

Kurzfragen Aerodynamik

1. Einleitung

- 1.1 Was bedeuten die Abkürzungen QNH und QFE?
- 1.2 Was beschreibt die Machzahl?
- 1.3 Was beschreibt die Sutherland Formel?
- 1.4 Was bedeuten in der Aerodynamik die Begriffe
 - Entwurfsaufgabe
 - Nachrechenaufgabe
- 1.5 Was verstehen Sie unter der Druckhöhe? Nennen Sie ein Anwendungsbeispiel
- 1.6 Geben Sie für ein Überschallflugzeug die Flugbereichsgrenzen an. Skizzieren Sie qualitativ eine Höhen-Mach-Envelope und eine Anstellwinkel-Mach-Envelope
- 1.7 Geben Sie vier Unterscheidungsmöglichkeiten zur Klassifizierung von Strömungen an
- 1.8 Skizzieren den Verlauf der Temperatur für die Normatmosphäre für den Höhenbereich $0 < H < 20$ km.
Geben Sie die Werte für die Temperatur an den Eckpunkten sowie die Temperaturgradienten für die unterschiedlichen Bereiche an.
- 1.9 Sie fliegen in einer Höhe von $H = 10\text{ km}$ mit einer Geschwindigkeit von $V_\infty = 1070\text{ km/h}$.
Befinden Sie sich im Unterschall- oder im Überschall? Begründen Sie Ihre Antwort.
- 1.10 Bis zu welcher Machzahl M können Sie bei einer Flughöhe von $H = 0$ unter Standardbedingungen (ISA) von einer inkompressiblen Strömung ausgehen?
Welcher Geschwindigkeit V_∞ entspricht dies?

2. Strömungssimulation in Windkanälen

- 2.1 Durch welche Maßnahmen lässt sich die Reynoldszahl erhöhen?
Nennen Sie ausgeführte Beispiele in der Windkanaltechnik

3. Numerische Strömungssimulation

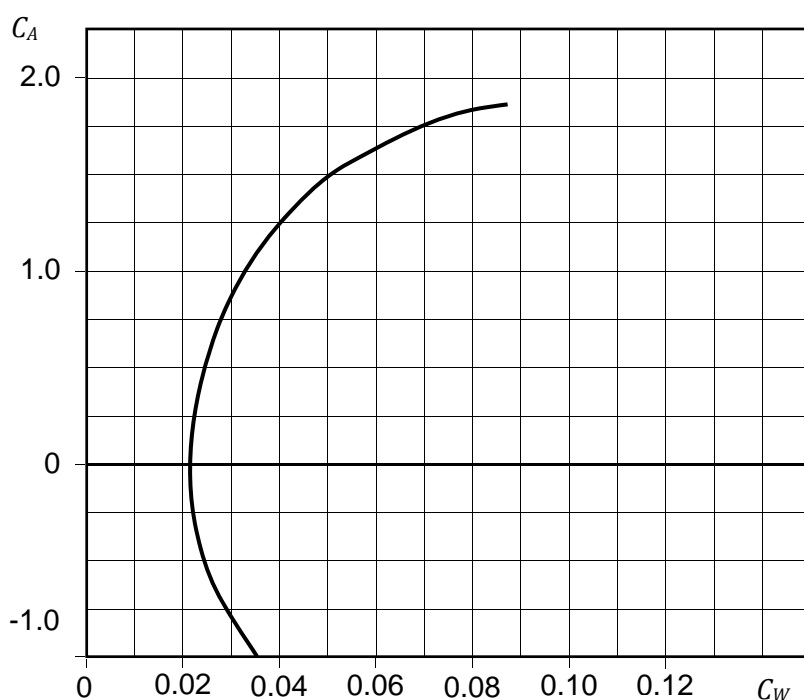
4. Potentialtheorie

- 4.1 Welche Aussage können Sie über das Verhältnis der Geschwindigkeiten an der Ober- und Unterseite eines Profils treffen, wenn die Zirkulation gleich Null ist?
Nennen Sie ein Beispiel.
- 4.2 Welche Randbedingungen sollten Sie bei der Verwendung eines auf der Potentialtheorie basierenden ‚panel-Verfahrens‘ berücksichtigen?
- 4.3 Wie lautet die Definition der Zirkulation?

- 4.4 Wie stehen Strom- und Potentiallinien im ebenen Fall zueinander?
- 4.5 Was ist ein quellfreies Strömungsfeld?
- 4.6 In welche Anteile lässt sich eine Strömung zerlegen?
- 4.7 Was verstehen Sie unter dem 'Magnus-Effekt'? Skizzieren Sie das Strömungsbild.
- 4.8 Nennen Sie zwei Beispiele zum 'Magnus-Effekt'.

5. Tragflügel unendlicher Streckung in inkompressibler Strömung

- 5.1 Geben Sie die Auftriebsgleichung von Joukowski und die Definition des Auftriebs als Funktion des dimensionslosen Auftriebsbeiwerts an.
- 5.2 Bei welchen Profilen hat man bei einem Anstellwinkel von $\alpha = 0^\circ$ bereits einen Auftrieb?
- 5.3 Welche Strecke kann in ruhiger Luft, d.h. ohne Thermik, ein Flugzeug mit einer Gleitzahl von 75 aus Höhe 1000m zurückgelegt werden?
- 5.4 Wie verhält sich der Auftrieb geometrisch gegenüber der Anströmrichtung?
- 5.5 Skizzieren Sie die angreifenden Kräfte an einem Tragflügelprofil.
- 5.6 Wie ist die Gleitzahl E definiert?
- 5.7 Welchen Wert hat das Nullmoment C_{m0} wenn das Profil symmetrisch ist?
- 5.8 Ermitteln Sie graphisch aus der dargestellten Polare die maximale Gleitzahl E und C_{w0} (Zahlenwerte!)



- 5.9 Geben Sie die Definitionen und physikalische Bedeutung von Druckpunkt und Neutralpunkt eines Profils an.
Welche unterschiedlichen Positionen können beide Punkte annehmen.

6. Tragflügel endlicher Streckung in inkompressibler Strömung

- 6.1 Welche Forderung muss ein Tragflügel erfüllen, damit er auch bei reibungsfreier Strömung einen Widerstand erzeugt?
Um welche Art von Widerstand handelt es sich hierbei?
- 6.2 Skizzieren Sie das einfachste Wirbelersatzsystem eines Tragflügels endlicher Streckung
- 6.3 Geben Sie für einen sog. elliptischen Tragflügel endlicher Streckung den Beiwert des induzierten Widerstands an.
- 6.4 Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf von C_A über α für einen Flügel großer Streckung und einen Deltaflügel kleiner Streckung (beide Verläufe in das gleiche Diagramm)
- 6.5 Was verstehen Sie unter dem sog. 'nicht-linearen' Auftrieb eines gepfeilten Flügels? Wodurch wird er erzeugt und in welchem Anstellwinkelbereich gewinnt er an Bedeutung?
- 6.6 Wann erzeugt ein Tragflügel endlicher Spannweite keinen induzierten Widerstand, obwohl sich das Flugzeug bewegt?
- 6.7 Was ist der flugmechanische Grund für die Verwindung eines Tragflügels? Welche Verwindungsmöglichkeiten kennen Sie und welche Auswirkung hat die Verwindung auf die spannweite Auftriebsverteilung?
- 6.8 Skizzieren Sie für einen Rechteckflügel und einen elliptischen Flügel die Zirkulationsverteilung und die Abwindverteilung hinter dem Flügel nach der einfachen Traglinientheorie nach Prandtl.
Welcher der beiden Tragflügel hat bei gleichem Auftrieb den höheren induzierten Widerstand?
- 6.9 Geben Sie die Gleichung für den Beiwert des induzierten Widerstands $C_{W,i}$ und des induzierten Anstellwinkels α_i bei elliptischer Auftriebsverteilung an.
- 6.10 Warum sollten Tragflügel außen einen kleineren c_a -Anstieg aufweisen als im Innenbereich? Wie ist das zu realisieren?
- 6.11 Warum ist eine konstante Zirkulationsverteilung über die Spannweite nicht möglich?
- 6.12 Sie messen für ein schlankes Profil bei $M_\infty = 0,15$ folgende Werte:
- | | | |
|----------------------|-------|-------|
| $\alpha = 2^\circ$: | C_A | = 0,7 |
| $\alpha = 7^\circ$: | C_A | = 1,2 |

Welchen Auftriebsbeiwert erwarten Sie bei $M_\infty = 0,75$ für $\alpha = 5^\circ$ für dieses Profil?

7. Aerodynamik der Klappen und Leitwerke

- 7.1 Was führt zur Entstehung eines Schieberollmoments (negatives Wendemoment)?
- 7.2 Nennen Sie drei Gegenmaßnahmen zur Kompensation des Schieberollmoments
- 7.3 Welchen Vorteil haben Spaltklappen gegenüber Wölbklappen?
- 7.4 Nennen Sie drei Arten von Flügelhinterkantenklappen.

8. Kompressible Strömungsmechanik (Gasdynamik)

- 8.1 Geben Sie die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit in einem Kanalquerschnitt an, der
- im Unterschall divergiert
 - im Unterschall konvergiert
 - im Überschall divergiert
 - im Überschall konvergiert
- 8.2 Aus einer Schlierenaufnahme an einer Überschallmeßstrecke eines Windkanals entnehmen Sie einen Stoßwinkel von $\mu = 30^\circ$. Mit welcher Machzahl wurde das Experiment durchgeführt?
- 8.3 Die statische Temperatur in der Messstrecke beträgt 160 K. Welcher Strömungsgeschwindigkeit entspricht in diesem Fall eine Machzahl $M = 2$?
- 8.4 Welcher Druck liegt an einem Pitot-Rohr in einer Überschallströmung an?
- 8.5 Welcher c_p wert herrscht im Staupunkt?
- 8.6 Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf folgender Parameter vor und hinter einem senkrechten Stoß (Index 1: Zustand vor dem Stoß, Index 2: Zustand hinter dem Stoß)
- Machzahl M
 - Geschwindigkeit v
 - statischem Druck p
 - Dichte ρ
 - statischer Temperatur T
 - Totaltemperatur T_t
 - Totaldruck p_t
 - Entropie s

- 8.7 Geben Sie an, wie sich folgende Strömungsgrößen beim Durchgang in Strömungsrichtung durch einen senkrechten Verdichtungsstoß verhalten (>, =, <).
Index 1: vor dem Stoß, Index2: hinter dem Stoß.

		>	=	<	
Statischer Druck	p_1				p_2
Totaldruck	p_{t1}				p_{t2}
Geschwindigkeit	v_1				v_2
Statische Temperatur	T_1				T_2
Totaltemperatur	T_{t1}				T_{t2}
Dichte	ρ_1				ρ_2

- 8.8 Warum wird die Strömung im Triebwerkseinlauf bei Überschallgeschwindigkeiten zuerst durch mehrere schräge Stöße verzögert, bevor sie dann durch einen schwachen senkrechten Stoß auf $M < 1$ verzögert wird?

9. Kompressible Aerodynamik

- 9.1 Was verstehen Sie unter der ‚kritischen Flugmachzahl‘ M_∞^* ?
- 9.2 Welche Effekte können bei Erreichen der kritischen Flugmachzahl M_∞^* auftreten?
- 9.3 Welche Faktoren können die kritische Machzahl in welcher Weise beeinflussen?
- 9.4 Skizzieren Sie qualitativ die Stromlinien, die resultierende Druckverteilung und die resultierende Kraft an einer ebenen Platte bei a) $M_\infty = 0,5$, b) $M_\infty = 2,0$
- 9.5 Skizzieren Sie den Verlauf der Beiwerte des Wellenwiderstands und des Reibungswiderstands als Funktion der Machzahl in das gleiche Diagramm $C_{W,Wellen}, C_{W,R} = f(Mach)$ für $c_A = 0$. Zeichnen Sie die kritische Machzahl M_{krit} ein.
- 9.6 Geben Sie für eine Expansionsrampe das Verhalten der Strömungsparameter bei isentroper Überschallströmung in Strömungsrichtung an.

Parameter		steigt	sinkt	bleibt gleich
Machzahl	M_2			
Geschwindigkeit	V_2			
statischer Druck	p_2			
statische Temperatur	T_2			
Dichte	ρ_2			
Totaldruck	$p_{t,2}$			
Totaltemperatur	$T_{t,2}$			
Entropie	S_2			

- 9.7** Skizzieren Sie qualitativ für eine ebene Platte den Verlauf des Auftriebanstiegs $dc_A/d\alpha$ im Unter- und Überschall. Geben Sie den Grenzwert für den inkompressiblen Fall, sowie die Näherungen für den kompressiblen Bereich im Unterschall nach Prandtl-Glauert und im Überschall nach Ackeret an.
- 9.8** Geben Sie die Proportionalitätsbeziehung zwischen abgestrahlter Wärme und Wandtemperatur an.
- 9.9** Geben Sie die Proportionalitätsbeziehung zwischen der auf die Struktur übertragenen Wärme und dem Radius eines Bauteils an.

10. Stabilität und Steuerbarkeit