



LUFTHANSA GROUP

WIE KI DAZU BEITRAGEN KANN, DIE TREIBSTOFF- EMISSIONEN IN DER LUFTFAHRT ZU REDUZIEREN

Die Plattform der Lufthansa
Group mit Google Cloud setzt
neue Maßstäbe

Google Cloud



WIE KI DAZU BEITRAGEN KANN, DIE TREIBSTOFF- EMISSIONEN IN DER LUFTFAHRT ZU REDUZIEREN

Die Plattform der Lufthansa
Group mit Google Cloud setzt
neue Maßstäbe

01 Die Notwendigkeit,
nachhaltiger zu werden **S. 3**

02 Der Weg zur CO₂-Neutralität
im Luftverkehr **S. 4**

03 Vorreiterrolle und Verantwortung
für den Klimaschutz in der
Lufthansa Group **S. 5**

04 Die Herausforderung: Management
von Hyperkomplexität in Echtzeit
und in großem Maßstab **S. 7**

05 KI und Big Data
ermöglichen optimale
Entscheidungsfindung **S. 8**

06 Das Ziel: Datengestützte
Entscheidungshilfen zur Förderung von
Effizienz und Nachhaltigkeit **S. 9**

07 Die Partnerschaft: Lufthansa Group und
Google Cloud geben den Startschuss in
eine konzernweite Innovation **S. 10**

08 Die OPSD-Plattform: Eine leistungsstarke
Cloud für zentrale Echtzeit-Entscheidungen
in der operativen Steuerung **S. 12**

09 Die Auswirkungen: Mehr Nachhaltigkeit
durch Effizienz **S. 13**

10 Das größere Bild: Die Transformation der
Luftfahrt durch saubere Technologien **S. 14**

01

DIE NOTWENDIGKEIT, NACHHALTIGER ZU WERDEN

Die Reduzierung der CO₂-Emissionen ist zu einer Notwendigkeit für Unternehmen und Gesellschaft als Ganzes geworden und hat einen Wettlauf um die Identifizierung und Skalierung der effizientesten Innovationen ausgelöst. Die Lufthansa Group ist sich ihrer unternehmerischen Verantwortung bewusst und stellt sich der größten Herausforderung unserer Zeit als globaler Vordenker. Der Druck der Kunden und die regulatorischen Anforderungen leiten eine neue Ära der Skalierung wirtschaftlich tragfähiger, sauberer Technologien ein. Der Luftverkehr ist eine Industrie, die sich nur schwer emissionsneutral¹ gestalten lässt. Er ist für rund 2,8 % der weltweiten, vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen verantwortlich² und steht vor der existenziellen Herausforderung, bis 2050 CO₂-neutral³ zu werden.

Dieses ehrgeizige Ziel ist über alle Ebenen hinweg verankert, von der Unternehmensstrategie der Lufthansa Group⁴ bis hin zur Ratifizierung durch 158 Staaten im Ausschuss für Zivilluftfahrt der

Vereinten Nationen (Oktober 2022)⁵. Diese Anstrengungen sind aufgrund der einzigartigen, technologischen und regulatorischen Komplexität der Branche und der Aussicht auf eine weltweit steigende Nachfrage nach Flugreisen in den nächsten Jahrzehnten⁶ eine besondere Herausforderung. Die Aussicht auf einen CO₂-neutralen Luftverkehr verspricht auch zusätzliche, positive wirtschaftliche und soziale Vorteile, denn die Umstellung auf eine grünere Zukunft, schafft weltweit 36 Millionen Arbeitsplätze⁷ in der Branche. Um zukünftige Verbrauchermärkte zu sichern, muss umweltbewusstes Handeln zu einem Schlüsselfaktor einer Fluggesellschaft werden, da Nachhaltigkeit ein „Must-have“ und kein „Nice-to-have“ mehr ist.

¹ US Department of Energy, 2021 ² International Energy Agency (IEA), 2019 ³ IATA, 2010 ⁴ Lufthansa Group, n.d. ⁵ ICAO, 2022 ⁶ "Between 2019 and 2040 the IATA forecast that air passenger numbers will increase at an average annual rate of 3.3%, rising to 7.8 billion passenger journeys per year at the end of our forecast horizon". IATA, 2022 ⁷ AERTEC, 2020

02

DER WEG ZUR CO₂-NEUTRALITÄT IM LUFTVERKEHR

Die Herausforderungen, mit denen die Lufthansa Group konfrontiert ist, werden von allen Akteuren der Branche geteilt, was zu einem „coopetition“-Geschäftsklima führt, in dem ein intensiver Austausch und Dialog zwischen den Wettbewerbern stattfindet, um herauszufinden, welche Technologien realisierbar sind und welche regulatorischen Voraussetzungen für ihre Umsetzung erforderlich sind. Die Wettbewerber tauschen sich mit Vertretern von Universitäten, Instituten, Zulieferern und Regierungen aus, um herauszufinden, welche Technologien die besten Chancen haben, den Wandel in verschiedenen Bereichen der Branche voranzutreiben, z. B. neue Antriebssysteme, neue Flugzeugdesigns, Technologien zur CO₂-Kompensation sowie die Bodeninfrastruktur und die Energieversorgung (z. B. nachhaltige Flugkraftstoffe, Wasserstoff und Batterien). Die Luftfahrtindustrie setzt auf die Zukunftstechnologien, um durch intelligente Datenstrategien Effizienzgewinne im gesamten Betrieb zu erzielen. Der Weg zur CO₂-Neutralität bis 2050 ist jedoch mit Herausforderungen gepflastert, die häufig außerhalb des

Einflussbereichs einzelner Fluggesellschaften liegen. Es gibt lange Zertifizierungszyklen, umfangreiche Testphasen für die Sicherheit der Technologie und eine langsame Skalierung der Technologie für nachhaltige Flugkraftstoffe oder Wasserstoffinfrastruktur. Eine ebenso große Herausforderung ist das teilweise politische Ungleichgewicht zwischen den Staaten in Bezug auf das Luftraummanagement, regionale Unterschiede bei der Besteuerung fossiler Brennstoffe oder die Art und Weise, wie Anreize für grüne Investitionen geschaffen werden. Angesichts der großen Fortschritte ist eine synchronisierte und verstärkte Abstimmung zwischen den Interessengruppen dringend erforderlich. Dringlichkeit ist nicht zuletzt deshalb geboten, weil heute getroffene Entscheidungen und umgesetzte Innovationen langfristige Auswirkungen haben. So werden heute bestellte, effizientere Flugzeuge erst in einigen Jahren abheben und oft über zwei Jahrzehnte im Einsatz sein, bis sie sich wirtschaftlich amortisiert haben.

03

VORREITERROLLE UND VERANTWORTUNG FÜR DEN KLIMA- SCHUTZ IN DER LUFTHANSA GROUP

Um ihr Engagement und ihre Verantwortung zu unterstreichen, hat sich die Lufthansa Group verpflichtet, ihre CO₂-Intensität bis 2030 zu reduzieren und hat dafür als erste europäische Fluggesellschaft das Siegel der Science Based Target Initiative (SBTi) erhalten. Die SBTi-Ziele orientieren sich an den Beschlüssen des Pariser Klimaabkommens zur Begrenzung der Erderwärmung und erfordern eine jährliche Berichterstattung über die unternehmensweiten Emissionen und die Fortschritte bei der Zielerreichung.

Die Lufthansa Group hat sich vorgenommen, ihre Netto-Emissionen bis 2030 im Vergleich zu 2019 zu halbieren und bis 2050 CO₂-neutral zu werden. Dabei setzt sie insbesondere auf eine beschleunigte Flottenmodernisierung, eine kontinuierliche Optimierung des Flugbetriebs und den Einsatz von „Sustainable Aviation Fuels“ (SAF). Der größte Hebel zur CO₂-Einsparung ist derzeit die Einführung neuer Flugzeuge. Ein Flugzeug der neuesten Generation verbraucht bis zu 30 Prozent weniger Treibstoff als

sein Vorgänger. Neben der kontinuierlichen Investition von mehr als 2 Milliarden Euro pro Jahr in die Flottenerneuerung, werden bis 2030 mehr als 200 Kurz-, Mittel- und Langstreckenflugzeuge eingeführt, und auch kleinere, neuartige Flugzeugtypen mit Wasserstoff- oder Batterieantrieb werden für zukünftige Geschäftsmodelle strategisch analysiert.

Die Lufthansa Group hat kurz- und mittelfristig zudem mehrere Millionen Euro in SAF, als echte Alternative zu fossilen Brennstoffen, investiert. Der Konzern ist Pilotkunde der weltweit ersten Power-to-Liquid-Anlage in Wertle, Deutschland, und will die Kommerzialisierung dieser vielversprechenden, zukünftigen Technologie vorantreiben. Darüber hinaus hat die zur Lufthansa Group gehörende Fluggesellschaft SWISS in die weltweit erste Produktion von CO₂-neutralen Solartreibstoffen investiert, die aus netzunabhängiger Solarwärme in einer ähnlich bahnbrechenden Technologie namens Sun-to-Liquid gewonnen wird.



„Bei der Lufthansa Group ist es unsere Aufgabe, nach sauberen Technologien zu suchen, um unsere Nachhaltigkeitsagenda voranzutreiben. Mit unserem kollaborativen Ansatz entwickeln und treiben wir technologiegetriebene Innovationsprojekte sowohl intern als auch in Zusammenarbeit mit führenden Partnern und der Forschung voran. Wir identifizieren und beobachten aufkommende Technologien wie Leichtbauwerkstoffe, Soft- und Hardwareinnovationen entlang der gesamten Emissionskette der Lufthansa Group – vom Abfallrecycling in unserem Catering über neue Antriebstechnologien bis hin zur datengetriebenen Optimierung der Flugeffizienz. Mit dieser Mission erforschen und erweitern wir die Schnittstelle zwischen dem Denkbaren und dem Machbaren im Bereich Clean Tech für die Lufthansa Group.“

Caroline Drischel

Leiterin Corporate Responsibility, Lufthansa Group



Dieses Whitepaper stellt ein Leuchtturmprojekt vor, das die Rolle von Daten und KI als entscheidenden Hebel in einer der komplexesten Branchen der Welt aufzeigt. In einer generell margenschwachen Branche mit extrem hoher Komplexität eröffnen selbst kleinste Effizienzsteigerungen weitreichende Möglichkeiten für die drei Kernziele der Lufthansa Group: Emissionsreduzierung, Perfektionierung des Kundenerlebnisses und Profitabilitätssteigerung unter Beibehaltung der hohen Sicherheitsstandards.

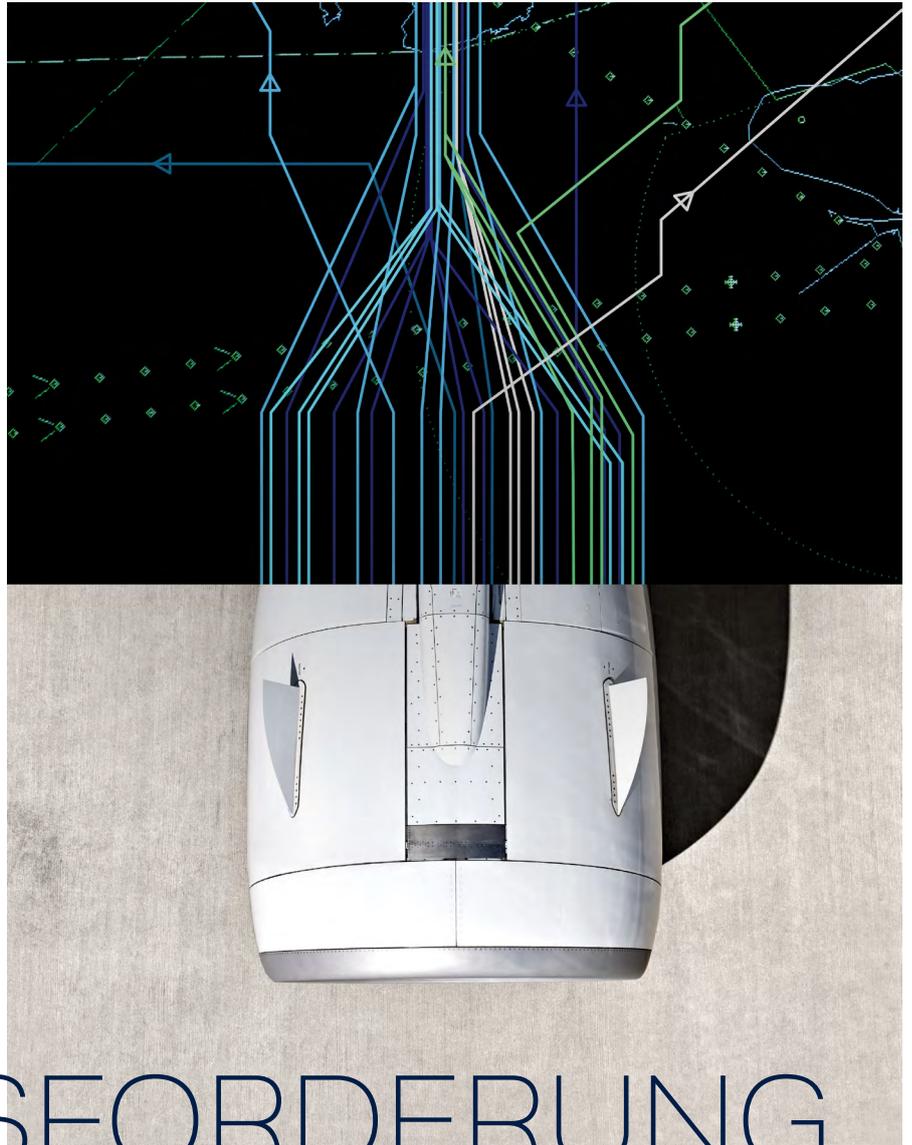


„Jeder Flug ist eine hochkomplexe Angelegenheit mit Tausenden von Variablen, die mit der Zeit immer komplexer werden. Aber wir sind entschlossen, in neue Technologien zu investieren, um bisher ungenutzte Möglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit, zur Verringerung der Emissionen und zur Verbesserung des Kundenerlebnisses auszuschöpfen.“

Marcus Schnabel

SVP Flight & Ground Operations and Security, Lufthansa Group

04



DIE HERAUSFORDERUNG

Management von Hyperkomplexität in Echtzeit und in großem Maßstab

Ein reibungsloser Flugbetrieb wird durch ein hochkomplexes Netz von Abhängigkeiten zwischen hunderten von einzeln synchronisierten Verfahrenselementen ermöglicht. An den Drehkreuzen Frankfurt und München werden täglich 1.200 Flüge der Lufthansa Group mit bis zu 170.000 Passagieren abgewickelt. Jedes dieser Elemente läuft in Echtzeit ab und löst eine Kette von weitreichenden Konsequenzen aus, die sich wiederum auf den gesamten Flugbetrieb auswirken. Wenn zum Beispiel ein Blitzschlag einen routinemäßigen Sicherheitscheck auslöst, werden sofort Tausende von Passagierwegen neu bewertet, der Einsatz der Besatzungen, die Flugzeugrotation, die Flugsicherung, das Catering, die Reinigung, die Beladung und die Passagierströme sind betroffen. Hunderte engagierte Problemlöser in den acht Ver-

kehrszentralen der Lufthansa Group managen hunderte dieser Unwägbarkeiten, indem sie erfahrungsbasierte Entscheidungen über Flugstreichungen, individuelle Passagierumleitungen und bodenseitige Abhilfestrategien treffen – von der Optimierung von Slots oder Gate-Standorten, die die Umsteigezeit für Passagiere verkürzen – bis hin zu Hotelbuchungen oder Gepäckabfertigung. Bisher waren bis zu fünf Experten mehrere Stunden damit beschäftigt, jede Unregelmäßigkeit zu beheben, um alle Flugzeuge und Passagiere auf ihren weiteren Flug umzubuchen. Zeit ist der kostspieligste Faktor in einem System, das Tausende von Menschen und Prozesse betrifft, und die Komplexität steigt in schwindelerregende Höhen, wenn Nachhaltigkeit als zusätzlicher KPI einbezogen wird.

05

KI UND BIG DATA

ermöglichen optimale Entscheidungsfindung

Die Lufthansa Group hat die Vorteile der Digitalisierung und datengetriebener Lösungen frühzeitig erkannt und seit langem in eine starke IT-Kompetenz für ihren Betrieb investiert. Die Spezialisten in den Verkehrszentralen nutzen eine Reihe von IT-Systemen, um Flugzeugumläufe, Passagiermanagement, Crew-Einsatz und Wartungsereignisse zu koordinieren. Im Falle eines Unwetters, das die Schließung des Flughafens zur Folge haben kann, müssen Zehntausende von möglichen Reaktionsstrategien in Betracht gezogen, bewertet und schnell priorisiert werden. Angesichts der Tragweite jeder Entscheidung ermöglicht die Kombination von Operations Research und Big Data schnellere und bessere Entscheidungen. Mit dieser technischen Möglichkeit hat die Lufthansa Group einen leistungsstarken Anwendungsfall für die Förderung der Nachhaltigkeit durch einen datenzentrierten Technologieansatz identifiziert.



„Daten und KI verändern das Geschäft, den Kundenservice und den Betrieb der Lufthansa Group. Mit unseren Data Scientists, KI-Ingenieuren, Business-Experten und digitalen Experten begeben wir uns auf eine Reise, um zu testen, zu lernen, zu skalieren und Mehrwert für alle Stakeholder unserer Konzerngesellschaften zu schaffen. Im Mittelpunkt dieser Mission steht die Transformation der Lufthansa Group in Richtung Datenzentrierung. Unabhängig davon, in welchem Innovationsbereich wir uns bewegen, stehen Daten im Mittelpunkt, um ein besseres Verständnis dafür zu erlangen, wie wir Nachhaltigkeit vorantreiben können.“

Xavier Lagardère

Chief Data Officer, VP Innovation Management, Lufthansa Group

06

DAS ZIEL

Datengestützte Entscheidungshilfen zur Förderung von Effizienz und Nachhaltigkeit

Die Lufthansa Group hat eine Anwendung zur Datenanalyse entwickelt, die eine optimale Entscheidungsunterstützung in Echtzeit bietet und alle relevanten Informationen vom Flug- bis zum Bodenbetrieb, von den Schnittstellen zu Flughäfen und Fluglotsen bis hin zu Catering und Wartung zusammenführt. Vergleichbar mit einem fortschrittlichen Navigationssystem, das verschiedene Verkehrsmittel und Routen zum gleichen Ziel vorschlägt, hat die Lufthansa Group eine innovative cloudbasierte Lösung entwickelt, um ihren Entscheidungsträgern im operativen Management Echtzeitinformationen zur Verfügung zu stellen. Die Schwierigkeit für menschliche Entscheidungsträger besteht darin, Tausende von operativen Entscheidungen gegeneinander abzuwägen, zu planen und zu priorisieren. Im Falle eines

unvorhergesehenen Blitzeinschlags in ein Flugzeug kann die Gesamtzahl der möglichen Schadensbegrenzungsszenarien mehr als 100.000 Optionen betragen, die jeweils unterschiedliche Prioritäten für verschiedene Passagiergruppen und deren wirtschaftliche und nachhaltige Faktoren darstellen. Die mit Google Cloud entwickelte Operations Decision Support Suite (OPSD) schlägt auf Basis von Echtzeitdaten nun dank vorausschauender, operativer Intelligenz innerhalb von Minuten selbstständig das optimale Szenario vor, basierend auf Kosten, CO₂-Emissionen, Passagierzufriedenheit, Betriebsstabilität oder Gewinn. Operations Controller können nun die beste, ganzheitliche Entscheidung für Passagiere, Crews und Flugzeuge treffen, anstatt einen einzelnen Flug auf Kosten anderer Flüge zu optimieren.

07

DIE PARTNERSCHAFT

Lufthansa Group und Google Cloud geben den Startschuss in eine konzernweite Innovation

Die Verwaltung und Nutzung einer komplexen Datenlandschaft in großem Maßstab und mit hoher Geschwindigkeit erfordert Cloud Computing mit fortschrittlichsten Funktionen für Operations Research (OR), Künstliche Intelligenz (KI) und Maschinelles Lernen (ML). Die Lufthansa Group ist 2019 eine Partnerschaft mit einem führenden Anbieter von Cloud Computing-Diensten eingegangen, um Nachhaltigkeit durch effiziente Prozesse zu fördern. Im Einklang mit ihrer Philosophie, schnellstmöglich den größtmöglichen Nutzen zu erzielen, hat die Lufthansa Group eine Ausschreibung (Request for Proposal, RFP) durchgeführt, um potenzielle Partner zu finden, die bereit sind, sich dieser Herausforderung zu stellen.

Derartige branchenübergreifende Partnerschaften zwischen Technologie und Luftfahrt auf Augenhöhe sind zwar ein Novum, aber die Dringlichkeit, nachhaltig zu handeln, erforderte eine mutige und gemeinschaftliche Zusammenarbeit von Vordenkern aus beiden Branchen.





„Wir waren beeindruckt von Googles Technologie und Fähigkeiten im Bereich KI und Maschinelles Lernen und wollten unsere einzigartige Branchenexpertise mit ihren Fähigkeiten kombinieren, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen.“

Christian Most

Senior Director, Digital Operations Optimization, Lufthansa Group

Google Cloud hat sich als besonders qualifiziert und innovativ für den Umfang dieses Joint Ventures erwiesen. Das Unternehmen bringt vor allem sein weltweit führendes Operations Research Team ein und bringt Innovationen in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen sowie umfassende Erfahrung in der Umsetzung mit. Innerhalb des Lufthansa Group Netzwerks fungiert SWISS – eine kleinere Fluggesellschaft mit einer weniger komplexen Flotte – seit Sommer 2021 als Pilot-Airline der Gruppe, bevor die Technologie auf die anderen Fluggesellschaften der Gruppe ausgeweitet wird.

Mit ihrem mutigen Ansatz stellt die Partnerschaft einen echten Paradigmenwechsel dar. Angesichts der Tatsache, dass Nachhaltigkeit zu einem entscheidenden globalen Wettbewerbsfaktor um die Zukunft der Mobilität wird, müssen die traditionellen Silos von Branchenexpertise zugunsten einer neuen Ära der Zusammenarbeit überwunden werden.

Auf operativer Ebene haben Google Cloud und die Lufthansa Group ein starkes gemeinsames Team gebildet, das alle relevanten Kompetenzen beider Unternehmen zusammenführt, um eines der branchenweit fortschrittlichsten Cloud-nativen Systeme seiner Art zu entwickeln.



„Google Cloud ist stolz darauf, eng mit Unternehmen zusammenzuarbeiten, um ihnen dabei zu helfen, den Wert der Technologie in ihrer Branche zu maximieren und die Transformation ihres Unternehmens durch Daten, Zusammenarbeit und die Nutzung einer sicheren, nachhaltigen Cloud zu beschleunigen. Die Art und Weise, wie die Lufthansa Group diese Vorteile genutzt hat, um einen nachhaltigeren und effizienteren Betrieb zu fördern, die Kosten zu managen und sich unglaublich gut zu positionieren, um sich an Marktveränderungen und Kundenbedürfnisse anzupassen und das Umsatzwachstum zu sichern, ist beachtlich. Die Zusammenarbeit ist ein Paradebeispiel für die Zusammenführung von Fachwissen, bei der die Produkte von Google in einen geschäftlichen Kontext gestellt werden, und sie hat der Luftfahrtindustrie den Weg in eine nachhaltigere und effizientere Zukunft geebnet.“

Louisa Loran

Global Director of Strategic Industries, Transportation & Logistics, Google Cloud

08

DIE OPSD-PLATTFORM

Eine leistungsstarke Cloud für zentrale Echtzeit-Entscheidungen in der operativen Steuerung

Das zentrale Versprechen der Operations Decision Support Suite (OPSD) ist der Aufbau einer zentralen Datenbasis in einer leistungsstarken Cloud-Infrastruktur basierend auf und erweiternd zur bestehenden IT-Landschaft von SWISS. Mit diesem nicht-invasiven Ansatz für die bestehende, hochkomplexe IT-Infrastruktur nutzt OPSD die Vorteile von Google Clouds [↗ BigQuery](#), [↗ Vertex AI](#) und [↗ Cloud Spanner](#) für Analyse und Modellierung, um aus Hunderten von Datenquellen in Echtzeit vorausschauende Intelligenz abzuleiten und Szenarien für den Flugbetrieb vorzuschlagen.

Die Daten werden autonom in unterschiedlichen Zyklen von jeder Sekunde bis zu jährlichen Aktualisierungen aus über 300 Quellen erfasst. Das Spektrum der Datenquellen reicht von relativ konstanten Daten zur Konfiguration von Flugzeugsitzen bis hin zu sekundlich aktualisierten Slot- und Gate-Planungen für Hunderte von Flughäfen weltweit. Treibstoffverbrauchsdaten, Wetterdaten und Passagier routendaten fließen ebenfalls in die Datenbank ein, so dass ein sich ständig weiterentwickelndes, umfassendes digitales Abbild des komplexen Airline-Betriebs entsteht.

OPSD wendet leistungsstarke Rechenkapazitäten auf die zentrale Datenbank an, in dem alle strukturierten und unstrukturierten Daten gespeichert werden, und nutzt dabei die Kernfunktionen von Google Cloud für KI und ML sowie die gemeinsam entwickelten und angewandten Operations Research-Funktionen.

OPSD nutzt einen mathematisch-statistischen Ansatz, um rigide Funktionen zur Modellierung optimaler Lösungen für Entscheidungsprobleme im Betrieb von SWISS anzuwenden. Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen auf der Basis von Google Clouds Vertex AI verbinden die eingegebenen Daten mit prädiktiven Analysen, wie z. B. der Vorhersage von störenden Wetterbedingungen und der dahingehenden bestmöglichen Reaktion der Netzwerk-Controller.

Als unabhängige Cloud-Schicht über den bestehenden operativen IT-Systemen fungiert OPSD als agiles Tool, das relativ einfach implementiert und an spezifische Fluggesellschaften und Flughäfen angepasst werden kann. Dabei nutzt es die Flexibilität einer unabhängigen Cloud-nativen Plattform, um komplexe Prozesse zu lösen und gleichzeitig aktiv zu managen, ohne dass es zu Unterbrechungen für die Implementierung neuer Technologien kommt. Durch den modularen Aufbau erfüllen einzelne Module eigenständige Funktionalitäten, können aber auch mit anderen Modulen verbunden werden, um Treibstoffeffizienzeffekte zu synchronisieren, jedem Flug das optimale Flugzeug zuzuweisen oder die Fluggeschwindigkeit für ein bestimmtes Szenario zu optimieren. Als zentrale Optimierungsmaschine führt der „Grand Solver“ alle OPSD-Module zusammen und kombiniert deren Funktionalität zu einer ganzheitlichen Optimierung.

09

DIE AUSWIRKUNGEN

Mehr Nachhaltigkeit durch Effizienz

Mit OPSD hat die Lufthansa Group die Fähigkeiten ihrer Airline Operations Teams durch den Einsatz der innovativsten verfügbaren Technologie auf ein neues Niveau gehoben. Die Verkehrszentralen treffen noch bessere Entscheidungen, indem sie alle Datenressourcen und die leistungsfähigsten Berechnungstools nutzen, die auf einer größeren Anzahl von Faktoren basieren, von historischen Daten über Live-Daten bis hin zu prädiktiven Daten. Während Effizienzgewinne im Mittelpunkt der Optimierung stehen, können zudem auch strategische Ziele wie Kundenzufriedenheit und Nachhaltigkeit optimiert werden.

Um die nachhaltigste Lösung berücksichtigen zu können, ist ein ganzheitliches Verständnis der Abhängigkeiten von Treibstoffverbrauch, Flugzeuggewicht, Geschwindigkeit, Routenoptimierung und vielem mehr erforderlich. Wenn beispielsweise ein Schneesturm über New York aufzieht und der Flughafen voraussichtlich geschlossen werden muss, schlagen Wetterdaten in Kombination mit KI-gestützten Vorhersagen vor, dass es umweltfreundlicher

ist, wenn das Flugzeug langsamer fliegt und den Flughafen erst erreicht, wenn dieser wieder schneefrei ist, anstatt über dem Landeflughafen zu kreisen, bis die Landebahn schneefrei ist, und dabei unnötig Kerosin zu verbrauchen.

Angesichts der Komplexität können selbst kleine Optimierungen dieser Art eine beträchtliche Wirkung aufzeigen. Ganzheitliche, datengestützte Herangehensweisen können so Potenziale für mögliche Emissionsreduzierungen, Rentabilitätssteigerungen und Verbesserungen des Kundenerlebnisses aufdecken.

Seit der Zusammenarbeit mit Google Cloud für OPSD haben bessere und schnellere Entscheidungen zu spürbaren Effekten geführt. Berechnet man die gesamte betriebliche Effizienz auf dem relativ kleinen Streckennetz von SWISS mit 90 Flugzeugen und 380 Flügen pro Tag, ergibt sich daraus ein Einsparpotenzial von rund 7.400 Tonnen CO₂ pro Jahr – das entspricht 370 Flügen zwischen London und Zürich.

10



50.000 t

entsprechen etwa

2.500 x

ZRH → LHR

London

Airbus
A320neo

Zürich

DAS GRÖSSERE BILD

Die Transformation der Luftfahrt durch saubere Technologien

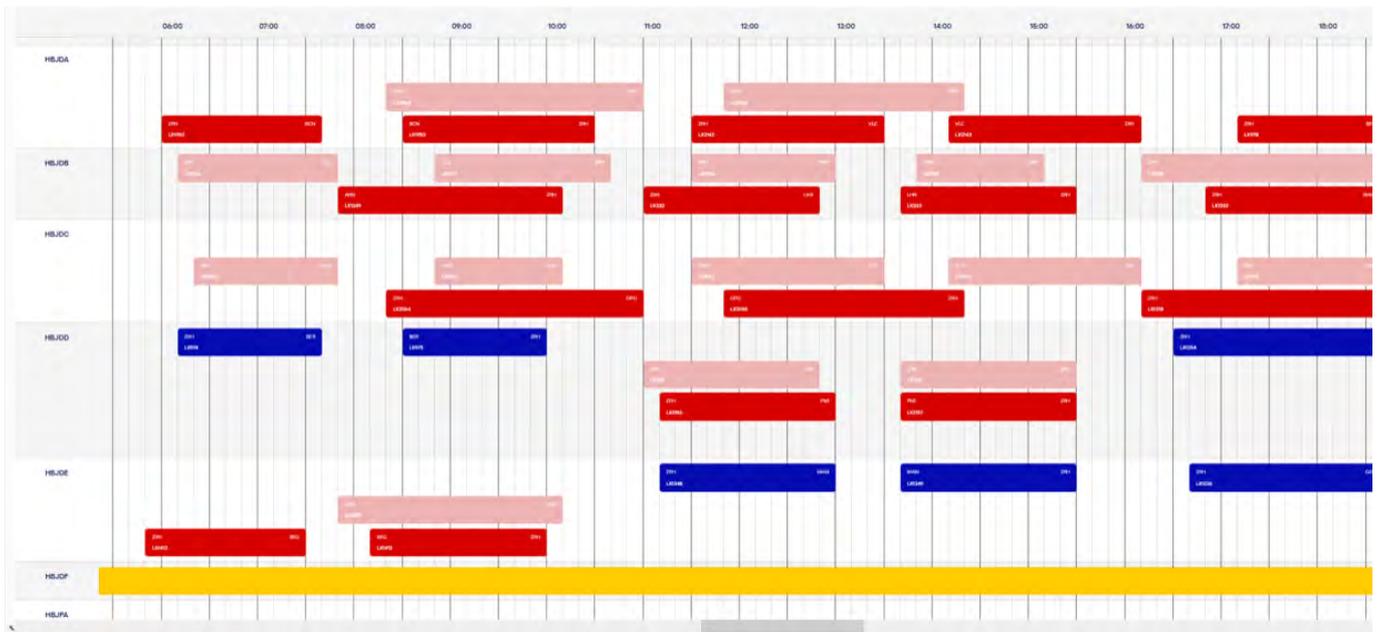
Bei OPSD und der Zusammenarbeit zwischen der Lufthansa Group und Google Cloud geht es um Ambition, Innovation und schnelle Markteinführung. Dieser Prozess erfordert Veränderungen und Lernprozesse auf beiden Seiten der Partnerschaft – sowohl in der Branchenspezialisierung als auch in der Innovationskultur, wo Ideen konzipiert, getestet und skaliert werden müssen. Mit der Implementierung von OPSD bei SWISS hat die Lufthansa Group bewiesen, dass sie in der Lage ist, eine substanzielle und mess-

bare Wirkung zu erzielen und die Umsetzung erfolgreich zu steuern. Dies verdeutlicht das enorme Potenzial, das bei der Einführung dieser Technologie bei allen Konzernfluggesellschaften liegt. Da SWISS nur einen Anteil von rund 15 Prozent an den Flügen der Lufthansa Group⁸ hat, entspricht das aktuelle OPSD Einsparpotenzial hochgerechnet auf die Lufthansa Group einer jährlichen Einsparung von 50.000 Tonnen CO₂ oder 2.500 A320neo-Flügen zwischen Zürich und London.

Jedes Feature von OPSD erschließt auf seine Weise Emissionseinsparungspotenziale. Ein Beispiel dafür ist die im Juli 2021 als erster Anwendungsfall bei SWISS eingeführte Tail Optimization-Funktion. Das KI-Tool hilft dabei, das effizienteste Flugzeug für eine bestimmte Route auszuwählen, wobei variable Aspekte wie Passagiere, Kerosinverbrauch des jeweiligen Flugzeugs, Fracht usw. berücksichtigt werden. Die Daten werden laufend neu berechnet. Ein Leitwerk (Tail) steht für die individuelle Kennung jedes Flugzeugs und damit für ganz individuelle technische Bedingungen. Während unter manuellen Bedingungen nur Metafaktoren wie Typ, Durchschnittskosten und Kapazität in

die Entscheidungsfindung einfließen können, werden bei einem datenbasierten Ansatz multifaktorielle Bedingungen in Echtzeit integriert. Von den individuellen variablen Flugzeugkosten (z. B. Flughafenengebühren), dem individuellen Triebwerkszustand, dem Flugzeugluftwiderstand, dem Schwerpunkt sowie der individuellen Flugzeugleistung (durch die regelmäßige Abnutzung während des Lebenszyklus bis zu 10% geringer als bei der Auslieferung im Originalzustand), ermöglicht OPSD die Berücksichtigung der sich ständig ändernden Bedingungen, die sich auf das optimale Tail Sign für SWISS auswirken.

Beispiel eines Tail Sign GANTT-Diagramms am Beispiel des A320neo um 8 Uhr morgens, um die Komplexität zu veranschaulichen:



Insgesamt hat diese datengesteuerte Tail-Optimierung bei der SWISS etwa 2.000 t Kerosin und 8.700 t CO₂ pro Jahr eingespart, was etwa 16 × A350 Hin- und Rückflügen von München nach New York entspricht.

In Bezug auf die Auswirkungen von OPSD über die Luftfahrt hinaus hat das Projekt eine Leuchtturmfunktion für alle großen Logistiknetzwerke, die vor ähnlichen technologischen Herausforderungen stehen. Um wirklich neue Ebenen der Forschung und einen Nutzen für viele Branchen zu schaffen, haben sich Google Cloud und die Lufthansa Group auf eine für beide Seiten herausfordernde und vielversprechende Lernerfahrung eingelassen, um einen erfolgreichen Anwendungsfall zu schaffen. Die greifbaren Fortschritte in diesem Bereich erweitern den Horizont auch für andere Branchen und schaffen eine Best Practice, die weit über die Luftfahrt hinaus effektive Cleantech-Lösungen erschaffen kann.

Erläuterung Gelb: inaktive Flugzeuge aufgrund von Wartungsarbeiten, Blau: Routen, die der Optimierer nicht verändert hat, Hellrot: ursprünglich geplante Routen & Rotation, Rot: Flugzeuge, die für heute und die nächsten 3 Tage optimiert wurden.



„Wir sind dabei, einen Machbarkeitsnachweis für eine einzigartige industrielle Cloud zu erbringen. Im Mittelpunkt steht ein neues Paradigma, bei dem verschiedene Akteure zusammenarbeiten und Informationen austauschen, um das System gemeinsam und nicht einzeln zu optimieren, Engpässe zu vermeiden und mögliche Auswirkungen zu begrenzen. Das ist die ultimative Vision, die wir verfolgen.“

Christian Most

Senior Director, Digital Operations Optimization, Lufthansa Group

Insgesamt hat OPSD als Ergebnis der bahnbrechenden Zusammenarbeit zwischen der Lufthansa Group, Google Cloud und Google Research den Horizont der auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Ops-Optimierung durch vorausschauende Intelligenz verschoben. Der digitale Beitrag zur Verbesserung des Flugbetriebs im Hinblick auf die Erreichung der CO₂-Neutralität wird auf 5% geschätzt, z. B. durch vorausschauende Wartung, automatische Slot-Zuweisung, Flugplanung in Echtzeit, Optimierung von Flugprofilen, Direktanflug, optimierte Start- und Landebahnnutzung und Software zur Entscheidungsunterstützung. Die Weiterentwicklung von OPSD ist ein wichtiger Eckpfeiler auf dem Weg zu einer emissionsneutralen Lufthansa Group, aber auch der Luftfahrtindustrie insgesamt. Die Projekte und Initiativen des Konzerns verdeutlichen die enormen Chancen, die in der ökologischen Transformation einer Branche liegen, die die Grundlage für globale Mobilität sowie wirtschaftliche und kulturelle Vernetzung bildet. Angesichts des Umfangs des Themas ist das Projekt ein Beispiel für kollaboratives Denken und die branchenübergreifende Befruchtung von Spitzentechnologien, das zeigt, dass auf dem dringend notwendigen Weg zu einem CO₂-neutralem Luftverkehr echte Fortschritte erzielt werden können.

QUELLENVERZEICHNIS

AERTEC (2020)	Socio-economic Impact of Aviation [online] Available at: https://aertecsolutions.com/en/2020/07/22/infographic-the-socio-economic-impact-of-aviation/ [Accessed 21 Oct. 2022]
Deloitte. (n.d.)	Decarbonizing aviation: Clear for take-off An industry perspective. [online] Available at: https://www2.deloitte.com/xe/en/pages/energy-and-resources/articles/decarbonizing-aviation.html . [Accessed 21 Oct. 2022]
IATA (2010)	Resolution on the industry's commitment to reach net zero carbon emissions by 2050. Montreal, CN: IATA
IATA (2022)	IATA 20-Year Passenger Forecast. Montreal, CN: IATA
ICAO (2022)	ICAO welcomes new net-zero 2050 air industry commitment. [online] Available at: https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ICAO-welcomes-new-netzero-2050-air-industry-commitment.aspx . [Accessed 21 Oct. 2022]
Lufthansa Group (n.d)	The Lufthansa Group's climate protection goals. [online] Lufthansa Group
Lufthansa Group (2022)	Investor Info Q3 2022 [online] Available at: https://investor-relations.lufthansagroup.com/fileadmin/downloads/de/finanzberichte/verkehrszahlen/lufthansa/2022/LH-Investor-Info-2022-3-d.pdf [Accessed 21 Oct. 2022]
US Department of Energy (2022)	SAF Grand Challenge Roadmap - Flight Plan for Sustainable Aviation Fuel Available at: https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-09/beto-saf-gc-roadmap-report-sept-2022.pdf [Accessed 21 Oct. 2022]

Weiterer Kontext:

- AERTEC (2020) Socio-economic Impact of Aviation [online] Available at: <https://aertecsolutions.com/en/2020/07/22/infographic-the-socio-economic-impact-of-aviation/> [Accessed 21 Oct. 2022]
- Adryan, F.A. and Sastra, K.W. (2021) Predictive Maintenance for Aircraft Engine Using Machine Learning: Trends and Challenges. AVIA, 3(1). doi:10.47355/avia.v3i1.45
- Ahn, J.M. et al (2019) Leveraging open innovation to improve society: past achievements and future trajectories. R&D Management, 49(3), pp.267–278. doi:10.1111/radm.12373
- Ciesluk, K. (2020) Which Airlines Employ The Most Number Of People? [online] Simple Flying. Available at: <https://simpleflying.com/largest-airlines-by-employees/>. [Accessed 21 Oct. 2022]
- Deloitte (n.d.) Decarbonizing aviation: Clear for take-off An industry perspective. [online] Available at: <https://www2.deloitte.com/xe/en/pages/energy-and-resources/articles/decarbonizing-aviation.html>. [Accessed 21 Oct. 2022]
- Forrester (2018) A Forrester Total Economic Impact Study: The Total Economic Impact Of IBM's Design Thinking Practice. Cambridge, US: Forrester Research
- Frost & Sullivan (2021) Disruptive Technologies Transforming the Global Commercial Aerospace Industry Through 2035. New York City, US: Frost & Sullivan
- Hall, C.M. (2009) Hypermobile travellers. In Gössling, S. & Upham, P. (eds.) Climate Change and Aviation. London, UK: Earthscan
- Harvard Business Review (2022) How Collaborative Intelligence Can Boost Business Innovation - [online] Available at: <https://hbr.org/sponsored/2022/04/how-collaborative-intelligence-can-boost-business-innovation>. [Accessed 21 Oct. 2022]
- IATA (2010) Resolution on the industry's commitment to reach net zero carbon emissions by 2050. Montreal, CN: IATA
- IATA (2022) IATA 20-Year Passenger Forecast. Montreal, CN: IATA
- ICAO (2020) Future of Aviation. [online] ICAO. Available at: <https://www.icao.int/Meetings/FutureOfAviation/Pages/default.aspx>. [Accessed 21 Oct. 2022]
- Kandiah, G. (2022) How Data Will Drive Sustainability Forward. FORBES [online] . Available at: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2022/06/21/how-data-will-drive-sustainability-forward/?sh=50bda783417d> [Accessed 21 Oct. 2022]
- Korchagin, A., Deniskina, A. and Fateeva, I. (2019) Lean and energy-efficient production based on internet of things (IOT) in aviation industry. E3S Web of Conferences, 110, p.02124. doi:10.1051/e3sconf/201911002124
- Krein, A. (2021) Ambitious R&I investment will enable aviation to move towards climate neutrality. Clean Aviation Joint Undertaking. [online] Available at: <https://clean-aviation.eu/ambitious-ri-investment-will-enable-aviation-to-move-towards-climate-neutrality> [Accessed 21 Oct. 2022]

- Lufthansa Group (2021) FACT SHEET Sustainability [online] Available at: <https://www.lufthansagroup.com/media/downloads/en/responsibility/LH-Factsheet-Sustainability-2021.pdf>. [Accessed 21 Oct. 2022]
- Mattila, R. (2019) Motivating Sustainability Through Gamification: Expert Opinions on Inspiring Pro-Environmental Actions, Master's thesis Tampere University Internet and Game Studies. Available at: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116979/MattilaRoope.pdf?sequence=2&isAllowed=y> [Accessed 21 Oct. 2022]
- Ning S, Sun J, Liu C, Yi Y. (2021) Applications of deep learning in big data analytics for aircraft complex system anomaly detection. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. 2021;235(5):923-940. doi:10.1177/1748006X211001979
- Ogunsina, K., Bilonis, I. and DeLaurentis, D. (2021) Exploratory data analysis for airline disruption management. Machine Learning with Applications, p.100102. doi:10.1016/j.mlwa.2021.100102
- Oliver Wyman (2017) AVIATION'S DATA SCIENCE REVOLUTION - Industry Perspective Aviation, Aerospace & Defense, ed. Maire, S., Krishnan, V., Spafford, C. [online] Available at: https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2017/jun/Aviations_Data_Science_Revolution_The_Connected_Aircraft_Final_web.pdf. [Accessed 21 Oct. 2022]
- Oxford Economics, Roland Berger (2022) Towards Climate Neutral Aviation - The socioeconomic Impact of Clean Sky 2. Munich, GER: Roland Berger
- Pérez-Campuzano, D., Rubio Andrada, L., Morcillo Ortega, P., & López-Lázaro, A. (2021) 32 años de Inteligencia Artificial en la aviación: Revelar los éxitos del pasado, desvelar los próximos retos. ESIC Digital Economy and Innovation Journal, 1(1), 138-157. <https://doi.org/10.55234/edeij-1-1-007>
- Sarıçaykupoğlu, T. (2021) Usage of Additive Manufacturing and Topology Optimization Process for Weight Reduction Studies in the Aviation Industry. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 6(2), pp.815-820. doi:10.25046/aj060294
- Shin, Hye & Abbas, Syed Haider & Thanh Chung, Truong. (2015) A Proof-of-concept of Smart Hangar for Composite Aircraft. 10.13140/RG.2.1.4457.9684
- Stenzel, V., Wilke, Y. and Hage, W. (2011) Drag-reducing paints for the reduction of fuel consumption in aviation and shipping. Progress in Organic Coatings, 70(4), pp.224-229. doi:10.1016/j.porgcoat.2010.09.026
- United Nations (2017) Sustainable tourism can advance global development [online] United Nations Sustainable Development. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/09/sustainable-tourism-can-advance-global-development-un-agency-highlights-on-world-day/>. [Accessed 21 Oct. 2022]

- van Dinter, R.,
Tekinerdogan, B.
and Catal, C.
(2022) Predictive maintenance using digital twins: A systematic literature review. Information and Software Technology, 151, p.107008. doi:10.1016/j.infsof.2022.107008
- Zhu, L., Li, N. and
Childs, P.R.N.
(2018) Light-weighting in aerospace component and system design. Propulsion and Power Research, 7(2), pp.103–119. doi:10.1016/j.jprr.2018.04.001

IMPRESSUM

Herausgeber: Deutsche Lufthansa AG, FRA CE, Lufthansa Aviation Center, Airportring, 60546 Frankfurt, Deutschland

Redaktionelles Team: Christian Most; Erin Beilharz; Katrin Schreiber; Eva Schluppkotten

Agenturpartner: FINA-DIGITAL LTD.

Bildrechte: Lufthansa Group & Google Cloud

Redaktionsschluss: 19. Mai 2023

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung oder Garantie für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben.