

LÖSUNGEN

Aufgabe 4.2.1

- a) Der Auftrieb an den Tragflächen ist eine Funktion der Relativgeschwindigkeit zwischen den Tragflächen und der Umgebungsluft. Aus diesem Grunde starten Flugzeuge, wenn möglich, immer bei Gegenwind. Sollte der Flugplatz Einschränkungen bzgl. der Startrichtung haben, führt Rückenwind zu einer entsprechend höheren Startgeschwindigkeit der Maschine relativ zum Boden. Das führt automatisch zu einem längeren Startweg.
- b) Der größte Teil Europas liegt in der sogenannten Westwindzone: aus diesem Grunde herrscht hier meist Westwind. Die Orientierung der Start- und Landebahnen in Ost-West-Richtung führt damit im Regelfall zu Start- und Landesituationen, in denen der Pilot ohne Seitenwind starten kann.
- c) Seitenwind führt zu einer Querkraft, die in gewissen Grenzen durch die Steuerungselemente des Flugzeugs, z. B. durch einen Seitenrudereinschlag, ausgeglichen werden kann. Nach dem Abheben der Maschine dreht der Pilot die Maschine so, dass die Addition des Windvektors und des Geschwindigkeitsvektors der Maschine in die gewünschte Flugrichtung zeigt.
- Arbeitsauftrag 4.3.1**
- a) Der Pilot reduziert die Triebwerksleistung, damit verringert sich die Vortriebskraft, und das Flugzeug reduziert seine Geschwindigkeit. Damit sinkt der Auftrieb an den Tragflächen und das Flugzeug sinkt.
- b) Beim Sinkflug hat das Flugzeug eine horizontale Fluglage.
- c) Nach der Formel für die Bewegungsenergie
$$E_{\text{Bewegung}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$
 hat der A380 eine Bewegungsenergie von etwa $2,5 \cdot 10^{10}$ J. Nach der Formel für die Lageenergie hat der A380 eine Lageenergie von etwa $6 \cdot 10^{10}$ J.
- d) Der Auftrieb auf die Tragflächen hängt von der Fluggeschwindigkeit, von dem Flächeninhalt der Tragfläche, von der Luftdichte und vom Anstellwinkel der Tragfläche im Luftstrom ab. In tieferen Luftschichten ist die Luftdichte zwar größer, aber beim Sinkflug hat das Flugzeug eine geringe Geschwindigkeit; damit der Auftrieb noch genügend groß ist, um das Flugzeug in der Luft zu halten, wird durch Ausfahren der Landeklappen der Flächeninhalt der Tragfläche entsprechend vergrößert.
- e) Wenn die Strömung nicht mehr an der Tragfläche anliegt, wenn sie, anschaulich gesprochen, abreißt, dann erfährt die Tragfläche keinen Auftrieb und das Flugzeug stürzt ab. Dieser Strömungsabriss (stall) tritt dann ein, wenn der Pilot den Anstellwinkel zu groß wählt. Entsprechende Instrumente (Stallsignal) warnen den Piloten vor dieser gefährlichen Fluglage.

f) Zusätzlich zu den ausgefahrenen Landeklappen muss der Pilot bei der Landung auch einen größeren Anstellwinkel wählen, damit der Auftrieb in dieser Landephase ausreicht, die Maschine zu halten.

g) Das Flugzeug setzt zuerst mit dem Hauptfahrwerk auf, dann sinkt die Nase ab und das Bugfahrwerk berührt den Boden. Wenn die Räder Bodenkontakt haben, werden die Störklappen auf den Tragflächen ausgefahren, damit der Auftrieb an den Tragflächen abreißt und die Maschine mit festem Bodenkontakt ausrollen kann.

h) Der Impuls des Flugzeugs berechnet sich nach der Formel $p = m \cdot v$ zu etwa $4 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ oder $4 \cdot 10^7 \text{ Hy}$.

i) Nach der Landung steckt der Impuls des A380 in der Erde.

j) Die Bewegungsenergie des Flugzeugs wird beim Abbremsen und Ausrollen der Maschine in thermische Energie umgewandelt. Wurde der Pilot nur mit Scheibenbremsen wie ein Auto abbremsen, dann würde die gesamte Bewegungsenergie des Flugzeugs als thermische Energie in den Scheibenbremsen stecken; diese Belastung halten aber Scheibenbremsen nicht aus. Aus diesem Grunde erfolgt die erste Bremsphase bei großen Verkehrsflugzeugen mit den Umkehrtriebwerken.

Aufgabe 4.3.2

Beim Start dieser „Schwenkflügler“ sind die Tragflächen ausgeklappt und haben die Funktion einer normalen Tragfläche im Unterschallflug. Wenn das Flugzeug in den Überschallflug eintritt, sind die Schwenkflügel so eingeklappt, dass das Flugzeug eine Deltaform entsprechend dem MACHschen Kegel hat. Bei der Landung werden die Schwenkflügel wieder ausgefahren, um im Unterschallbereich genügend Auftrieb zu erzeugen.

Aufgabe 4.4.1

Der Flugverkehr über Deutschland ist mit am dichtesten in Europa.