

## Skripte zum Lehrkapitel Technik – Flugzeugkunde – Instrumentenkunde

<b>Technik</b>			
<b>1. Energiehaushalt des Segelflugezeugs</b>	<b>2</b>	<b>1. Einteilung der Luftfahrzeuge</b>	<b>11</b>
<b>2. Luftkräfte</b>	<b>2</b>	1.1. nach statischem und dynamischen Auftrieb	11
<b>3. Auftriebserzeugung</b>	<b>2</b>	1.2. nach Anzahl der Flügel	11
3.1. Profil des Tragflügels	2	1.3. nach Anordnung der Flügel	11
3.2. Strömung am Tragflügel	2	1.4. nach Bauart	11
3.3. Vorgänge in der Grenzschicht	3	1.5. nach Bauweise	11
3.4. Einfluß des Anstellwinkels auf den Auftrieb	3	1.6. nach Flugleistungen	11
3.5. Auftrieb und Widerstand	3	1.7. nach Wettbewerbsklassen	11
<b>4. Widerstand</b>	<b>4</b>	<b>2. Aufteilung des Flugzeuges</b>	<b>11</b>
4.1. Formwiderstand (Druckwiderstand)	4	2.1. Flugwerk, Zelle	11
4.2. Reibungswiderstand	4	2.2. Triebwerk	11
4.3. Profilwiderstand	4	2.3. Ausrüstung	11
4.4. Der induzierte Widerstand	4	<b>3. Massen</b>	<b>11</b>
4.5. Interferenz- und Gesamtwiderstand	4	<b>4. Aufbau Flugwerk</b>	<b>12</b>
4.6. Restwiderstand	4	4.1. Rumpf	12
<b>5. Zusammenhang zwischen Auftrieb und Widerstand</b>	<b>4</b>	4.2. Tragwerk	12
5.1. Profilarten und Anwendungen	4	4.3. Leitwerk	12
5.2. Profilpolare	5	4.4. Steuerwerk	12
5.3. Flügelpolare und Gesamtpolare	5	4.5. Fahrwerk	12
5.4. Einfluß des Einstellwinkels	5	4.6. Bedienhebel	12
<b>6. Kräfte am Flugzeug</b>	<b>5</b>	<b>5. Betrieb des Segelflugezeugs</b>	<b>13</b>
6.1. Luftkraft und Druckpunkt	5	5.1. Flug- und Betriebshandbuch	13
6.2. Druckpunktwanderung	5	5.2. Vorflugkontrolle	13
6.3. Kräfte im Gleitflug	6	5.3. Startcheck	13
6.4. Kräfte im Kurvenflug	6	5.4. Störungen	13
6.5. Flächenbelastung	7	<b>6. Rettungsgerät (Fallschirm)</b>	<b>13</b>
6.6. Lastvielfaches	7	<b>1. Instrumentierung</b>	<b>14</b>
<b>7. Beladung und Schwerpunkt</b>	<b>7</b>	1.1. Mindestinstrumentierung	14
7.1. Leermassenschwerpunkt	7	1.2. Gerätegruppen	14
7.2. Flugmassenschwerpunkt	7	1.3. Nachprüfung	14
7.3. Beladeplan	7	1.4. Zusatzinstrumentierung	14
<b>8. Steuerung des Flugzeugs</b>	<b>8</b>	<b>2. Flugüberwachungsgeräte</b>	<b>14</b>
8.1. Achsen und Ruder	8	2.1. Fahrtmesser	14
8.2. Wirkung des Ruders	8	2.2. Höhenmesser	15
<b>9. Konstruktive Flughilfen</b>	<b>8</b>	2.3. Variometer	15
9.1. Stabilität um die drei Achsen	8	2.4. Kreiselinstrumente	15
9.2. Ruderausgleich	8	2.5. Libelle und Faden	16
9.3. Schränkung	9	<b>3. Navigationsgerät Kompaß</b>	<b>16</b>
9.4. Start- und Landehilfen	9	3.1. Mißweisung	16
<b>10. Flugleistungen</b>	<b>9</b>	3.2. Inklination	16
10.1. Bestes Sinken und bestes Gleiten	9	3.3. Kompaßfehler	16
10.2. Geschwindigkeitspolare	10	3.4. Deviation und Kompensierung	16
		3.5. Satellitennavigation	16

## Technik

### 1. Energiehaushalt des Segelflugzeugs

- potentielle Energie < ➤ kinetische Energie
- Gewichtskraft (Erdbeschleunigungskraft)

### 2. Luftkräfte

- Luftkraft  $F_L$
- Auftriebskraft  $F_A$
- Widerstandskraft  $F_W$



### 3. Auftriebserzeugung

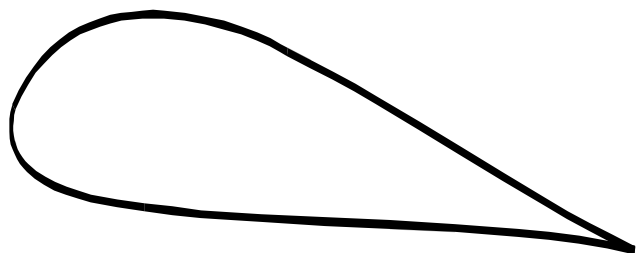
#### 3.1. Profil des Tragflügels

- Profiltiefe, Profilhöhe (Profildicke), Profilbezugslinie, Profilmittellinie, Profilwölbung
- Dickenrücklage (in % der Profiltiefe)



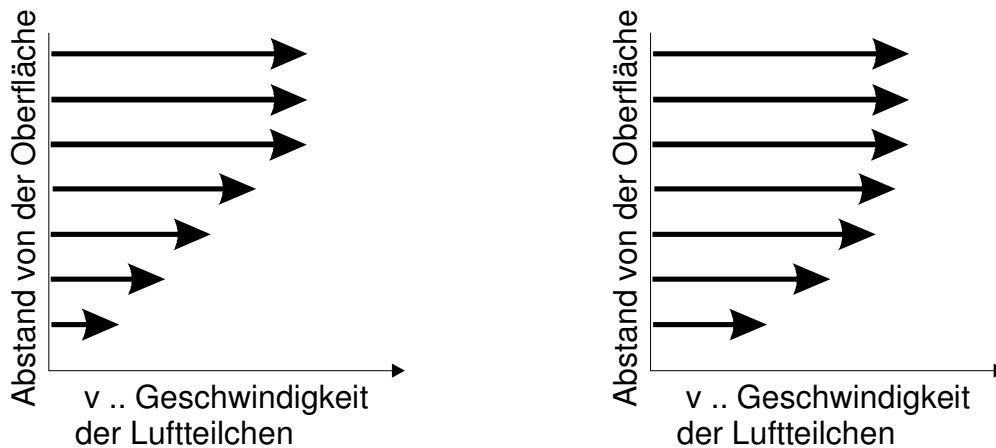
#### 3.2. Strömung am Tragflügel

- Luftteilchen schmiegen sich an Körper an und umströmen Körper auf Bahnen, diese Bahnen werden durch Stromlinien gekennzeichnet
- Gesetz von Bernoulli "Die Summe von statischen und dynamischen Druck ist konstant"
 
$$\text{const} = p_{\text{STAT}} + p_{\text{DYN}} \quad \text{➤} \quad p_{\text{DYN}} \uparrow \quad p_{\text{STAT}} \downarrow$$
- statischer Druck umfaßt den umgebenden Luftdruck der ruhenden Luft - messbar mit Barometer
- dynamischer Druck resultiert aus der Bewegung von Luftteilchen - messbar mit Staudruck-/Fahrtmesser
- Druckverteilung
  - Sogkraft (Unterdruck) + Druckkraft (Überdruck) = Auftrieb
- Staupunkt



### 3.3. Vorgänge in der Grenzschicht

- Luftteilchen bewegen sich nicht ideal an Körpern vorbei - Ursache ist die Reibung aufgrund der unregelmäßigen Oberfläche der Körper
- Luftteilchen direkt auf der Oberfläche haben eine Relativgeschwindigkeit von 0
- mit zunehmendem Abstand erreichen die Luftteilchen die Geschwindigkeit der Luftströmung



- laminare Grenzschichten bei parallelen Bahnen der Luftteilchen
- turbulente Grenzschichten bei ungeordneten Bewegungen der Luftteilchen, jedoch energiereicher aufgrund der Erhaltung der Strömung
- Umschlagpunkt U
- Ablösepunkt A



### 3.4. Einfluß des Anstellwinkels auf den Auftrieb

- Anstellwinkel: Strömungsrichtung – Profilbezugslinie
- Vergrößerung des Anstellwinkels – Auftrieb und Widerstand
- Mindestgeschwindigkeit, Strömungsabriß
- Normalflugbereich  $-10^\circ$  und  $+20^\circ$

### 3.5. Auftrieb und Widerstand

- Eigengeschwindigkeit  $v$ , Luftdichte  $\rho$ , Flügelbezugsfläche  $A$ , Profilform  $c_A c_W$
- Staudruck  $q = 0.5 \cdot \rho \cdot v^2$
- Auftrieb  $F_A = c_A \cdot \rho \cdot A$
- Widerstand  $F_W = c_W \cdot \rho \cdot A$

## 4. Widerstand

### 4.1. *Formwiderstand (Druckwiderstand)*

- an ungünstig geformten Körpern (Stirnfläche) muß die Luftströmung abrupt umlenken
  - Staudruck entsteht
- nach harten Änderungen bilden sich Wirbelfelder aus (Windschatten) - Wirbelfelder entnehmen dem Strömungsprozeß Energie ➤ Widerstand entsteht

### 4.2. *Reibungswiderstand*

- Reibungs- oder Grenzschichtwiderstand
  - laminare und turbulente Grenzschichtströmung, Umschlagpunkt

### 4.3. *Profilwiderstand*

- Profilgesamtwiderstand = Druckwiderstand + Reibungswiderstand

### 4.4. *Der induzierte Widerstand*

- Druckunterschiede – Ausgleich, Randwiderstand durch Wirbelzöpfe
- Abhängigkeit vom Auftrieb, Anstellwinkel
- konstruktive Maßnahmen: elliptische Auftriebsverteilung, Flügelstreckung

### 4.5. *Interferenz- und Gesamtwiderstand*

- Wirbel an Baugruppen, Überlagerung verschiedener Widerstände führen zu neuen Widerständen

### 4.6. *Restwiderstand*

- Entstehung abseits der Auftriebserzeugung am Tragflügel
- Flügelwiderstand + Restwiderstand = Gesamtwiderstand

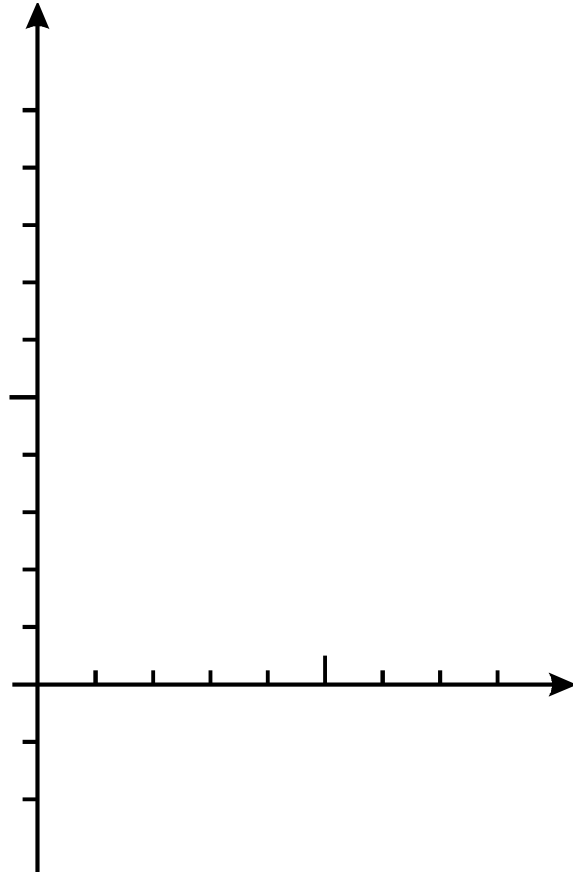
## 5. Zusammenhang zwischen Auftrieb und Widerstand

### 5.1. *Profilarten und Anwendungen*

- symmetrische Profile
  
- unsymmetrische tragende Profile
  
- Profile mit gewölbte Unterseite
  
- Laminarprofile

## 5.2. *Profilpolare*

- bestes Gleiten
- max. Auftrieb
- kritischer Anstellwinkel
- geringster Widerstand
- kein Auftrieb



## 5.3. *Flügelpolare und Gesamtpolare*

- Summe des Gesamtwiderstandes des Tragflügels bzw. Flugzeugs

## 5.4. *Einfluß des Einstellwinkels*

- Einstellwinkel ist der Winkel zwischen Profilbezugssehne und Rumpflängsachse
- Minimierung des Rumpfwiderstandes und Leitwerkes

# 6. Kräfte am Flugzeug

## 6.1. *Luftkraft und Druckpunkt*

- Druckpunkt ist der gedachte Angriffspunkt der resultierenden Luftkraft  $F_L$ , also der Summe aller Auftriebs- und Widerstandskräften

## 6.2. *Druckpunktwanderung*

- Abhängigkeit vom Anstellwinkel sofern nicht druckpunktfest
- Wanderung möglich im Bereich 20% und 60% der Profiltiefe, Schwerpunktlage
- Druckpunktfestigkeit von Profilen



**6.3. Kräfte im Gleitflug**

- Gesamtluftkraft  $F_L$  und Gewichtskraft  $F_G$  im Gleichgewicht
- Auftriebskraft  $F_A$  und Gewichtskraft  $F_{GR}$  im Gleichgewicht
- Vortriebskraft  $F_V$ , Widerstandskraft  $F_W$
- Gleitzahl  $e = \tan \alpha = \text{Widerstandskraft} : \text{Auftriebskraft}$

**6.4. Kräfte im Kurvenflug**

- Gesamtluftkraft  $F_L$  und Kurvengewichtskraft  $F_{GK}$  im Gleichgewicht
- Auftriebskraft  $F_A$ , Zentripedalkraft  $F_{ZP}$ , Zentrifugalkraft  $F_Z$ , Gewichtskraft  $F_G$

- höhere Geschwindigkeit, größerer Anstellwinkel notwendig
- höhere Mindestgeschwindigkeit, höhere Sinkgeschwindigkeit

### 6.5. Flächenbelastung

Flächenbelastung = Masse  $m$  : Flügelfläche  $A$

### 6.6. Lastvielfaches

- Fliegen gekrümmter Bahnen erzeugt Zentrifugalkräfte, die durch höhere Gesamtluftkraft ausgeglichen werden muß
- Kräfte im Kurvenflug

Querneigung in °	0	20	30	40	50	60	70	80	90
Lastvielfaches									

- Max. Zulässiges Lastvielfaches als Vielfaches der Erdbeschleunigung  $g = 9.81ms^{-1}$ , üblich  $-2.6g$  bis  $+ 5,3g$
- Bruchlastvielfaches =  $1.5 * \text{Lastvielfaches}$
- Kräfte in Abfangbögen Erdbeschleunigung + Abfangbeschleunigung + zus.Beschleunigung (Thermik!)
- Manövergeschwindigkeit

## 7. Beladung und Schwerpunkt

- Schwerpunkt – Massenmittelpunkt
- Angriffspunkt der Gewichtskraft  $F_G$

### 7.1. Leermassenschwerpunkt

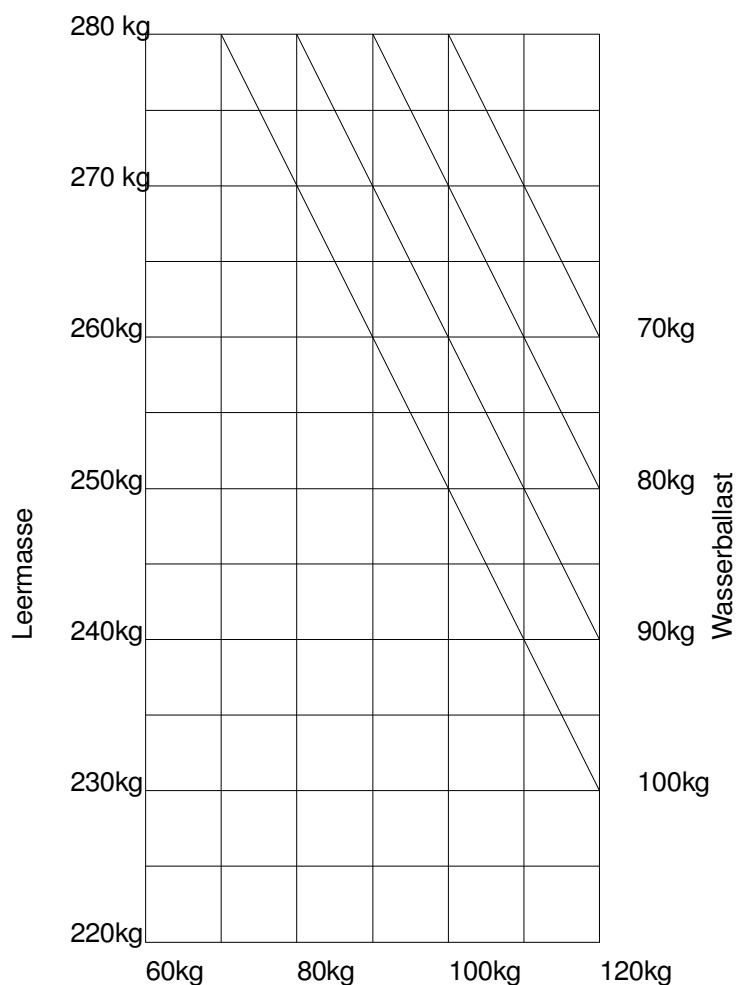
- Ohne Beladung, Masse der Konstruktion

### 7.2. Flugmassenschwerpunkt

- Mindest- und Höchstbeladung
- Schwerpunktvorlage
- Schwerpunktrücklage

### 7.3. Beladeplan

- Flugbetriebshandbuch
  
- Aerodynamisch Trimmung !



## 8. Steuerung des Flugzeugs

### 8.1. Achsen und Ruder

Achse	zugeordnetes Ruder	Bewegung

### 8.2. Wirkung des Ruders

#### 8.2.1. Höhenruder



#### 8.2.2. Seitenruder



#### 8.2.3. Querruder

- Negatives Wendemoment

## 9. Konstruktive Flughilfen

### 9.1. Stabilität um die drei Achsen

- statisch stabil
- dynamisch stabil

#### 9.1.1. Stabilität um die Querachse

- Druckpunktwanderung -> dynamisch labil
- Wirkung Höhenruder
- bei Zunahme Schwerpunktrücklage sinkt die Eigenstabilität

#### 9.1.2. Stabilität um die Längsachse

- V-Stellung

#### 9.1.3. Stabilität um die Hochachse

- positive Pfeilung der Tragfläche
- Seitenflosse, Leitwerksträger

### 9.2. Ruderausgleich

- aerodynamischer Ruderausgleich -> Pendelruder
- statischer Ruderausgleich -> Gewichtsausgleich

### **9.3. Schränkung**

- Strömungsabriß am gesamten Flügel vermeiden
- Querruder bleiben nach Strömungsabriß wirksam
- Wirbelbildung erzeugt Schütteln des Leitwerks

#### 9.3.1. geometrische Schränkung

- Einstellwinkel am Flügelende wird geringer

#### 9.3.2. aerodynamische Schränkung

- Profil am Flügelende erlaubt größere Anstellwinkel

### **9.4. Start- und Landehilfen**

#### 9.4.1. Wölbklappen

- Startstellung – Anrollen – Abheben
- Schnellflug
- Landstellung – Anfluggeschwindigkeit
- Einfahren der Klappen darf nicht in Bodennähe erfolgen !!!

#### 9.4.2. Spreizklappen

- im Segelflugzeugbau nicht mehr verwendet

#### 9.4.3. Störklappen, Bremsklappen, Sturzflugbremsen

- Strömung
- Lastigkeitsänderungen

#### 9.4.4. Flügelhinterkanten-Drehklappen

- kaum Lastigkeitsänderungen

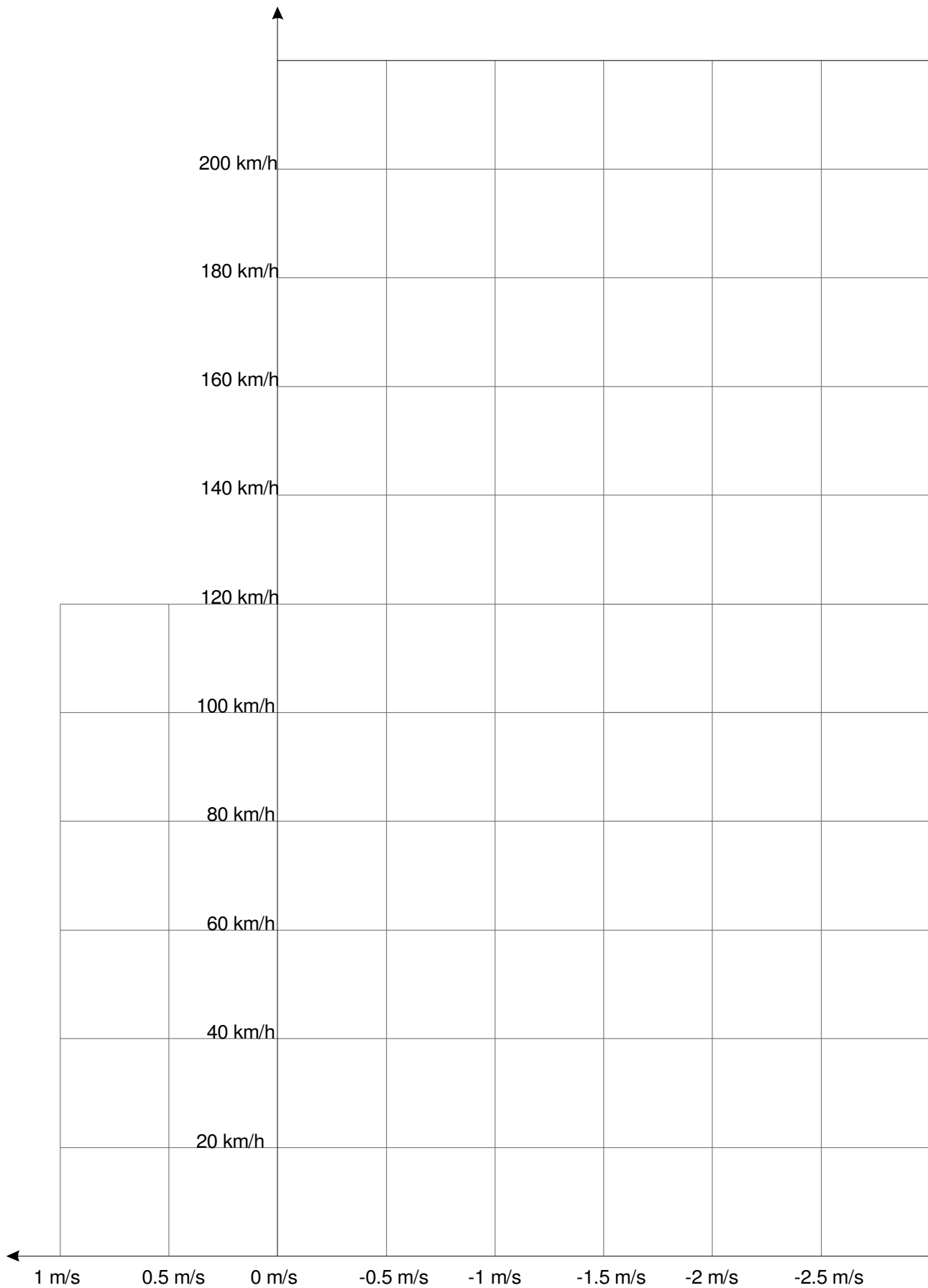
#### 9.4.5. Bremsschirm

- Bahnneigungsflug von 45° auf höchstzulässige Fahrt begrenzen
- Abwurf

## **10. Flugleistungen**

### **10.1. Bestes Sinken und bestes Gleiten**

- Beste Sinkgeschwindigkeit
- Beste Gleitzahl
- Wasserballast
- Geschwindigkeitspolare (Gleitflugpolare)
- Kreisflugpolare

**10.2. Geschwindigkeitspolare**

## **Flugzeugkunde**

### **1. Einteilung der Luftfahrzeuge**

#### **1.1. nach statischem und dynamischen Auftrieb**



#### **1.2. nach Anzahl der Flügel**



#### **1.3. nach Anordnung der Flügel**



#### **1.4. nach Bauart**



#### **1.5. nach Bauweise**



#### **1.6. nach Flugleistungen**



#### **1.7. nach Wettbewerbsklassen**

### **2. Aufteilung des Flugzeuges**

#### **2.1. Flugwerk, Zelle**

- Rumpfwerk
- Tragwerk
- Leitwerk
- Steuerwerk
- Fahrwerk

#### **2.2. Triebwerk**

#### **2.3. Ausrüstung**

- Mindestausrüstung laut Flugbetriebshandbuch: Höhen- und Fahrtmesser, Anschnallgurte, Fallschirm, Flugbetriebshandbuch
- Sonderausrüstung: weitere Instrumente, Funkgeräte, Sauerstoffanlage

### **3. Massen**

- Leermasse
- Rüstmasse
- Flugmasse
- tragende und nichttragende Teile

## 4. Aufbau Flugwerk

### 4.1. *Rumpf*

### 4.2. *Tragwerk*

### 4.3. *Leitwerk*

- Höhenleitwerk (Normal-, Kreuz-, T-, V-Leitwerke)
- Seitenleitwerk
- Flügelleitwerk (Querruder)

### 4.4. *Steuerwerk*

- Steuerknüppel bedient Quer- und Höhenruder (um 2 Achsen beweglich)
  - Querruder differenziert -> Verringerung negatives Wendemoment
  - Höhenruder mit Trimmung
    - Gewichtstrimmung
    - Aerodynamische Trimmung mittels Flettner ruder
    - Federtrimmung

Fehlendes Gewicht kann nicht durch eine aerodynamische Trimmung ausgeglichen werden!

- Seitenrunderpedale

### 4.5. *Fahrwerk*

### 4.6. *Bedienhebel*

## 5. Betrieb des Segelflugzeuges

### 5.1. *Flug- und Betriebshandbuch*

- Daten über Mindestausrüstung, Betriebs- und Leistungsgrenzen, Beladeplan, Notfälle, Wartung, Nachprüfung

### 5.2. *Vorflugkontrolle*

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.

### 5.3. *Startcheck*

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.

### 5.4. *Störungen*

- Störungen sind Beschädigungen, die die Lufttüchtigkeit beeinflussen
- Störungen sind dem Halter mitzuteilen, ggf. Störungsmeldung an das LBA
- Reparatur im LTB oder Nachprüfung durch Prüfung erforderlich

## 6. Rettungsgerät (Fallschirm)

- Automatische Fallschirme
- Manuelle Fallschirme

## Instrumentenkunde

## **1. Instrumentierung**

### **1.1. Mindestinstrumentierung**

- 
- 

### **1.2. Gerätegruppen**

- Flugüberwachungsgeräte
- Navigationsgeräte
- Triebwerküberwachungsgeräte
- Flugwerküberwachungsgeräte

### **1.3. Nachprüfung**

- Ausrüstungsverzeichnis

### **1.4. Zusatzinstrumentierung**

- 
- 
- 
- 
- 

## **2. Flugüberwachungsgeräte**

### **2.1. Fahrtmesser**

#### 2.1.1. Staudruckfahrtmesser

### 2.1.2. Anzeigefehler

- Schiebeflug
- IAS – TAS
- Abhängigkeit von Luftdichte (indirekt Lufttemperatur)
- Pro 300m (1000ft) Höhenzunahme zeigt der Fahrtmesser 2% zu wenig an
- Mindestgeschwindigkeit – Höchstgeschwindigkeit bei Höhenflügen

### 2.1.3. Geschwindigkeitsbereiche

- Grün
- Gelb
- Weiß
- Rote Marke
- Gelbe Marke

## **2.2. Höhenmesser**

### 2.2.1. Funktion

- Druckhöhe, barometrische Höhenstufe, Standardatmosphäre
- QNH – Höhe über MSL
- QFE – Platzdruck

### 2.2.2. Höhenmesserfehler

- Hysterisis – "Hängen der Anzeige"
- Luftdruck- und Temperaturschwankungen

### 2.2.3. Barograph

- 

## **2.3. Variometer**

### 2.3.1. Dosenvariometer

### 2.3.2. Stauscheibenvariometer

### 2.3.3. Elektrische Variometer

### 2.3.4. Kompensation

- Anzeigeänderung bei Fahrtänderung
- Kompensierdüse
- Bruttovariometer
- Nettovariometer

## **2.4. Kreiselinstrumente**

## **2.5. Libelle und Faden**

- 
- 

## **3. Navigationsgerät Kompaß**

- Prinzip
- geographischer und magnetischer Nordpol

### **3.1. Mißweisung**

- Ortsmißweisung = Deklination = Variation
- OM West negativ – Kompaß zeigt zu wenig
- OM Ost positiv – Kompaß zeigt zuviel

### **3.2. Inklination**

- Feldlinien nicht parallel zur Erdoberfläche
- Massenausgleich

### **3.3. Kompaßfehler**

- Querneigungsfehler bei hängendem Flügel
- Beschleunigungsfehler (Steigflug Abweichung nach Süden, Sinkflug nach Nord)
- Kompaßdrehfehler (Nord vorher ausleiten, Süd überkurven)

### **3.4. Deviation und Kompensierung**

- Deviationstabellen

### **3.5. Satellitennavigation**

- GPS Global Positioning System
- basierend auf die Erde umrundenen Satelliten, die Zeitsignale ausstrahlen
- durch GPS-Empfänger kann Position und Höhe bestimmt werden
- Genauigkeit bis zu 20 Meter
- weitere Anzeigen: Kurs, Geschwindigkeit über Grund, Karten mit Lufträumen
- alternative Systeme: GLONASS, GALILIEO

## 4 Aerodynamik

### 4.1 Umströmung von Körpern im Unterschallbereich

Stromlinien, Laminare und turbulente Strömung; Druck- (Form-) widerstand, Turbulente und laminare und Grenzschicht, Reibungswiderstand, Umströmung einer ebenen Platte.

### 4.2 Umströmung des Tragflügels (Profiltheorie)

Geometrische Kenngrößen eines Tragflügelprofils, Profilarten; Umströmung des Tragflügelprofils, Entstehung des Auftriebes, Einstell- und Anstellwinkel, Druckpunkt, Profilwiderstand aus Druck- und Reibungswiderstand; Resultierende Luftkraft; Auftriebes, Druckverteilung am Profil, Druckpunktwanderung; Größe des Auftriebes und des Widerstandes, Abhängigkeit von Staudruck, Flügelfläche, Profilform und Anstellwinkel; Auftriebs- und Widerstandsbeiwert, Polardiagramm des Profils, Gleitwinkel, Gleitzahl, Gleitverhältnis; Turbulente und laminare Grenzschicht am Tragflügelprofil, Umschlagpunkt, Ablösepunkt.

### 4.3 Räumliche Umströmung des Tragflügels (Tragflügeltheorie)

Induzierter Widerstand, Tragflügelgrundrisse, Auftriebsverteilung über der Spannweite, geometrische und aerodynamische Schränkung, Flügelstreckung; Polardiagramm des Tragflügels; Schädlicher Widerstand, Restwiderstand, Interferenzwiderstand; Polardiagramm des Flugzeuges, Verhältnis Auftrieb/Widerstand.

### 4.4 Kräfte am Flugzeug

Achsensystem des Flugzeuges; Wirkende Kräfte, Auftrieb und Gewichtskraft, Schub (Vortrieb) und Widerstand, Kräftegleichgewicht; Horizontal-, Steig- und Gleitflug, Herstellung des Kräftegleichgewichtes; Geschwindigkeitspolare, Kurvenflug, Abfangen.

### 4.5 Ruderwirkung und Trimmung

Wirkende Momente: Nicken (Kippen) um die Querachse, Rollen um die Längsachse, Gieren (Wenden) um die Hochachse; Wirkungsweise des Höhen-, Quer- und Seitenruders; Steuerung des Nickens, Rollens und Gierens; Gegenseitige Kopplung des Rollens und Gierens, Wenderoll-, Rollgiermoment; Aerodynamischer und statischer (Massen-) Ruderausgleich; Zweck und Wirkungsweise der Trimmung, Gewichts-, Ruder- und Federtrimmung.

### 4.6 Start- und Landehilfen

Arten, Zweck und Wirkungsweise

### 4.7 Überziehen

Kritischer Anstellwinkel, Verringerung des Auftriebes, Erhöhung des Widerstandes; Strömungsabriss, Ablösen der Grenzschicht, Überziehen aus dem Horizontal-, Steig-, Gleit- und Kurvenflug und beim Windenstart: Einflussgrößen auf die Überziehgeschwindigkeit und das Überziehverhalten, Erkennen des Überziehens, Beenden, Wiederherstellung des Normalfluges.

### 4.8 Trudeln

Überkritischer Anstellwinkelbereich, einseitiger Strömungsabriss, stationäres Trudeln, Einfluss des inneren und äußeren Schiebens; Steil- und Flachtrudeln: Einfluss der Schwerpunktlage, Strömungsverhältnisse am Seiten- und Höhenleitwerk, Abschirmungen; Beenden des Trudelns.

### 4.9 Stabilität

Definition der Stabilität; Statische Stabilität; Dynamische Stabilität; Längenstabilität: Einfluss der Schwerpunktlage, Neutralpunkt, Einfluss des Höhenleitwerkes; Seitenstabilität: Quer- und Richtungsstabilität, gegenseitige Kopplung über das Schieben, Schieberollmoment; negatives Wendemoment, Richtungsstabilität: Einfluss des Seitenleitwerkes und der Pfeilform des Tragflügels; Querstabilität: Einfluss der V- und der Pfeilform des Tragflügels.

### 4.10 Lastvielfaches und Manöverbelastungen

Definition des Lastvielfachen; Belastungsgruppen; Zuverlässiger Bereich für Abfang- und Böenbelastungen, Überlagerung von Abfang- und Böenbelastungen, Einfluss von Klappenstellungen; Änderung des Lastvielfachen im Kurvenflug und beim Abfangen; Maximal zulässige Manövergeschwindigkeit; Lastvielfaches im Windenstart; Sicherheitsmaßnahmen im Fluge.

**5. Allgemeine Luftfahrzeugkenntnisse, Technik****5.1 Bauwesen**

Zellenaufbau, Rumpf, Tragwerk, Leitwerk, Steuerungsanlagen, Landehilfen (Wölbklappen, Störklappen, Landeklappen, Bremsschirme), Fahrwerk

**5.2 Belastung der Zelle**

Statische Festigkeit, Lastvielfaches, Vorflugkontrolle, Bewertung der Flugklarheit, Sicherung

**5.3 Bordinstrumente****5.3.1 Pitot- und statische Druckanlagen**

Pitotrohr, Druckabnahme des Gesamtdruckes, Druckabnahme des statischen Druckes, Funktion und Bauweisen

**5.3.2 Fahrtmesser**

Arbeitsweise, Farbkennzeichnung

**5.3.3 Höhenmesser**

Arbeitsweise, Höhenmessereinstellung, QNH, QFE, Standardeinstellung, Flugflächen

**5.3.4 Variometer**

Arbeitsweise, Anzeigebereiche, mögliche Anzeigefehler

**5.3.5 Kompaß**

Arbeitsweise, Kompensierung, Anzeigefehler

**5.3.6 GNSS (GPS)**

Arbeitsweise, Anzeigefehler

**5.3.7 Kreiselinstrumente**

Wendezeiger, künstlerischer Horizont, Arbeitsweise, Interpretation der Anzeigen

**5.4 Lufttüchtigkeit**

Wartungs- und Betriebshandbuch, Betriebsaufzeichnungen, Wartungsaufzeichnungen

**5.5 Triebwerksanlage (Segelflugzeuge mit Hilfstriebwerk)**

Allgemeine Motorenkunde, Zwei- und Viertaktmotor, Motorkühlung, Zylinderkopftemperatur, Schmierung, Zündanlage, Vergaser, LFZ-Kraftstoffe, Kraftstoffanlage, Luftschraube, Triebwerksbedienung