**Klimasünder Fliegen**

Flugreisen gehören zu den größten Klimasündern unserer Zeit – darüber sind sich die meisten von uns theoretisch im Klaren. Wir wollen ermitteln, wie groß der CO2-Ausstoß eines einzelnen Fluges ist – und damit auch, wie viel weniger wir unser Klima belasten würden, wenn wir auf Flüge verzichten.

**Kerosin,** der Treibstofffür die Luftfahrt, ist ein Stoffgemisch, das hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen besteht - mit einer Summenformel von **C10H22 bis C16H34**.

Wird Kerosin verbrannt, entsteht sehr viel heiße Luft. Diese besteht hauptsächlich aus Wasserdampf und Kohlendioxid. Vereinfacht sieht die Reaktionsgleichung so aus:

CxHy + O2 🡪 CO2 + H2O

Ganz so einfach ist es in der Praxis jedoch nicht, da die Verbrennung von Kerosin nicht mit reinem Sauerstoff, sondern in einem Luftgemisch passiert und nicht - wie unter Laborbedingungen - vollständig abläuft. D.h., neben Kohlendioxid und Wasserdampf entstehen außerdem Schadstoffemissionen wie Ruß, nicht vollständig verbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid (CO), Stickoxide (NOx) und Schwefeloxide (SOx).

Bei dem Verbrennen von **1l** Kerosin (= 0,845 kg) entsteht **3,1497 kg CO2.** Damit Du eine Vorstellung davon bekommst, was das für die getankte Menge in einem Flugzeug bedeutet, kannst Du Dir folgende Zahlen anschauen:

|  |  |
| --- | --- |
| **Wie viel Kerosin passt in eine Boeing 747?** | |
| Leergewicht | 176.800 kg |
| Startgewicht maximal | 377.800 kg |
| Landegewicht maximal | 265.400 kg |
| **Kraftstoffkapazität in l** | **203.000 Liter** |
| Dichte von Kerosin | 0,845 kg/l |
| **Kraftstoffkapazität in kg** | **171.535 kg** |
| **Kraftstoffverbrauch** | * 1. **Liter pro Stunde** |

1. Nun kannst Du berechnen, wieviel CO2 pro Flugstunde ausgestoßen wird und wieviel CO2 beim Verbrennen einer Tankfüllung Kerosin entstehen würde.

1.a) CO2 - Emissionen pro Flugstunde in kg: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1.b) CO2 - Emissionen bei Verbrennung einer Tankfüllung in kg: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Das ist ein Vielfachesvon dem, was in ein Flugzeug hineinpasst, was daran liegt, dass der Verbrennung neben den im Flugzeug mitgeführten Kohlenwasserstoffen auch Sauerstoff aus der Luft zugeführt wird.

**Wieviel CO2 steckt in einer Flugreise? - Berechnungsgrundlagen**

Um das zu berechnen, brauchst Du viele Informationen wie zum Beispiel dem Kerosinverbrauch pro km Flugstrecke, die Flugdistanz, die Personenanzahl in einem Flugzeug und auch, wieviel CO2 bei der Herstellung von Kerosin emittiert wird.

Der Arktik-Flugrechner[[1]](#footnote-1) stützt seine Kalkulation der CO2-Emissionen auf folgende Daten und Formeln:

**Kurzstrecke (< 1.500 km):**

Kerosinverbrauch [kg] = 2,8594 kg/km x Flugdistanz [km] + 754,44\* [kg]

Auslastung: 69,51% (bei ca. 136 Sitzen)

**Mittelstrecke (zw. 1.500 km und 3.500 km):**

Kerosinverbrauch [kg] = 2,8431 kg/km x Flugdistanz [km] + 749,68\* [kg]

Auslastung: 73,73% (bei ca. 146 Sitzen)

**Langstrecke (> 3.500 km):**

Kerosinverbrauch [kg] = 5,8596 kg/km x Flugdistanz [km] + 1.744,70\* [kg]

Auslastung: 78,50% (bei ca. 227 Sitzen)

\* Aufschlag für geflogene Warteschleifen & Umwege

Außerdem werden folgende Fakten benötigt:

* Bei dem **Verbrennen von 1l Kerosin** entsteht **3,1497 kg CO2**
* **Dichte von Kerosin**: **0,845 kg/l**
* Die Indirekte **Bereitstellung / Produktion von Kerosin** verursacht **0,5854 kg CO2-Emissionen pro kg Kerosin**.

Weiterhin muss der **Höheneffekt von Flugreisen** berücksichtigt werden**:** CO2-Emissionen in höheren Luftschichten haben eine höhere negative Wirkung auf die Erderwärmung als in bodennahen Schichten! > **Ab 9 km Höhe** (= ab **550 km Flugdistanz**) hat der CO2-Ausstoß eine **2,7 fache negative Wirkung**

Zuletzt werden die einzelnen Flugklassen unterschiedlich gewichtet: 

Diese Gewichtung basiert auf den unterschiedlichen Platzbedarfen, die Fluggäste haben, je nachdem, ob sie Business Class oder Economy-Class fliegen. Je mehr Platz ein Passagier benötigt, weil er z.B. First Class fliegt, umso weniger Passagiere passen insgesamt in den Flieger und umso höher ist der CO2-Verbrauch pro Kopf, weshalb es am Ende der Kalkulation noch einmal einen Aufschlag gibt – oder einen Abschlag bei der Economy-Class.

Mit diesen Angaben kannst Du auf der nächsten Seite den CO2-Verbrauch pro Person bei einer Flugreise berechnen.

1. Berechne, wieviel CO2 pro Kopf in den folgenden Flugreisen ausgestoßen wird:

2.a) Berlin - München (Economy) 480 km

2.b) Berlin - Mallorca (Economy) 1.657 km

2.c) Berlin - Teneriffa - Canary Islands (Economy) 3.674 km

Nutze dafür die folgende Tabelle und die gegebenen Größen.

|  | **Kurzstrecke**  **(Berlin - München)** | **Einheit** | **Mittelstrecke**  **(Berlin - Mallorca)** | **Einheit** | **Langstrecke**  **(Berlin - Teneriffa)** | **Einheit** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kerosinverbrauch |  | kg / km |  | kg / km |  | kg / km |
| x Flugdistanz |  | km |  | km |  | km |
| + Warteschleifen &  Umwege |  | kg |  | kg |  | kg |
| Sitze |  | Sitze |  | Sitze |  | Sitze |
| Auslastung |  | in % |  | in % |  | in % |
| ÷ Anzahl v. Personen  (= Sitze x Auslastung) |  | Personen |  | Personen |  | Personen |
| = Kerosin / Kopf [kg] |  | kg |  | kg |  | kg |
| x Dichte v. Kerosin |  | kg / l |  | kg / l |  | kg / l |
| = Kerosin / Kopf [l] |  | l |  | l |  | l |
| x CO2-Emissionen bei +  Verbrennung |  | kg CO2 /l |  | kg CO2 /l |  | kg CO2 /l |
| = CO2-Emissionen a.d.  Flugverkehr |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |
| CO2-Emissionen durch Bereitstellung von Kerosin |  | kg CO2 / kg Kerosin |  | kg CO2 / kg Kerosin |  | kg CO2 / kg Kerosin |
| CO2-Emissionen am Boden  (= Kerosinverbrauch / Kopf x CO2-Emissionen durch Bereitstellung v. Kerosin) |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |
| **CO2-Emissionen gesamt / Kopf**  (= CO2-Emissionen a.d. Flugverkehr + CO2-Emissionen am Boden) |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |  | kg CO2 / Kopf |
| x Faktor 2,7 ab 550 km  Flugdistanz |  |  |  |  |  |  |
| x Gewichtung der  Flugklasse (Economy) |  |  |  |  |  |  |
| **= gewichtete CO2-Emissionen** |  | **kg CO2 / Kopf** |  | **kg CO2 / Kopf** |  | **kg CO2 / Kopf** |

**Lösung:**

|  | **Kurzstrecke**  **(Berlin - München)** | **Einheit** | **Mittelstrecke**  **(Berlin - Mallorca)** | **Einheit** | **Langstrecke**  **(Berlin - Teneriffa)** | **Einheit** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kerosinverbrauch | 2,8594 | kg / km | 2,8431 | kg / km | 5,8596 | kg / km |
| x Flugdistanz | 480 | km | 1.657 | km | 3.674 | km |
| + Warteschleifen &  Umwege | 754,44 | kg | 749,68 | kg | 1.744,70 | kg |
| Sitze | 136 | Sitze | 146 | Sitze | 227 | Sitze |
| Auslastung | 69,51% | in % | 73,73% | in % | 78,50% | in % |
| ÷ Anzahl v. Personen  (= Sitze x Auslastung) | 94,53 | Personen | 107,65 | Personen | 178,20 | Personen |
| = Kerosin / Kopf [kg] | 22,50 | kg | 50,73 | kg | 130,60 | kg |
| x Dichte v. Kerosin | 0,845 | kg / l | 0,845 | kg / l | 0,845 | kg / l |
| = Kerosin / Kopf [l] | 19,01 | l | 42,87 | l | 110,36 | l |
| x CO2-Emissionen bei +  Verbrennung | 3,1497 | kg CO2 /l | 3,1497 | kg CO2 /l | 3,1497 | kg CO2 /l |
| = CO2-Emissionen a.d.  Flugverkehr | 59,88 | kg CO2 / Kopf | 135,01 | kg CO2 / Kopf | 347,60 | kg CO2 / Kopf |
| CO2-Emissionen durch Bereitstellung von Kerosin | 0,5854 | kg CO2 / kg Kerosin | 0,5854 | kg CO2 / kg Kerosin | 0,5854 | kg CO2 / kg Kerosin |
| CO2-Emissionen am Boden  (= Kerosinverbrauch / Kopf x CO2-Emissionen durch Bereitstellung v. Kerosin) | 13,17 | kg CO2 / Kopf | 29,70 | kg CO2 / Kopf | 76,46 | kg CO2 / Kopf |
| **CO2-Emissionen gesamt / Kopf**  (= CO2-Emissionen a.d. Flugverkehr + CO2-Emissionen am Boden) | 73,05 | kg CO2 / Kopf | 164,71 | kg CO2 / Kopf | 424,06 | kg CO2 / Kopf |
| x Faktor 2,7 ab 550 km  Flugdistanz | 1 |  | 2,7 |  | 2,7 |  |
| x Gewichtung der  Flugklasse (Economy) | 0,95 |  | 0,95 |  | 0,73 |  |
| **= gewichtete CO2-Emissionen** | 69,40 | **kg CO2 / Kopf** | 422,48 | **kg CO2 / Kopf** | 835,81 | **kg CO2 / Kopf** |

1. CO2-Flugrechner [www.arktik.de](http://www.arktik.de), abgerufen am 18.09.20219 [↑](#footnote-ref-1)