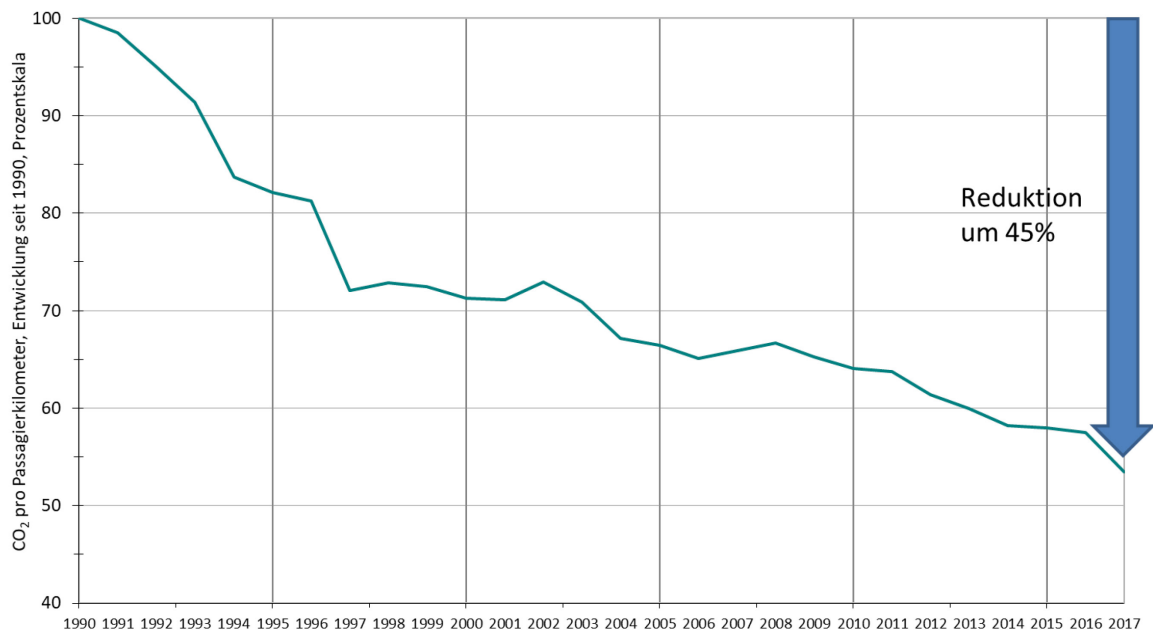




Reduktion des Treibstoffverbrauchs: Flottenerneuerung und operationelle Massnahmen

Treibstoffkosten sind für ein Luftfahrt-Unternehmen ein gewichtiger Faktor, können diese doch bis zu ca. 40% der direkten operationsbedingten Kosten betragen. Vor diesem Hintergrund wurde die Verbesserung der Effizienz für einen Personen- und Warentransport von A nach B durch die Luft bis heute in grossem Masse durch Marktmechanismen bestimmt und gefördert. Diese haben damit auch zur Fokussierung auf immer sparsamere Flugzeuge und effizienzoptimierte Operationen geführt. In der Tat ist beispielsweise die erreichte Reduktion der CO₂-Emissionen pro Passagierkilometer für Flüge ab der Schweiz beeindruckend (die Kurve enthält Verbesserungen durch technische und operationelle Massnahmen):

Relative Entwicklung der CO₂-Emissionen pro Passagierkilometer für den Linien- und Charterverkehr ab Schweizer Flugplätzen seit 1990 (Quellen: BFS, BAZL)



In absoluten Zahlen liegt der Mittelwert der CO₂-Emissionen pro Passagierkilometer für internationale Flüge ab der Schweiz heute bei deutlich unter 100 Gramm CO₂ pro Passagierkilometer¹. Die Erneuerung des Flugmaterials – d.h. neue Flugzeuge oder die Nachrüstung bestehender Flugzeuge, zum Beispiel durch sogenannte Sharklets oder Winglets – hat einen erheblichen Anteil an den Effizienzsteigerungen. Beispielsweise kann der letzte Knick nach unten von 2016 nach 2017 mit der Flottenerneuerung bei SWISS in Verbindung gebracht werden. Die neuen Kurzstreckenflugzeuge des

¹ Beispielsweise beträgt der Durchschnittsverbrauch aller Flüge bei der SWISS Flotte aktuell 3,11 Liter / 100 Passagierkilometer. Dies entspricht rund 79 Gramm CO₂ / Passagierkilometer. Verbrauchsangaben der SWISS werden vom BAZL via Verkehrsstatistik und Aufzeichnungen des Treibstoffverbrauchs in Flugdatenschreibern von SWISS Flugzeugen verifiziert.

Typs Bombardier C Series CS200 (neu auch Airbus A220) beispielsweise verbrauchen auf den gleichen Strecken – trotz 28 Prozent mehr Sitzplätzen – bis zu 25 Prozent weniger Treibstoff pro Flug als das Vorgängermodell Avro RJ 100. Zusätzliche Effizienzsteigerungen entstehen durch sogenannte operationelle Massnahmen wie

- **Gewichtsreduktionen:** Die Grundausstattung von Flugzeugen in der Kabine wird leichter gemacht (z.B. Ersatz herkömmlicher durch leichtere Flugzeugsitze, Konstruktion leichterer Frachtcontainer). Die Treibstoffberechnung wird so perfektioniert, damit ausser den erforderlichen Reserven inklusive Reserven für Unvorhergesehenes keine Tonne Treibstoff zu viel mitgeführt wird. Auf Langstreckenflügen lässt jede vermeidbare Tonne den Treibstoffbedarf überproportional zurückgehen.
- **Gewichtsverteilung:** Die Frachtgewichte werden so verteilt, dass das Flugzeug im Reiseflug eine möglichst widerstandsarme Fluglage einnehmen kann. Treibstoff wird bei grösseren Flugzeugen im Flug zwischen den Tanks der Hauptflügel und der Heckflosse hin- und hergepumpt, um das Flugzeug im Reiseflug in einer möglichst widerstandsarmen Fluglage zu halten, ohne dass Steuerflächen verstellt werden müssen. Dieser Vorgang geschieht z.B. auch, wenn Passagiere oder Besatzung im Flugzeug hin- und hergehen.
- **Reisegeschwindigkeit:** Auch wenn ein Flugzeug dank kleiner Luftdichte auf grosser Höhe mit relativ wenig Antriebsleistung hohe Geschwindigkeiten erreichen kann, bleiben die Gesetze der Physik bestehen und eine kleine Erhöhung der normalen Reisegeschwindigkeit, für die das Flugzeug ausgelegt wurde, erfordert viel Zusatzleistung. Ob Flugzeug in der Luft, Auto auf der Autobahn oder Zug auf dem Hochgeschwindigkeitstrasse: 10% mehr Geschwindigkeit erfordern gut 30% mehr Antriebsleistung. Zeit aufholen durch Steigerung der Geschwindigkeit ist bezüglich Treibstoffverbrauch bzw. Energieverbrauch sehr ineffizient. Umgekehrt kann eine Airline schon bei kleiner Reduktion der Reisegeschwindigkeit von z.B. Mach 0.83 (83% der Schallgeschwindigkeit auf Flughöhe) auf Mach 0.82 bereits deutlich Treibstoff sparen. Wenn immer möglich, wird deshalb die Reisegeschwindigkeit etwas reduziert und eine akzeptable Balance zwischen den Ansprüchen der Passagiere (Reisezeit, Ankunftszeit) und dem Treibstoffverbrauch gesucht.
- **Treibstoffoptimierte Steigflüge, Sinkflüge und direkte Routen:** Die Staffelung von Flugzeugen durch die Flugsicherung und die Regulierung von Lufträumen durch einzelne Länder, welche Flugrouten zum Teil nach politischen Gegebenheiten legen müssen, können im stark fragmentierten europäischen Luftraum zu ineffizienten Flugprofilen führen. Mit dem Fernziel eines „Single European Sky“ führen Fluggesellschaften und Flugsicherungen in ganz Europa diverse Optimierungsstudien durch um weitere Potentiale auszuschöpfen. Beispielsweise können heute immer mehr Passagierjets die letzten 200km ihrer Flugstrecke mit Triebwerken im Leerlauf zurücklegen, ohne dazwischen immer wieder Schub geben zu müssen oder zu früh oder zu spät zum Sinkflug gezwungen werden. Mit einem optimalen Anflug gleitet ein Passagierjet wie ein Segelflugzeug zur Zieldestination.
- **Vermeidung von Warteschlangen:** Ein Beispiel ist die Umsetzung des Projekts „iStream“ der Fluggesellschaft Swiss International Airlines, der Schweizer Flugsicherung Skyguide und dem Flughafen Zürich. Etliche Langstreckenflüge mussten am frühen Morgen in Warteschlangen (Holdings) geschickt werden, wenn sie vor 6 Uhr (Öffnung des Flughafens) oder in zu kurzen Zeitabständen in Zürich eintrafen. Heute wird für jeden Flug der ersten Ankunftsstelle am Flughafen Zürich ein Zeitfenster für die Ankunft reserviert. Von diesem Zeitpunkt aus wird eine praktisch minutengenaue Berechnung unter Einbezug einer ökonomischen Reisegeschwindigkeit, des Wetters und der Route vorgenommen. Der Abflugzeitpunkt für solche Flüge wird dann entsprechend justiert. Insbesondere bei viel Rückenwind auf Flügen von Nordamerika in die Schweiz wird der Start verzögert, so dass der Flug nicht vor 6 Uhr in Zürich eintrifft und das Zeitfenster für die Landung eingehalten werden kann. Das optimierte Verfahren führte in

Zürich zu einer Reduktion von Holdings um 96% und um rund 30% kürzere Anflugrouten, wodurch sich auch der Kerosinverbrauch und die CO₂-Emissionen reduzieren. Nach erfolgreicher Einführung bei SWISS wird das Verfahren nun auf weitere Fluggesellschaften und Europäische Flughäfen ausgeweitet.

- **Routenanpassung nach Windverhältnissen:** Die Wettervorhersagen, insbesondere die Vorhersage über Höhenwinde sind sehr präzise geworden. Moderne Flugmanagementsysteme erlauben, die Höhenwinde besser zu nutzen.

Entkopplung Transportleistung und Treibstoffverbrauch

Die Wirksamkeit der Massnahmen lässt sich beispielsweise durch die Gegenüberstellung von Transportleistung und benötigter Treibstoffmenge überprüfen. In den letzten Jahren wurde die Transportleistung zunehmend vom Treibstoffverbrauch entkoppelt.

Relative Entwicklung von Verkehrsleistung und Treibstoffabsatz in der Schweizer Zivilluftfahrt, ab 2004

