DFS Deutsche Flugsicherung

Die Zukunft des Fliegens - Nachhaltigkeit im Luftverkehr

Klimaneutralität ist das zentrale Ziel der Luftfahrt. Mit technischen Innovationen und alternativen Antrieben soll dieses Ziel erreicht werden. Wie realistisch ist dies und was wurde bereits erreicht?

Arbeits- und Materialblätter für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 9-13

INHALT

Einführung

Kapitel 1: Flugscham - mehr als ein Modewort?

Kapitel 2: Das Thema Nachhaltigkeit bei der DFS

Kapitel 3: Klimafreundlicher Luftverkehr - geht das?

Kapitel 4: Fliegen: Umweltfreundlicher als gedacht

Kapitel 5: Ausblick: Berufsfelder

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

PROMEDIA Wolff. Alle Seiten der Medienbildung

Einführung

Laut Klimaziel der EU-Kommission soll der Treibhausgasausstoß bis 2030 um 55 Prozent im Vergleich zum Referenzjahr 1990 gesenkt werden. Auch der Luftverkehr stellt sich dieser Herausforderung und sieht Klimaneutralität als zentrale Aufgabe.

Neue Treibstoffe, neue Antriebe, neue Flugzeugentwürfe und modernere Navigation sind hierbei entscheidende Faktoren. Die Luftfahrtindustrie forscht mit Hochdruck an zukunftsfähigen und nachhaltigen Technologien. Wie realistisch sind die verschiedenen Ideen und was ist bereits Realität? Diesen und weiteren spannenden Fragen gehen wir in der dieser Lerneinheit auf den Grund.

Zunächst tauschen die Schüler*innen ihre persönlichen Erfahrungen rund um das Fliegen aus und tragen Vor- und Nachteile, die das Fliegen mit sich bringen, zusammen (Kapitel 1). Im Rahmen einer ersten Bewertung des Flugverkehrs beschäftigen sie sich anhand unterschiedlicher Quellen mit dem Begriff „Flugscham“. Zu diesem Thema schreiben Sie anschließend einen kurzen Kommentar.

In Kapitel 2 steht ein Gespräch mit Michaela Sankoswky, zuständig bei der DFS für den Bereich Umwelt- und Klimaschutz, im Vordergrund. Die Expertin erläutert im Interview, welche Möglichkeiten die DFS in Sachen Klimaschutz hat und welche Modernisierungen bereits umgesetzt werden. Darüber hinaus nennt sie Beispiele, wie der Luftverkehr nachhaltiger und klimafreundlicher gestaltet werden kann. Anhand von Verständnisfragen erschließen die Schüler*innen den Inhalt des Interviews und erstellen eine Stichwortsammlung.

In arbeitsteiliger Gruppenarbeit beschäftigen die Schüler*innen sich im Anschluss intensiver mit verschiedenen Zukunftstechnologien, die den Luftverkehr klimafreundlicher machen könnten (Kapitel 3). Dazu nutzen sie einerseits das Wissen aus dem Interview mit Michaela Sankowsky, zum anderen bieten Recherchetipps vielfältige Möglichkeiten zur gezielten Informationsbeschaffung. Die Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse anschließend im Plenum.

Michaela Sankowsky weist in ihrem Interview auch auf eine Studie der Friedrich-Naumann-Stiftung hin. Diese Studie zieht bei ihren Berechnungen von CO2-Emissionen im Verkehr erstmals nicht nur den Schadstoffausstoß heran, der im Zusammenhang mit der Antriebsenergie entsteht, sondern die gesamte Infrastruktur, die für die jeweilige Verkehrsart notwendig ist. Auf der Grundlage der Aussagen im Interview, weiterführender Recherchen und einigen kurzen Auszügen aus der Studie erarbeiten die Schüler*innen eine tabellarische Übersicht, in der die jeweils notwendigen Komponenten aufgeführt werden (Kapitel 4). Mit einem Blick in die Zukunft wenden die Schüler*innen ihr neu erworbenes Wissen an, indem sie darstellen, wie sie sich das Fliegen im Jahr 2050 vorstellen.

Innovative Entwicklungen erfordern gut ausgebildete Fachkräfte. Gerade die junge Generation wird die Zukunft der Luftfahrt bestimmen. In Kapitel 5 geben wir daher einen Überblick über Berufsfelder in der Luftfahrt sowie über Ausbildungsmöglichkeiten und berufliche Perspektiven bei der DFS.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Flugscham – mehr als ein Modewort?

Die Anzahl der Flugreisen wächst seit Jahren kontinuierlich. Abgesehen vom markanten Corona-Einbruchim Jahr 2020 ist der Trend sehr deutlich. Bis 2040 wird sich die Zahl der Flugpassagiere mehr als verdoppeln, so eine Prognose des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

1. Tauschen Sie im Unterrichtsgespräch Ihre Erfahrungen und Meinungen zum Thema „Fliegen“ aus.

   - Sind Sie selbst schon (oft) geflogen? Wenn ja, welche Strecken, welche Entfernungen, zu welchen Anlässen?
   - Wenn nein, welche Gründe waren hierfür ausschlaggebend? Haben Sie sich bewusst für andere Verkehrsmittel entschieden? Oder spielten die Kosten eine Rolle? Oder wurden Familienurlaube mit anderen Verkehrsmitteln unternommen?

2. Wie bewerten Sie den Flugverkehr? Sammeln Sie gemeinsam Vor- und Nachteile und notieren Sie Ihre Ergebnisse in einer Tabelle.

3. Sicherlich haben Sie bei den Nachteilen unter anderem den Aspekt „klimaschädlich“ aufgeführt. Fliegen gilt aufgrund des hohen CO2-Ausstoßes als wenig nachhaltig. Vor einigen Jahren wurde in Schweden das Wort „flygskam“ kreiert, „Flugscham"; ein Begriff, der mittlerweile auch bei uns in Mode ist.

   - Kennen Sie das Wort „Flugscham“? Was bedeutet es? Finden Sie eine gemeinsame Definition.
   - Halten Sie Flugscham für berechtigt? Führen Sie hierzu ein Brainstorming durch und sammeln Sie Ihre Gedanken in einem Cluster.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

4. Lesen Sie den Artikel „Flugscham: Der dumme Weltbürger“ auf ZEIT ONLINE und machen Sie sich Stichpunkte zu den aufgeführten Vor- und Nachteilen des Fliegens. Führen Sie nun eine Pro- und Contra-Diskussion zum Thema „Flugscham“. Nutzen Sie für Ihre Argumentation die gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse und die Angaben aus dem Zeitungsartikel. In den Recherchetipps finden Sie weitere interessante Links zum Thema.

5. Schreiben Sie abschließend einen Kommentar zum Thema „Flugscham“, in dem Sie Ihre persönliche Meinung zum Ausdruck bringen. Beachten Sie den charakteristischen Aufbau eines Kommentars: (Einstieg mit These – Zusammenfassung der Information – Argumente – Schlussfolgerung).

Recherchetipps

Die Süddeutsche Zeitung geht der Frage nach, welche Auswirkungen die Flugscham-Debatte in Schweden und Deutschland hat.

Flugscham und die Folgen: Und sie schämen sich doch - Reise - SZ.de (sueddeutsche.de)

Ein Kommunikationswissenschaftler hat das Flugverhalten von Menschen untersucht – und wie ihr Umfeld darauf reagiert. Hier finden Sie einige Ergebnisse.

Flugscham: "Warum es sehr wohl einen Unterschied für die Umwelt macht, ob du fliegst oder nicht" - DER SPIEGEL

Wie die Luftfahrtbranche zum Thema Flugscham steht
Klimaschutz-Debatte - Flugscham - die Luftfahrtbranche verteidigt sich | deutschlandfunk.de

In diesem Artikel geht es um Zahlen zum Wachstum in der Flugbranche und Innovationen zum Klimaschutz
Flugscham? Fliegen ist in! | Wirtschaft | DW | 17.12.2019

Ein Kommentar zum Thema Flugscham
Alles wissen, nichts ändern - Flugscham und andere Doppelmoralprobleme | deutschlandfunkkultur.de

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Das Thema Nachhaltigkeit bei der DFS

Umwelt- und Klimaschutz sind in der Luftfahrtbranche ein großes Thema. Auch die DFS ist sich ihrer Verantwortung bewusst und sorgt dafür, dass der Flugverkehr nicht nur sicher und pünktlich ist, sondern auch so umweltfreundlich wie möglich. In welchen Bereichen die Einflussmöglichkeiten der DFS liegen, hat uns Michaela Sankowsky, zuständig bei der DFS für den Umwelt- und Klimaschutz, in einem Interview erklärt.

Lesen Sie unser Gespräch mit Michaela Sankowsky. Beantworten Sie die folgenden Verständnisfragen stichpunktartig. Ihre Stichpunktsammlung wird bei der Bearbeitung der folgenden Arbeitsblätter hilfreich sein. Achten Sie also auf Übersichtlichkeit.

1. Fluglärmschutz ist ein wichtiges Thema bei der DFS. Wie geht die DFS vor, um den Fluglärm in der Nähe von Flughäfen zu reduzieren? Welcher Konflikt ist hierbei zu lösen?

2. Michaela Sankowsky erklärt, dass sich seit 2019 der Fokus mehr auf das Thema Klimaschutz verlagert hat. Wer hat durch welche Maßnahmen den größten Einfluss auf die Klimafreundlichkeit des Fliegens? Und was können Flugsicherungsorganisationen wie die DFS tun, um den Luftverkehr nachhaltiger zu gestalten?

3. Was verbirgt sich hinter den Begriffen „Horizontale Flugeffizienz“ und „Continuous Descent Operation“ (CDO)?

4. Was hat die Modernisierung der Navigation im Luftverkehr mit dem Ausbau von Windkraftanlagen zu tun?

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

5. Erläutern Sie die Vorzüge der „Performance based Navigation“.
6. Wie entstehen Kondensstreifen am Himmel und was hat deren Vermeidung mit klimafreundlichem Fliegen der Zukunft zu tun?
7. Welche Beispiele nennt Michaela Sankowsky im Interview in Bezug auf die Einflussmöglichkeiten, den Luftverkehr nachhaltiger und klimafreundlicher zu gestalten? Welche Beispiele nennt sie in Bezug auf betriebsinterne Möglichkeiten der DFS?
8. Wie sieht Michaela Sankowskys Blick in die Zukunft der Luftfahrtbranche aus?

Michaela Sankowsky

arbeitet seit 2008 bei der DFS und war vor allem im Bereich Unternehmenskommunikation und Unternehmensentwicklung tätig, auch bei DFS-Tochterunternehmen. Seit 2020 wirkt sie im Bereich Umwelt- und Klimaschutz und koordiniert dort maßgebliche Projekte und Maßnahmen zur Verbesserung der DFS-Klimabilanz. Michaela Sankowsky hat Medien- und Kommunikationswissenschaft studiert und sich im Bereich Umweltmanagement fortgebildet.

Hinweis:

Fachbegriffe und Abkürzungen wie CDO und THG werden in unserem Glossar kurz und verständlich erklärt: alphabetisch am Ende dieser Unterrichtseinheit, alphabetisch sowie nach Lehrmaterialien geordnet im Schulportal der DFS (dfs-schule.de).

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Ein Gespräch mit Michaela Sankowsky

Thema Berufsbild und DFS-Fachbereich:

Frau Sankowsky, Sie arbeiten bei der DFS im Umweltmanagement. Seit wann gibt es den Fachbereich bei der DFS, wie setzt sich Ihr Team zusammen und welche Ziele haben Sie?

Sankowsky: Das Team Umweltmanagement existiert tatsächlich schon seit vielen Jahren, allerdings hatte es bis etwa 2019 einen ganz klaren Fokus: Fluglärmschutz. Die DFS plant und verändert An- und Abflugverfahren an den Flughäfen und lässt diese in örtlichen sogenannten Fluglärmkommissionen beraten. Festgelegt werden sie dann vom Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung – kurz BAF. Ziel der DFS ist hierbei ganz klar, Gemeinden und Kommunen in Flughafennähe von Fluglärm zu entlasten. Natürlich entsteht hier oft ein Zielkonflikt: Umfliegt ein Flugzeug eine Ortschaft, verbraucht es mehr Sprit und damit entstehen auch mehr CO2-Emissionen. Es muss also bei jeder Flugroute neu abgewogen werden. Es gibt hierfür kein eindeutiges Berufsbild, entsprechend bunt ist unser Team: Vom Physiker bis zum BWLer. Seit 2019 hat sich der Fokus stärker auf das Thema Klimaschutz verlagert – was also die DFS nicht nur im Flugsicherungsbetrieb mittelbar bei den Flugzeugen erreicht, sondern auch als Unternehmen tun kann, um seine eigenen CO2-Emissionen zu verringern.

Wie können wir uns Ihren Berufsalltag vorstellen? Was sind Ihre Aufgaben?

Sankowsky: Ich habe zwei große Aufgabengebiete: Zum einen arbeite ich aktuell an der Einführung eines Umweltmanagementsystems – das heißt ich entwickle Werkzeuge, um zu messen, ob wir unsere Umweltziele erreichen, und wie unsere Umweltmaßnahmen wirken. Da ist vor allem die Zusammenarbeit mit allen Fachabteilungen gefragt, von der Technik bis zum Einkauf – Umweltaspekte finden sich fast überall. Zum anderen kümmere ich mich selber um verschiedene Umweltprojekte, vorrangig im nicht-operativen Bereich. Momentan beschäftige ich mich damit, wie die DFS ihre direkten CO2-Emissionen verringern kann. Aber auch Ressourcenschonung und Abfallvermeidung sind große Themen – kürzlich habe ich zum Beispiel unternehmensweit Recyclingpapier eingeführt.

Thema Einflussmöglichkeiten der DFS:

Bei der Frage, wie der Flugverkehr umweltfreundlicher werden kann, denkt man wohl zuerst an Akteure wie Flugzeughersteller und Fluggesellschaften. Doch auch die DFS, verantwortlich für Kontrolle und Sicherheit im Luftraum, hat – wenn auch vergleichsweise begrenzte – Einflussmöglichkeiten. In welchen Bereichen liegen diese?

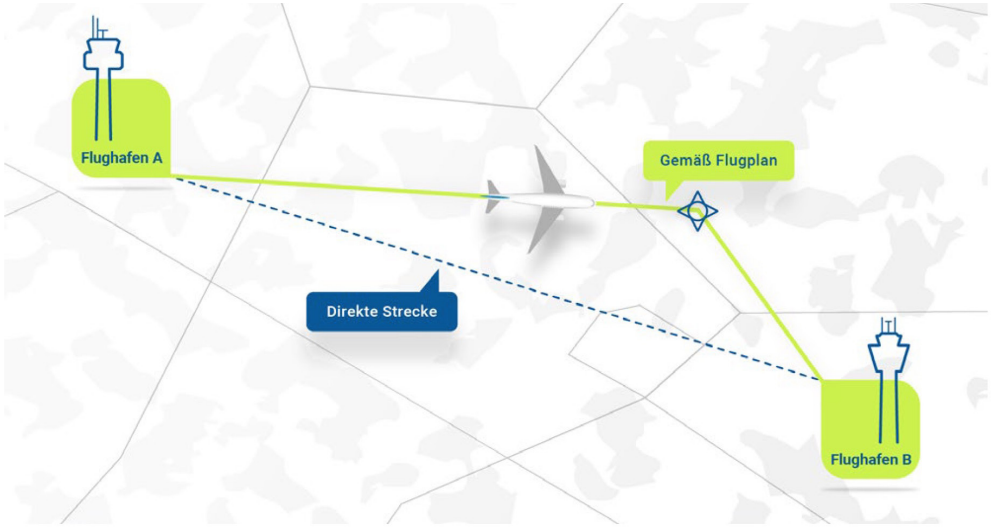
Sankowsky: Was richtig ist: Den größten Einfluss auf die Klimafreundlichkeit des Fliegens haben die Fluggesellschaften. Effizientere Turbinentechnik, weniger Flugzeug-Gewicht durch die Nutzung anderer Werkstoffe und Materialien oder alternative Treibstoffe haben einen großen Einfluss auf die CO2-Emissionen eines Flugzeugs. Der größte Einfluss der DFS bzw. aller europäischer Flugsicherungsorganisationen liegt in der möglichst effizienten Streckenführung – und zwar vertikal

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

wie auch horizontal. Jede Meile, die ein Flugzeug nicht fliegt, spart sofort Kerosin und verringert CO2-Emissionen.

Würden Sie uns bitte einige Aspekte vereinfacht erklären?

Sankowsky: Um messen zu können, ob ein Flugzeug direkt von A nach B geflogen ist oder mit (vermeidbaren) Umwegen, werten wir die sogenannte „Horizontale Flugeffizienz" aus. Das heißt, wir ziehen eine direkte Linie zwischen Start- und Zielflughafen und legen die tatsächlich geflogene Route daneben. Im Flughafennahbereich hat Lärmschutz immer Vorrang vor Klimaschutz, daher ziehen wir einen Kreis von 40 Nautischen Meilen (etwa 75 Kilometer) rund um die Start- bzw. Landebahn und messen ab dem Ausflugs- bzw. Eintrittspunkt.

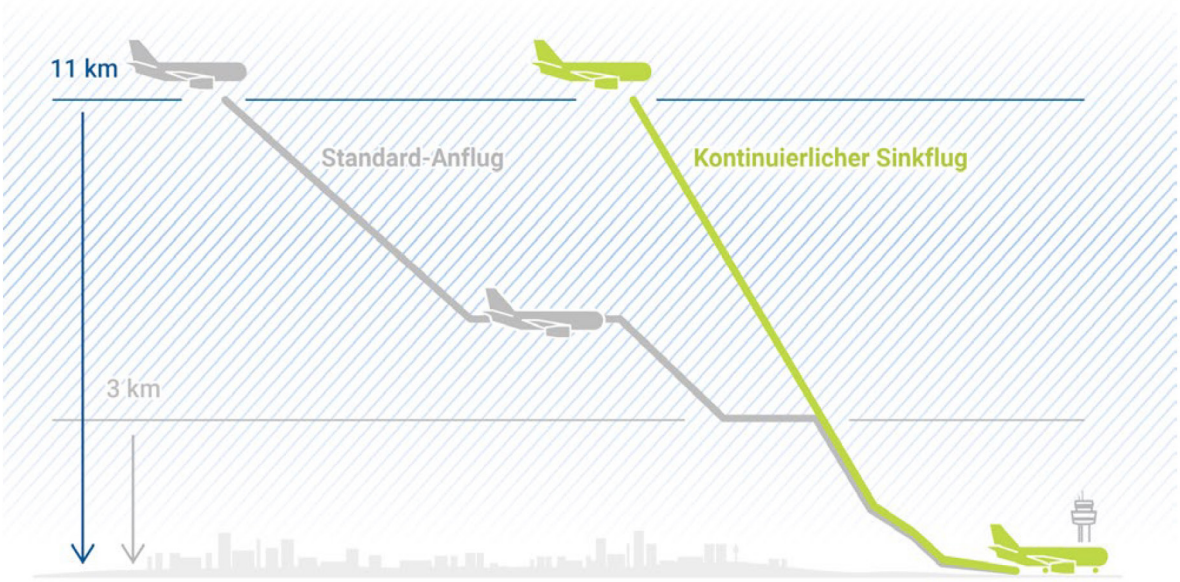


Auf seinem Weg passiert ein Flug GPS-basierte Wegpunkte (blaues Symbol). Sie markieren den im Flugplan beschriebenen Reiseweg und liegen nicht immer auf dem direkten Weg zum Ziel. Wenn die Verkehrslage es erlaubt, können Piloten den Flugweg aber abkürzen. Dazu bedarf es der Einzelfreigabe der Fluglotsen.

2021 lag die durchschnittliche Abweichung von der Ideallinie pro von der DFS kontrolliertem Flug bei 0,81 Prozent. D.h., im Durchschnitt ist jeder Flug etwa 2,8 Kilometer länger als theoretisch möglich. Zum Vergleich: Die Startbahn West in Frankfurt ist 4 Kilometer lang. Auch schon vor dem pandemiebedingten Einbruch des Luftverkehrs führten unsere Fluglotsen den Verkehr sehr effizient: 2019 lag die Abweichung bei 1,16 Prozent.

Der andere Einflussbereich der DFS sind die vertikalen Flugprofile, also in welchem Winkel oder Geschwindigkeit ein Flugzeug steigt oder sinkt. Hier ist es besonders klimafreundlich, wenn das Flugzeug im Anflug schon aus der Reiseflughöhe kontinuierlich sinkt – wir reden hier von „Continuous Descent Operations" (CDO). Bei einem konventionellen Anflug wird der Sinkflug immer wieder durch horizontale Flugphasen unterbrochen, in denen der Pilot wieder Schub geben muss. Beim CDO gleitet das Flugzeug ohne Zwischenstufen, praktisch im Leerlauf, bis zum Endanflug – das spart Kerosin. CDO-Verfahren können allerdings nur angewandt werden, wenn es die Verkehrsmenge und das Wetter erlauben. CDO-Verfahren wurden übrigens an nahezu allen deutschen Verkehrsflughäfen eingeführt. Das gleiche Prinzip – schnell steigen ohne horizontale Flugphasen – haben wir auch für den Abflug entwickelt. Hier steht allerdings die Minimierung des Fluglärms im Vordergrund: Je schneller das Flugzeug an Höhe gewinnt, desto weniger ist es am Boden unter dem Flugpfad hörbar.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de



Im kontinuierlichen Sinkflug verringern die Luftfahrzeuge mit geringer Triebwerksleistung die Flughöhe. Horizontalflugphasen – wie im Standard-Anflug – werden weitestgehend vermieden. Das reduziert den Kohlendioxid-Ausstoß und den Lärm im Flughafennahbereich.

Thema Zusammenhang Windenergie – DFS / Drehfunkfeuer:

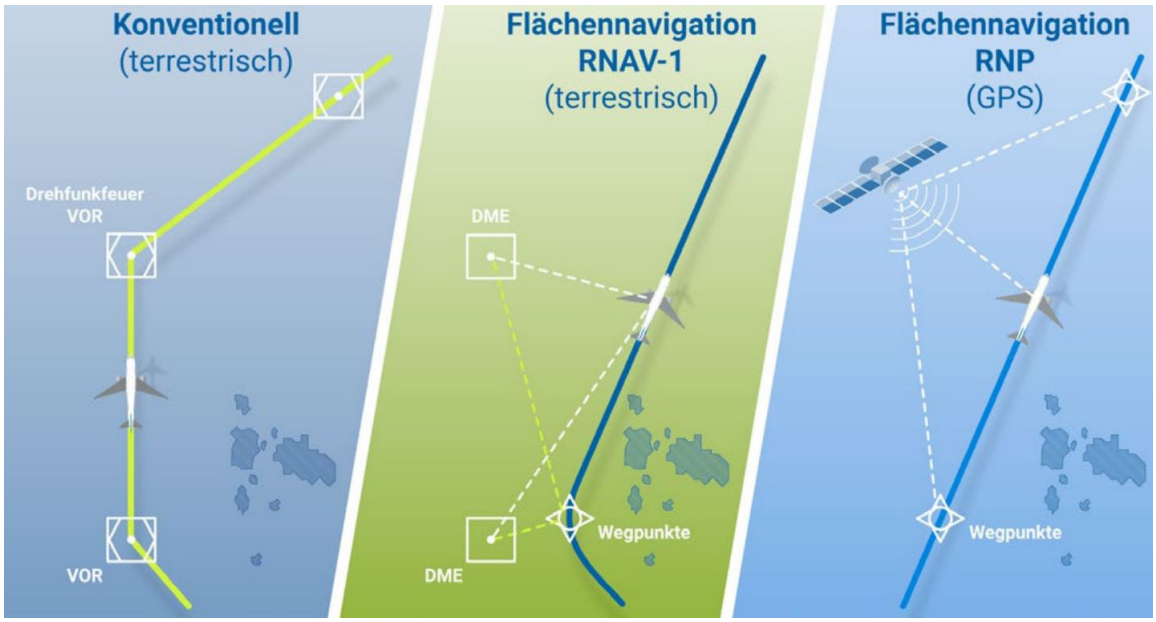
Die Modernisierung der Navigation in der Luftfahrt kann neue Standorte für Windkraftanlagen möglich machen. Der Zusammenhang klingt für Laien zunächst überraschend. Würden Sie uns diesen bitte kurz erläutern.

Sankowsky: Navigationsanlagen für den Flugverkehr brauchen viel freie Fläche in direkter Nachbarschaft, stehen also gerne auf Erhöhungen und konkurrieren daher um dieselben Standorte, die wegen besserer Windverhältnisse (sogenannte Windhöffigkeit) auch für Windkraftanlagen interessant sind. Diese sogenannten Drehfunkfeuer funktionieren wie Leuchttürme: Sie senden ununterbrochen ein rotierendes Funksignal sowie ein Referenzsignal für den magnetischen Nordpol aus, mit Hilfe derer der Pilot navigieren kann. Technisch unterscheidet man zwischen konventionellem UKW-Drehfunkfeuer (VOR) und Doppler-UKW-Drehfunkfeuer (DVOR). Windkraftanlagen können die Signale der Funk-Navigationsanlagen stören, deshalb wurden Schutzbereiche im Radius von 15 Kilometern eingerichtet. Soll dort eine Windkraftanlage errichtet werden, muss die DFS das im Einzelfall prüfen. Bis heute konnten bereits 2.100 Windkraftanlagen in Anlagenschutzbereichen der DFS genehmigt werden. Dank der technischen Modernisierung der Flugsicherungseinrichtungen sowie einer genaueren Berechnungsmethode des Störpotenzials von Windenergieanlagen kann ihre Anzahl zukünftig weiter erhöht werden. Außerdem nimmt die DFS zusätzlich VORs aus dem Betrieb, auf die ganz verzichtet werden kann, weil sie in großem Umfang auf bodengebundene Satellitennavigation umstellen kann. Diese freiwerdenden Standorte können so zusätzlich für den Ausbau der Windenergie genutzt werden.

Worin besteht der Unterschied zwischen der Navigation mittels Drehfunkfeuern und der satellitengestützten Flächennavigation?

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Sankowsky: Bei der aktuell genutzten bodengebundenen Navigation waren bislang die Drehfunkfeuer, bzw. VORs oder DVORs die Mittel der Wahl. Auch viele Flugverfahren basieren auf diesen Navigationshilfen: Sie geben als Wegpunkte die Kennung von Drehfunkfeuern an, mit Hilfe derer der Pilot dann navigiert. Bis 2030 stellt die DFS alle Flugverfahren auf hochpräzise satellitengestützte Flächennavigationsverfahren um, die sogenannte Performance based Navigation. Auf deren Basis können Flugzeuge künftig in größtmöglichem Umfang unabhängig von bodengestützten Anlagen navigieren. Die bodengebundenen Anlagen in Deutschland können bis auf eine Minimalabdeckung für den Fall eines Ausfalls des Satellitensignals abgebaut werden. Das spart der DFS Energie und schafft Platz für die Windkraft.



© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Thema Forschung / Kondensstreifen:

Zum Thema Kondensstreifen gibt es einiges zu wissen, aber auch wüste Verschwörungstheorien. Jetzt sind ausgerechnet Kondensstreifen Gegenstand neuer, seriöser Forschung. Neue Erkenntnisse zeigen Treibhauseffekte durch Kondensstreifen, die sich in bestimmten Höhen mit Zirruswolken verbinden und so lange am Himmel stehen. Soweit die schlechte Nachricht. Die gute: Durch andere Flughöhen lässt sich dieser Effekt minimieren bzw. vermeiden. Können Sie uns den Stand der Forschung bitte kurz erklären?

Sankowsky: Bei Effekten durch Kondensstreifen spricht man von einem sogenannten „Non-CO2-Effekt" – also Auswirkungen des Flugverkehrs auf das Klima, die nicht mit den direkt durch Kerosinverbrennung entstehenden CO2-Emissionen in Verbindung stehen. In bestimmten Höhen und unter bestimmten meteorologischen Verhältnissen und Jahres- bzw. Tageszeiten können sich in der Atmosphäre eisübersättigte Schichten bilden. Fliegt ein Flugzeug durch eine solche Schicht, kondensiert der von den Triebwerken ausgestoßene Wasserdampf an kleinsten Rußpartikeln in der Luft zu feinsten Wassertropfen. Diese sieht man am Himmel als Kondensstreifen, die sich zu besonders langlebigen Kondensstreifen-Zirren, also Wolken, entwickeln können. Diese können je nach Sonnenstand, Untergrund und Höhe lokal eine wärmende oder kühlende Wirkung entfalten.

Die wärmende verstärkt den Treibhauseffekt, weil sie wie eine Glocke wirkt, die die Wärmeabstrahlung von der Erdoberfläche mindert. Dabei zeigen Forschungsarbeiten, dass global die wärmende Wirkung überwiegt. Das Auftreten dieser Wolken ist zeitlich und räumlich äußerst variabel und nur kurzfristig vorhersehbar, sodass einige wenige Kondensstreifen-Hotspots für einen großen Teil der wärmenden Wirkung verantwortlich sind. Diese zu vermeiden bietet ein großes Potential für das klimafreundliche Fliegen der Zukunft. Denn aktuellen Forschungen zufolge sind zwei Drittel der Auswirkungen des Luftverkehrs auf das Klima auf die Non-CO2-Effekte von Flugzeugen zurückzuführen. Es lohnt sich also, hier weiterzuforschen.

Haben diese neuen Forschungen bereits Auswirkungen auf die Arbeit und die Routenplanungen der DFS?

Sankowsky: Nein, das ist noch ein relativ junges Forschungsthema. Die Angelegenheit ist auch einfach sehr komplex: Zum einen ist es schwierig, die Bildung von eisübersättigten Gebieten überhaupt vorherzusagen. Ihre Entstehung und auch ihre Ausdehnung ist, wie erwähnt, von sehr vielen Faktoren abhängig – wir benötigen also eine sehr genaue und aktuelle Wettervorhersage zu eisübersättigten Regionen. Neben der betrieblichen und technischen Umsetzbarkeit stellt sich natürlich auch die Frage: Ist es in Summe klimafreundlicher, wenn ein Flugzeug eine eisübersättigte Region umfliegt und so keine Zirren entstehen, das Flugzeug aber wegen des Umwegs deutlich mehr Kerosin verbrennt und damit auch mehr CO2-Emissionen verursacht? Das sind wirklich spannende Fragen, die uns, aber auch andere Partner der Luftfahrtbranche in den nächsten Jahren noch sehr beschäftigen werden. Aktuell beteiligt sich die DFS an einem Forschungsvorhaben zusammen mit dem DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) und weiteren Partnern. Dieses Projekt wird durch das Luftfahrtforschungsprogramm des Bundes gefördert und soll Lösungen finden, wie die bisherigen Ergebnisse der Forschungen zum Non-CO2-Effekt in den Flugsicherungsbetrieb einbezogen werden können.

Gehört das Verfolgen wissenschaftlicher Forschung zu Ihrem Berufsalltag? Und ist die DFS selbst auch beteiligt bei Forschungen? (z.B. SESAR - Single European Sky ATM Research)

Sankowsky: Zu meinem persönlichen Berufsalltag gehört es nicht, die DFS hat aber eine eigene Abteilung „Forschung & Entwicklung“, die sich ausschließlich mit Zukunftsfragen beschäftigt. Hierzu gehören Projekte im europäischen Kontext, wie in der Tat Forschungsaktivitäten im Programm SESAR, bei denen zusammen mit anderen Flugsicherungsorganisationen, Herstellern von Systemen oder Airlines an neuen Flugsicherungssystemen oder Konzepten gearbeitet wird. Aber auch im nationalen Rahmen beteiligt sich die DFS an Forschungsvorhaben, beispielsweise im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Bei allen Forschungsvorhaben geht es überwiegend um die Frage, wie Arbeitsabläufe im Flugsicherungsbetrieb noch mehr digitalisiert und automatisiert werden können, um die begrenzte Kapazität des Luftraums effizienter auszunutzen. Das heißt nicht zwingend, dass Fluglotsen irgendwann von künstlicher Intelligenz ersetzt werden, Flugsicherungssysteme sollen sie vielmehr noch stärker im Arbeitsablauf unterstützen.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Thema Nachhaltigkeit in der Luftfahrtbranche allgemein:

Wie wir sehen, kann auch die DFS – obschon es nicht ihre Kernaufgabe ist – eine Reihe von Einflussmöglichkeiten nutzen, den Luftverkehr nachhaltiger zu gestalten. Entscheidend werden jedoch vor allem die Antriebstechniken und die Treibstoffe der Zukunft sein. Stimmen Sie dieser Einschätzung zu? Worauf wird es noch ankommen?

Sankowsky: Die Einschätzung ist richtig, ja, definitiv. Den größten Einfluss auf das Klima haben mit Sicherheit die Bauart und Antriebstechnologien von Flugzeugen. Aber auch die Flughäfen sehe ich als wichtige Akteure für einen klimafreundlichen Flugverkehr. Flughäfen benötigen viel Energie für den Gebäudebetrieb und setzen, beispielsweise für die Enteisung von Flugzeugen, auch gefährliche Chemikalien ein. Ebenso betreibt ein Flughafen sehr viele Fahrzeuge: Busse für die Passagiere, Gepäckwagen, Schlepper für die Flugzeuge oder sonstige technische Fahrzeuge, die alle CO2-Emissionen verursachen. Viele Flughäfen arbeiten daran, elektrische Fahrzeuge einzusetzen oder eigenen Solarstrom zu erzeugen. Aber auch die politischen Rahmenbedingungen werden eine Rolle spielen: Solange man für wenige Euro für ein Wochenende nach Mallorca fliegen kann, helfen auch die effizientesten Turbinen dem Klima wenig. In Deutschland gibt es hier auch schon viele Ansätze der Bundesregierung, beispielsweise Bahnreisen attraktiver zu machen, um Kurzstreckenflüge zu vermeiden oder Dumpingpreise für Flugtickets zu verhindern.

Wie sehen Sie den Entwicklungsstand heute? Können Sie Prognosen wagen, wie sich die Luftfahrt verändern wird und wann?

Sankowsky: Betrachtet man die Verkehrszahlen in Deutschland, sieht man, dass es regelmäßig Ereignisse gab, die zu einem Einbruch des Flugverkehrs geführt haben: Die Terroranschlüge in den USA vom 11. September 2001 oder die Finanzkrise 2008. Trotzdem ist der Flugverkehr in Deutschland, beziehungsweise in Europa kontinuierlich gewachsen. Die ganze Branche Luftfahrt basierte darauf, dass stetig mehr geflogen wird, Fracht wie Passagiere. Die Corona-Pandemie hat zu einer ersten echten Zäsur geführt. 2020 kontrollierte die DFS nur 1,5 Mio. Flüge, die Jahre zuvor waren es mehr als doppelt so viele. 2021 ging es langsam wieder bergauf, im Sommer 2022 erleben wir gerade einen ersten Reiseboom, die Menschen möchten wieder fliegen. Entsprechend gehe ich davon aus, dass sich der Flugverkehr in den nächsten Jahren wieder auf das Niveau von 2019 entwickeln wird – aber vermutlich mit veränderten Reisesegmenten. Geschäftsreisen werden sicherlich nicht mehr einen so großen Anteil ausmachen, auch denke ich, dass sich Flugreisen aufgrund steigender Ticketpreise tendenziell eher zum Luxusgut entwickeln werden.

Thema Nachhaltigkeit im Unternehmen DFS:

Um Nachhaltigkeit ist die DFS auch im Unternehmen selbst bemüht. Können Sie einige Beispiele nennen, wie die DFS Umweltschutz betriebsintern umsetzt.

Sankowsky: Neben den Aktivitäten zur Reduzierung der von der DFS mittelbar beeinflussbaren CO2-und Non-CO2-Emissionen des Flugverkehrs sowie zur Minderung von Fluglärm im An- und Abflug haben wir zwei große Handlungsfelder ausgemacht: Dekarbonisierung und Ressourcenschonung. Wir wollen weniger abhängig von fossilen Energieträgern werden, wir setzen daher vermehrt Wärmepumpen ein oder nutzen Fernwärme, wo verfügbar. Den Strom werden wir nun erstmals direkt aus erneuerbaren Energien beziehen, vor allem aus Windkraft und Solarenergie aus Deutschland. So wollen wir unsere direkten CO2-Emissionen in den nächsten Jahren halbieren. Ebenso gehen wir als Unternehmen sorgsamer mit Ressourcen um, seien es Rohstoffe, Wasser oder Flächen. Am DFS-Unternehmenssitz in Langen bei Frankfurt haben wir zusammen mit der Belegschaft verschiedene Projekte zur Förderung der Biodiversität umgesetzt – Nistkästen aufgehängt, Insektenhotels gebaut oder klimasensitive Bäume gepflanzt. Stück für Stück wollen wir alle DFS-Flächen gezielt renaturieren, auch an den etwa 400 technischen DFS-Anlagen für Funk, Navigation oder Radar.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Klimafreundlicher Luftverkehr – geht das?

Michaela Sankowsky hat in ihrem Interview eine Reihe innovativer Möglichkeiten und Forschungsgebiete angesprochen und erläutert, wie die gesamte Flugbranche umwelt- und klimafreundlicher gestaltet werden kann. Der Luftverkehr stellt sich also den Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt.

1. Schauen Sie sich mindestens eine der in den Recherchetipps aufgeführten Video-Reportagen an. Sie alle bieten einen guten Überblick über die Zukunft der Luftfahrt, allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

2. Entscheiden Sie sich anschließend für eines der folgenden Schwerpunktthemen. Bilden Sie mehrere Kleingruppen und recherchieren Sie arbeitsteilig weiter zu Ihrem Thema.

   - **Thema 1:** Das Flugzeug der Zukunft (emissionsärmere Flugzeuge, Antriebstechnologie, Design, …)
   - **Thema 2:** Alternative Treibstoffe (fossiles Kerosin durch nachhaltigen Flugkraftstoff ersetzen, E-Fuels, synthetisches Kerosin, Brennstoffzellen, Batterien, …)
   - **Thema 3:** Effizientere Flugführung (Modernisierung der Navigationsstruktur, Treibstoff sparen, Raum für Windkraftanlagen schaffen, …)

   Klicken Sie sich ebenfalls arbeitsteilig innerhalb Ihrer Gruppe durch die hier aufgeführten Recherchetipps und filtern Sie die wichtigsten und für Sie interessantesten Informationen heraus. Ziehen Sie ebenso Ihre bereits erarbeitete Stichwortübersicht hinzu.

3. Präsentieren Sie Ihre Ergebnisse im Plenum. Wählen Sie eine ansprechende Form der Präsentation, zum Beispiel eine digitale Präsentation, ein übersichtliches Plakat, eine aussagekräftige MindMap, … um Ihren Vortrag zu veranschaulichen.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Recherchetipps Videoreportagen

Eine Galileo-Reportage zum nachhaltigen Flugverkehr
Fliegen in Zukunft: Wie und womit Flugzeuge bald abheben könnten | Galileo

Reportage des bayrischen Rundfunks über die Zukunft der Luftfahrt
Fliegen ohne Reue? Die Zukunft der Luftfahrt | BR24

Mit dem „eRay" (Hybridflugzeug) will ein Studententeam der TU München in Zukunft umweltfreundlich fliegen.
Flugzeuge der Zukunft - W wie Wissen - ARD | Das Erste

SAT1-Reportage zur Zukunft der Luftfahrt
Zukunft der Luftfahrt: Die E-Mobilität geht in die Luft - ZDFheute

Reportage der WELT zum sauberen Fliegen
Welt der Zukunft: Sauberes Fliegen - WELT

Recherchetipps zum nachhaltigen Flugverkehr (allgemein)

Informationen der DFS zum Umwelt- und Klimaschutz.
Umwelt | DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Wie die DFS die Umwelt schont und Ressourcen spart.
Umweltbericht der DFS – Flugsicherung und Umweltschutz.

Wissenschaftler des Zentrums für Luft- und Raumfahrt sprechen im Interview darüber, wie der Luftverkehr emissionsärmer werden kann.
Mobilität am Himmel: Klimafreundlicher Luftverkehr | Bundesregierung

Masterplan des Bundesverbands der Deutschen Luftverkehrswirtschaft zum Klimaschutz im Luftverkehr.
Klimaschutz - Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (bdl.aero)

Die Bundesregierung will einen klimaschonenderen Luftverkehr voranbringen.
Technologie: Bundesregierung will klimaneutralen Luftverkehr voranbringen | ZEIT ONLINE

Umfassende Information zum Thema Luftverkehr und Klimaschutz des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.
Luftverkehr | BMUV

Studie der DLR zu Kondensstreifen
Klimaauswirkungen von Wolken aus Flugzeugkondensstreifen können sich bis 2050 verdreifachen - DLR Portal

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Flugzeugbau

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) weist in seiner Luftfahrtstrategie den Weg zu einem zukünftig weitestgehend emissionsfreien Luftverkehr.
Flugzeugbau der Zukunft (3/6) - Transformation muss technologieoffen gestaltet werden - airliners.de

Anforderungen an das Flugzeug von morgen.
DLR_next - Wie sehen die Flugzeuge der Zukunft aus?

Airbus Summit 2021: Wegweiser in die Zukunft des klimaneutralen Fliegens.
Zukunft des Fliegens | Airbus

Flugführung

Modernisierung der Navigationsstruktur bei der DFS.
Immer weniger Funkfeuer weisen Piloten den Weg | DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Alternative Treibstoffe

Eine Pilotanlage in Spanien produziert grünes Kerosin aus Solarenergie.
Klimafreundliche Luftfahrt: CO2-freier Treibstoff für Flugzeuge – dieser Solarturm macht es möglich - Wissen - Tagesspiegel

Einweihung der ersten E-Kerosin-Produktionsanlage im Emsland (2021).
E-Kerosin: Mehr Klimaschutz im Luftverkehr (bundesregierung.de)

Der BUND fordert ein Luftverkehrs- und ein Flughafenkonzept, die nicht nur auf Wachstum setzen.
Luftverkehr: Klimaschädlich und hoch subventioniert – BUND e.V.

Fluglotsen-Podcast der DFS, #5
Streame Deutsche Flugsicherung | Hör dir kostenlos Podcast-Episoden online auf SoundCloud an

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Fliegen: Umweltfreundlicher als gedacht?

Stark vereinfachte Aussagen wie „Bahnfahren ist umweltfreundlich“, „Autofahren ist umweltschädlich“ und „Fliegen ist noch viel umweltschädlicher“ haben sich eingeprägt. Eine Studie der Friedrich-Naumann-Stiftung zieht bei ihren Berechnungen von CO2-Emissionen im Verkehr erstmals nicht nur den Schadstoffausstoß, der im Zusammenhang mit der Antriebsenergie entsteht heran, sondern die gesamte Infrastruktur, der jeweiligen Verkehrsart – mit überraschenden Ergebnissen.

1. Lesen Sie hierzu das Interview auf **Materialblatt 4.1** und erläutern Sie mit Ihren eigenen Worten den neuen Ansatz der Studie der Friedrich-Naumann-Stiftung beim Vergleich der verschiedenen Verkehrsmittel.

2. Erarbeiten Sie eine Übersicht in Form einer Tabelle, die drei der vier grundlegenden Verkehrssysteme (Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftfahrt) mit ihren jeweils notwendigen Komponenten darstellt. Eine Vorlage für die Tabelle finden Sie auf **Materialblatt 4.2.** Nutzen Sie

   - die Informationen und Beispiele aus dem Interview (**Materialblatt 4.1**)
   - die beiden Artikel „CO2-Emissionen - Wir rechnen falsch“ und „Zug oder Flug - was ist klimafreundlicher?“ (**vgl. Recherchetipps**).
   - Auszüge aus der Studie (**Materialblatt 4.3**).

   Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse im Plenum.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

3. Lesen Sie die folgenden Zitate, die im Fazit der Studie der Friedrich-Naumann-Stiftung zu finden sind und erläutern Sie diese mit Ihren eigenen Worten.

   Der Bau neuer Hochgeschwindigkeitstrassen für Züge oder ein möglichst schneller Ausbau des schienengebundenen ÖPNV um dafür neue Trassen oder U-Bahnen zu bauen, mögen besonders umweltfreundlich klingen, können sich auf die ökologische Gesamtbilanz aber durchaus kontraproduktiv auswirken.

   Statt den Absatz von Elektro-PKW mit Milliarden Steuergeldern zu subventionieren, ohne dabei die Themen Verkehrsleistung und Auslastung der einzelnen Fahrzeuge zu adressieren, sollte man über Anreize nachdenken, wie die Nutzung von Fahrzeugen im MIV (Mobiler Individualverkehr, Anmerkung d. Redaktion) verbessert werden könnte.

4. Wie schätzt Michaela Sankowsky die Entwicklung der Mobilität in Zukunft ein?

5. Lesen Sie noch einmal Ihren eingangs verfassten Kommentar zum Thema „Flugscham“. Würden Sie mit Ihrem jetzigen Wissen wieder genauso argumentieren? Oder gibt es Aspekte, die Sie nun anders einschätzen? Wenn ja, welche?

6. Wie stellen Sie sich das Fliegen im Jahr 2050 vor? Wählen Sie eine Form zur Darstellung Ihrer Einschätzung, Ihrer Vision. Das kann ein Text, eine MindMap, ein Plakat, ein Podcast oder ein Video sein. Sie können alleine oder in Gruppen arbeiten. Präsentieren Sie Ihre Ergebnisse im Plenum und diskutieren Sie diese.

7. Informieren Sie auch – wenn möglich - in der Schülerzeitung und/oder auf der Schulhomepage über Ihre Ergebnisse.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Recherchetipps

CO2-Emissionen - Wir rechnen falsch | Cicero Online

Zug oder Flug - was ist klimafreundlicher? | Wirtschaft | DW

Die gesamte Studie finden Sie hier:
Ganzheitliche ökologische Bilanzierung von Verkehrssystemen (freiheit.org)

Michaela Sankowsky zur Studie der Friedrich-Naumann-Stiftung „Ganzheitliche ökologische Bilanzierung von Verkehrssystemen“

In einem Vorgespräch zu diesem Interview wiesen Sie auf eine Studie mit dem Titel „Ganzheitliche ökologische Bilanzierung von Verkehrssystemen“ hin. Könnten einige der Kernaussagen dieser Studie aus dem Zusammenhang gerissen wie Greenwashing der Luftfahrtbranche klingen, so stellt sich beim Vertiefen in die Thematik heraus, dass die Diskussion um Mobilität in der Tat oft sehr verkürzt wird und dies oft rasch zu Lasten der Luftfahrt geht. Weshalb ist es Ihnen wichtig, auf diese Studie hinzuweisen?

Sankowsky: Die Klimaauswirkungen von Verkehrsmitteln wurden bisher primär im Zusammenhang mit den aus der Antriebsenergie entstehenden CO2-Emissionen untersucht. Die Tatsache, dass zur Erbringung einer Verkehrsleistung immer auch Infrastrukturen notwendig sind, wurde weitgehend ignoriert. Diese Studie betrachtet Verkehrssysteme und deren CO2-Fußabdruck erstmals ganzheitlich, das heißt inklusive der notwendigen Infrastruktur wie Straßen, Schienen, Bahnhöfe, Flughäfen oder Parkraum. Denn auch diese Infrastruktur erzeugt bei Bau, Betrieb und Wartung CO2-Emissionen. So schätzen die Macher der Studie das Verkehrssystem Schiene aufgrund der immensen CO2-Belastungen für Wege- und Knotenpunkt-Infrastruktur als deutlich weniger umweltfreundlich ein als gemeinhin angenommen wird. Ursache hierfür sind die immensen Mengen an Stahl, Beton sowie Kupfer, die für die Infrastruktur benötigt werden. Die Studie kommt außerdem zu dem Ergebnis, dass die Hauptursache für die hohen CO2-Belastungen des Verkehrssektors weniger der steigende Mobilitätsbedarf der Gesellschaft, sondern vielmehr die Ineffizienz der Nutzung der Verkehrssysteme und deren Inkompatibilität oder fehlende Interoperabilität ist. Das heißt, die bestehende Infrastruktur müsste effizienter genutzt und Verkehrssysteme besser aufeinander abgestimmt werden, um die Klimawirkung zu verbessern.

Was sind für Sie wichtige Erkenntnisse oder Gedankenanstöße der Studie?

Sankowsky: Die Studie zeigt, dass beispielsweise ein Ausbau der öffentlichen Infrastruktur einen deutlich geringeren Effekt auf die CO2-Emissionen hat als bisher angenommen. Gleiches gilt übrigens für die Subventionierung von Elektro-Mobilität wie es aktuell passiert, auch das wirkt sich gesamthaft betrachtet kaum aus. Sinnvoller wären Konzepte und Anreize, die sich über alle Verkehrsmittel erstrecken und die vorhandene Infrastruktur besser ausnutzen. Das gilt natürlich auch für die Verzahnung der Verkehrsmittel Flugzeug und Bahn, vor allem im innerdeutschen Verkehr. Hier gibt es bereits einige Vorhaben, beispielsweise das Angebot „Rail & Fly“ der Deutschen Bahn, an dem bereits mehrere Airlines wie Lufthansa oder Condor teilnehmen. Hier bucht der Reisende mit dem Flug bereits Zugtickets von zu Hause zum Flughafen und wieder zurück.

Studien wie diese erscheinen in einem Spannungsfeld. Einerseits hat der erste Reisesommer nach den Covid-Lockerungen gezeigt, wie groß die Nachfrage nach Flugreisen nach wie vor ist. Andererseits gibt es seit etwa einem halben Jahrzehnt den Begriff Flugscham. Und Klimaproteste etwa von Fridays for Future stehen dem Luftverkehr sehr kritisch gegenüber? Wie betrachten Sie den Ruf Ihrer Branche?

Sankowsky: Ich denke, dass vor allem das vorweggenommene Wachstum, die starke Orientierung an kurzfristiger Gewinnmaximierung und natürlich die offensichtlichen negativen Umweltauswirkungen des Flugverkehrs die Branche Luftfahrt in einem nicht allzu guten Licht dastehen lassen. Deshalb sehe ich die Corona-Pandemie auch besonders als Chance zum Neustart. Und zwar einerseits für ein ökologischeres Fliegen – also eine effizientere Verzahnung aller Verkehrssysteme, treibstoffsparendere Flugzeuge mit einer noch besseren Auslastung und perspektivisch alternativen, CO2-neutralen Antriebstechnologien. Hier wird es natürlich auch auf den zukünftigen

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

politischen Rahmen ankommen, also welche regulativen Schranken der Luftfahrtbranche gesetzt werden, um insgesamt nachhaltiger zu werden. Und das wird nicht einfach, die Luftfahrt ist als der internationalste Verkehrsträger mit nationalen Regulierungsmaßnahmen schwer zu packen.

Ist es der DFS eigentlich daran gelegen, dass es möglichst viel Flugverkehr gibt?

Sankowsky: Die DFS füllt ihren hoheitlichen Auftrag aus, nämlich die sichere, geordnete und flüssige Abwicklung des Flugverkehrs. Das ist völlig unabhängig von der Menge des Flugverkehrs. Ob, überspitzt gesagt, ein Flugzeug oder eine Million Flugzeuge durch den deutschen Luftraum fliegen, das ändert nichts an unserem Auftrag. Auch muss man feststellen, dass der deutsche Luftraum zu den komplexesten Lufträumen Europas gehört, dessen Kapazität endlich ist. Permanent zunehmender Flugverkehr stellt also die DFS auch vor große Herausforderungen.

Wie, denken Sie, wird sich die Mobilität entwickeln? Wird sich die Rolle der Luftfahrt ändern?

Sankowsky: Wie gesagt – ich denke, Fliegen wird sich zu einem Luxusartikel entwickeln, den sich viele Menschen nicht mehr ohne weiteres oder mehrfach im Jahr werden leisten können. Die Menschen werden weiterhin die Welt sehen wollen, aber sicherlich bewusster reisen, beziehungsweise ihre Verkehrsmittel stärker anhand der Klimaverträglichkeit auswählen – Stichwort persönlicher CO2-Fußabdruck. Auch Unternehmen werden angesichts der durch die Pandemie sprunghaft eingesetzten Digitalisierung der Arbeitswelt – beispielsweise über mobiles Arbeiten oder die einfache Durchführung von Videokonferenzen – die Reisetätigkeiten ihrer Mitarbeiter stärker hinterfragen. Für ein internes Meeting von Frankfurt nach München zu fliegen und zurück – das ist jetzt schon Geschichte.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Die grundlegenden Verkehrssysteme und ihre jeweils notwendigen Komponenten

Notwendige Systemkomponenten	Schienenverkehr	Straßenverkehr	Luftfahrt
Verkehrsmittel	Zug		
Knotenpunkt-Infrastruktur		Parkraum	
Wege-Infrastruktur			
Steuerungs-Infrastruktur		Ampeln	
Direkte Energie zur Fortbewegung des Verkehrsmittels			Kerosin, Flugbenzin

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Ganzheitliche ökologische Bilanzierung von Verkehrssystemen

Eine Studie erstellt im Auftrag der Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit durch die KRBE GmbH unter Mitwirkung des Instituts für Mobilität an der Universität St. Gallen, Herausgeberin Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit, 2021

Autoren Dr. Klaus Radermacher (KRBE GmbH) Prof. Dr. Andreas Hermann (Universität St. Gallen, Schweiz)

Im Folgenden sind einige prägnante Auszüge aus der Studie aufgeführt:

Die klimarelevanten Auswirkungen verschiedener Verkehrsmittel wurden in der Vergangenheit primär im Zusammenhang mit den aus der Antriebsenergie entstehenden Belastungen, hier vor allem CO2, untersucht. Die Tatsache, dass zur Erbringung einer Verkehrsleistung jedweder Art immer auch Infrastrukturen notwendig sind, wurde weitgehend ignoriert. Diese Studie betrachtet Verkehrssysteme und deren CO2-Fußabdruck erstmals ganzheitlich, d.h. inkl. der jeweils notwendigen Wege-Infrastruktur (Straßen, Schienen), Knotenpunkt-Infrastruktur (Bahnhöfe, Flughäfen, Parkraum), Steuerungs-Infrastruktur (Stellwerke, Weichen, Signalanlagen, Flugsicherungssysteme, Ampeln, Verkehrszeichen), und es wird auch der Bau der Verkehrsmittel berücksichtigt. Zudem werden physikalische Zusammenhänge betrachtet, die aufgrund der den verschiedenen Verkehrssystemen inhärenten Bewegungsabläufe erheblichen Einfluss auf die Effizienz der Systeme haben.

Die Fokussierung auf die Antriebsenergie bei der Bewertung der Klimawirkung von Verkehrssystemen ist unzureichend und unzulässig; insbesondere die benötigte Wege-Infrastruktur verursacht bei Bau und Wartung zuweilen CO2-Emissionen, die die aus dem Antrieb resultierenden Emissionen signifikant übersteigen. Auch Knotenpunkt-Infrastruktur kann ein erheblicher CO2-Emittent sein, der die Gesamtbilanz eines Systems negativ belastet.

Zur vollständigen Bewertung der Umweltverträglichkeit eines Verkehrssystems ist die ganzheitliche Betrachtung inkl. aller notwendigen Infrastrukturkomponenten zwingend erforderlich. Zudem spielt die von einem Verkehrssystem insgesamt erbrachte Verkehrsleistung in Personenkilometer (PKM) bzw. Tonnenkilometer (TKM) eine wesentliche Rolle bei der Bewertung.

Seite 6

Kaum ein Thema wird derzeit so intensiv und emotional diskutiert, wie der „ökologische Fußabdruck“ verschiedener Verkehrssysteme, meist reduziert auf mehr oder weniger korrekte Zahlen zum CO2- und NOx-Ausstoß. Das Resultat solcher Diskussionen sind stark vereinfachte Aussagen wie „Bahnfahren ist umweltfreundlich“, „Autofahren ist umweltschädlich“ und „Fliegen ist noch viel umweltschädlicher“.

Der Ansatz, der in dieser Studie erstmalig verfolgt wird, zielt darauf ab, dass die Emissionen des Verkehrssektors ganzheitlich, d.h. inklusive aller notwendigen Infrastrukturkomponenten, betrachtet werden. Emissionen, die in der bisher gängigen Betrachtungsweise „der Industrie“ oder „dem Bausektor“ zugeschrieben wurden, werden hier dem Verkehrssystem zugerechnet und der im jeweiligen System erbrachten Verkehrsleistung zugeordnet, solange sie in unmittelbarem Zusammenhang zur Erbringung der Verkehrsleistung stehen. Dies gilt für die industrielle Produktion von Autos, Zügen und Flugzeugen genauso wie für den Bau von Straßen, Schienen, Flughäfen, Bahnhöfen und allen weiteren Infrastrukturkomponenten. Stahl und Aluminium werden beim Bau von Zügen, Autos oder Flugzeugen, Beton

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

und Stahl beim Bau von Straßen, Brücken, Tunneln, Start- und Landebahnen benötigt. Berücksichtigt man die Ursache-Wirkungs-Beziehung, dann müssen Energieverbrauch und entstehende Schadstoffe für Beton und Stahl für Autobahnbrücken der Energie- und Schadstoffbilanz des Verkehrsträgers Straße zugerechnet werden; handelt es sich bei den Bauwerken um Bahnbrücken oder Tunnel, sind sie entsprechend dem Schienenverkehr zuzuordnen, der Beton für Startbahnen auf Flughäfen der Bilanz des Verkehrssystems Luftfahrt. Dieser Ansatz ist sehr komplex, aber bereits einige Beispiele machen deutlich, dass es nicht ausreicht, nur die Abgase am Auspuff zu messen, um dem Umweltaspekt angemessen Rechnung zu tragen.

Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge können weit über das hinausgehen, was offensichtlich ist. Das Thema Mobilität betreffend dreht sich die gesamte öffentliche und politische Diskussion fast ausschließlich um die Abgase der Verkehrsmittel, ohne die Komplexität des Systems zu berücksichtigen.

Diese Studie befasst sich schwerpunktmäßig mit den Treibhausgasen (THG) bei der Nutzung unterschiedlicher Verkehrssysteme und fokussiert sich dabei auf den Aspekt der CO2-Emissionen; die Studie folgt damit der aktuellen gesellschaftlichen und politischen Diskussion, wohlwissend, dass es weitere, zum Teil intensiver wirkende THG gibt, die in die Gesamtbilanz einfließen.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Seite 25

Bewertung/Potenzial des Verkehrssystems Schiene

Das Verkehrssystem Schiene gilt gemeinhin als das „umweltfreundlichste“ der drei betrachteten Systeme. Die bisherige Analyse zeigt sehr deutlich, dass dies nur bei der auf die reine Antriebsenergie reduzierten Sichtweise gilt. Entgegen weit verbreiteter Meinung ist auch der Antrieb weder bei Fern- noch bei Nahverkehrszügen CO2-frei und wird dies auch auf absehbare Zeit nicht sein. Bei ganzheitlicher CO2-Bilanzierung relativiert sich die Umweltfreundlichkeit der Bahn noch einmal erheblich; Bau und Erhalt der sehr aufwendigen Wegeinfrastruktur führen zu Hunderten Millionen Tonnen CO2, die die Gesamtbilanz über Jahrzehnte hinweg negativ belasten. Hinzu kommt das schlechteste Verhältnis von Nutzlast im Verhältnis zur zu bewegenden Gesamtmasse sowie eine systembedingte Ineffizienz. (…)

Bewertung/Potenzial des Verkehrssystems Straße

Das Verkehrssystem Straße wird in der heute genutzten Art und Weise bzgl. der eingesetzten Ressourcen am wenigsten effizient betrieben. Eine hohe Anzahl von Fahrzeugen mit jeweils vergleichsweise geringen Transportleistungen sowie eine sehr geringe Auslastung der einzelnen Verkehrsmittel führen insgesamt zu CO2-Belastungen pro PKM, die in Summe erheblich über den politisch und öffentlich vielfach diskutierten Abgaswerten liegen. (…)

Seite 27

Bewertung/Potenzial des Verkehrssystems Luftfahrt

Für das Verkehrssystem Luftfahrt wird die für den Antrieb benötigte Energie derzeit fast ausschließlich aus fossilen Rohstoffen gewonnen. Die Tatsache, dass sich die gegenwärtige gesellschaftliche und politische Diskussion zu den THG-Emissionen des Verkehrssektors primär um die Antriebsenergie dreht, hat in den vergangenen Jahren zu einem sehr negativen Image geführt. Interessant ist deshalb die Erkenntnis, dass das System Luftfahrt bei allen anderen zu berücksichtigenden Komponenten von

allen drei untersuchten Verkehrssystemen relativ am besten abschneidet; insbesondere die nicht benötigte Wege-Infrastruktur stellt einen erheblichen und dauerhaften systemischen Vorteil gegenüber Straßen- und Schienenverkehr dar. Für den Luftverkehr kann es für die Zukunft nur ein Ziel geben: Der für den Antrieb notwendige Treibstoff muss klimaneutral werden. Synthetisches Kerosin, das unter Verwendung von Strom aus regenerativen Quellen aus dem CO2 in der Luft und Wasserstoff gewonnen wird, befindet sich aktuell in der Labor- und Erprobungsphase. Ebenso wird mit Kerosin aus Biomasse experimentiert; an einzelnen Flughäfen können Fluggesellschaften bereits (deutlich teureres) Kerosin tanken, das nicht fossilen Ursprungs ist (77), (78), (79). Bis nennenswerte Anteile an solchen klimaneutralen Treibstoffen zur Verfügung stehen, werden noch einige Jahre vergehen, und ob mit den heute bekannten Verfahren jemals der gesamte Bedarf für den weltweit steigenden Luftverkehr wird gedeckt werden können, wird sich erst im Laufe der Jahre zeigen. Erste, elektrisch betriebene Flug-Taxis, die ebenfalls vollkommen ohne Wege-Infrastruktur auskommen, haben die Labors verlassen und befinden sich in der Erprobungsphase. (…)

Seite 28

Fazit

Der Fokus dieser Studie liegt auftragsgemäß auf dem ökologischen Vergleich verschiedener Verkehrssysteme mit einem besonderen Schwerpunkt auf den CO2-Emissionen. Diese Fokussierung darf jedoch nicht den Eindruck erwecken, dass bei Entscheidungen für und wider bestimmte Verkehrssysteme unter ganzheitliche Betrachtung nicht auch noch ganz andere Aspekte eine wichtige Rolle spielen. Zu diesen Aspekten, die wichtig sind, hier aber nicht betrachtet wurden, zählen mindestens

- Weitere ökologische Aspekte wie Lärm, Vibrationen, Flächenverbrauch, etc.,
- Verfügbarkeit der Systeme heute und in Zukunft,
- Flexibilität der Systeme bei sich ändernden Anforderungen und Bedarfen,
- Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz der Systeme im Falle unvorhergesehener Ereignisse, ökonomische Aspekte.
- (...)

Download

Ganzheitliche ökologische Bilanzierung von Verkehrssystemen (freiheit.org)

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Ausblick: Berufsfelder

Wir haben festgestellt: Vieles muss noch getan werden, an vielem wird gearbeitet. Dafür werden gut ausgebildete Fachleute gesucht. Viele Berufsfelder, die sich mit nachhaltigen Verkehrsmitteln der Zukunft beschäftigen sind auch bei der DFS angesiedelt.

Lesen Sie hierzu den kurzen Auszug aus unserem Gespräch mit Michaela Sankowsky und die Information des Audimax Medien Verlags „Back to the roots" auf der nächsten Seite.

Wir haben Michaela Sankosky gefragt:

Gerade die junge Generation wird die Zukunft der Luftfahrt bestimmen – ob als Passagiere oder sogar selbst gestaltend. Welche Disziplinen und Berufe sind hier gefragt?

Sankowsky: In der DFS sind es vor allem die technischen oder naturwissenschaftlichen Berufsgruppen, die stärker nachgefragt werden: Informatiker, Ingenieure, Physiker, Luft- und Raumfahrttechniker oder auch BWLer sind in jedem Fachbereich gefragt. Es gibt aber keinen vorgefertigten Einstieg ins Unternehmen, in der Regel schreiben Studierende technischer oder naturwissenschaftlicher Studiengänge ihre Bachelor- oder Masterarbeit bei der DFS und spezialisieren sich so auf ein Fachgebiet. Die flugsicherungsspezifischen Inhalte lernen sie dann „on the job". Außerdem bietet die DFS verschiedene duale Studiengänge an, beispielsweise Luftverkehrsmanagement. Und natürlich die Ausbildung zum Fluglotsen, hier suchen wir permanent junge Menschen, die sich für diesen Beruf begeistern lassen.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Information

Back to the roots (www.audimax.de)

In der Luftfahrt wird mit Hilfe von Flottenaustausch, Treibstoffalternativen und automatisierten Flugsicherungsdiensten experimentiert. Die DFS Deutsche Flugsicherung beispielsweise ist Teil eines Forschungsprogramms, das sich zum Ziel setzt, im Rahmen des europäischen Flugverkehrsmanagments eine Vereinheitlichung und Synchronisierung der Dienste durchzusetzen. Im Single European Sky ATM Research Programm - kurz SESAR - sind viele Vertreter verschiedener Disziplinen involviert. »Ziel ist es, Wege zu finden, wie Umweltschutz bei gleichzeitigem Wachstum des Luftverkehrs insgesamt möglich ist.

„Das kann immer nur ein Kompromiss sein, daher müssen Experten aus allen Disziplinen einbezogen werden", so Michaela Sankowsky aus dem Bereich Umweltmanagement der DFS Deutschen Flugsicherung. Allen voran seien bei der Entwicklung von neuen Luftraumstrukturen, Systemen oder Verfahren für die Flugverkehrskontrolle besonders Fachleute der Technik, Ingenieurwissenschaften, Fluglotsen und ITler gefragt. Die ökonomische Expertise in der Luftverkehrswirtschaft als Ganzes bringen BWLer oder Wirtschaftswissenschaftler mit. Außerdem eröffnen alternative Treibstoffe oder die Verwendung von Batterien als Antrieb ganz neue Möglichkeiten für die Bauweise von Flugzeugen. Mit der entsprechenden Forschung beschäftigen sich vor allem Techniker, Ingenieure oder Maschinenbauer mit Schwerpunkt Luft- und Raumfahrt. (...)

Sie interessieren sich für eine Ausbildung zum Fluglotsen? Dann finden Sie hier alle relevanten Informationen:

Fluglotse werden | DFS

Sie können sich auch auf dem DFS Young Talents Blog umschauen.

Auch die folgenden Lehrmaterialien auf www.dfs-schule.de bieten viel Hilfreiches und Informatives:

Fluglotsin oder Fluglotse mit Bachelor-Studium

Die DFS-Ausbildung zur Fluglotsin und zum Fluglotsen lässt sich jetzt mit einem betriebswirtschaftlichen Studium kombinieren: Air Traffic Management – dual (B.Sc.) an der Hochschule Worms.

Für Frauen? Mit Sicherheit!

Fluglotsin. Klingt so selbstverständlich wie Fluglotse, oder? Diese Unterrichtseinheit thematisiert Chancengleichheit und Gleichberechtigung – bei der DFS und in unserer Gesellschaft.

Richtung Traumberuf

Talente gesucht! Für die Fluglotsen-Karriere und viele weitere attraktive Berufe. Die DFS bildet auch Flugsicherungsingenieure, Informatiker, Luftverkehrsmanager und Kaufleute aus. In dualen Studien und Ausbildungen.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Glossar

CDO

Der Anflug auf einen Flughafen erfolgt im Idealfall auf einem geraden, vertikal stetig sinkenden Gleitweg. Dieses Verfahren wird kontinuierlicher Sinkflug oder Continuous Descent Operations (CDO) genannt.

CO2-Emissionen

CO2 ist die chemische Bezeichnung für Kohlenstoffdioxid. Das farb- und geruchlose Gas entsteht, wenn sich die chemischen Elemente Sauerstoff und Kohlenstoff verbinden. Verbrennt man beispielsweise Kohle, Gas, Diesel, Benzin oder Holz, verbindet sich der in diesen Materialien enthaltene Kohlenstoff mit dem Sauerstoff in der Luft. CO2 wird produziert. Kohlen(stoff)dioxid-Emissionen gelten als (Mit-)Verursacher des Klimawandels (Treibhauseffekt). Mit Emissionen bezeichnet man alle verunreinigenden Stoffe oder schädliche Strahlen, die in die Umwelt gelangen.

Drehfunkfeuer

Drehfunkfeuer (VOR) und Doppler-UKW-Drehfunkfeuer (DVOR) sind Leuchttürme der Luft. Sie senden ununterbrochen ein drehendes Funksignal – daher der Begriff „Drehfunkfeuer“ – sowie ein Referenzsignal für den magnetischen Nordpol aus. Diese werden vom Flugzeug empfangen, ausgewertet und dienen dem Piloten zur Orientierung. Aktuell betreibt die DFS mehr als 55 Drehfunkfeuer. In den nächsten Jahren wird auf jede dritte dieser Anlagen verzichten werden – und langfristig sogar auf die Mehrzahl. Bis 2030 – so schreibt es eine EU-Verordnung vor – wird die DFS auf Flächennavigation mit Satellitennavigation umstellen.

Flugscham

Schlechtes Gewissen, das Klima beim Reisen mit dem Flugzeug (vor allem durch den hohen CO2-Ausstoß) zu belasten

MIV

Abkürzung für „Mobiler Individualverkehr“

Non-CO2-Effekt

Auswirkungen des Flugverkehrs auf das Klima, die nicht direkt mit den durch Kerosinverbrennung entstehenden CO2-Emissionen in Verbindung stehen. Beispiele hierfür sind Kondensstreifen, Zirrus-Bewölkung und Stickstoffoxide, die entstehen, wenn Kerosin in großer Höhe verbrannt wird.

NOx

NOx steht in der chemischen Formelsprache für Stickstoffoxide. Es ist eine Sammelbezeichnung für die gasförmigen Oxide des Stickstoffes, also für verschiedene gasförmige Verbindungen, die aus den Atomen Stickstoff (N) und Sauerstoff (O) aufgebaut sind. In Bezug auf die Luftqualität

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

werden vereinfacht nur die beiden wichtigsten Verbindungen NO (Stickstoffmonoxid) und NO2 (Stickstoffdioxid) dazu gezählt.

PKM (Personenkilometer)

Die Transportleistung von Personen wird in Personenkilometern (PKM) angegeben. Sie berechnet sich aus den zurückgelegten Kilometern multipliziert mit der Zahl der Reisenden (PKM = zurückgelegte km x Zahl der Reisenden). Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur rechnet damit, dass sich die Anzahl der Personenkilometer im Luftverkehr bis 2030 (Vergleichsjahr 2010) um 65 Prozent erhöhen wird.

Performance based Navigation

Das ist ein hochpräzises satellitengestütztes Flächennavigationsverfahren.

SESAR (Single European Sky ATM Research)

Ein Forschungsprojekt von mehreren europäischen Flugsicherungsorganisationen, die zusammen mit der Luftfahrtindustrie und Forschungseinrichtungen neue Systeme zur Vereinheitlichung des europäischen Luftraums bis zur Marktreife entwickeln, um den Herausforderungen eines wachsenden Luftverkehrs gerecht zu werden.

THG

Abkürzung für „Treibhausgas“

THG-Quote (Treibhausgasminderungs-Quote)

Die THG-Quote wird in Prozent gemessen. Sie bezeichnet den Anteil nachhaltiger Brennstoffe im Verhältnis zur Gesamtmenge, einschließlich der fossilen Brennstoffe. Die geforderte Quote alternativer Treibstoffe steigt jährlich. Während sie für das Jahr 2022 sieben Prozent beträgt, soll sie bis 2030 auf 22 Prozent steigen.

TKM (Tonnenkilometer)

Die Transportleistung von Gütern wird in Tonnenkilometern (TKM) angegeben. Sie berechnet sich aus den zurückgelegten Kilometern multipliziert mit der Menge der beförderten Güter (TKM = zurückgelegte km x beförderte Gütermenge). Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur rechnet damit, dass sich die Anzahl der Tonnenkilometer im Luftverkehr bis 2030 (Vergleichsjahr 2010) um 94 Prozent erhöhen wird.

Zirruswolken (Cirrus-Wolken)

Zirruswolken bestehen aus Eiskristallen und entstehen in ca. 8000 Meter Höhe.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Bildrechte

Titelseite: © Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
https://bit.ly/3wCR1uZ

Seiten 3, 5, 8, 9,10,11,19, 24:
© DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Seiten 6, 7: privat

Seite 13: @ Airbus 2021,
https://bit.ly/3ASn4ti

Seite 16: @ MuchMania, Stadtlandschaft mit Infrastruktur und Verkehr
https://shutr.bz/3QRvir7

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de

Impressum

Die Lerneinheit wurde im Auftrag der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH erstellt von PROMEDIA Wolff.

Konzept, Texte, Interviews: PROMEDIA Wolff

Verantwortliche Endredaktion: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Kontaktdaten

DFS Schule wird betreut von PROMEDIA Wolff. Das Institut für Medienbildung steht Ihnen als Ansprechpartner zur Verfügung. Neben den im Folgenden angegebenen Adressen können Sie auch das Kontakt- und Feedbackformular auf dfs-schule.de nutzen.

PROMEDIA Wolff
Nideggener Straße 52
52224 Stolberg
02409 213 99 12
info@dfs-schule.de
www.promedia-wolff.de

Copyrights

Gute Ideen haben einen Eigentümer.

© 2022 PROMEDIA Wolff

Diese Lerneinheit ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung – auch in Auszügen – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung durch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH und PROMEDIA Wolff. Ausgenommen hiervon ist die Nutzung in Schulen für Unterrichtszwecke. Diese ist ohne weitere Zustimmung erlaubt.

© 2022 PROMEDIA Wolff, www.promedia-wolff.de