



## 7B – Thema: Klima CO<sub>2</sub>-Berechnungen

<b>Arbeitsauftrag</b>	<p>Die SuS lesen auf dem Arbeitsblatt 7B-1 den Text über den LTO-Zyklus und versuchen die Tabelle dazu auszufüllen. Auf dem zweiten Blatt berechnen sie für alle Flugzeuge den CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro Sitzplatz (bzw. Passagier).</p> <p>Sie vergleichen ihre Berechnungen mit dem Lösungsblatt.</p> <p>In einer Diskussion gehen sie der Frage nach, ob sich beim CO<sub>2</sub>-Ausstoss über die letzten 50 Jahre etwas verändert hat und wenn ja was. Zudem überlegen sie sich, wie man den CO<sub>2</sub>-Ausstoss in der Luftfahrt weiter verringern könnte.</p> <p>Sie halten Stichworte der Diskussion auf dem Blatt 7B-3 fest.</p>
<b>Ziel</b>	<p>Die SuS lernen, dass mit neuen Technologien der CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei Flugzeugen reduziert werden kann.</p>
<b>Material</b>	<p>Arbeitsblätter 7B-1, -2, -3 evtl. Taschenrechner Lösungsblatt</p>
<b>Sozialform</b>	<p>PA</p>
<b>Zeit</b>	<p>20 Minuten</p>

### Anregung

Die Diskussion könnte auch als Klassengespräch geführt werden.

Dazu einige Bemerkungen:

- Sowohl bei den kleineren Flugzeugen, welche kürzere Strecken fliegen, als auch bei den grösseren Langstreckenflugzeugen konnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoss über die letzten 50 Jahre verringert werden. Die Technik ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass der neue Airbus A380 mit einer noch nie dagewesenen Grösse trotzdem einen geringeren CO<sub>2</sub>-Ausstoss aufweist als manches andere Flugzeug.
- Fliegen, bzw. der Verbrennungsrückstand CO<sub>2</sub> ist zweifellos klimaschädlich.

# Umweltschutz am Flughafen

*Informationen Lehrpersonen*



- Eine Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses wäre zum Beispiel möglich durch weniger oft bzw. weniger weit fliegen. Oder durch Entwicklung eines neuen Treibstoffes, welcher nicht mehr das „Abfallprodukt“ CO<sub>2</sub> produziert.



## 7B Klima –CO<sub>2</sub>-Berechnungen?

Zyklus 3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	20 min
----------	---	--------

Material	Arbeitsblätter 7B-1, -2, -3 evtl. Taschenrechner Lösungsblatt
Ziel	Du lernst, dass mit neuen Technologien der CO <sub>2</sub> -Ausstoss bei Flugzeugen reduziert werden kann.
Arbeitsauftrag	<p>Lies den Text auf dem Arbeitsblatt 7B-1. Darin wird der LTO-Zyklus erklärt. Es folgt eine Grafik, welche den LTO-Zyklus darstellt. Du solltest nun in der Lage sein, die in der Tabelle fehlenden deutschen Wörter zu ergänzen.</p> <p>Auf dem Arbeitsblatt 7B-2 sind Flugzeuge unterschiedlichen Alters abgebildet. Berechne für jedes Flugzeug wie viel CO<sub>2</sub> ein Passagier (Sitz) verbraucht. Kontrolliere deine Berechnungen mit dem Lösungsblatt.</p> <p>Diskutiere mit deinem Partner / deiner Partnerin die Ergebnisse. Stellt euch dazu folgende Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was hat sich in Bezug auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoss in den letzten 50 Jahren verändert? Unterscheide Lang- und Kurzstreckenflugzeuge (max. Reichweite über 10'000 km oder um die 3000 km) und vergleiche mit dem Jahr der Inverkehrsetzung</li> <li>• Wie könnte man eurer Meinung nach den CO<sub>2</sub>-Ausstoss weiter verringern? Und warum wäre dies wichtig?</li> </ul> <p>Notiere auf dem Arbeitsblatt 7B-3 einige deiner Gedanken.</p>

# Umweltschutz am Flughafen

Arbeitsmaterial



Die Flugzeug-, bzw. Triebwerkhersteller haben in den letzten Jahrzehnten riesige technische Fortschritte erzielt. Die Motoren wurden leistungsfähiger und sparen erst noch Treibstoff. Zudem wurden sie leiser und sie produzieren gleichzeitig weniger CO<sub>2</sub>. Dies wird auf den nachfolgenden Arbeitsblättern gezeigt.

Als erstes wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoss diverser Flugzeugtypen während des LTO-Zyklus gezeigt. Der „Landing and Take-Off Zyklus“ beschreibt den Schadstoffausstoss ab einer Höhe von 900 m.ü.M. im Landeanflug (AP), während dem Rollen auf dem Flugfeld (ID), dem Start (TO) und dem Steigflug (CL) bis die Flughöhe von 900 m.ü.M. wieder erreicht ist. Für jedes Triebwerk wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoss während dieses Zyklus berechnet. Dieses Modell des LTO-Zyklus macht die Flugzeuge vergleichbar. Es entspricht jedoch nicht ganz der Realität: Die Flugzeuge starten heutzutage selten mit voller Leistung. Das heisst, neuere Flugzeuge sind noch effizienter als die nachfolgenden Berechnungen aufzeigen.

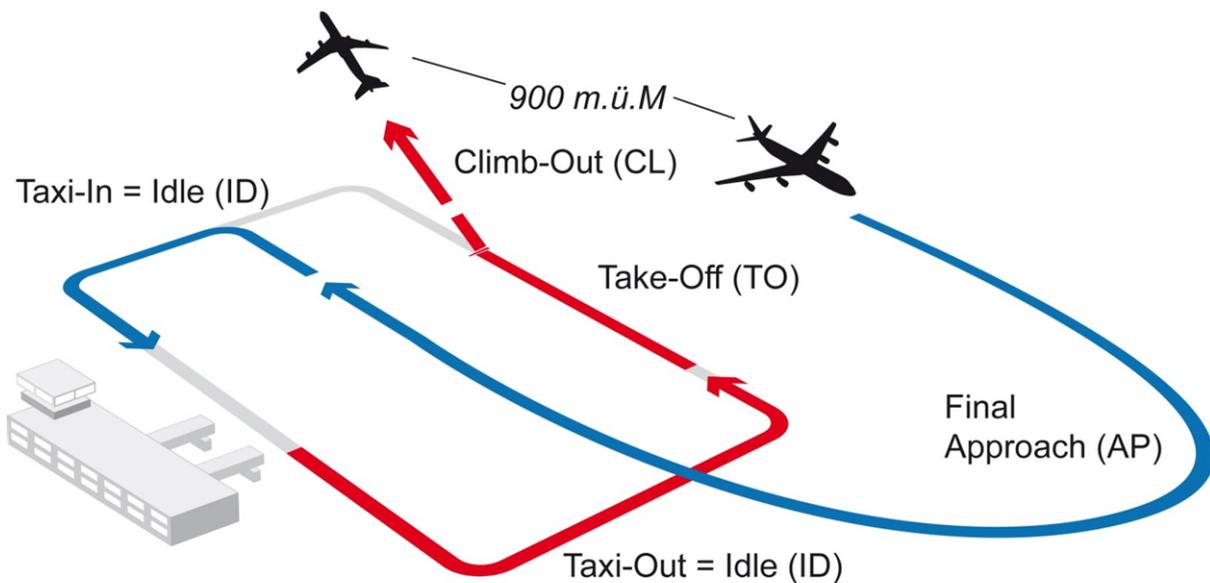


Tabelle mit Modellannahmen für den LTO-Zyklus

Operating Mode (e)	Betriebsart (d)	Schubkraft (F <sub>00</sub> )	Zeit pro Betriebsart (in min)
Take-Off		100%	0,7
Climb		85%	2,2
Approach		30%	4,0
Taxi / Idle		7%	26,0

# Umweltschutz am Flughafen

Arbeitsmaterial



Berechne mit Hilfe eines Taschenrechners für jeden Flugzeugtyp den CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro Sitzplatz. **CO<sub>2</sub>-Ausstoss im LTO-Zyklus : Anzahl Sitzplätze = CO<sub>2</sub> / Sitz.**

Setze das Ergebnis in die letzte Spalte dieses Blattes ein.

	Flugzeugtyp	1. Inverkehrsetzung	CO <sub>2</sub> -Ausstoss im LTO-Zyklus	Anzahl Sitzplätze	CO <sub>2</sub> / Sitz*
	Boeing 747-200 „Jumbo-Jet“	1971	10'004 kg	366	..... kg
	Douglas DC-8	1959	5'872 kg	117	..... kg
	Boeing 747-400 neuerer "Jumbo-Jet"	1989	10'445 kg	412	..... kg
	Fokker F28	1968	1'972 kg	60	..... kg
	Boeing 777-300	1998	9'734 kg	364	..... kg
	BAe 146-300 Avro RJ100	1983	2'041 kg	100	..... kg
	Airbus A319	1996	2'180 kg	124	..... kg
	Ilyushin IL-18D	1960	7'560 kg	122	..... kg
	Airbus A380-800	2007	11'756 kg	525	..... kg

\* ohne Einberechnung der Fracht und der Flugstrecke



# Umweltschutz am Flughafen

Lösungsvorschlag



## Anregung, wie die Aufgabe gelöst werden könnte

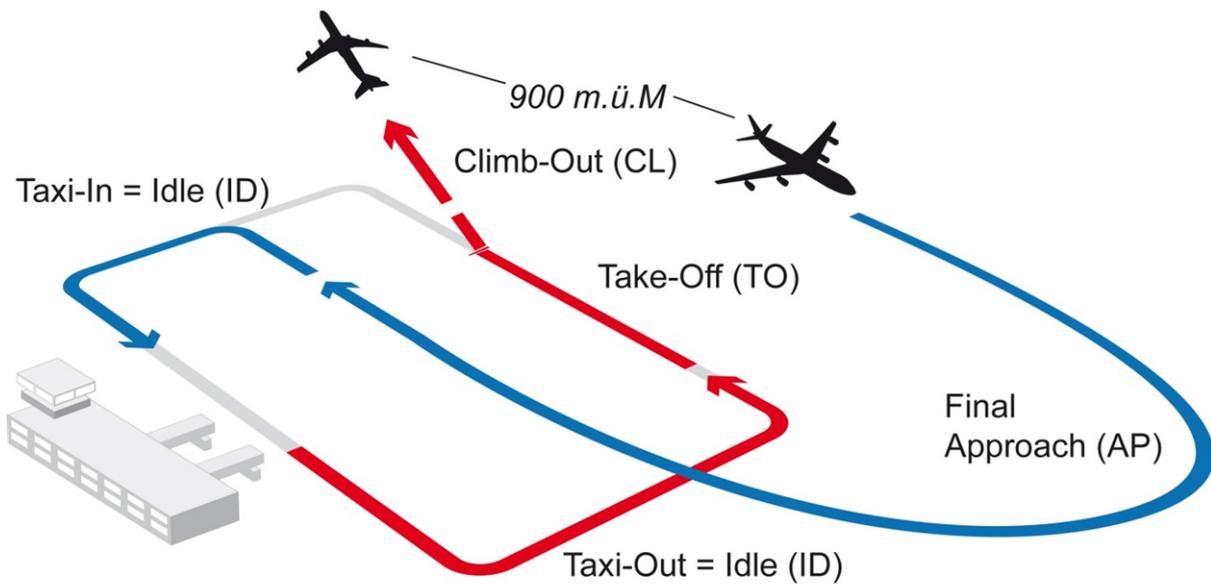


Tabelle mit Modellannahmen für den LTO-Zyklus

Operating Mode (e)	Betriebsart (d)	Schubkraft ( $F_{00}$ )	Zeit pro Betriebsart (in min)
Take-Off	<b>Start</b>	100%	0,7
Climb	<b>Steigflug</b>	85%	2,2
Approach	<b>Landeanflug</b>	30%	4,0
Taxi / Idle	<b>Rollen (auf dem Flugfeld)</b>	7%	26,0

# Umweltschutz am Flughafen

## Lösungsvorschlag



Berechne mit Hilfe eines Taschenrechners für jeden Flugzeugtyp den CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro Sitzplatz. **CO<sub>2</sub>-Ausstoss im LTO-Zyklus : Anzahl Sitzplätze = CO<sub>2</sub> / Sitz.** Setze das Ergebnis in die letzte Spalte dieses Blattes ein.

	Flugzeugtyp	1. Inverkehrsetzung	CO <sub>2</sub> -Ausstoss im LTO-Zyklus	Anzahl Sitzplätze	CO <sub>2</sub> / Sitz*
	Boeing 747-200 „Jumbo-Jet“	1971	10'004 kg	366	<b>27,33 kg</b>
	Douglas DC-8	1959	5'872 kg	117	<b>50,19 kg</b>
	Boeing 747-400 neuerer "Jumbo-Jet"	1989	10'445 kg	412	<b>25,35 kg</b>
	Fokker F28	1968	1,972 kg	60	<b>32,87 kg</b>
	Boeing 777-300	1998	9'734 kg	364	<b>26,74 kg</b>
	BAe 146-300 Avro RJ100	1983	2'041 kg	100	<b>20,41 kg</b>
	Airbus A319	1996	2'180 kg	124	<b>17,58 kg</b>
	Ilyushin IL-18D	1960	7'560 kg	122	<b>61,97 kg</b>
	Airbus A380-800	2007	11'756 kg	525	<b>22,39 kg</b>

\* ohne Einberechnung der Fracht und der Flugstrecke