

# SOZIALE EINFLUSSFAKTOREN ALS DISRUPTIVE ELEMENTE VON ZUKUNFTSSZENARIEN FÜR DAS LUFTFAHRTSYSTEM

L. Schmeink, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Systemarchitekturen in der Luftfahrt, Deutschland

## Zusammenfassung

Während ein großer Teil der Luftfahrtforschung von ökonomisch und technisch-getriebenen Zukunftsszenarien ausgeht, zeigt das Paper anhand der Forschungen des DLR im Bereich Futures Studies und der Verschränkung der Ergebnisse mit dem Kabinendesign im Projekt ARCADIA auf, dass soziale Einflussfaktoren in der Entwicklung von Szenarien wichtige Erkenntnisse generieren können.

## Keywords

Zukunftsforschung; Szenarien; sozio-kulturelle Einflussfaktoren; Zukunft des Fliegens

## 1. EINLEITUNG

Aktuell wird in der Luftfahrt viel über die Zukunft nachgedacht, vor allem über eine möglichst klimaneutrale Zukunft. Das nachhaltige Fliegen, also das Ziel einer klimaneutralen Industrie, nimmt sowohl in der Luftfahrtstrategie der Bundesregierung [1], als auch des DLR [2] einen hohen Stellenwert ein. Ähnliches versprechen auch die Hersteller Boeing [3] und Airbus [4], die beide das Ziel verfolgen bis 2050 klimaneutral<sup>1</sup> zu sein. Besonders problematisch für die Erreichung dieser Ziele ist, dass alle Prognosen dem Sektor signifikantes Wachstum vorhersehen. Wie die Kolleg\*innen des DLR Instituts für Luftverkehr zusammenfassen, liegen alle Vorhersagen von IATA, ICAO, Boeing, Airbus und dem DLR in einem Bereich von 2,9% und 4,1% Wachstum pro Jahr [6]. Wichtig hierbei ist, dass auch pessimistische oder restriktive Szenarien eine solch deutliche Wachstumsprognose beinhalten. Die Widersprüchlichkeit aus rapidem Wachstum und gleichzeitiger Reduktion des Klima-Impacts lässt die Szenarien der Branche also besten falls als ambitioniert erscheinen, schlechtesten falls als irreführend.

Angesichts der Relevanz des Wachstums für das Erreichen der Klimaziele, stellt sich doch die Frage, ob es auch Szenarien gibt, die von einer Reduktion der Passagier- und Flugzahlen ausgehen und welche Konsequenzen ein solches Szenario hätte. Die These dieses Papers ist, dass insbesondere die sozialen und kulturellen Faktoren hier eine wichtige Rolle in der Erstellung solcher Reduktionsszenarien spielen und dass die Branche gut daran täte, sich auch mit potentiellen Risiken für die Zukunft zu beschäftigen. Deutlich reduzierte Passagier- und Flugzahlen würden andere Herausforderungen an zukünftige Infrastruktur aber auch Flugzeugentwürfe stellen.

Im nächsten Abschnitt diskutiere ich daher die Erstellung verschiedener Szenarien mittels der Methodiken der Zukunftsforschung im Rahmen des ARCADIA Projekts des DLR. Des Weiteren werden diese Szenarien dann abgeglichen mit der parallel und in Kooperation entstan-

denen Studie ScenAir 2050 [7], die gleich noch von der Kollegin Stefanie Ollenburg vorgestellt wird, und der von der EREA durchgeführten Zukunftsstudie von 2021 [8]. Im letzten Schritt geht es dann darum, welche möglichen Konsequenzen für den Flugzeugentwurf, insbesondere das Kabinendesign, die neuen Szenarien haben.

## 2. ZUKUNFTSFORSCHUNG

Eine Aufgabe des ARCADIA Projekts des DLR ist es, die veränderten Ansprüche des Flugzeugentwurfs in Hinsicht auf klimaneutrales Fliegen, insbesondere die neuen Herausforderungen einzelner Technologiebausteine wie etwa dem potentiellen Brennstoff, auf die Flugzeugkabine nachzuweisen. Entsprechend steht das Kabinendesign als ein zentrales Element des Projekts unter dem Anspruch eine Kabine für das „Fliegen der Zukunft“ zu entwickeln. Um sich dieser Fragestellung mit den Mitteln der Zukunftsforschung zu nähern, fanden am DLR im Sommer 2023 zwei Szenario-Workshops<sup>2</sup> statt, die zum Ziel hatten, Forschende mit Hilfe des „Science Fiction Thinking“<sup>3</sup> zu ermutigen, neue Narrative zu entwickeln und mittels erzählerischer Methoden „Impulse für Innovationsprozesse“ [9] anzustoßen. Dabei stütze ich mich auf eine Strömung der Zukunftsforschung, die kulturelle Produkte und deren Imaginationsprozesse nutzt, um „mentale Experimentalanordnungen“ [10] zu generieren, also buchstäblich in Gedanken mit der Zukunft zu experimentieren. Insgesamt geht es darum, durch erzählerische Formate gerade den „*change of mentality* in a society“ [11] zu erforschen, den etwa die Einführung neuer Technologien mit sich bringen (Befürchtungen, Chancen, Akzeptanz), der aber in naturwissenschaftlichen oder ökonomisch orientierten Szenarien nicht auftritt. Laut Steinmüller liefert die Science-Fiction als Werkzeug der Zukunftsforschung dabei zwei Vorteile: Sie erhält die „Transparenz und Diskussionsfähigkeit von Forschungsergebnissen“, erlaubt dabei aber zugleich den Entwicklungen eine „subjek-

<sup>2</sup> Für die Workshops wurden zum einen Ingenieur\*innen aus dem Flugzeugentwurf eingeladen, zum anderen aber Forschende aus der Zukunftsforschung sowie Science-Fiction-Autor\*innen.

<sup>3</sup> Das Konzept wird aktuell an der Hochschule Ingolstadt weiterentwickelt und sieht Science-Fiction als wesentlichen kulturellen Katalysator „bei der sozialen Konstruktion von Wirklichkeit“ und als Verhandlungsraum für soziale Veränderungsprozess. Siehe [9], [10], [11].

<sup>1</sup> Die Formulierung „klimaneutral“ wird unterschiedlich verwendet und meint teils nur die Minimierung von CO<sub>2</sub> Ausstoß, nicht aber zusätzlich das Verhindern anderer negativen Effekte durch die Luftfahrt („non-CO<sub>2</sub>-effects“), die bis zu 2/3 der Klimawirkung generieren [5].

tive Perspektive“ [12] zuzuschreiben. Diese Perspektive ist auch relevant, bedenkt man, dass die Ergebnisse für Design-Entscheidungen hilfreich sein sollten, etwa durch Generierung neuer Passagier-Personas oder dem Aufzeigen zukünftiger Trends.

Der gedanklich-experimentelle Freiraum der Szenarien war für die Zielgruppe von Ingenieur\*innen besonders relevant, weil somit die Erlaubnis zum ‚out of the box‘-Denken gegeben war, was in den meisten Forschungskontexten eher nicht der Fall ist. Technische Vorgaben der jeweiligen Flugzeugentwürfe, TLARs und geltende internationalen Standards schränken neue Projekte bereits ab dem ersten Tag in ihren Perspektiven ein. Den Autor\*innen wiederum half die subjektive Perspektive, sich einem für sie fremden Themengebiet („Luftfahrt“) durch persönliche, individuelle Erfahrungen zu nähern. Ihre Szenarien entstanden mit einem deutlichen Blick auf vollzogene und antizipierte Veränderungen in gesellschaftlichen Werten und Rahmenbedingungen.

## 2.1. Methodik

Methodisch waren beide Workshops mit Hilfe des klassischen „Scenario Planning“ nach Peter Schwartz (in Anlehnung an Pierre Wack und dessen Planungsgruppe bei Shell) aufgebaut, der in seinen Szenarios die zentrale Rolle von „driving forces“, „predetermined elements“ und „critical uncertainties“ [13] betont. Schwartz beschreibt diese anhand der Analogie des Storytellings: Treibende Kräfte sind die Dinge, die die Handlung einer Geschichte voranbringen und das Ende mitbestimmen. Vorherbestimmte Elemente sind die Rahmenbedingungen, die die Welt vorgibt und die durch Handlungen nicht verändert werden. Und kritische Unsicherheiten entstehen da, wo wir extreme Handlungen annehmen, die den Rahmen so verschieben, dass sich die Welt eben doch ändern könnte. Diese kritischen Unsicherheiten sind entsprechend für die Zukunftsforschung besonders wichtig und ein guter Ausgangspunkt für die gewünschten kreativen Szenarien.

Im Workshop haben Teilnehmende zuerst alle Einflussfaktoren anhand der STEEP-Analyse bestimmt und diese Faktoren dann nach den Kriterien „Wichtigkeit“ und „Unsicherheit“ vorsortiert. Die wichtigsten Faktoren wurde als „driving forces“ identifiziert und von den Teilnehmenden in einer Einflussmatrix bewertet. Diese Bewertung nach dem Potential für Veränderung der Faktoren untereinander, sowohl aktiv als auch passiv, ermöglichte dann die Identifizierung der größten kritischen Unsicherheiten. Im letzten und wichtigsten Schritt der Szenario-Analyse wurden die Teilnehmenden dann gebeten, zwei Unsicherheiten in einer 2x2 Matrix gegenüberzustellen und für die vier sich ergebenden Quadranten narrative Szenarios zu entwickeln.

Eine wichtige Erkenntnis dieses Prozesses ist zum Beispiel, dass die Teilnehmenden den Klimawandel zwar als deutlichen Treiber der Zukunft sehen, aber keine kritische Unsicherheit verspüren, wie er sich auf die Zukunft auswirken wird. Es herrschte Einigkeit darüber, dass wir das Pariser Ziel kaum noch erreichen werden können und mit spürbaren klimatischen Veränderungen werden leben müssen. Die größte Unsicherheit hingegen verspürten beide Gruppen bei dem Faktor „Energiesicherheit“ (also,

ob ausreichend grüne, erneuerbare Energie für alle Sektoren vorhanden sein wird oder nicht).

Beide Gruppen vertraten darüber hinaus die Ansicht, dass sozio-politische Faktoren zu kritischer Unsicherheit über den Ausgang des Zukunftsprozesses führten. Eine Gruppe entschied sich für den Faktor „Soziale Schere“, also ob soziale und finanzielle Gleichheit in der Gesellschaft erreicht wird, als kritische Unsicherheit für die Zukunft. Die andere Gruppe wählte „Geopolitische Stabilität“ als Faktor, also die Frage ob Nationalismus und Protektionismus global Konflikte schüren oder ob global Gemeinsamkeit und Kooperation die Zukunft bestimmen werden.

Die resultierenden Matrizen wurden dann für kreative und explorative Erzählungen verwendet, wobei jede Gruppe innerhalb der Parameter ihrer zwei zentralen Faktoren arbeitete und Details und Projektionen (geleitet durch die anderen Einflussfaktoren) hinzufügte, wie die jeweilige Zukunft aussehen würde. Wie oben erwähnt wurde dabei der Ansatz des Science-Fiction-Thinking gewählt, und Teilnehmende waren angehalten in narrativen Mustern zu denken. Insgesamt wurden so acht Rohszenarien entwickelt, die die Kreativität des Prozesses widerspiegeln und eine Menge sozialer und kultureller Denkanstöße liefern.

Um eine Passung zwischen Szenarien und der Arbeit des Designteams zu finden, wurden dann die Ergebnisse zusammengefasst und für die wichtigsten Treiber Projektionen verschiedener Zukünfte entwickelt. Dabei entstanden zwei voll ausgearbeitete und klar zueinander abgegrenzte Szenarios, die noch um einen Szenario-Extremfall in Sinne einer „Wild Card“, also eines gravierenden und das System störenden Ereignisses ergänzt wurde [14]. Das Wild Card Ereignis bezog sich auf das zum Zeitpunkt durch Medien und (vor allem konservative) Politik vorangetriebene Narrativ des sich entwickelnden Ökoterrorismus [15] und stellte die Frage nach einem Einfluss auf das Luftverkehrssystem, sollte Fliegen einem tatsächlichen terroristischen Sicherheitsrisiko unterliegen.

## 2.2. Die entwickelten Szenarien

Die beiden entwickelten Szenarien waren die „Gespaltene Welt“ und die „Radikale Transformation“ und unterschieden sich maßgeblich in wichtigen Einflussfaktoren wie der „Verfügbarkeit von Energie“, „Geopolitik“, „Sozio-politischer Kultur“, sowie „Aktivismus“, „Mobilitätsalternativen“, „Gesetzgebung“, „Klimawandel“ und „Geschäftskosten“. Allen Faktoren wurden 2-3 Projektionen zugewiesen und so ein morphologischer Kasten entwickelt, der die Szenarien variabel beschreiben kann.

Das Szenario „Gespaltene Gesellschaft“ ist geprägt von Konflikten in der Gesellschaft national wie auch global. Eine treibende Kraft ist die regional unterschiedliche Verfügbarkeit von Energie-Ressourcen, die zu starken Spannungen führt. Staaten mit ausreichend erneuerbarer Energie können Fortschritt und Wohlstand sichern, während andere Staaten entweder weiter auf fossile Energie setzen müssen oder mit energiereichen Staaten in Konflikt geraten. Die mangelnde internationale Zusammenarbeit und Solidarität führen nicht nur zu Konflikten, sondern verhindern auch einen effektiven Kampf gegen Klimawandel, der stark voranschreitet. Da

das Szenario von einer Spaltung als Grundhaltung ausgeht, sind die Faktoren Aktivismus, Gesetzgebung und sozio-politische Struktur (und damit demokratische Aushandlungsprozesse) je nach Nationalstaat unterschiedlich ausgeprägt.

Für das Luftfahrtsystem bedeutet dieses Szenario vor allem Planungsunsicherheit und ein Schrumpfen des Flugverkehrs. Die schweren Folgen des Klimawandels, ebenso wie die geopolitischen Konflikte, beschränken die Wirtschaft weltweit. Die unsichere Energieversorgung (regional, aber auch in Hinsicht auf die Art der Energieträger) und divergierende Nationalinteressen lassen einen schwer zu navigierenden Flickenteppich an Regularien und ökonomischen Realitäten entstehen. Die Preise für den Flugverkehr steigen, vor allem getrieben durch Energiekosten und komplexe Logistiksysteme. Die soziale Ungleichheit in den einzelnen Gesellschaften führt dazu, dass immer weniger Menschen am Flugverkehr teilnehmen können. Das Segment „Economy“ wird noch unwirtschaftlicher und steht am Scheidepunkt: entweder es gibt „Massenflieger“ mit minimaler Ausstattung, um überhaupt noch fliegen zu können, oder man gibt das Segment vollkommen auf. Der Markt liegt eindeutig im Segment „Business/First“.

Das Szenario „Radikale Transformation“ hingegen ist der Versuch noch möglichst nah an die Einhaltung des Pariser Klimaabkommens und die Begrenzung der Erderwärmung auf 1,5°C zu gelangen. Dazu braucht es aber ein Erreichen der Klimaziele in allen Sektoren, was einen konsequenten und schnellen Ausbau erneuerbarer Energie-Infrastruktur bedeutet. Um dies zu erreichen braucht es ein Umdenken in den nationalen Gesellschaften wie auch global, was langfristig nur geht, wenn es keine finanziellen Verlierer oder Abgehängte gibt: es braucht eine Implementierung gerechter und demokratischer Besteuerung. Diese Veränderung ist sowohl über starke gesetzliche Eingriffe denkbar, könnte aber auch über Angebot und Nachfrage geregelt werden, so lange dem Markt ein faires Bepreisungssystem unterliegt. Auch geopolitisch sind zwei Varianten denkbar, eine vereinte Welt, die an einem gemeinsamen Ideal (Klima 1,5°) arbeitet oder eine Neuordnung der Welt, die sich wie im ‚Space Race‘ der 60er Jahre zu gegenseitigen Höchstleistungen durch Konkurrenz ansportet.

Für das Luftfahrtsystem bedeutet dieses Szenario eine absolute Verpflichtung zu erneuerbarer Energie und einer Ausrichtung auf Klimaschutz als zentraler Motivation. Da alternative Angebote mit Bahn oder E-Auto klimagünstiger zu erreichen sind und der Energiebedarf für nachhaltige Veränderungen in allen Sektoren notwendig ist, ist ein Schrumpfen der Branche logisch vorprogrammiert. Alle Flüge, die nicht stattfinden helfen bei der Begrenzung des Klima-Impacts. In diesem Szenario bedeutet Einhaltung der Klimaziele also mitunter den Verzicht der Gesellschaft auf bestimmte Flüge, die als nicht notwendig angesehen werden. Somit tritt eine Konzentration auf Flüge ein, die besonders dringlich sind oder die klimaneutralste Option (im Vergleich) bieten. Ein gesellschaftlicher Wandel zu mehr Gleichheit und Gerechtigkeit untereinander würde entsprechend aber auch bedeuten, dass alle mit dem selben Komfort reisen sollten, der in allen Aspekten der Mobilität vorhanden ist. Eine Abschaffung des Mehrklassensystems und ein Ausweiten des Business-Komforts oder ein Angleichen an Standards in E-Autos und Bahn wären zu erwarten.

Für das letzte Szenario „Ende einer Ära“ wurde eine „Wild Card“ entwickelt, die von einem kompletten gesellschaftlichen Versagen bei der Einhaltung der Klimaziele ausgeht und daraufhin das Entstehen einer terroristischen Vereinigung vorsieht, um Wandel durch Gewalt durchzusetzen. In Bezug auf die Projektionen geht dieses Szenario davon aus, dass weder genug erneuerbare Energie-Ressourcen geschaffen wurden, noch dauerhaft auf fossile zurückgegriffen werden kann, da diese durch Terrorismus bedroht sind. Somit sinkt die Wirtschaftsleistung, wie auch die Mobilität der Gesellschaft, in allen Sektoren, in denen klimaneutrale Alternativen fehlen. Politisch führt dies zu Konflikten im Verteilungskampf der wenigen verbleibenden Ressourcen und des Wohlstands.

Für das Luftfahrtsystem bedeutet dieses Szenario den radikalsten Umbruch, weil der massive Energiemangel und die unkontrollierten wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels die Kosten des Geschäfts in die Höhe treiben. Nur sehr wenige Personen können sich noch Flüge leisten, insbesondere weil diese in besonderem Maße gegen den Ökoterrorismus abgesichert sein müssen.

### 2.3. Vergleichbare Studien

Bevor die erarbeiteten Szenarien in die Analyse überführt werden, gilt es noch deren Plausibilität zu überprüfen. Hierzu werden zwei andere Zukunftsstudien als Vergleich angeführt, die zu ähnlichen Ergebnissen kommen, bislang aber in der Auswertung der Branche vernachlässigt wurden. Zum einen handelt es sich dabei um die von Ligeia Paletti geleitete Studie der EREA „The Future of Aviation“ [8], die bereits 2021 erschienen ist; Zum anderen um die parallel und in Kooperation mit dem DLR angelegte Studie „ScenAir 2050“ [7] des SE<sup>2</sup>A Clusters der Technischen Universität Braunschweig.

Die EREA Studie ist dabei die Fortsetzung einer Studie aus dem Jahr 2010 und versucht „to understand the potential impacts on aeronautical research and development (R&D) activities“ [8]. Als brancheninterne Studie geht es darum die einzelnen Stakeholder zu motivieren und einen Abgleich der notwendigen Forschungsagenden zu gewährleisten. Methodisch geht die Studie ähnlich der hier vorgestellten Arbeit vor, in dem die Szenarien durch Workshops mit Expert\*innen entwickelt wurden<sup>4</sup>.

Die vom ARCADIA Projekt entwickelten Szenarien finden sich in der EREA Studie klar gespiegelt. Das Szenario „Gespaltene Gesellschaft“ etwa zeigt die gleichen Tendenzen auf, die auch in EREAs „Mad Max“-Szenario vorhanden sind: „A world characterised by deglobalisation and fragmentation; extreme nationalism and populism; instability; protectionist economies; high levels of inequality; low sustainability; climate crisis; low levels of R&D. Aviation is an expensive, luxurious and highly desirable product but is unreliable due to climate change and different sources of instability.“ Entsprechend kann man das „Radikale Transformation“-Szenario mit EREAs „Optimising Together“ parallel lesen: „A world character-

<sup>4</sup> Hier der Hinweis zum Timing: die Studie ist mitten in der COVID-19 Pandemie entstanden, was auf verschiedenen Ebenen Einfluss auf die Arbeit hatte. Zum einen konnten Workshops nur online stattfinden, so dass der Austausch weniger frei gestaltet war. Zum anderen hat der ökonomische Impact der Pandemie auf die Branche eine Wild Card in das Denken der Partizipierenden gebracht, die nicht zu ignorieren war.

ised by unification and harmony; global cooperation and collaboration; global legal and institutional frameworks; high stability and growth; sustainability; market-driven economies and liberalisation; high standardisation and confidence.”

Nicht alle Faktoren oder Projektionen stimmen überein, da etwa in „Optimising Together“ noch deutlich optimistischer über den Energiebedarf geurteilt wird und dieser das bereits angesprochene hohe Wachstum abdeckt, mit dem die Branche häufig agiert. „Radikale Transformation“ hingegen sieht die Notwendigkeit, auch bei hoher Abdeckung mit Energie, diese auf die verschiedenen Sektoren zu verteilen und insgesamt Einsparungen vorzunehmen, um die Pariser Klimaziele möglichst wenig zu überschreiten. Aber die generelle Tendenz bleibt bestehen und die zentrale Rolle, die hier vor allem soziale Einflussfaktoren wie „soziale Gerechtigkeit“, „demokratische Gesellschaftsmodelle“, oder auch „globale Kooperation“ einnehmen, ist bemerkenswert.

Ähnlich sieht das auch die hier beim DLRK 2024 von Stefanie Ollenburg vorgestellte Studie „ScenAir 2050“, für deren Details ich auf ihr Paper [7] und den Vortrag verweisen möchte.<sup>5</sup> An dieser Stelle sei daher nur kurz angeführt, dass ARCADIAs „Gesplante Gesellschaft“ deutliche Parallelen aufweist zu ScenAirs „Post-Truth“-Szenario, das sich durch hohe soziale Ungleichheit, ideologische Konflikte, geringe politische Regularien und ungleichmäßige Energieverteilung auszeichnet. Ebenso verhält es sich mit „Radikale Transformation“ und ScenAirs „Together the Truths“-Szenario, in dem ein ideologischer Konsens über den Klimawandel besteht, soziale Gerechtigkeit umgesetzt wurde, Ressourcen gerecht geteilt werden, und durch staatliche Intervention die Klimaziele von Paris eingehalten werden. Wie schon mit der EREA Studie sind nicht alle Ausprägungen vergleichbar, aber auch hier gilt, dass vor allem die sozialen Einflussfaktoren wie „soziale Gerechtigkeit“, „ideologische Spaltung“, oder „politischer Wandel“ zu den unterschiedlichen produktiven Varianten der Szenarien führen.

### 3. ANALYSE UND ANWENDUNG

Aus den Ergebnissen der drei genannten Studien können wir ableiten, dass die technischen bzw. ökonomischen Szenarien der Branche eine Lücke aufweisen, die durch den Einbezug sozialer Faktoren<sup>6</sup> geschlossen werden kann. Zukünftige Entwicklungen einer stark divergenten Verteilung von sozialem Status, demokratischer Teilhabe und vor allem finanziellen Mitteln generieren potentielle Projektionen von deutlich weniger Passagieren mit der Chance direkt am Luftverkehr teilzunehmen. Auch die Verteilung von Energieressourcen unterliegen sozialen Einflüssen, wie etwa geopolitischen Machtansprüchen

<sup>5</sup> Hinweis: Zwischen dem ScenAir 2050 Projekt und ARCADIA gibt es einen direkten Wissensaustausch über Methodiken und Ergebnisse. Die Studien sind parallel entstanden und die beteiligten Mitarbeitenden haben sich gegenseitig in der Arbeit unterstützt. Da aber der Datenstamm und die Methode der beiden Studien unterschiedlich sind, können die Ergebnisse hier dennoch produktiv verglichen werden.

<sup>6</sup> Die Nutzung des Begriffs „sozial“ ist hier weit gefasst und beinhaltet alle Aspekte des gesellschaftlichen Wandels ausgelöst durch kulturellen Veränderungen, öffentliche Diskurse, politische Entscheidungen, oder auch sozio-demographische Verschiebungen.

oder Business Interessen, die ebenfalls eine Verengung des Marktes suggerieren könnten. Keines der vorgestellten Szenarios beansprucht eine akkurate Blaupause der Zukunft zu sein, aber es ist auffällig, dass die Branche konsequent die (real bestehende) Möglichkeit ignoriert, dass soziale Faktoren eine Rolle spielen, etwa in der Prognose des Wachstums. Dabei müssen soziale Faktoren noch nicht mal so radikal sein wie die Wild Cards „Pandemie“ oder „Öko-Terrorismus“. Ein gesellschaftlicher Diskurswandel hin zu einer deutlichen Akzeptanz von Klima-Maßnahmen könnte zu einem relevanten „Flight Shaming“ führen. Der politische Wille starke und realistische CO<sub>2</sub>-Bepreisungen und Steuern für klimaschädliche Produkte einzuführen, könnten die Wachstumsprognosen der Branche ebenso einbrechen lassen. Dass die größte Einsparung von Klima-Impact in jedem einzelnen nicht-stattfindenden Flug liegt, scheint der Branche so sehr zu missfallen, dass sie diese Option nicht mal angesichts immer stärkerer Kosten durch Klimaereignisse anerkennen will.

Doch welche Konsequenzen, welche disruptive Elemente, signalisieren die hier vorgestellten Szenarien jetzt für bestehende Projekte im Flugzeugdesign? Das Beispiel des negativen Effekts auf das Wachstum der Passagierzahlen ist hier das wohl deutlichste Signal. Ausgehend von Szenarien, in denen das Wachstum einbricht und im Gegenteil sogar immer weniger Menschen fliegen (können), müssten Flugzeugkonzepte völlig anders gedacht werden. So ist etwa die Einbindung großer Wasserstoff-Tanks in den Rumpf weit weniger problematisch, wenn man die Passagierzahlen reduziert. Bei gleichbleibenden Rumpfdesigns könnten so Zielvorgaben für Treibstoffmengen leichter erreicht werden.

Bezogen auf das Kabinendesign ist die Frage nach der anzunehmenden Anzahl der Passagiere aber noch um ein Vielfaches wichtiger. Das Szenario „Gesplante Gesellschaft“ etwa suggeriert, dass insbesondere der hohe Preis für knappe Energieressourcen, gekoppelt mit einer starken sozialen Schere eine Verringerung der Passagierzahlen nach sich ziehen wird. Die große Mehrheit der Menschen wird sich fliegen nicht oder nur unter sehr ökonomisch reduzierten Bedingungen leisten können. Der Verdienst einer Airline läge somit (mehr noch als heute schon) eindeutig im Segment Business/First. In Workshops wurden deswegen zwei radikal unterschiedliche Design-Vorgaben festgelegt, die jetzt vom Design-Team umgesetzt werden. Zum einen ein Kabinendesign, das einzig auf das ökonomische Ziel reagiert und möglichst viele Passagiere zu einem möglichst kosteneffektiven Flug verhilft. Hierbei wären also im Extremfall Stehplätze, minimaler Komfort, minimale Individualisierung und der Wegfall jeglicher Service-Komponenten nötig: ein Super-Low-Cost-Carrier, der dennoch für Passagiere relativ zu den bei ihnen vorhandenen Ressourcen hohe Kosten aufwirft, um der Airline Gewinn zu bescheren. Zum anderen aber würde ein Design, dass die geringen Passagierzahlen im Segment Business/First ansprechen soll im Kabinendesign ganz anders zu organisieren. Hier könnten Passagiere einen erhöhten Komfort erhalten, stärkere Individualisierung an Wünsche für unterschiedliche Zielgruppen, und eine Erhöhung des Serviceanteils mögliche Lösungsansätze sein. Das Design für beide Kabinen wäre also diametral entgegengesetzt.

Es ist nicht die These dieses Papers, dass die vorhandenen Methoden der Szenario-Arbeit in der Branche und

den Flugzeugentwurfs-Projekten nicht gut oder aus einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive inkorrekt sind. Im Gegenteil, ökonomische Foresight-Studien und Engineering-Vorgaben bestimmen den größten Teil der Arbeit im Flugzeugentwurf. Es ist aber, und hier liegt der Fokus dieser Arbeit, reduktionistisch, die möglichen Einflüsse sozialer Faktoren gar nicht einzubeziehen oder nur in Rahmenanalysen einfließen zu lassen. Faktoren wie das Wachstum der Branche, Passagierzahlen, oder auch Ängste um neue Technologien (und die Akzeptanz in der Gesellschaft) sind relevante Faktoren, die von der Branche adressiert werden müssen. Die Arbeit im ARCADIA Projekt, speziell im Bereich der Futures Studies kann einen wertvollen Beitrag leisten, die Resilienz der Branche zu stärken und auch mögliche Zukünfte mitzudenken, in denen radikale Veränderungen auftreten.

#### 4. ZITIERTERWERKE

- [1] Bundesregierung, „Die Luftfahrtstrategie der Bundesregierung“, BMWi, Berlin 2014.
- [2] DLR, „Auf dem Weg zu einer emissionsfreien Luftfahrt“, DLR, Köln, 2021.
- [3] Boeing, „Boeing Unveils Model to Show Best Routes to Zero Carbon Future“. Pressemitteilung vom 18.07.2022. <<https://boeing.mediaroom.com/2022-07-18-Boeing-Unveils-Model-to-Show-Best-Routes-to-Zero-Carbon-Future>>
- [4] Airbus, „Sustainability“. Aufgerufen am 11.09.2024. <<https://www.airbus.com/en/sustainability>>.
- [5] Lee D.S., et al., „The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018“. *Atmospheric Environment* 244, 2021, S. 1-29.
- [6] Baier, F. et al. „Long-term impact of limited airport capacity on passenger demand and fleet development worldwide up to 2050.“ *ODAS 2024*. 24th joint ONERA-DLR Aerospace Symposium, Braunschweig, 12.-14.06.2024.
- [7] Ollenburg, S. „Szenarien mit soziokulturellem Ansatz als Impulsgeber für die Zukunft der Luftfahrt“, DLRK 2024, Hamburg, 01.10.2024.
- [8] Paletti, L. et al., „The Future of Aviation“, EREA, 2021.
- [9] Bechtold, L. et al. „Science Fiction Thinking“, 2023. <<http://sciencefictionthinking.com/>>.
- [10] Steinmüller, K., „Antizipation als Gedankenexperiment: Science Fiction und Zukunftsforschung“. In: Popp, R. (Hrsg.) *Einblicke, Ausblicke, Weitblicke: Aktuelle Perspektiven in der Zukunftsforschung*, Münster, 2016. S. 319–37.
- [11] Schwarz, J. O., „The ‘Narrative Turn’ in Developing Foresight: Assessing How Cultural Products Can Assist Organisations in Detecting Trends“. *Technological Forecasting and Social Change* 90, 2015, S. 510–13.
- [12] Steinmüller, K., „Exkurs. Szenarien der Science Fiction“. Grundlagen und Methoden der Zukunftsforschung: Szenarien, Delphi, Technikvorschau. Gelsenkirchen, 1997. S. 64-70.
- [13] Schwartz, P. *The Art of the Long View*. New York, 1991.
- [14] Steinmüller, A. u. K., *Wild Cards: Wenn das Unwahrscheinliche eintritt*. Hamburg: Murmann, 2004.
- [15] Bundeskriminalamt. „*Letzte Generation*“: *Lagebild*. 20.04.2023. Zuletzt geöffnet am 25.09.2024. <<https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/sicherheit/bka-lagebild-letzte-generation.pdf>>