jedoch deutlich, dass der eigene Handlungsspielraum größtenteils als begrenzt bewertet wird und besonders der Bereich der Technologie hier eine wichtige Rolle einnimmt [20].

Grundsätzlich weisen die Umfrageergebnisse darauf hin, dass jüngere Personengruppen ein gesteigertes Verständnis für nachhaltige Themen haben und darin eine wesentliche Priorität sehen. National wie international spiegelt sich dieses Umdenken bereits auf politischer Ebene wieder, sodass nachhaltige Themen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die wirtschaftlich zunehmende Investition in nachhaltige Technologien (E-Mobilität, Grüner Strom) unterstreicht dabei diese Ausrichtung.

Demnach ist damit zu rechnen, dass der Passagier der Zukunft einen großen Wert auf eine möglichst klimaneutrale Mobilität legen wird.

In der Forschung und Entwicklung von Flugzeugen und Flugzeugkabinen bilden Themen aus dem Bereich Umweltaspekte ebenfalls einen wesentlichen Schwerpunkt. So werden beim Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt vermehrt alternative Antriebstechnologien und klimaneutrale Lösungsansätze in der Luftfahrt und in anderen Mobilitätssektoren erforscht.

Im Zuge dessen rücken Themen zur Nachhaltigkeit auch Kabinen, Kabinenmodulen Design von Monumenten in den Vordergrund. Bei der Wahl der verwendeten Materialien in der Flugzeugkabine wird dabei beispielsweise neben den funktionellen und ästhetischen Aspekten vermehrt ein Schwerpunkt auf die Nachhaltigkeit und Wiederverwertbarkeit gelegt. Auch das Gewicht der eingesetzten Materialien und Gesamtbauteile spielt dabei wesentliche Rolle, sodass zunehmend gewichtsreduzierende Bauteile für einen positiven Effekt auf den Gesamttreibstoffverbrauch entwickelt werden.

4.3 Kultureller Aspekt

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Definition des Fluggasts der Zukunft ist der Blick auf kulturelle Aspekte und das Wachstum neuer Nutzergruppen aus anderen Ländern.

Eine große Veränderung ist diesbezüglich besonders im asiatischen Raum zu beobachten. Mit 1,5 Milliarden Fluggästen im Jahre 2017 verzeichnete der asiatischpazifische Raum mit etwa 10 % den größten Anteil der weltweiten Flugreisenden im Vergleich zu den anderen Kontinenten [21].

Laut Prognosen von der Airbus Operations GmbH ist zu erwarten, dass bis 2035 vor allem China den größten Teil zum asiatischen Wachstum beiträgt und um das 3,5 - Fache ansteigt.

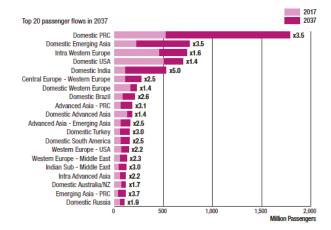


Bild 5: Prognosen zum weltweiten Passagierfluss-Wachstum 2017 bis 2018 [22]

Grund hierfür ist das anhaltende Wirtschaftswachstum und der damit verbundene Wohlstand der Bevölkerung. Im Zuge der wachsenden Anzahl neuer Flughäfen und der Zahl neuer Airlines im chinesischen Raum steigt zudem der Konkurrenzkampf, sodass Flüge bezahlbarer werden. Internationale Flüge sind aufgrund von großen Drehkreuzen im arabischen Raum zudem attraktiver und leichter zu erreichen.

Im Hintergrund dieses Wachstums ist eine Anpassung des Flugzeugkabinendesigns notwendig. Dies entspricht den Aussagen von Hall et al. (2013), wonach der Fokus auf dem kulturellen Einfluss der wirtschaftlich stark wachsenden *BRIC Länder*² wie z.B. China einen erheblichen Einfluss auf das künftige Design von Flugzeugkabinen haben werden [1].

Das Miteinbeziehen kultureller Faktoren, vor allem aus dem chinesischen Raum, ist daher notwendig.

Aufgrund des starken Wachstums des Luftfahrtmarktes im asiatischen Raum hat sich die Aalto Universität (Ilkka Kallonen, 2016) mit den resultierenden kulturellen Unterschieden und Anforderungen an die Flugzeugkabine befasst [23]. Als Schwerpunkt wurden hierfür die aktuellen wie künftige Bedürfnisse chinesischer Fluggäste identifiziert und herausgestellt. Die Ergebnisse basieren dabei auf Interviews mit Flugbegleiter-/innen aus dem asiatischen Bereich.

Dabei konnte herausgefunden werden, dass sich chinesische Fluggäste auffällig oft und lange während des Flugs bewegen. Hierfür wird der Sitzbereich, der Gang oder auch die Bordküche zum Bewegen oder Dehnen genutzt. Dies ist mit einem besonderen Gesundheits- und Körperbewusstsein zu erklären, das in der chinesischen aber auch in anderen asiatischen Kulturen wichtig ist. Bei chinesischen Erstfliegern als auch bei älteren Fluggästen zudem diverse Verhaltensregeln aber auch Funktionen an Bord oft nicht verständlich genug beschrieben, sodass Erklärungen und Anleitungen notwendig sind und oft fehlen oder missverstanden werden. Da in weiten Bereichen Chinas englische Anweisungen nicht verständlich sind, müssen Funktionen und deren Beschreibungen so eindeutig wie möglich sein. Auch die Möglichkeit zu schlafen ist für viele chinesische Fluggäste besonders wichtig, sodass eigene Decken und Kissen mitgebracht werden, um den Schlafkomfort sicherzustellen oder um Kälte vorzubeugen. Häufig stellt

©2019

-

5

² Abkürzung für Brasilien, Russland, Indien, China

der mangelnde Bewegungsraum im engen Sitzbereich oder die fehlende Verstellmöglichkeit der Rückenlehne ein Problem dar, weshalb sich viele Fluggäste in ihrem Freiraum gestört fühlen.

Ein weiterer Aspekt bei chinesischen Fluggästen ist laut Kallonen der Bereich des Gepäcks. Hierbei gibt es speziell in China häufig Problemstellungen während des Boarding-Prozesses, da das Gepäck optimaler Weise möglichst in der unmittelbaren Nähe der Fluggäste sein sollte. Das schnelle- und sitzplatznahe Verstauen sowie eine unmittelbar nach der Landung erfolgende Gepäckannahme sind besonders wichtig.

Eine wichtige Rolle spielt zudem der Faktor Hygiene in der Flugzeugkabine. Sowohl das Sitzumfeld des Passagier als auch der Gang und die Toilette müssen strengen hygienischen Standards von chinesischen Passagieren gerecht werden, um eine Wohlfühlatmosphäre zu schaffen. Die Verwendung von Pflanzen, hellen Farben, gespiegelten Elementen und warmen Lichtelementen sind hierbei gängige Mittel. Zusätzlich ist das Miteinbeziehen religiöser Aspekte in asiatischen Ländern wichtig. Dabei sind zahlreiche Religionen vertreten, bei denen religiöse Rituale auch in der Flugzeugkabine durchführbar sein sollten. Mit 26 % ist der Islam sehr weit verbreitet. Hierbei ist die Ausführung des sogenannten Salāt für Muslime verpflichtend. Das tägliche Ritualgebet muss festgelegten Zeiten fünfmal in Richtung Mekka durchgeführt werden und sollte daher auch während des Flugs möglich sein.

5 LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DAS KABINENDESIGN DER ZUKUNFT

Blickt man auf die aktuellen und primären Anforderungen von Fluggästen an das Kabinendesign, so stehen national wie international vor allem der Komfort, das Reiseerlebnis, Sicherheit und Hygiene im Vordergrund. Unterschiedliche Einflussfaktoren sorgen hierbei für eine mögliche Beeinflussung eines zukünftigen Anforderungsprofils, sodass Kabinenkonzepte der Zukunft diesen Bedürfnissen anders begegnen müssen.

Im Zuge unterschiedlicher Forschungsaktivitäten konnten bereits konzeptbasierte Lösungsansätze entwickelt werden, um der identifizierten Problemstellung entgegen zu wirken.

Im Folgenden werden die wesentlichen Trends und Konzepte aus den Bereichen Modularität und Flexibilität, Klassenvielfalt und Diversität, offene Bereiche, neuartige Sitzkonzepte und neue Materialien beschrieben.

5.1 Modulare- und flexible Raumkonzepte

Mit modularen und flexiblen Kabinendesigns könnte in Zukunft gewährleistet werden, dass schneller auf ändernde Anforderungen effektiver sich und Flugmissionen reagiert werden kann. Kabinenentwicklung rücken neue Rumpfstrukturen und die möglichen und neuen Bauräume stark in den Fokus neuartiger Kabinenkonzepte und Nutzungsmöglichkeiten. Eine zentrale Rolle spielen hier die Ansätze des Blended Wing Body (BWB) oder des Lower Deck Seating Konzepts.

Bild 6 zeigt ein exemplarisches Modell des Lower Deck Seating Konzepts von Airbus.



Bild 6: Lower Deck Seating Modularitätskonzept [24]

In einer Kooperation zwischen der Airbus Operations GmbH und Zodiac Aerospace wurde nach einer Möglichkeit gesucht, nicht genutzte Bereiche in der Cargo Area von Widebody Passagiermaschinen effektiver zu nutzen, Hierbei wurde mithilfe des Lower Deck Seating Konzepts eine Möglichkeit gefunden, eine Vielzahl unterschiedlicher Bereiche zu schaffen, die als ganze Module austauschbar sind. Neben normalen Sitzplätzen können hier Schlafmodule, Bar Bereiche oder Arbeitsplätze geschaffen werden.

Das Blended Wing Body Rumpfkonzept existiert bereits seit langer Zeit, rückt aber im Zuge verschiedener Untersuchungen und zahlreicher technischer Vorteilen immer wieder in den Fokus gegenwärtiger Forschungsaktivitäten. lm Rahmen Forschungsvorhabens NACRE konnten mithilfe gezielter Optimierungen eine Gewichtsreduktion, ein verringerter Treibstoffverbrauch, geringere Schallemissionen und zahlreiche weitere Vorteile ermittelt werden [25].

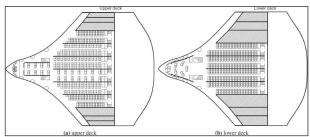


Bild 7: BWB Sitzlayout

6

Zusätzlich bietet die neuartige und verbreiterte Rumpfstruktur über zwei Decks zahlreiche Möglichkeiten, neue Flugzeugkabinenkonzepte zu realisieren. So können Klassen neu angeordnet-, Raumgrößen neu definiert- und völlig neue Bereiche genutzt werden [25].

Beispielhafte Sitzlayouts sind in Bild 7 abgebildet.

Allgemein lässt sich sagen, dass neue und vergrößerte Rumpfstrukturen eine passende Plattform bilden, um neuartige Kabinenkonzepte neben der klassischen Bestuhlung zu integrieren. Diese könnten wie im Beispiel des BWB fest eingebaut werden, oder wie im Lower Deck Seating Konzept als austauschbares Modul nach einem Baukastenprinzip genutzt werden.

Je nach Flugroute und Kundenkreis kann die Airline damit auf unterschiedliche Bedürfnisse, auf die kulturellen Unterschiede und körperlichen Einschränkungen der Flugreisenden eingehen.

Mit dem Thema des modularen und flexiblen Kabinenkonzepts befassen sich jüngste Konzeptforschungsaktivitäten des Deutschen Zentrums für und Raumfahrt (DLR). Unterschiedliche Lösungsvarianten zeigen dabei auf, wie Bauräume optimal genutzt werden können, um verschiedene Bedürfnisse zu erfüllen. Eine Variante für Schlafmöglichkeiten während des Fluges zeigt die Sleep Cabin Concept Variante (Bild 8). Modulare Schlafboxen in definierten Schlafbereichen können vor allem bei Langstreckenflügen eine Alternative darstellen, um zusätzlich Privatsphäre zu erhalten und während des Fluges zu schlafen. Dieses Konzept basiert auf dem sogenannten Sleeper Bus Layout (Schlaf Bus), welcher besonders im asiatischen Raum ein gängiges Fortbewegungsmittel auf längeren Strecken ist. Eine zusätzliche Ausstattung dieser Boxen mit OLED Screens, moderner Licht- und Entertainmentaustattung kann in Kombination mit Bewegungsraum in der Kabine eine Möglichkeit bieten, trotz eines Langstreckenflugs erholt zu reisen.

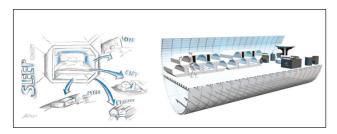


Bild 8: Sleep Cabin Concept DLR (2019)

Ein weiteres Konzept für eine innovative Raumnutzung bietet das DLR Open Space Konzept. Freie Bereiche können so als Bistrobereiche, offene Arbeitsplätze oder als Kinderbereiche genutzt werden (Bild 9).



Bild 9: Open Space/Business Cabin Concept DLR (2019)

Zudem können offene Bereiche gezielt verwendet werden, um den Bewegungsradius für Fluggäste während langer Flüge innerhalb der Kabine zu erhöhen.

Mit Blick auf religiöse Rituale ist denkbar, dass zusätzliche Bereiche gezielt als Gebetsräume umgestaltet werden, um für muslimische Fluggäste die Durchführung der Gebete zu ermöglichen. Ein Konzept für einen Gebetsbereich sowie eine Lösung zur rituellen Waschung ist in folgenden Bild 10 zu sehen.



Bild 10: Beispiel für einen Gebetsbereich [26]

In der Praxis gibt es bereits erste Umbaupläne von Airlines wie Malaysia Airlines. Speziell für Pilgerflüge nach Saudi Arabien sollen ganze A380 Flugzeuge genutzt- und mit Gebetsräumen ausgestattet werden [27].

5.2 Klassenvielfalt und Diversität

Jeder Fluggast hat andere Bedürfnisse und Erwartungen an seine Flugreise, an die Funktionen sowie das Design von einzelnen Elementen und der Gesamtkabine.

Um einen höheren Kundenkreis anzusprechen und unterschiedliche Passagieranforderungen zu erfüllen wird in der Luftfahrt zunehmend auf Klassenvielfalt- und Diversität gesetzt. Bild 11 zeigt die klassische Aufteilung mit drei Klassen sowie die neue Aufteilung mit zwei zusätzlichen Klassen.

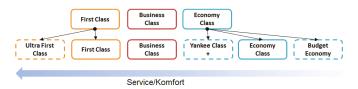


Bild 11: Alte vs. Neue Klassenaufteilung

Neben der üblichen drei-Klassen-Kabine gehen Airlines zunhemend zu vier- oder fünf-Klassen-Variante über. Dies ermöglicht Airlines unterschiedliche Kabinenlayouts zu schaffen und den jeweiligen Nutzergruppen eine Auswahl bereit zu stellen. So sind bereits heute 71,4% aller Airbus A350 Flugzeuge mit drei Klassen inklusive Yankee Class + ausgestattet, während eine Fünfklassenvariante ebenfalls fertiggestellt wurde (Bild 11).

Die Zwischenklassen sorgen dafür, dass sich die drei üblichen Klassen vom Komfort- und Serviceangebot etwas annähern.

Dies zeigt Bild 12 mit dem Beispiel einer British Airways Premium Economy Class [28]. Mithilfe von hochwertigen Sitzen, modernem Design und einem vergrößerten Sitzbereich kann bereits mit vergleichsweise minimalem Aufwand ein Business Class-ähnliches Flugerlebnis erzeugt werden.



Bild 12: Premium Econonmy Class British Airways [28]

Ähnliches ist der Fall im Bereich der höheren Klassen. Mit der Qatar Airways QSuite (Bild 13) und Rockwell Collins wurde erstmals ein Konzept aufgezeigt, welches die Grenzen zwischen Business- und First Class verringert [29].



Bild 13: QSuite Qatar Airways [29]

Mithilfe der QSuite kann ein großer Raum geschaffen werden, um mit anderen Passagieren zu interagieren. Durch modular verstellbare Elemente lässt sich der persönliche Sitzbereich auch zur Einzelkabine umfunktionieren, und damit an eine First Class Suite erinnert. Mit einfachen Mitteln können hier im höherklassigen Segment unterschiedliche Bedürfnisse erfüllt werden.

5.3 Offene Bereiche

Bereits vor Betreten der Flugzeugkabine Passagiere ein hohes Maß an Neugier hinsichtlichtlich Dauer, Sicherheit, Ausstattung und den eigenen Komfort. Auch Flugangst spielt schon bei Betreten der Kabine eine große Rolle. Der Eingangsbereich eines Flugzeugs ist demnach die Visitenkarte für die gesamte Raumsitaution in der Flugzeugkabine und kann von Beginn an entscheidend für das gesamte Flugerlebnis sein. Aktuelle Trends und Kabinendesigns einzelner Airlines weisen darauf hin, dass die Gestaltung eines offenen und einladenden Eingangsbereichs zahlreiche Vorteile für die Airline und vorallem für heutige wie künfitge Fluggäste bereitstellen kann [30]. Im Zuge der Erkenntnis dieser Tatsache installierten 2017 etwa 22 Airlines sogenannte Inviting Galleys (einladende Küchen), während diese Zahl im Jahre 2010 noch bei fünf Galleys lag.



Bild 14: Airbus A380 Welcome Area [31]

Bild 14 zeigt mit dem Eingangsbereich (Welcome Area) einer A380 Passagiermaschineein Beispiel, wie dieser Bereich gestaltet werden kann. Neben einer airlinespezifischen Farbgebung und warmen Lichtfarben wirkt sich das Ausleuchten geschwungener Formen positiv auf das Raumweiteempfinden aus. Ein Empfangstresen, Informationszeichen und die Formgebung der Module weist den Passagier dezent auf die Richtung hin, in die er sich begeben kann.

offenen Eingangsbereichs wird Mithilfe des Komfortgefühl geschaffen, da alle notwendigen Informationen übermittelt werden. Dies ist vor allem für ältere Fluggäste oder Erstflieger hilfreich. Für Personen eingeschränlter Mobilität bietet der breite Eingangsbereich zudem einen erhöhten Bewegungsspielraum. Während des Fluges kann dieser als Aufenthaltsbereich für Fluggäste genutzt werden, die sich vorallem auf Langstreckenflügen viel bewegen.

Mit Blick auf das Catering könnten diese Bereiche für neue Konzepte, wie etwa einem Selbstbedienungscatering genutzt werden. In Bild 15 wird ein solches Catering Konzept des DLR im Unterflurbereich gezeigt.



Bild 15: Catering Concept DLR

Mithilfe eines Buffets an Board für alle kann gezielter auf die individuellen und kulturspezifischen Wünsche von Flugreisenden eingegangen werden. Neben einem erhöhten Begeisterungsgrad könnte das Gesamtflugerlebnis dadurch erheblich verbessert werden.

5.4 Neuartige Sitzkonzepte

8

Den größten Teil einer Flugreise verbringt ein Fluggast im Passagiersitz. Ob ein Flug als komfortabel bewertet wird, können Faktoren wie Optik, Ergonomie oder Funktionalität entscheidend beeinflussen. Einen ersten Ansatz hierzu liefert die Firma Recaro. In Verbindung mit dem Thema

Modulare- und Flexible Raumkonzepte (vgl. 5.1) wurde in Kooperation mit Airbus und THK³ GmbH das sogenannte Flexible Seating Konzept entwickelt [32]. Mithilfe eines Faltmechanismus in der Sitzfläche wird ein Bolzen in der Sitzschiene gelöst, sodass der Sitz schnell und einfach entriegelt wird und beweglich ist. Mithilfe einer Laufschiene mit Schlitten kann der Sitz schnell im Zollraster bewegt werden.



Bild 16: Flexible Seating Konzept [32]

Je nach Auslastung des Flugzeugs kann mithilfe dieser Sitztechnologie schnell auf eine geringe Passagierauslastung reagiert werden, sodass Sitzabstände vergrößert-, neue Klassen eingerichtet - oder für kurze Strecken auf Maximalbestuhlung umgestellt werden können.

Neben dem Thema Flexibilität könnten Kabinen der Zukunft im Sitzbereich einen Fokus auf Schlafmöglichkeiten legen. Einen Ansatz zeigt dabei das Konzept SkyCouch von Air New Zealand [33].

Mit wenigen Handgriffen kann der Passagier den eigenen Sitz je nach Bedarf zum Schlafsitz umbauen, indem die Sitzfläche durch ein zusätzliches Sitzmodul verlängert wird (Bild 17). Der Umbau erfolgt hier in der Regel durch den Passagier, gleiches gilt auch für die Verstellung der Rückenlehne.



Bild 17: SkyCouch Konzept Air New Zealand [33]

Alternativ kann die gesamte Sitzbank als ein vollständiges Bett genutzt werden, was den Reisekomfort wesentlich verbessern könnte.

Das Kabinendesign der Zukunft sollte generell für alle Fluggäste vorteilhaft sein. Für ältere Passagiere oder Passagiere mit eingeschränkter Mobilität könnten einzelne Plätze oder Sitzreihen definiert werden, die auf die speziellen Bedürfnisse dieser Passagiere ausgerichtet sind. Im folgenden Beispiel ist ein Konzept für einen solchen Sitzplatz aufgezeigt (Bild 18).



Bild 18: Rollstuhlbereich und Rollstuhlkonzept HAW Hamburg [26]

Im Rahmen eines Forschungsprojekts der HAW⁴ Hamburg in Zusammenarbeit mit dem Airbus Protospace wurde ein Rollstuhlkonzept entwickelt, bei dem die Nutzung der Bordtoilette in allen Flugzeugtypen selbstständig möglich ist, ohne Geometrien in heutigen Kabinen zu verändern. Dieser verstaubare Rollstuhl könnte in eine Sitzreihe integriert werden. Dabei ist auch eine Variante denkbar, bei der diese Art des Rollstuhls in einer Sitzreihe integriert ist, und bei Bedarf entkoppelt werden kann (vgl. Bild 8). In Verbindung mit dem Konzept des Flex Seat kann hier auch ein vergrößerter Sitzabstand erzeugt werden.

Eine multifunktionale Lösung für das Sitzdesign der Zukunft bietet zudem der sogenannte MySeat der von der Delft Universität in Kooperation mit KLM entwickelt wurde.



Bild 19: MySeat Concept [34]

Mithilfe dieses Konzepts wären Gepäckstaufächer künftig überflüssig, da das Handgepäck bequem unter dem Sitz verstaut werden könnte. Über eine App ortet der Sitz den Passagier und leuchtet auf (Bild 19). Zusätzlich wird der jeweilige Passagier mit einem kurzen Text auf dem Vordersitz begrüßt. Ein Navigationssystem könnte lange Boardingzeiten herabsetzen und eine gute Hilfestellung für junge und alte Fluggäste sein, um den eigenen Sitz schnell zu finden. Zusammen mit dem minimalistischen

©2019

-

³ Toughness High Know-how

⁴ Hochschule für angewandte Wissenschaft

und schlanken Design des Sitzes könnte so ein positives und individuelles Flugerlebnis erzeugt werden.

5.5 Neue Materialien

Hohe Kosten- und Gewichtseinsparungen bedingt durch kohle- und glasfaserverstärkte Module in der Flugzeugkabine zeigen, dass die Verwendung neuer Materialien und Materialkombinationen sehr vorteilhaft ist. Auch der Aspekt des Umweltschutzes spielt hier eine wachsende Rolle.

Im Zuge neuer Erkenntnisse konnten in der Material- und Luftfahrtforschung neuartige Materialien entwickelt werden, die das Design heutiger sowie künftiger Kabinen entscheidend beeinflussen könnten.

Aerogele

Das Aerogel ist ein hochmoderner, ultraleichter und hochporöser Verbundwerkstoff und ermöglicht zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der Flugzeugkabine. Aerogele bestehen aus Luft, die ähnlich wie bei einem Schwamm von einer festen Struktur umschlossen wird. Als Feststoff werden Materialien wie Silicate, Kunststoffe oder Metalloxide genutzt, die lediglich einen geringfügigen Gesamtmaterialanteil einnehmen. Die besondere Struktur von Aerogelen führt zu einer geringen Masse, was für den Flugzeugbau sehr vorteilhaft ist.

Darüber hinaus zeichnen sich Aerogele besonders durch ihre Vielseitigkeit aus. So zählen günstige thermische wie akustische Dämmeigenschaften, ein unkompliziertes Herstellungsverfahren sowie die Feuerbeständigkeit des Verbundmaterials zu den zentralen Eigenschaften. Diese Vielseitigkeit könnte in der Flugzeugkabine in unterschiedlichen Bereichen und Anwendungsfällen appliziert werden [34].

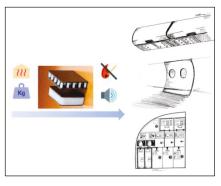


Bild 20: Schaubild zur Verwendung von Aerogelen in der Flugzeugkabine [35]

Wie in Bild 20 schemenhaft dargestellt könnte das Aerogel beispielsweise als Schaumkern für Sandwichstrukturen verwendet werden. Statt der üblichen Glasfaser Sandwichstrukturen können ganze Module wie Küchen, Seitenwandpaneele oder Gepäckstaufächer leichter werden. Auf Seiten der Funktionalität und dem Design können hierdurch neue Möglichkeiten entstehen. Durch das geringe Gewicht und die Multifunktionalität dieses Werkstoffs ist dabei denkbar, dass die Effizienz des Flugzeugs und Material sowie Bauteile gespart werden können.

Naturfasermaterialien

Eine besonders nachhaltige Alternative zu gängigen Kunstfasern auf Polymerbasis bieten neuartige Materialien wie das LifeguardFR Material der Firma Climatex [36]. Hierbei handelt es sich um einen Bezugsstoff, der überwiegend bei Büromobiliar oder in Fahrzeugsitzen zu finden ist. Dieser Stoff besteht zu 60 % aus Schafwolle und zu 40 % aus Redesigned Lenzing, einem europäischen Weißbuchenholz. Dadurch ist LifeguardFR kreislauffähig und vollkommen biologisch abbaubar.

Die weiteren Vorteile lauten wie folgt:

- Schneller Feuchteabtransport, Kühleffekt ohne aktive Kühlelemente
- Wärmender Effekt bei kühlen Umgebungstemperaturen (Wärmedämmung Schafswolle)
- Wiederverwertbar
- Lange Lebensdauer
- Hohe Festigkeit
- Schwer entflammbar

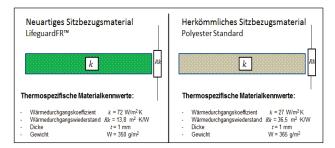


Bild 21: Vergleich herkömmliches vs. neuartiges Sitzbezugsmaterial [37]

Nachdem vor allem Sitzbezugsstoffe der Firma Climatex bereits erfolgreich in der Fahrzeugbranche eingesetzt werden, ist die Nutzung in der Luftfahrt denkbar. Die Verwendung natürlicher Materialien in Verbindung mit den zahlreichen positiven Eigenschaften könnte künftig eine ernsthafte Alternative zu reinen Polyestersitzen sein.

E-Textilien

elektronischen Fine Kombination zwischen Faserkomponenten und Textilfasern bieten sogenannte E-Textilien. Hierbei werden übliche Fasern wie Gewebe, Gestricke oder Vliese gezielt mit elektronischen Bauteilen in Faserform verwebt. Eine erste Anwendung konnten E-Textilien in der Sportbekleidungsindustrie finden. Durch integrierte Sensoren ist es möglich, medizinische Daten wie Puls, Körpertemperatur, Körperfeuchtigkeit oder Blutdruck zu messen und mit anderen Geräten kommunizieren zu lassen. Eingebaute LEDs ermöglichen individuelle Farbeinstellung zudem eine des welches teilweise Kleidungsstücks, sogar durch eingewebte Bedienelemente steuerbar ist [37].

Übertragen auf die Umgebung einer Flugzeugkabine bieten E-Textilien viele Möglichkeiten für unterschiedliche Anwendungsfälle.

So ist der Einsatz dieser Technologie beispielsweise im Fluggastsitz Informationsbeleuchtung denkbar, sodass die Sitzplatznummer, der Name des Reisenden oder auch Hinweissymbole ein- und ausgeschaltet werden können. Auch die Nutzung sensorischer Messdaten des Reisenden kann künftig im Zuge des Austauschs wachsender Datenmengen eine zunehmende Rolle spielen, sodass etwa eine Sitzklimatisierung je nach Körpertemperatur automatisch und individuell geschaltet werden könnte. Gleiches kann für die Messung und Anzeige medizinischer Daten oder für das applizieren individueller wie personalisierter Anzeigen gelten. Darüber hinaus ist die

flexible Anpassung der Sitzfarbe mittels eingewebter Dioden denkbar. In Kombination mit Naturfasern wie dem Climatex Material LifeguardFR könnten grün-leuchtende Elemente am Sitz auf simple Art und Weise einen Bezug zu Aspekten wie Umweltfreundlichkeit und innovativer Technologie ziehen. Gleiches gilt auch für andere Elemente, wie etwa das Seitenwandpanel [38]. Ein solches Seitenwandpanel ist im Bild 22 dargestellt.



Bild 22: Beispiel einer beleuchteten Seitenwand, O2 Store London [39]

6 ZUSAMMENFASSUNG

Mithilfe der vorliegenden Ausarbeitung werden die vordergründigen Bedürfnisse und Anforderungen heutiger Fluggäste untersucht und beschrieben. Aus Fachliteratur sowie unterschiedlichen Forschungsaktivitäten geht hervor, dass die Faktoren Sicherheit, Hygiene und Sitzkomfort aktuell eine große Rolle spielen. Zudem werden geringe Wartezeiten bei Prozessen wie dem Boarding oder der Gepäckannahme als wichtig bewertet. Gleiches gilt für die Nutzbarkeit von Internet, Messenger und digitalen Medien während der Flugreise. Steigende Passagierzahlen weltweit sowie die sinkende Kundenzufriedenheit (vgl. Kapitel 3) weisen darauf hin, dass der Anspruch an die Funktionen und an das Design in der Kabine weiter ansteigt. Passagiere haben dabei wachsende Erwartungen an den allgemeinen Komfort und das eigene Flugerlebnis an Board. Infolge der weltweit steigenden Flugzahlen gilt dies für nationale wie internationale Fluggäste.

Blickt man auf mögliche äußere Einflussfaktoren und den damit verbundenen zukünftigen Anforderungen, rücken die Themen Demografie, Umweltschutz und Kultur zunehmend in den Vordergrund. Wesentliche Ursachen und Wirkungen dieser Faktoren allgemein und in Bezug auf das Kabinendesign wurden demnach identifiziert. Unterschiedliche konzeptionelle Lösungsansätze werden für die resultierende Problemstellung identifiziert und in einzelne Themenschwerpunkte unterteilt. Diese Konzepte zeigen Trends, Designs und technische wie funktionelle Lösungsvorschläge, mit denen der Anspruch heutiger- wie künftiger Fluggäste erfüllt werden kann.

7 DISKUSSION UND AUSBLICK

Von den wachsenden Bemühungen hinsichtlich Komfort und Flexibilität im Sitzbereich könnten künftig die steigende Zahl älterer Passagiere sowie Passagiere mit eingeschränkter Mobilität profitieren. Verschiebbare Sitze

der FlexSeat oder eigene Sitzbereiche mit Rollstuhlfunktionen könnten die Reise erleichtern und für diese Personengruppe optimieren. In Verbindung mit einem offenen Kabinendesign und LED Anzeigen wie etwa auf dem Sitzmaterial könnten zudem die Navigation und Information im Kabinenbereich sichergestellt werden. Weite und offene Bereiche im Zuge von neuartigen Kabinensegmenten und Strukturoptimierungen könnten in Verbindung mit flexiblen Sitzen den Komfort von älteren Passagieren entscheidend steigern, was den Aussagen von Hankovska (vgl. Kapitel 4.1) entspricht. Die Gepäckverstaufunktion wie zum Beispiel von Sitzen wie dem MySeat eignet sich dazu, das Handgepäckstaufach zu ersetzen und infolgedessen den Freiraum/Stehhöhe in der Kabine zu erhöhen. Zusätzlich könnten Materialien mit günstigen thermischen Eigenschaften dem subjektiven Temperaturempfinden entgegenwirken.

Künftig sollte jedoch vermehrt auch ein Fokus auf Personen mit körperlichen- und geistigen Behinderungen gelegt werden, sodass vermehrt auch digitale Unterstützungssysteme wie auditive und visuelle Guides verfügbar sein sollten. Gleiches gilt für Bordrollstühle und weitere Hilfsmittel für unterschiedliche Grade der Einschränkungen. Flüge für Rollstuhlfahrer sind heute noch geprägt von der starken Abhängigkeit einer großen Hilfsperson und organisatorischenwie emotionaler Hürden. Eine feste Bereitstellung eines Rollstuhlsitzes etwa in Toilettennähe sowie ein mögliches Entkoppeln des Rollstuhls könnte hierbei eine sinnvolle Lösung sein. In Zukunft könnte so die erwartet zunehmende Zahl körperlich eingeschränkter Passagiere auf einen solchen Sitzplatz zugreifen, gleichzeitig aber auch von uneingeschränkten Passagieren genutzt werden.

Um auf globaler Ebene allen Ansprüchen gerecht zu müssen Flugzeugkabinen auch unterschiedliche und kulturelle Aspekte ausgelegt werden. Ein Beispiel liefert die prognostizierte und stark ansteigende Anzahl der Fluggäste im asiatischen Raum. Mit dem Beispiel chinesischer Fluggäste können bekannte Anforderungen aus heutiger Sicht herausgestellt Grundlegend lässt sich sagen, unterschiedliche Kabinenklassen, flexible Kabinenmodule und auf die jeweilige Kultur angepasste Kabinenbereiche sehr positiv bewertet werden könnten und extreme Vielseitigkeit aufweisen. Neuartige Konzepte wie etwa ganze Schlafabteile mit Schlafboxen sind in weiten Teilen Asiens bereits in Bussen gängig, sodass Schlafkonzepte hier realisierbar sein könnten. Ein besonders hohes Potential bringen jedoch offen und weit gestaltete Räume und Bereiche in der Kabine. Neue Beleuchtungskonzepte, passive und warme Lichter könnten als hygienisch wahrgenommen werden und die Raumgröße optisch skalieren, was den Aussagen zum Peace of Mind Zustand von Ahmadpour et al. (2014) entspricht (vgl. Kapitel 3.1.1). Ein großer Eingangs- und Bordküchenbereich sowie flexible Sitze mit Schlaffunktion könnten zu einem individuellen Flugerlebnis führen, da chinesische Fluggäste nach Kallonen (vgl. Kapitel 4.3) Freiraum, Bewegung und Schlafmöglichkeiten während des Fluges bevorzugen.

Künftige Konzepte sollten auch hier vermehrt auf individuelle Navigations- und Informationssysteme in der Kabine setzen. Speziell im chinesischen Raum gibt es eine erhöhte Zahl an Erstfliegern ohne Kenntnisse über Abläufe während des Fluges. Infolgedessen tauchen

vermehrt kulturelle Missverständnisse oder Sprachbarrieren auf, denen entgegen gewirkt werden muss. China zeigt bereits vielseitige Anforderungen und Möglichkeiten für neue Kabinendesigns und Funktionen auf. Im asiatischen Raum variieren die kulturellen Aspekte und somit auch die Anforderungen an künftige Flugreisen jedoch extrem. Trotz der Herausforderungen muss anhand neuartiger Kabinendesignkonzepte ein Weg gefunden werden, die wesentlichen Anforderungen aller Länder zu berücksichtigen. Dass dies potentiell mit heutigen Ansätzen möglich ist, zeigt bereits heute eine Vielzahl von Konzepten.

Mit Blick auf den Umweltaspekt werden anhand neuer Rumpfkonzepte (BWB) bereits Möglichkeiten aufgezeigt, den Beitrag der Luftfahrt zum Klimaschutz zu steigern.

In der Flugzeugkabine bieten neuartige Materialien ein hohes Potential den Gesamttreibstoffverbrauch zu reduzieren und somit auch dem stetig wachsenden Umweltbewusstsein von Fluggästen entgegen zu kommen. Besonders Aerogele zeigen ein enormes Potential auf, durch seine geringe Masse und der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten künftig als Werkstoff eingesetzt werden zu können. Gleiches gilt für das neuartige Sitzbezugsmaterial LifeguardFR der Climatex AG. Neben dem thermischen Sitzkomfort ist die Nutzung von natürlichen Materialien eine vergleichsweise simple Möglichkeit, um den Klimaschutz zu unterstützen und den Passagieranforderungen zu entsprechen.

In weiteren Ausarbeitungen könnte im Zuge der Sitzklimatisierungseigenschaften des Climatex Materials der Einfluss auf die Kabinenklimatisierung untersucht werden. Dieses System zählt zu den größten Energieverbrauchern in der Flugzeugkabine, sodass ein mögliches Einsparpotential betrachtet werden sollte.

Neben dem thermischen Komfort könnte nur mithilfe neuer Materialien im Sitzbereich Faktoren wie das Reiseerlebnis, Komfort durch Information, ein erhöhtes Sicherheitsgefühl durch Information oder Komfort durch Ästhetik berücksichtigt werden.

Allgemein zeigt die Ausarbeitung eine Vielzahl von Lösungsansätzen, mit denen aus heutiger Sicht aktuelle wie prognostizierte Anforderungen künftiger Fluggäste erfüllt werden könnten.

Besonders die Themen Flexibilität und Modularität von kleinen Modulen bis hin zu ganzen Kabinensegmenten könnte ein prägender Faktor für neue Kabinenkonzepte sein. Hinweise darauf liefert bereits heute der hohe Forschungsaufwand in diesen Bereichen. Auch eine Veränderung der ursprünglichen Klassenaufteilung in der Kabine wirkt sich bereits positiv auf den Passagier aus.

Allgemein zeigt die vorliegende Ausarbeitung einen Weg auf, welche Passagieranforderungen heute existieren und wie sich diese in Zukunft erweitern oder verändern könnten. Grundlegend sind äußere Einflüsse seitens der Wirtschaft, Politik oder der Technik schwer vorher zu sehen. Gleiches gilt für den stark subjektiv geprägten und individuellen Faktor Komfort.

Mithilfe dieser Ausarbeitung werden keine konkreten Lösungen geboten, wie das Design der Zukunft konkret aussehen wird. Vielmehr soll mithilfe einer Untersuchung sowie einer Lösungsauswahl das Potential und die Notwendigkeit eines Miteinbeziehens menschlicher Anforderungen in den frühen Design- und Entwicklungsprozessen herausgestellt werden. Heutige Lösungsansätze weisen dabei schon darauf hin, welche

Möglichkeiten dadurch entstehen können. Somit kann auch künftig die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, den Anforderungen eines größtmöglichen Kundenkreises über einen langen Zeitraum zu entsprechen und bereits heute den Grundstein für ein attraktives Kabinenumfeld in der Zukunft zu legen.

Mit Blick auf gegenwärtige Forschungsaktivitäten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sind die Kenntnisse in den beschrieben Bereichen besonders wichtig. Neben den kommerziellen und wirtschaftlichen Vorteilen für OEM's⁵, Zulieferer oder dem Nutzer selbst könnten neuartige Flugzeugstrukturdesigns des DLR erstmals auch mit nutzerorientierten Kabinen kombiniert werden. Somit könnte ein innovatives und ganzheitliches Produkt zu generiert werden.

REFERENZEN

- [1] T. I. W. P. C. A.Hall, "Future aircraft cabins and design thinking: optimization vs. win-win scenarios," 2013.
- [2] IATA, "IATA Forecast Predicts 8.2 billion Air Travelers in 2037," 24 Oktober 2018 [Online]. Available: https://www.iata.org/pressroom/pr/Pages/2018-10-24-02.aspx. [Zugriff am 2 Juni 2019].
- [3] J. D. J. Z. R. v. d. S. Annemiek van Boeijen, Delft Design Guide, Amsterdam: BIS Publishers, TU Delft, 2014.
 - "www.wikid.io.tudelft.nl," [Online]. Available: http://wikid.io.tudelft.nl/WikID/index.php/Trend analysis. [Zugriff am 20 04 2019].
- [5] Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft, "Was ist den Passagieren bei Fliegen besonders wichtig?," Berlin, 2018.
- [6] L.G.Richards, "On the psychology of passenger comfort," in *Human Factors in Transport Research*, 1980, pp. 15-23.
- [7] P. D. H. Bubb, "Komfort und seine BEwertung-eine alte und neue Fragestellung der Ergonimie," *Ergonomie aktuell*, p. 24, 2003.
- [8] d. L. M. K.-E. P.Vink, "Comfort in Design," in *Principles and Good Practice*, CRC Press, 2005, pp. 13-32.
- [9] C. I. M. P.Vink, "Possibilites to improve the aircraft interior comfort experience," Applied Ergonomics 43, Niederlande, 2009.
- [10] t. GmbH, "www.t2informatik.de," [Online]. Available: https://t2informatik.de/wissen-kompakt/kano-modell/. [Zugriff am 5 06 2019].
- [11] J.-M. R. G. L. Naseem Ahmadpour, "Aircraft passenger comfort experience: Underlying factors and differentiation from discomfort," Elsevier Ltd and The Ergonomics Society, 2015.
- [12] D.McMullin, "Aircraft seating comfort in the context of passenger comfort," in Innovative Aircraft Seating conference, Hamburg, 2013.
- [13] F. F. C. S. O. & K. B. F.Kremser, "Aircraft seating comfort: the influence of seat pitch on passengers wellbeing," 2012.
- [14] S. Bundesamt, "www.destatis.de," 2019. [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/_inhalt.html. [Zugriff am 4 Mai 2019].
- [15] V. V. M.G.Morris, Age of differences in technology adoption decisions: Implications for a changing work force. Personnel Psychology 53, 2000.
- [16] K. R. M.Indraganti, Effect of age, gender, economic group and tenure on thermal comfort: A field study in residential buildings in hot and dry climate with seasonal variations. Energy and Buildings, 2009.
- [17] I. J. Hankovská, "Age of Air Travellers and its impact on Priority of Comfort Factors," Transportation Research Procedia, 2018.
- [18] "www.umweltbundesamt.de," 13 03 2018. [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehrlaerm/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr. [Zugriff am 4 Mai 2019].
- [19] f. P.-. u. S. GmbH, "Umweltbewusstseinsstudie," Umweltbundesamt, Berlin, 2016. [20] D. B. H. D. G. S. Michael Schipperges, "Umweltbewusstsein und Umweltverhalten

©2019 12

-

⁵ Original Equipment Manufacturer

- in Deutschland 2016," Bundesministerium für Umwelt, Berlin, 2016,
- [21] "www.Zeit.de," 6 September 2018. [Online]. Available: https://www.zeit.de/news/2018-09/06/2017-weltweit-erstmals-ueber-vier-milliarden-flugpassagiere-180906-99-846629. [Zugriff am 4 Mai 2019].
- [22] A. O. GmbH, "Global Networks, Global Citizens Global Market Forecast 2018 -2037," Airbus, 2018.
- [23] I. Kallonen, Gathering user insights to drive the design of an airplane cabin for Northeast Asia, Finnland: Aalto University, 2016.
- [24] S. Miller, "www.paxex.aero.com," 17 April 2018. [Online]. Available: https://paxex.aero/2018/04/bunk-beds-economy-class-airbus-zodiac-challenges/. [Zugriff am 4 Juli 2019].
- [25] J. F. e. al., "NACRE Final Activity Report," Sixth Framework programme priority 4 Aeronatics and Space, 2005-2010.
- [26] P. D. G. K. Thomas-Mathias Bock, "PEREC-Passagierzentrierte rekonfigurierbare Flugzeugbkabine für verschiedene Nutzergruppen," HAW Hamburg, Hamburg, 2014.
- [27] S. Eiselin, "www.aerotelegraph.com," 12 März 2018. [Online]. Available: https://www.aerotelegraph.com/malaysia-airlines-stellt-a380-linienfluege-ein. [Zugriff am 3 Juni 2019].
- [28] "www.britishairways.com," [Online]. Available: https://www.britishairways.com/de-de/information/travel-classes/premium-economy/world-traveller-plus. [Zugriff am 3 Juni 2019].
- [29] "www.qatarairways.com," [Online]. Available: https://www.qatarairways.com/dech/onboard/qsuite.html. [Zugriff am 3 Juni 2019].
- [30] P. W. Granzeier, DLR Projekt InDiCaD Kabinenkonzepte und Kabinenkomponenten, April, 2019.
- [31] A. O. GmbH, Airbus Trend Space, Hamburg, 2019.
- [32] R. A. S. G. & C. KG, "www.recaro.com," [Online]. Available: https://www.recaro-as.de/de/presse/pressemitteilungen/details/mehr-platzkomfort-mit-recaros-flex-seat-417.html. [Zugriff am 4 Juni 2019].
- [33] S. Meacham, "www.traveller.com," 14 Dezember 2018. [Online]. Available: http://www.traveller.com.au/airline-review-air-new-zealand-dreamliner-economy-skycouch-chicago-to-auckland-h194j3. [Zugriff am 5 Juli 2019].
- [34] S. Akkerman, "www.stefanakkerman.net," 2019. [Online]. Available: https://www.stefanakkerman.net/. [Zugriff am 4 Juli 2019].
- [35] D. F. Seidler, "Luftig-leicht und wandelbar," DLR Magazin, pp. 30-33, Juli 2019.
- [36] T. Woods, "www.nasa.com," 28 Juli 2018. [Online]. Available: https://www.nasa.gov/topics/technology/features/aerogels.html. [Zugriff am 6 Juli 2019]
- [37] L. T. AG, Seat Cover Fabrics Climatex/LifeguardFR, Schweiz.
- [38] C. AG, "www.climatex.com," Climatex AG, 2015. [Online]. Available: http://www.climatex.com/download/broschueren/transportation_automotive/climatex-Transportation-E.pdf. [Zugriff am 5 Juli 2019].
- [39] D. L. Chandler, "www.mit.com," 8 August 2018. [Online]. Available: http://news.mit.edu/2018/optoelectronic-diodes-fibers-fabrics-soft-hardware-0808. [Zugriff am 6 Juli 2019].
- [40] "www.architen.com," [Online]. Available: http://www.architen.com/projects/o2-shop/. [Zugriff am 6 Juli 2019].
- [41] P. a. S. S. M. (. Nicolas Joudan, "www.iata.org," 2018. [Online]. Available: https://www.iata.org/events/gaps/Documents/morning-the-aircraft-experience.pdf. [Zugriff am 2 Juni 2019].
- [42] P. D. H. Bubb, "111 Jahre Ergonomie," Ergonomie aktiuell, 2003.
- [43] F. K. R.E Bronkhorst, "End-users help design mass transport seats. In: Human Factors in Seating and Automotive Telematics (SP-160).," SAE World Congress Detroit, Michigan, 2002.
- [44] P. Dehpanah und A. Nejat, "The aerodynamic design evaluation of a blended-wing-body configuration," Elsevier, 2015.
- [45] A. v. Boeijen, "Delft Design Guide: Design Strategies and Methods: desogn methods," in *Delft Design Guide*, Delft, TU Delft, 2014.
- [46] A. Landrell, "www.architen.com," [Online]. Available: http://www.architen.com/projects/o2-shop/. [Zugriff am 4 Juli 2019].