

D (Luft) 1803

1239/87

Technik
für den Flugzeugführer

Mai 1942

D (Luft) 1803

K 56

Technik für den Flugzeugführer

Mai 1942

**Der Reichsminister der Luftfahrt
und Oberbefehlshaber der Luftwaffe**

**Chef des Ausbildungswesens
Lw. Inspektion für Flugzeugführerausbildung**

Berlin, den 30. Mai 1942

Ich genehmige die D (Luft) 1803

„Technik für den Flugzeugführer“

Mai 1942.

Sie tritt mit dem Tage der Herausgabe in Kraft.

Gleichzeitig treten außer Kraft und sind gem. L. Dv. 99 zu vernichten:

1. D (Luft) 1803
„Technik für den Flugzeugführer“
Ausgabe April 1941.
2. D (Luft) 1803, Beiheft 1
„Flugzeugbaumusterbesprechung der Schulflugzeuge“
Ausgabe April 1941.
3. D (Luft) 1803, Beiheft 2
„Motorenbaumusterbesprechung“
Ausgabe April 1941.

I.A.

Kühl

Teil II

B-Ausbildung

Flugwerkkunde

1. Einziehfahrwerk.

- a) Bei neuzeitlichen schnellen Flugzeugen sind die Fahrwerke einziehbar ausgeführt.

Vorteil: Erhebliche Verringerung des schädlichen Widerstandes und damit Geschwindigkeitserhöhung bei gleicher Motorenleistung.

Nachteil: Mehr Wartung, Möglichkeit einer Bruchlandung bei Versagen der Einziehvorrichtung.

b) Ausführungsformen.

1. Jede Fahrwerkshälfte wird durch seitliche Bewegung nach außen oder nach innen in die Tragfläche geklappt (Abb. 85).
2. In Richtung der Flugzeuglängsachse einziehbares Fahrwerk. Das Laufrad wird entweder nach hinten (Fw 58) oder nach vorn (Fw200) in die Motorgondeln eingezogen (Abb. 86).

c) Betätigen der Einziehvorrichtung.

1. von Hand (mechanisch, z. B. Ar 79);
2. mit Elektromotor (Do 17, Do 217);
3. mit Drucköl (mit Handpumpe, z. B. He 70, oder durch Motorpumpe, z. B. Fw58, He111, Ju88).

2. Grundsätzliche Richtlinien für Fahrwerkbetätigung.

- a) Die Endstellung des Fahrwerks in aus- oder eingefahrenem Zustand wird durch die Fahrwerksignallampen (bei einigen Flugzeugmustern



Abb. 85. Einziehfahrwerk Ar 96

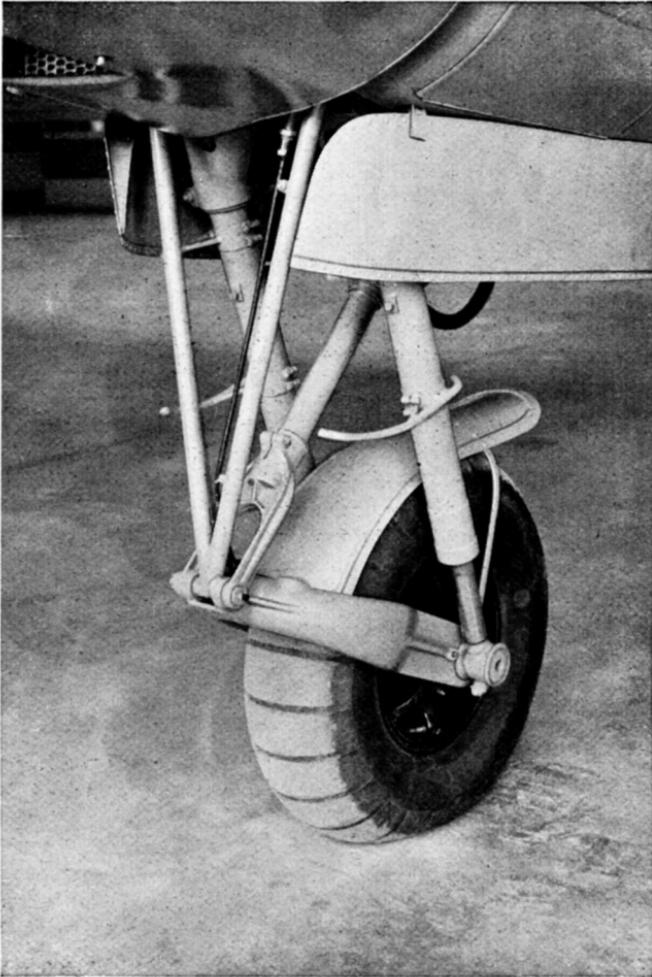


Abb. 86. Einziehfahrwerk FW 58

nur oder auch zusätzlich durch mechanische Anzeigevorrichtung] gemeldet (Fahrwerk ausgefahren: grün, eingefahren: rot).

Die Fahrwerk-Signallampen sind als maßgebende Überwachungsgeräte für das Fahrwerk anzusprechen. Das Aufleuchten der grünen

Lampen zeigt dem Flugzeugführer an, daß das Fahrwerk in Lande-
stellung steht und eingerastet ist (Abb. 87).

Nach Aufleuchten der grünen Signallampen darf gelandet werden!

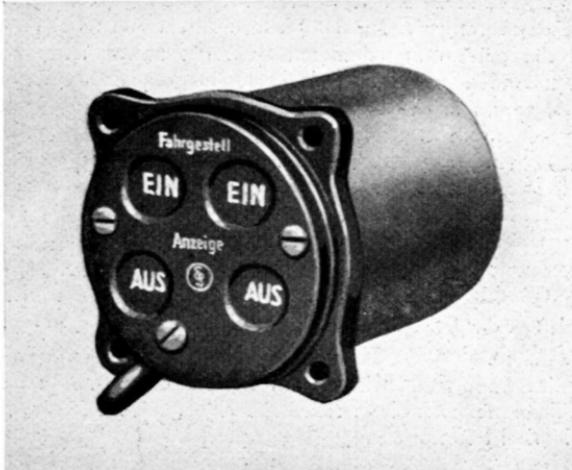


Abb. 87. Fahrwerk-Signallampen

- b) Mit dem Gashebel bzw. den Landeklappen ist häufig ein Signalhorn verbunden, das beim Ansetzen zur Landung (Gas wegnehmen, Betätigen der Landehilfen) ertönt. Dieses Horn ist lediglich ein Warn-
gerät, um dem Flugzeugführer zu zeigen, daß das Fahrwerk noch
eingefahren ist.

Bei langen Gleitflügen kann es durch einen Druckknopf am Steuer
zeitweilig ausgeschaltet werden.

**Aus dem Nichtertönen des Signalhorns darf nicht geschlossen werden,
daß das Fahrwerk ordnungsmäßig ausgefahren ist.**

Es ist falsch, bei einer Landung mit nicht oder nur teilweise aus-
gefahrenem Fahrwerk die Schuld dem Versagen des Signalhorns zu-
zuschreiben, selbst wenn tatsächlich technische Fehler in der Signal-
hormanlage vorhanden sind. Der Flugzeugführer hat die Pflicht, sich
in jedem Falle vor Durchführung der Landung davon zu überzeugen,
daß beide grünen Signallampen brennen (bzw. die etwa vorhandene
mechanische Anzeigevorrichtung die Endstellung des Fahrwerks an-
zeigt).

- c) Falls vor der Landung beim Ausfahren des Fahrwerks die grünen Signallampen auch nach der üblichen Ausfahrdauer nicht aufleuchten (bzw. die mechanische Anzeigevorrichtung nicht die Endstellung des Fahrwerks anzeigt) und demnach auf irgendwelche Unregelmäßigkeiten in der Fahrwerkanlage zu schließen ist, **muß zunächst versucht werden, das Fahrwerk durch die Notbetätigung (Notzug, Handkurbel, Druckausfahren, Ratsche usw.) auszufahren.** Auch bei Notbetätigung sind die grünen Signallampen bzw. die mechanische Anzeige die maßgebenden Überwachungsgeräte für die Endstellung des Fahrwerks, sofern in der Signallampenanlage selbst kein Fehler vorliegt. Gegebenenfalls ist zu prüfen, ob der Selbstschalter für die Fahrwerküberwachung eingeschaltet bzw. die Sicherung hierfür in Ordnung ist. **Wenn Ausfahren bzw. Einrasten in die Endstellung unmöglich, dann Bauchlandung vornehmen.**
- d) Die Betätigung der Einziehvorrichtung für die verschiedenen Baumuster ist in den Bedienungsvorschriften-FI bzw. in den K.B.A. festgelegt.
- Die höchstzulässigen Geschwindigkeiten beim Ausfahren sind genau einzuhalten.**
- Bei Einziehfahrwerken Räder vor dem Einziehen abbremsen!**
- Bei Einbein-Einziehfahrwerken bei Landung nicht schiebend aufsetzen, da hierbei Beanspruchung für Rumpfanschluß zu groß.**

3. Start- und Landehilfen.

a) Aufgaben und Wirkungsweise.

Die Landehilfen haben die Aufgabe, für Start und Landung das Tragflügelprofil so zu verändern, daß das Flugzeug mit geringerer Geschwindigkeit starten und mit geringerer Geschwindigkeit landen kann. Für den Start werden die Landehilfen nur wenig ausgefahren und wirken dann in der Hauptsache auftriebserhöhend. Der Widerstand nimmt dabei nur wenig zu. Für die Landung werden die Landehilfen voll ausgefahren. Hauptsächlich der Widerstand wird vergrößert; der Auftrieb nimmt nur wenig zu.

Somit ergibt sich ein steilerer Gleitflug.

(Näheres über Aufgaben und Wirkungsweise der Start- und Landehilfen siehe „Strömungslehre und Flugmechanik“, und L. Dv. 21 Beiheft 4.)

b) **Arten** von Start und Landehilfen siehe Abb. 88.

c) **Aufbau.**

Der Aufbau entspricht im allgemeinen dem der Leitwerksflächen. Spreizklappen und das darüber befindliche Flügelstück sind meistens nur einseitig beplankt.

Das Ausfahren der Landehilfen darf grundsätzlich nur bei den in der Bedienungsvorschrift-FI bzw. K.B.A. angegebenen Geschwindigkeiten

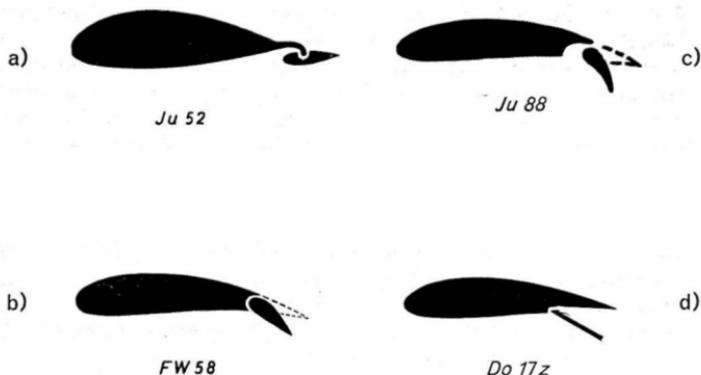


Abb. 88a—d. Praktisch verwendete Landehilfen

erfolgen, damit sie nicht durch zu große Beanspruchungen zerstört werden oder den Flügel verformen.

Um zu vermeiden, daß diese Schäden nicht bei ungewollter Überschreitung der vorgeschriebenen Geschwindigkeiten auftreten, sind Überlastsicherungen eingebaut (Gummiseilzüge, Federpakete oder federbelastete Überdruckventile).

d) **Betätigung.**

Diese erfolgt über Handrad oder Seilzug und Gestänge mittels Elektromotors oder Drucköl.

Bei einigen Flugzeugen gehen beim Ausfahren der Landeklappen die Querruder z. T. mit.

Die Anzeige, ob bzw. wie weit die Landehilfen ausgefahren sind, erfolgt durch Markierung auf der Tragfläche oder dem Betätigungshandrad bzw. durch ein gesondertes Anzeigegerät.

e) **Anmerkung:**

Beim Rollen sind die Landehilfen immer einzufahren, damit sie nicht durch Steinschlag, Eisschlag, Wasserspritzer usw. beschädigt werden. Im Stand bei festgestellten Querrudern Landehilfen nicht betätigen.

Sturzflugbremsen.

a) **Aufgabe und Wirkungsweise:**

Um im Sturzflug die Geschwindigkeit in für das Flugzeug erträglichen Grenzen zu halten, sind an der Unterseite der Tragflächen Klappen angebracht, die in ausgefahrenem Zustand einen derartigen Wider-

stand erzeugen, daß die Geschwindigkeit des Flugzeuges die zulässigen Grenzen nicht überschreitet.

b) **Aufbau und Betätigung:**

Die Sturzflugbremsen sind an der Unterseite der Tragflächen angebracht und stehen in eingefahrenem Zustand in Flugrichtung (Ju 87) bzw. liegen an der Tragfläche an (Ju 88).

In ausgefahrenem Zustand stehen sie quer zur Flugrichtung (Abb. 89). Die Betätigung erfolgt durch Drucköl.

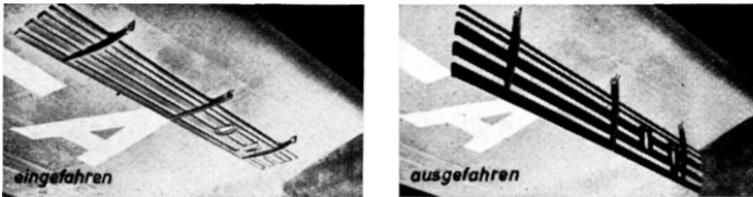


Abb. 89. Sturzflugbremse Ju 88

Triebwerkunde

A. Schwungkraftanlasser.

Größere Motoren, die sich von Hand nicht mehr durchdrehen lassen, müssen mittels Schwungkraftanlasser angelassen werden.

- a) Die **Wirkungsweise** des Schwungkraftanlassers beruht darauf, daß ein kleines Schwungrad durch Drehen einer Handkurbel oder durch einen Elektromotor auf hohe Drehzahl (10 000—14 000 U/min) gebracht wird und die in dem Schwungrad aufgespeicherte Schwungkraft unter Zwischenschaltung eines Getriebes von großer Untersetzung auf die Kurbelwelle des anzulassenden Motors Übertrager, wird.

- b) **Aufbau** (Abb. 90 u. 91).

c) **Bedienung.**

1. **Durchdrehen des Schwungrades von Hand.**

Anfangs wird langsam und zügig an der Handkurbel gedreht und gegen Schluß immer schneller, so daß das Schwungrad auf möglichst hohe Drehzahlen gebracht wird. Nach Erreichung der erforderlichen Drehzahlen ist die Handkurbel abzuziehen!

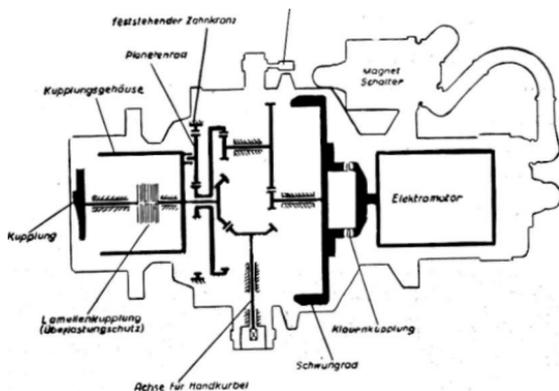


Abb. 90. Schwungkraftanlasser, Schema

Das Einkuppeln der Anwerfklauw geschieht über das Handeinrückgestänge („Starter“), das vom Führerraum aus (W 34 hi) oder außen am Flugzeug (W 34 hau) betätigt wird.

Dabei muß, falls wie bei W 34 hi vorhanden, gleichzeitig die Anlaßzündung in Tätigkeit gesetzt werden.

Bei kaltem Motor diesen erst einige Male von Hand an der Luftschraube durchdrehen.

Dann Schwungkraftanlasser auf halbe Umdrehungszahl bringen und bei ausgeschalteter Zündung einkuppeln!

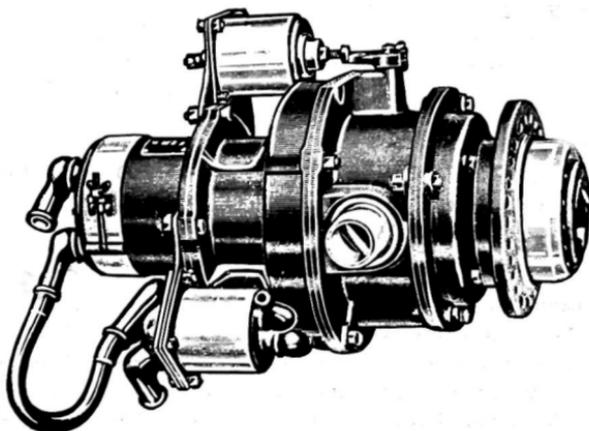


Abb. 91. Schwungkraftanlasser, Ansicht

(Motor wird dadurch leicht gängig, das Anspringen wird erleichtert.)
Dann erst voll aufziehen und Zündung einschalten!
Diese Anweisung gilt auch für das nachstehend beschriebene Anlassen mittels Elektromotor.

2. Durchdrehen des Schwungrades mittels Elektromotor.

1. Griff des Anlaßschalters (Abb. 92) ganz niederdrücken (8—12 Sekunden lang, je nachdem, ob Motor warm oder kalt). Es spielen sich folgende Vorgänge ab:

Magnetschalter wird eingeschaltet und damit auch der Strom für den Anlassermotor. Anlassermotor läuft an, Kupplungsklaue auf dem Anker des Anlassermotors und Schwungrad werden gekuppelt, Schwungrad wird angetrieben.

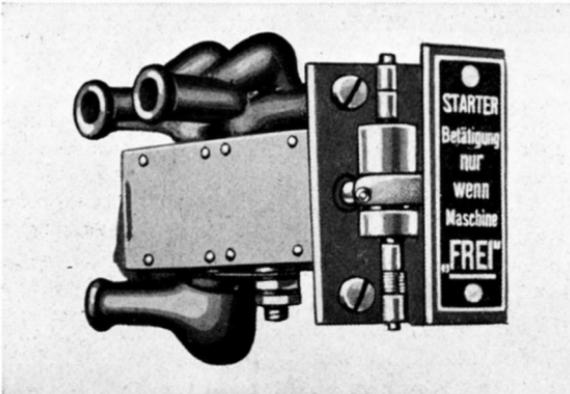


Abb. 92. Anlasser-Schalter

2. Griff des Anlaßschalters ganz herausziehen. Es spielen sich folgende Vorgänge ab:

Magnetschalter und Anlassermotor werden ausgeschaltet, Anlassermotor und Schwungrad entkuppelt, Anlaßsummerzündung wird eingeschaltet, Anwerfklaue des Anlassers wird durch die Zugkraft des Kuppelmagneten in die Gegenklaue des Flugmotors eingerückt. Flugmotor wird angeworfen. Die Lamellenkupplung schützt das Anlassergetriebe und die Anwerfklaue vor Überlastung und Bruch.

3. Griff des Anlaßschalters loslassen! Es spielen sich folgende Vorgänge ab:

Kuppelmagnet wird ausgeschaltet. Anlasser und Motor entkuppelt.

Bei mißglücktem Startversuch kann das Schwungrad in entgegengesetzter Richtung umlaufen.

Ein sofortiges Wiedereinschalten würde den Bruch der Achse des Anlassermotors zur Folge haben.

Es ist deshalb vor erneutem Einschalten des Anlassers mindestens 1 Minute zu warten, bis das Schwungrad zum Stillstand gekommen ist.

d) Bedienungsfehler und deren Folgen.

Einschaltzeit des Anlassers wurde überschritten.

Durchbrennen der Wicklung des Anlassermotors — Entladung der Batterie.

Anlasser wurde bei eingekuppelter Anwerfklaue eingeschaltet.

Langsames Durchdrehen des Flugmotors mit dem Anlassermotor. Dabei Überlastung des Anlassermotors, Verbrennen der Wicklungen.

Anlaßschalter wurde nicht richtig niedergedrückt (Einschalten kurzzeitig unterbrochen).

Auskuppeln der Kupplungsklaue zwischen Schwungrad und Anlaßmotor, unzulässige Drehzahlsteigerung des Anlaßmotors. Zerstörung der Wicklung.

Nach mißglücktem Startvorgang zu früh eingeschaltet.

Achse des Anlaßmotors bricht, Getrieberäder brechen, Kupplungsklaue zwischen Anlassermotor und Schwungrad wird zerstört.

e) Störungen und ihre Ursachen.

Anlasser läßt sich nur noch sehr schwer aufziehen.

Anlasser ist verölt. Handeinrückgestänge oder Bowdenzug klemmt, Spritzöl vom Flugmotor trifft auf die Anwerfklaue.

Anlasser kommt nicht oder nur auf ungenügende Drehzahl.

Anlasser ist verölt. Batterie erschöpft, Anlassermotor beschädigt.

Anlasser läßt sich zwar aufziehen, dreht aber den Flugmotor nicht durch.

Anlasser und Lamellenkupplung sind verölt, Kupplung rutscht.

Anlasser dreht sich überhaupt nicht, weder elektrisch noch von Hand.

Anlassergetriebe gebrochen.

Anlasser läßt sich nur noch von Hand, nicht mehr elektrisch aufziehen,

Anlassermotor zerstört, zu oft und zu lange hintereinander eingeschaltet,

oder

Anlasser ist verölt, Schwungrad wird durch das Öl abgebremst, deshalb Überbelastung des Anlassermotors.

B. **Kaltstartverfahren** (siehe D [Luft] T 3870).

1. **Grundlage.**

Die Start- und Einsatzbereitschaft eines Flugmotors ist abhängig von der Temperatur, bei der er in Betrieb genommen werden soll. Der Grund hierfür ist in erster Linie in der Zähflüssigkeit des Schmierstoffes bei abnehmender Temperatur zu suchen.

Für die Inbetriebnahme bei niedriger Temperatur hat die hohe Zähigkeit des kalten Schmierstoffes zwei Nachteile:

- a) Kleben der im Motor gleitenden Teile, wie Kolben, Lager und Wellen.
- b) Zu geringer Schmierstoffumlauf durch das Schmiersystem des Motors, da die Pumpe den zähen Schmierstoff nur schwer ansaugt.

Die Verwendung eines dünnflüssigen Schmierstoffes an Stelle eines zähflüssigen ist nicht zulässig, da der dünnflüssige bei Erreichung der Betriebstemperatur seine erforderliche Schmierfähigkeit erheblich einbüßen würde.

Die Beibehaltung der bisherigen Methoden, den Schmierstoff in einem bestimmten dünnflüssigen Zustand zu erhalten — Anwärmen des Motors durch Warmluft oder Vorwärmen des Schmierstoffes —, erfordert einen hohen Aufwand an Zeit und Kraftstoff für das Warmlaufenlassen.

Das gleiche Ziel, nämlich den Schmierstoff dünnflüssig zu machen, ohne seine Schmierfähigkeit herabzusetzen, wird erreicht durch Zusatz von Kraftstoff, durch das Kaltstartverfahren.

2. **Wesen des Verfahrens.**

Der Schmierstoff erhält durch Beimischung von Kraftstoff schon bei 0° die gleiche Zähflüssigkeit wie unverdünnter Schmierstoff bei + 40°. Durch Ausdampfen des Kraftstoffes mit steigender Erwärmung erhält der Schmierstoff seine alten Eigenschaften wieder.

3. **Zweck des Kaltstartverfahrens.**

- a) Hohe Startbereitschaft.
- b) Zeitersparnis.
- c) **Kraftstoffersparnis.**

Verdünnter Schmierstoff wirkt wie warmer Schmierstoff, seine Schmierfähigkeit leidet nicht.

4. Durchführung des Verfahrens.

- a) Mischung im Schmierstoffbehälter des Flugzeuges.
- b) Mischung außerhalb des Flugzeuges.
- c) Mischung durch Mischhahn.

In allen Fällen muß ein Mischlauf des Motors von einigen Minuten bei etwa 800 U/min erfolgen, damit verdünnter Schmierstoff an alle Schmierstellen gelangt.

5. Besonderheiten in der Bedienung:

a) Anlassen und Abbremsen:

1. Motor bei ausgeschalteter Zündung von Hand durchdrehen.
2. Normal anlassen, Schmierstoffdruck abwarten.
3. Motordrehzahl zügig steigern, bis höchstzulässiger Schmierstoffdruck erreicht ist.
4. Drehzahl so steigern, daß höchstzulässiger Schmierstoffdruck gehalten, aber nicht überschritten wird.
5. Wenn Höchstdrehzahl erreicht ist, Kerzen und Pumpen prüfen. Schmierstofftemperatur spielt keine Rolle.
6. Zu langes Warmlaufenlassen ist schädlich! (Schmierstoff wird zu dünn.)
7. Einen mit verdünntem Schmierstoff versehenen Motor **erst dann anlassen, wenn anschließend gestartet wird.**

b) Start und Flug:

1. Kann Leerlauf oder längeres Rollen nicht vermieden werden, so ist darauf zu achten, daß die Schmierstofftemperatur möglichst niedrig gehalten wird. (Siehe Betriebsanweisung für die einzelnen Flugzeug- bzw. Motorbaumuster.)
2. Sofort nach Erreichen der Höchstdrehzahl starten.
3. Maßgebend ist Schmierstoffdruck (nicht zu klein, sonst Schmierstoff zu dünn).
4. Erste Platzrunde so lange ausdehnen, bis abgefallener Schmierstoffdruck wieder ansteigt.
5. Erreicht Schmierstoffeintrittstemperatur im Winter + 40° vor dem ersten Start, darf nicht mehr gestartet werden.

6. Neuvorbereiten des Motors für Kaltstart.

Nach Beendigung des Flugdienstes ist der Motor wieder für Kaltstart vorzubereiten, wenn die Schmierstofftemperatur auf 40° abgesunken ist. Betrug die Gesamtbetriebszeit des Motors mehr als 2 Stunden, so ist das

Flugzeug vollständig neu für Kaltstart vorzubereiten (Kraftstoff ist restlos verdampft). War die Gesamtbetriebszeit des Motors geringer als 2 Stunden, so ist entsprechend der Betriebsanweisung für dieses Baupattern je nach Betriebsdauer weniger Kraftstoff zuzusetzen. In diesen Fällen hat der Flugzeugführer sich die Zeit vom Anlassen bis zum Abstellen des Motors genau zu notieren.

Zur Beachtung: Schwungkraftanlasser ist nicht mit verdünntem Schmierstoff versorgt, deshalb Vorsicht beim Anlassen des kalten Motors.

7. Für die Vorbereitung bzw. Durchführung des Kaltstartverfahrens bei den einzelnen Flugzeugen bzw. Motoren sind genaue Betriebsanweisungen in Form von Klappkarten herausgegeben, die genauestens zu beachten sind. Kaltstarfanweisung für Schulflugzeuge siehe GL 6 Techn. Anweisung I B 17 Nr. S/41 v. 7. 11. 1941 und Klappkarte „Kaltstart für Schul- und Reiseflugzeuge“ (Anweisung 18).

C. Getriebe.

Bei neuzeitlichen Flugmotoren sind die Luftschauben meistens untersetzt, das heißt, sie laufen langsamer als die Kurbelwelle. Dies wird erreicht durch Zwischenschaltung eines Getriebes (Abb.93 und 94).

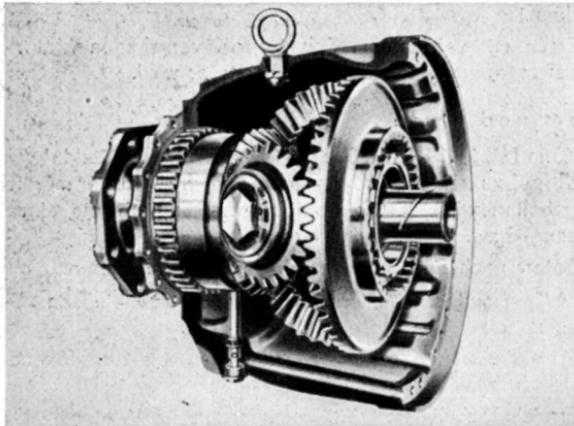


Abb. 93. Kegelrad Untersetzungsgetriebe (Bramo 323)

Zweck dieser Einrichtung ist, die größtmögliche Leistung des Motors zur Verfügung zu haben, die dieser bei recht hoher Drehzahl abgibt, während die Luftschaube ihren besten Vorschub bei niedrigerer Drehzahl hat.

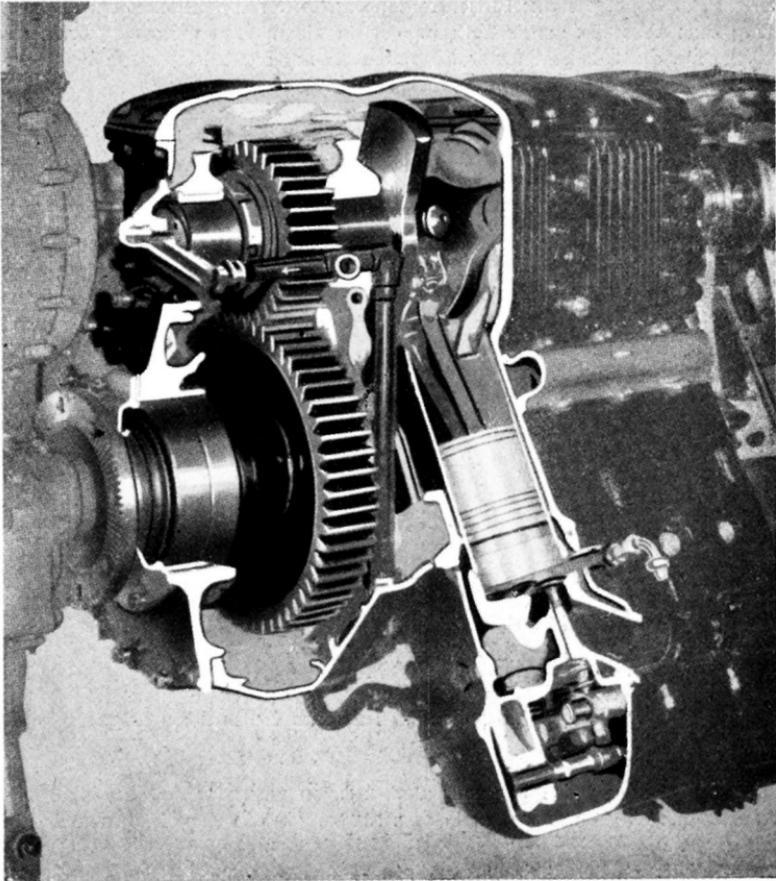


Abb. 94. Stirnrad-Untersetzungsgetriebe (Jumo 210)

D. Luftschaube.

a) Aufgabe.

Die Luftschaube hat die Aufgabe, die Leistung des Motors in Vortrieb umzuwandeln.

b) Begriffserklärungen.

Verschiedene Begriffe der Luftschaubentheorie lassen sich sehr gut durch Vergleich mit der gewöhnlichen Schraube erklären. Der Gewindengang ent-

spricht der Bahn, die das Luftschraubenblatt in der Luft beschreibt, die Steigung dem Wege, den die Luftschraube in einem festen Stoff zurücklegen würde. Da die Luft kein fester Körper ist, bleibt die Luftschraube bei jeder Umdrehung um ein bestimmtes Stück (die Schlüpfung) zurück.

c) Wirkungsweise.

Jedes Luftschraubenblatt stellt einen kleinen Tragflügel dar. Die bei der sich drehenden Luftschraube entstehenden Kräfte sind daher mit den am angeblasenen Tragflügelprofil auftretenden Luftkräften vergleichbar (Abb. 95).

Am einfachsten sind die Verhältnisse im Stand (Abb. 96). In diesem Falle wird ein Luftschraubenelement unter einem Anstellwinkel, der dem Steigungswinkel gleich ist, mit einer Geschwindigkeit, die sich aus der Drehzahl des Motors ergibt, angeblasen. Es entsteht wie am Tragflügel eine Luftkraft, die hier zerlegt wird in Vortriebskraft und Widerstandskraft.

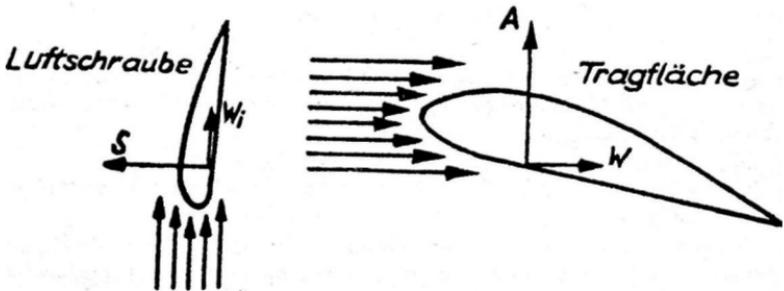


Abb. 95. Vergleich zwischen Luftschraube und Tragflügel

Bewegt sich nun das Flugzeug vorwärts, so wird der Anblaswinkel des Luftschraubenelementes kleiner in dem Maße, wie die Vorwärtsgeschwindigkeit zunimmt.

Nimmt die Geschwindigkeit des Flugzeuges erheblich zu (Sturzflug), so werden die Luftschraubenelemente negativ angeblasen. Die Luftschraube wird wie ein Windmühlenflügel vom Fahrtwind angetrieben. Der Motor kommt auf Überdrehzahlen (Motor heult auf). Dies würde bei neuzeitlichen Motoren mit Lader sofort zur Zerstörung der Lader führen (auch wenn auf Bodenlader geschaltet).

Die Steigung einer Luftschraube wird normalerweise so gewählt, daß die Luftschraubenelemente im waagerechten Vollgasflug unter einem günstigen Winkel angeblasen werden. (Vortriebskraft sehr groß, Widerstandskraft möglichst klein.)

Für schnelle Flugzeuge ergibt sich daraus, daß der Steigungswinkel sehr groß sein muß. Beim Start und auch beim Steigflug ist unter diesen Verhält-

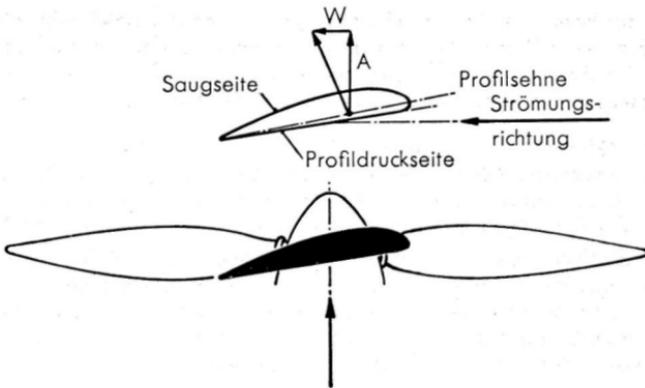


Abb. 96. Luftschraube

nissen die Vortriebskraft (Zugkraft) besonders klein, die Widerstandskraft besonders groß. (Große Belastung des Motors trotz kleiner Drehzahl, dabei schlechte Kühlung.)

Dies gilt auch besonders für das Abbremsen (Motor erreicht ja auch nicht volle Drehzahlen; Motor nicht länger als unbedingt erforderlich mit Vollgas laufen lassen).

Höhenmotoren mit festen Luftschrauben können die zur Verfügung stehende Motorleistung bis zu der der Luftschraubensteigung entsprechenden Höhe gar nicht ausnutzen.

All diese Mängel können durch Verstell-Luftschrauben beseitigt werden. Sie ermöglichen bei entsprechender Verstellbarkeit für jede Fluggeschwindigkeit und jede Flughöhe beste Ausnutzung der Motorleistung mit einer für den Motor günstigen Drehzahl.

Ein weiterer Vorteil der Verstell-Luftschraube bei mehrmotorigen Flugzeugen ist der, daß bei Ausfall eines Triebwerkes bzw. bei Auftreten einer Störung dieses schnell dadurch stillgelegt werden kann, daß die Luftschraubenblätter bis in Flugrichtung (Segelstellung) verstellt werden. Hierdurch wird einmal das Triebwerk vor völliger Zerstörung bewahrt, der Gesamtwiderstand des Flugzeuges verringert und die Seitengierigkeit vermindert.

Es werden folgende Ausführungsformen benutzt:

1. **Feste Luftschrauben** (gebräuchlich bei Schulflugzeugen, z. B. He 72, Bü 181, Go 145, W 34 hau).
2. **Einstell-Luftschrauben** (am Boden einstellbar auf geringe Steigung, damit guter Start und gute Steigfähigkeit, aber geringe Waagerechtheitsgeschwindigkeit; oder auf große Steigung, damit schlechter Start,

schlechtes Steigen, dafür aber große Waagrechtgeschwindigkeit).
(Z. B. W34 hi, Hs123, Ju 52.)

3. Verstell-Luftschauben:

- a) Während des Fluges auf bestimmte Stellungen einstellbar (**Junkers-Hamilton**).
- b) Stufenlos auf jede beliebige Stellung verstellbar (**VDM und Ratier**).
- c) Gleichbleibende Drehzahl regelnd (**Argus, Junkers-V. S. 11**).

Zu a)

Die Junkers-Hamilton-Verstellluftschraube, eingebaut in Ju87A und NA 64, hat nur zwei Stellungen: **kleine Steigung** für Start und Steigflug und **große Steigung** für Reise- und Sturzflug. Betätigung durch den Flugzeugführer mittels Hebel.

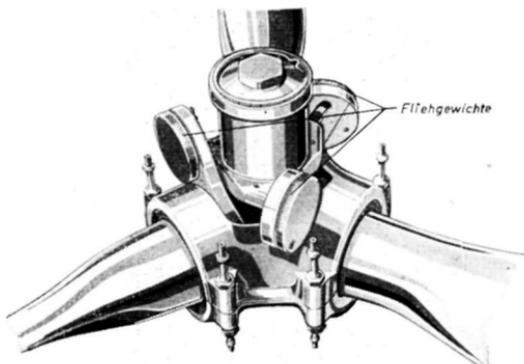


Abb. 97. Junkers Verstell-Luftschaube (Bauart Hamilton)

Die Verstellung auf kleine Steigung (Drehzahl größer) erfolgt durch Drucköl, die Verstellung auf große Steigung (Drehzahl kleiner) durch Fliehgewichte (Abb. 97).

Die jeweils vorhandene Stellung der Luftschaubenblätter wird durch die Stellung des Betätigungshebels angezeigt.

Achtung: Bei Landung auf „Drehzahl größer“ schalten, um beim Durchstarten die größte Motorleistung zur Verfügung zu haben!

Bei Sturzflug auf „Drehzahl kleiner“ schalten, um Oberdrehzahlen des Motors zu vermeiden!

Zu b)

Die Verstellung der Luftschaubenblätter bei der VDM- bzw. Ratier-Luftschaube erfolgt durch einen Elektromotor, der mit dem Betätigungsschalter

(Abb. 98) oder durch einen automatischen Regler eingeschaltet wird. Der Strom wird dem Bordnetz entnommen.

Der automatische Regler ist abschaltbar, so daß im Bedarfsfalle eine Verstellung durch Einschalten des Elektromotors von Hand erfolgen kann. Die Stellung der Luftschraubenblätter wird angezeigt durch „Luftschrauben-

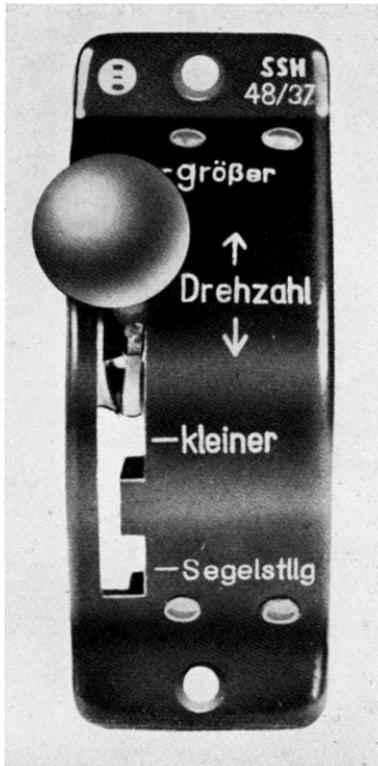


Abb. 98. VDM-Schalter

uhren". Es befindet sich am Motor selbst ein mechanischer und im Führerraum ein elektrischer Steigungsanzeiger (Luftschraubenuhr) (Abb. 99).

Anmerkung für den Flugzeugführer zur VDM-Verstellschraube:

Betätigung wie bei Gashebel sinngemäß:
Schalter aufwärts- bzw. vorwärtsdrücken:
„Drehzahl größer!"



Abb. 99. Luftschraubenuhr

Schalter abwärts bzw. zurückdrücken:

„Drehzahl kleiner!“

Luftschraube verstellt, solange Schalter betätigt wird. Bei Loslassen springt Schalter in Mittelstellung zurück, VerStellmotor ist ausgeschaltet.

Soll auf „Segelstellung“ verstellt werden, Schalter in dafür vorgesehene unterste Raste einrasten; Schraube wird verstellt, bis Segelstellung erreicht ist, und schaltet dann automatisch aus. Schalter in Mittelstellung zurückbringen!

Abbremsen bei Luftschraubenstellung „12 Uhr“!

Start bei Luftschraubenstellung „12 Uhr“!

Reiseflug mit Luftschraubenstellungen nach **Bedienungsvorschrift-Fl bzw. K.B.A.!**

Grundsätzlich ist die **Luftschraube so zu verstellen**, daß die vorgeschriebenen **Ladedrücke** und **Drehzahlen eingehalten werden**. Für Sturzflug auf „Drehzahl kleiner“ (große Steigung) schalten.

Vor Landung auf „Drehzahl größer“ schalten!

Anmerkung für den Flugzeugführer zur Ratier-Verstellschraube (eingebaut in Caudron C 445 mit Flugmotor Renault 6a 10 und 6a 11). Hierzu siehe Abb. 100:

Beim Warmlaufenlassen der Motoren.

Weißen Luftschrauben-Hauptschalter auf „Ein“. Rote Kippschalter nach oben drücken („Hand“). Darüber befindliche schwarze Schwenkschalter nach links drücken, bis grüne Lampen verlöschen. Motoren im Leerlauf mit 400 U/min beginnend, allmählich bis zu 1500 U/min steigernd, bis auf 40° C Schmierstofftemperatur (Schmierstoffausfriff) warmlaufen lassen. Schmier-

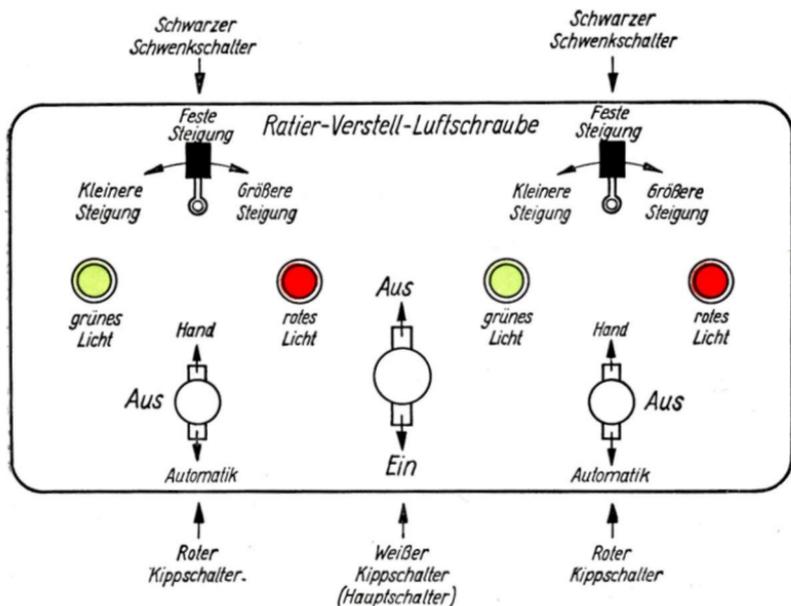


Abb. 100 Bedientafel der Ratier-Verstell-Luftschraube im Flugzeug Caudron C 445

stoffdruck bei kaltem Motor = 3 kg/cm². Bei warmem Motor bis unter 2 kg/cm². Kraftstoffdruck 200 g/cm².

Beim Abbremsen.

Die Motoren sind einzeln abzubremsen. Betreffenden roten Kippschalter nach unten drücken („Automatik“!).

Nicht unter 40° C Schmierstofftemperatur kurzzeitig (10—15 sec) auf Vollgas abbremsen, Drehzahl = 2500 U/min. Steigt die Drehzahl bei „Automatik“ höher, so ist der Regler nicht in Ordnung.

Kontrolle des Luftschaubenreglers.

- a) Luftschraube auf „H a n d“ schalten. (Roten Kippschalter nach oben drücken.) Schwarzen Schwenkschalter (darüber) nach links drücken, bis grüne Lampe verlöscht. (Kleinste Steigung.) Vollgas geben. Drehzahl steigt auf etwa 2580 U/min. Sodann Luftschraube auf „Automatik“ schalten. (Roten Kippschalter herunterdrücken.) Rote Lampe leuchtet so lange auf, bis die Drehzahl auf 2500 U/min zurückgeregelt ist. (Steigung wird größer.)

- b) Luftschraube auf „H a n d“. (Roten Kippschalter nach oben.) Schwarzen Schwenkschalter nach rechts drücken (rote Lampe leuchtet auf). Motordrehzahl bis auf etwa 2200 U/min abdrosseln. Vollgas und auf „A u t o m a t i k“ (roten Kippschalter herunterdrücken). Grüne Lampe leuchtet auf, bis Drehzahl 2500 U/min wieder erreicht ist. Steigung wird kleiner.

Abflug und Steigen.

Weißer Luftschraubenhauptschalter muß auf „E i n“ stehen. Schaltung bei der Luftschraube auf „A u t o m a t i k“ (beide roten Kippschalter nach unten drücken).

Reiseflug.

Nach Erreichung der Reisehöhe im Horizontalflug Gashebel auf 2250 bis 2300 U/min zurücknehmen, wobei Fahrtmesser eine Fluggeschwindigkeit von 230 bis 240 km/h anzeigen soll. (Wirtschaftlichster Flugzustand.) Sodann Luftschrauben auf „H a n d“ (rote Kippschalter nach oben drücken). Falls erforderlich, Luftschraubendrehzahl untereinander an den schwarzen Schwenkschaltern der Handverstellung ausgleichen. Will man die Gashebelstellung ändern, um vorübergehend mit einer größeren Motorleistung zu fliegen, auf „A u t o m a t i k“ zurückschalten, damit die Steigung sich anpassen kann. Dann wieder rote Kippschalter auf „H a n d“. Längeres Fliegen mit Vollgas ist zu vermeiden, da es zu Überhitzungsschäden am Motor führt.

Segelstellung.

Wenn ein Motor ausfällt, Gashebel zurück, Zündung aus und den entsprechenden roten Kippschalter auf „H a n d“ (nach oben drücken). Schwarzen Schwenkschalter (darüber) nach rechts drücken, bis rote Lampe verlöscht (Segelstellung—Endstellung). Zur Erhöhung des Wirkungsgrades des verbleibenden Triebwerkes kann dessen Luftschraube notfalls auf „Automatik“ geschaltet werden.

Landung.

Luftschraubenhauptschalter muß auf „E i n“ stehen. Gas langsam zurücknehmen. Schaltung bleibt auf „H a n d“. (Rote Kippschalter nach oben.) Beim Einschweben schwarze Schwenkschalter nach links drücken, bis grüne Lampe verlöscht (kleinster Steigungswinkel).

Zur Beachtung: Mit Rücksicht auf ein evtl. Durchstarten ist nicht mit „Automatik“ zu landen, da der Fall eintreten kann, daß infolge zu schwacher Batterie oder aus anderen Gründen die elektrische Reglersteuerung nicht arbeitet. Infolgedessen würden die Luftschraubenflügel auf

großer Steigung verbleiben und beim Durchstarten nicht schnell genug auf flache Steigung gehen. (Gefahr des Durchsackens!) Nach dem Vollgasgeben beim Durchstarten dann sofort wieder auf „Automatik“ schalten.

Stillsetzen des Motors.

Luftschaubenhauptschalter auf „A u s“. Schnellstopp betätigen, Zündung ausschalten, Brandhahn zu.

Zu c)

1. Argus-Verstell-Luftschaube (Ar 96 B, FW 189).

Diese ist eine Luftschaube für gleichbleibende Startdrehzahl und für gleichbleibende Reisedrehzahl (wahlweise vom Flugzeugführer im Fluge schaltbar).

Die Verstellkraft liefert eine vorn an der Nabe befindliche Drehhaube mit Windschaukeln.

Wächst die Drehzahl des Motors durch Nachdrücken des Flugzeuges an, so kuppelt ein Fliehgewicht den Verstelltrieb so ein, daß die Luftschaublenblätter auf größere Steigung gebracht werden und die Drehzahl erhalten bleibt.

Fällt die Drehzahl des Motors durch Ziehen des Flugzeugs ab, so kuppelt eine dem Fliehgewicht entgegenwirkende Federkraft den Verstelltrieb so ein, daß die Blattsteigung kleiner wird, und die Drehzahl des Motors erhalten bleibt.

Bei unveränderter Drehzahl heben sich Fliehgewicht und Federkraft auf, der Verstelltrieb bleibt entkuppelt; die Drehhaube läuft leer mit.

Durch Verschieben des Schaltgriffes in Flugrichtung wird die Reglerfederkraft so verändert, daß die Luftschaube eine bestimmte höhere Drehzahl (Startdrehzahl) aufrecht erhält. Durch Ziehen des Griffes wird die Luftschaube auf eine bestimmte kleinere, gleichbleibende Drehzahl (Reisedrehzahl) geschaltet. Bei mehrmotorigen Flugzeugen kann durch zusätzliches Ziehen des Handgriffes der Regler für Verstellung auf Segelstellung eingekuppelt werden. (Statt der Handgriffschaltung kann elektrische Schaltung vorgesehen sein.) Endbegrenzungen sorgen für ein Abschalten bei zulässiger Kleinststeigung und bei Segelstellung.

Bedienung (z.B. Arado 96B):

1. Schalten:

Einmaliges kurzes Drücken des Griffes: Startdrehzahl 3100 U/min. Griff federt danach zurück.

Einmaliges kurzes Ziehen des Griffes: Reisedrehzahl 2820 U/min. Griff federt danach zurück.

2. **Am Boden:**

Schalten bei stehendem Motor verboten (Spielereil. Schalten nur bei gedrosselt laufendem Motor. Schalten bei Vollgas am Boden verboten. (Das Arbeitsspiel zwischen Fliehwicht und Reglerfedern kommt wegen der stehenden Drehhaube zu langsam und ungleichmäßig zur Auswirkung. Motor kann Überdrehzahl machen.)

3. **Abbremsen:**

Es ist auf Startdrehzahl geschaltet.
Beim Umschalten auf M1 oder M2 ist nur ein kurzes, geringes Ausschlagen am Drehzahlmesser bemerkbar. (Bei kleinen Zündstörungen tritt kein dauernder Drehzahlabfall ein.)

4. **Start:**

Vor jedem Start auf Startdrehzahl schalten, Griff kurz drücken.

5. **Flug:**

Im Geradeausflug auf Reisedrehzahl stellen, Griff kurz ziehen. Die richtige Gashebelstellung ist am Ladedruckmesser — etwa 0,8 ata — oder am Fahrtmesser — Reisegeschwindigkeit — festzustellen. Dauernde Schwankungen am Fahrtmesser sind durch schwankende Motorleistungen hervorgerufen. Auf richtigen Ladedruck achten! Dauernde Schwankungen des Drehzahlmessers um mehr als 100 U/min beruhen auf Reglerstörung.

6. **Sturzflug:**

Es bleibt auf Reisedrehzahl geschaltet. Auf Höchstdrehzahl achten!

7. **Landung:**

Vor der Landung auf Startdrehzahl schalten!

8. **Anmerkung:**

Zwischen den Schaltungen je 1—2 Sekunden warten.

2. **Junkers-VS11** siehe Teil III C — Ausbildung.

E. **NACA-Haube und Townend-Ring.**

Um den beachtlichen Stirnwiderstand bei großen Sternmotoren auf ein Mindestmaß herabzusetzen, umgibt man sie mit einer Haube oder einem Ring, durch den zwischen Rumpf und Motorvorbau eine Düse gebildet wird. Infolge der durch die Düsenwirkung bedingten Erhöhung der Luftgeschwindigkeit werden die Luftwirbel abgesaugt, so daß der Widerstand am Motor kleiner wird (Abb. 101).

Bei größeren Flugzeugen (Hs 126, Ju 86, Ju88) werden die Enden der Hauben als Klappen ausgebildet, die vom Flugzeugführer betätigt werden können, um die Betriebstemperatur des Motors zu regeln (Abb. 102).

Bedienanweisung beachten!

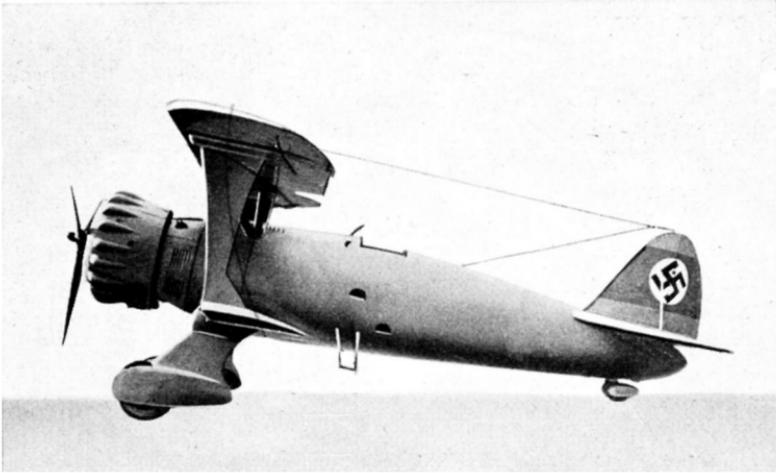


Abb. 101. NACA-Haube an Hs 125



Abb. 102. NACA-Haube an Hs 126

F. Lader-Motoren.

Die Leistung eines Verbrennungsmotors ist hauptsächlich von dem Gewicht des im Zylinderraum zur Verbrennung gelangenden Kraftstoff-Luftgemisches abhängig (richtiges Mischungsverhältnis vorausgesetzt).

Eine Verringerung des Gewichtes der Füllung tritt vor allen Dingen ein:

1. mit zunehmender Flughöhe, da Luftdruck und Luftdichte mit der Höhe abnehmen;
2. mit erheblicher Steigerung der Drehzahl, da dann die Öffnungszeiten der Einlaßventile kürzer werden.

Die Folge von 1. ist, daß die Leistung eines Flugmotors mit wachsender Höhe abnimmt. Abb. 103 veranschaulicht diese Abnahme der Leistung in Abhängigkeit von der Höhe.

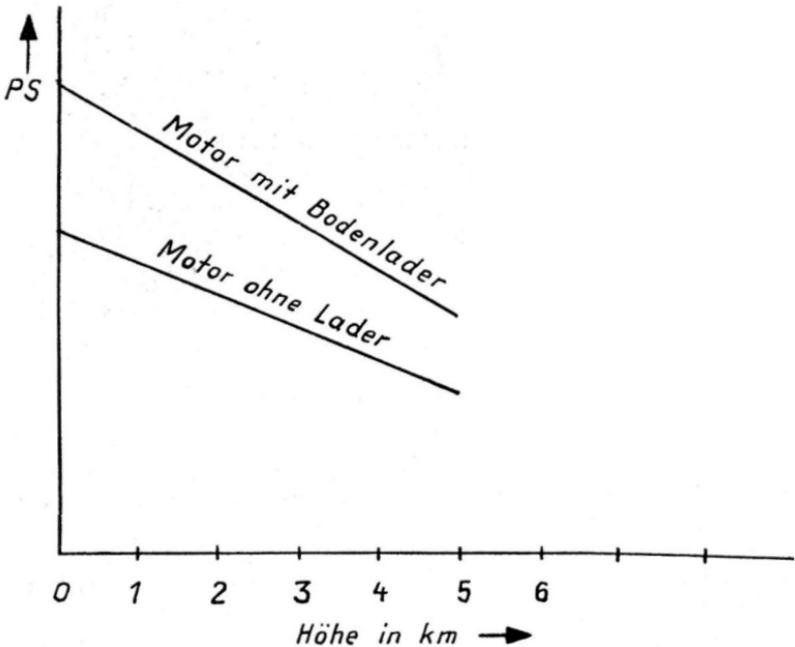


Abb. 105.

Die Folge von 2. ist, daß der Motor nicht die Leistung hergibt, die er auf Grund seiner Drehzahl abgeben müßte.

Um das Füllungsgewicht zu erhöhen, verwendet man Lader, wie z. B. beim Bramo322 oder BMW 132 A.

Es sind dies vom Motor angetriebene, schnelllaufende Schleudergebläse. Zur Vermeidung von Oberbeanspruchung des Getriebes bei großen Drehzahländerungen ist eine Rutschkupplung zwischengeschaltet. Durch die Lader wird das Kraftstoff-Luft-Gemisch bzw. die reine Luft bei Einspritzmotoren in die Zylinder hineingedrückt.

Der Lader besteht in der Hauptsache aus dem Gehäuse mit Leitschaufeln (Leichtmetall) und dem Laufrad (Stahl oder Duralmini (Abb. 104—106).

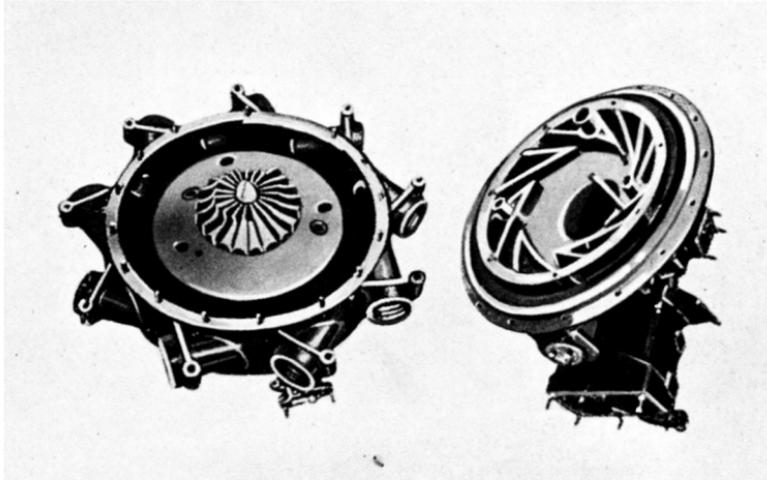


Abb. 104. Gemischlader des BMW 132

Diese Lader nennt man Bodenlader oder Gemischlader, die Motoren **Bodenmotoren**, da die Leistung des Motors mit wachsender Höhe infolge abnehmender Luftdichte nachläßt (z.B. Bramo322).

Motoren mit Bodenlader (Bodenmotoren) können schon in Bodennähe mit voll geöffneter Gasdrossel laufen, ohne durch Überladung Schaden zu leiden. Diese Lader erhalten keine Ladedruckregler. Es sind aber vielfach Sperren am Gashebel angeordnet, um Überbeanspruchung zu vermeiden (BMW 132 A).

Diese Sperren dürfen am Boden nur kurzzeitig (Start!), sonst nur ab vorgeschriebener Höhe übergangen werden.

Für neuzeitliche Flugmotoren ergibt sich die Forderung, daß die Leistung mit wachsender Höhe nicht abnimmt, sondern **gleichbleibt**.

Dies wird ebenfalls durch Lader — Höhenlader — erreicht. Derartige Motoren, z.B. DB 600, DB 601, Jumo 210 u.a. nennt man **Höhenmotoren**.

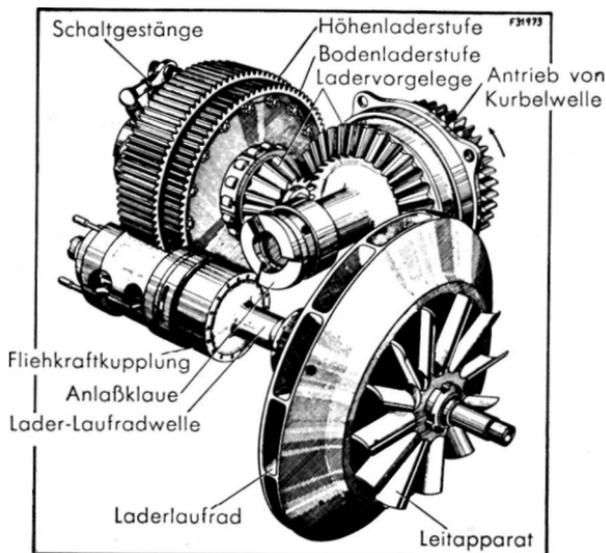


Abb. 105. Lader des Juno 211 F

Aufgabe des Höhenladers ist es also, bis zu einer möglichst großen Höhe einen solchen Ladedruck zu liefern, daß die Leistung des Motors auf der gleichen Höhe bleibt.

Der Höhenlader fördert die Luft bzw. das Kraftstoff-Luft-Gemisch unter großem Überdruck. Um in Bodennähe eine Überlastung des Motors zu vermeiden, muß ein Ladedruckregler vorgesehen werden. Dieser kann als **Endbegrenzungsregler** (DB601, Juno211B-D) oder als **Wahlregler** (Juno 211 G-H, Bramo323) gebaut sein.

Der Endbegrenzungsregler schließt die Laderdrossel stets soweit, daß ein bestimmter höchstzulässiger Ladedruck nicht überschritten wird.

Der Flugzeugführer hat also auf diesen Endbegrenzungsregler keinen Einfluß.

Ist die Laderdrossel durch den Regler voll geöffnet, dann hat der Luftdruck so stark abgenommen, daß der Lader gerade noch den eingestellten Ladedruck halten kann; der Motor hat seine Nennhöhe erreicht. Von hier ab fällt die Leistung gleichmäßig ab.

Der Wahlregler wird vom Flugzeugführer bedient (d. h. der Ladedruck wird gewählt). Dieser einmal gewählte Ladedruck wird vom Regler ständig gehalten, ganz gleich, ob sich das Flugzeug im Reise-, Steig- oder Gleitflug befindet.

Die Höhe, bis zu welcher der Lader einen gleichbleibenden Druck zu liefern vermag, nennt man die **Nennhöhe** oder **Volleistungshöhe** oder auch **Volldruckhöhe**.

Bis zur Nennhöhe bleibt der Ladedruck derselbe, die Leistung steigt dagegen etwas an, da der Lader in großer Höhe weniger Antriebsleistung benötigt, die Luft kälter und der Auspuffegendruck geringer wird.

Da der Höhenlader in Bodennähe zuviel Antriebsleistung verbraucht und eine Überladung des Motors infolge hoher Luftdichte eintreten könnte, wird er mit einem Zweistufengetriebe versehen. Dies ermöglicht, den Lader in Bodennähe mit geringerer Drehzahl (Bodenladerstufe), in größerer Höhe mit größerer Drehzahl (Höhenladerstufe) arbeiten zu lassen.

Die Umschaltung kann durch Handbetätigung oder selbsttätig erfolgen (Automatik).

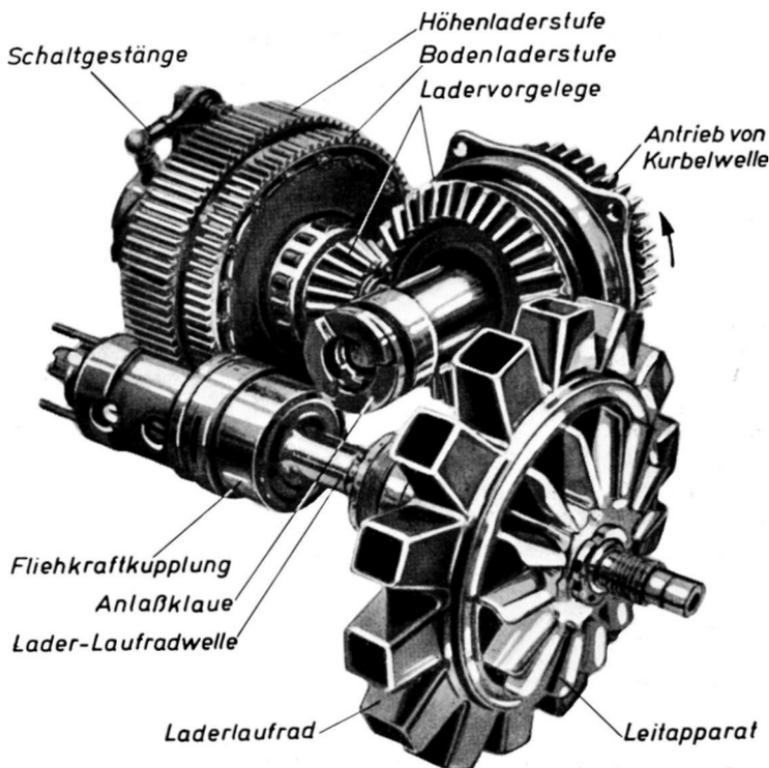


Abb. 106. Lader des Jumo 211 B

Bei Handbetätigung muß die Umschaltung in der vorgeschriebenen Umschalthöhe erfolgen (Bedienungsvorschrift FI bzw. K.B.A. beachten). Wird erst oberhalb der Umschalthöhe auf Höhenladerstufe geschaltet, so ergibt sich bis zum Umschalten ein mit der Höhe wachsender Leistungsabfall. Wird schon unterhalb der Umschalthöhe auf Höhenladerstufe geschaltet, so ergibt dies ebenfalls Leistungsabfall und erhöhten Kraftstoffverbrauch.

Das Verhalten der Motorleistung eines Höhenmotors mit Zwei-Gang-Lader geht aus Abb. 107 hervor.

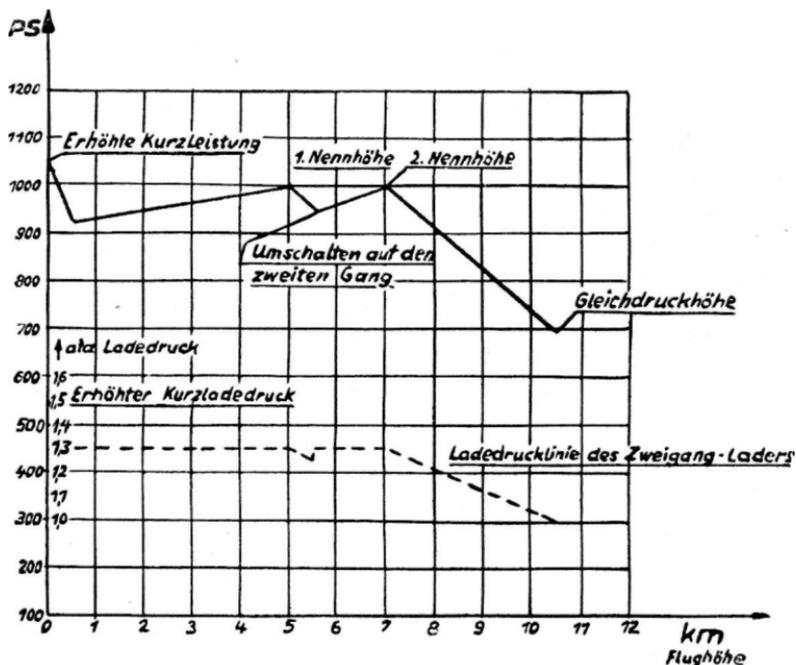


Abb. 107.

Anmerkung für Flugzeugführer.

Sperre an Gashebel nur kurzzeitig (1 Min.!) übergehen! (Start auf kleinen Plätzen, hohe Beladung, Gefahr.) K.B.A. beachten!

Bei Steigflug erst in Umschalhöhe auf „Höhenlader“ schalten!

Bei Gleitflug rechtzeitig auf „Bodenlader“ schalten!

Vor Sturzflug immer auf „Bodenlader“ schalten! (Lader wird sonst zerstört.)

Wenn „Automatik“ vorhanden, K.B.A. bzw. Bedienungsvorschrift FI beachten!

Ausrüstung

1. Elektrisches Bordnetz.

- a) Die Elektrizität hat in steigendem Maße in der Flugzeugausrüstung Eingang gefunden. Im einzelnen findet die Elektrizität im Flugzeug wie folgt Anwendung:
1. Zündung,
 2. Anlaßvorrichtung,
 3. Beleuchtung (Gerätebeleuchtung, Innenbeleuchtung, Kennlichter und Landescheinwerfer für Nachtflug),
 4. Nachrichtengerät,
 5. Überwachungsgerät für Triebwerk, Flugwerk und Flugzustand,
 6. Kurssteuerung und Navigation,
 7. Bedienungsgerät für Triebwerk, Klappen, Pumpen, Fahrwerk,
 8. Heizung von Geräten und Bekleidung,
 9. elektrisch betätigte Waffen, Bombenabwurf- und Zielgeräte usw.,
 10. Bildgerät.

b) Grundbegriffe der Elektrizitätslehre.

Die elektrische Energie ist bestimmt durch die drei Größen: Spannung (gemessen in Volt), Widerstand (gemessen in Ohm) und Stromstärke (gemessen in Ampere).

Diese Begriffe lassen sich am anschaulichsten beim Vergleich mit einem Wasserkreislauf erklären.

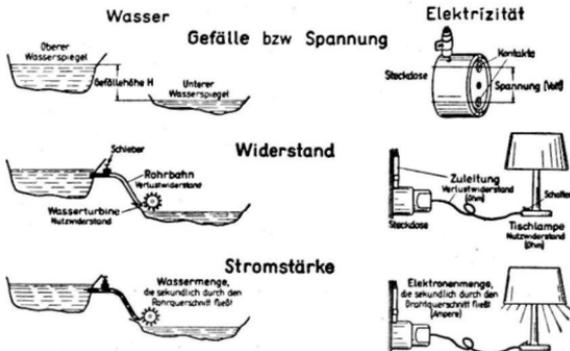


Abb. 108. Vergleich der elektrischen Grundbegriffe: Spannung — Widerstand — Stromstärke mit dem Wasserkreislauf

c) Grundsätzlicher Aufbau eines elektrischen Bordnetzes.

Die erforderliche Netzspannung wird in der Regel von einem vom Flugmotor angetriebenen **Gleichstromgenerator** erzeugt.

Bei Stillstand der Motoren oder bei einer geringen Drehzahl liefert ein **Sammler** die erforderliche Netzspannung.

Ein Gleichstromgenerator arbeitet nach demselben Prinzip wie der Zündmagnet, nur mit dem Unterschied, daß dieser, durch die Art der Spannungsentnahme bedingt, Gleichstrom liefert.

Der Akkumulator oder Sammler ist ein Stromspeicher, der vom Generator immer wieder aufgeladen wird. Die Bordnetzspannung beträgt meistens 24 Volt (bei kleinen Flugzeugen 12 Volt).

Ein **Regler** sorgt dafür, daß die Spannung des Generators bei großer Drehzahl nicht überschritten wird. Bei zu kleiner Drehzahl schaltet der Regler den Generator vom Netz ab, sobald seine Spannung unter die des Sammlers sinkt. Ein Entladen des Sammlers durch den Generator wird dadurch vermieden.

Die Spannung wird vom Generator an die Sammelschienen abgegeben, an die die einzelnen Verbraucher und der Sammler angeschlossen sind. Damit bei Ausfall bzw. Beschädigung eines Verbrauchers nicht das ganze Bordnetz gefährdet ist, haben die einzelnen Verbraucher getrennte Leitungsanlagen, die durch entsprechende **Schmelzsicherungen** abgesichert sind. Aus rein praktischen Gründen sind die Sicherungen der einzelnen Verbraucherleitungen und die Schalter zusammengefaßt.

Um Verwechslungen zu vermeiden, haben die Sicherungen verschiedene Farben, z. B.

6 Amp. = Grün

10 Amp. = Rot

15 Amp. = Feldgrau usw.

Jeder Stromkreis darf nur mit der vorgeschriebenen Sicherung abgesichert werden!

Bei neuzeitlichen Flugzeugen werden die einzelnen Stromkreise anstatt durch Sicherungen durch **Selbstschalter** abgesichert (Abb. 109).

Bei Ausschalten eines Selbstschalters durch Überlastung oder Kurzschluß 1 Minute warten, dann erst erneut einschalten! Fällt Selbstschalter wieder heraus, dann Störung melden!

Elektrische Anlasser nehmen kurzzeitig Strom bis zu 500 Ampere auf. Eine Absicherung der Leitung vom Sammler zum Anlassermotor ist daher nicht möglich. Die Anlaßanlage erhält eine eigene Sammelschiene, die unmittelbar an den Sammler angeschlossen ist. Diese Abzweigung der Sammelschiene darf nicht dauernd ungesichert bleiben. Die Zuleitung wird daher über einen Schalter geführt, der immer nur kurzzeitig bei Bedarf eingelegt wird. (Bei eingelegtem Schalter leuchtet eine Warnlampe auf.)

d) **Ferntrennschalter.**

Bei Notlandungen (Brandgefahr durch Funkenbildung reißender Leitungen!) und bei Ausbesserungsarbeiten kann durch den Ferntrennschalter, der durch den Netzausschalter fernbetätigt wird, der Sammler



Abb. 109. Selbstschalter

vom Bordnetz abgeschaltet und somit das gesamte Bordnetz spannungslos gemacht werden.

Besitzt das Flugzeug für die Anlaßzündung einen Summer, so ist dieser an die Sammelschiene angeschlossen, wodurch das Einschalten des Bordnetzes vor dem Abflug gewährleistet ist.

Der Ferntrennschalter ist beim Verlassen des Flugzeuges auszuschalten!

e) **Abschirmung.**

Damit der Nachrichtenbetrieb nicht gestört wird, müssen die elektrischen Anlagen, bei denen Störspannungen auftreten können (Generator, Regler, Zündanlage usw.) durch völlige Abschirmung und Entstörkondensatoren entstört werden.

Ein kombiniertes Volt-Amperemeter im Führerraum zeigt an, ob der Sammler während des Fluges geladen wird. Die 0-Stellung befindet sich in der Mitte. Ausschlag nach links = „Laden“.

Durch Druck auf einen kleinen Schaltknopf wird das Gerät als Voltmeter geschaltet; es zeigt dann die Lade- bzw. Netzspannung an (Abb. 110).

Bei stehendem Flugzeug dient das Voltmeter als Kontrollinstrument für den Sammler.

Anmerkung für den Flugzeugführer:

Der Flugzeugführer muß wissen:

1. Wo liegt Ferntrennschalter? (Netzauptschalter.)
2. Wo liegen Sicherungen bzw. Selbstschalter?
3. Wo liegen Ersatz-Sicherungen und wie werden sie ausgewechselt?
4. Welche Selbstschalter müssen vor Antritt des Fluges eingeschaltet sein?
5. Wo liegt Netzausschalter?

Bedienung vor dem Fluge:

Ferntrennschalter (Netzauptschalter) einlegen!

Prüfen, ob erforderliche Selbstschalter eingeschaltet! (Wichtig für Kurssteuerung!)

Während des Fluges:

Düsenheizung rechtzeitig einschalten!

Prüfen, ob Sammler aufgeladen wird!

Nach dem Fluge:

Düsenheizung ausschalten!

Netzschalter drücken! (Bordnetz wird stromlos!)

2. Ferndrehzahlmesser (Abb. 111a).

Der elektrische Ferndrehzahlmesser besteht aus dem Geber (Generator), dem Anzeigergerät (Voltmeter) und den Übertragungsleitungen.

Bei wechselnder Drehzahl des Flugmotors wechselt auch die erzeugte Spannung des Gebers, und das Anzeigergerät zeigt diese Veränderung an. Das Zifferblatt ist in Umdrehungen pro Min. geeicht (Abb. 111b).



Abb. 110.

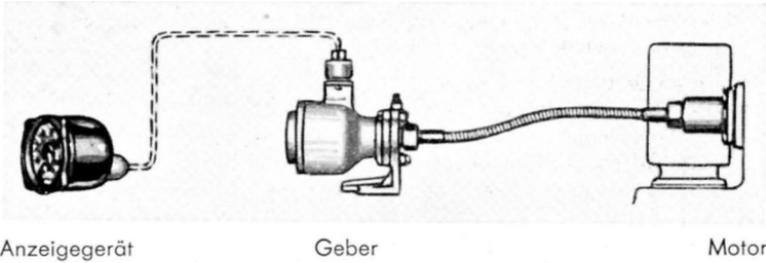


Abb. 111a. El. Ferndrehzahlmesser

3. Elektrischer Kraftstoffvorratsmesser.

Er besteht aus einem Geber (Schiebewiderstand), der oben auf dem Tank angebracht ist, und einem elektrischen Anzeigegerät. Dieses ist in Liter geeicht.

Er gibt bei eingeschaltetem Bordnetz laufend eine Anzeige des vorhandenen Kraftstoffes. Die Restmenge wird häufig durch eine rote Warnlampe angezeigt (Ar96B).

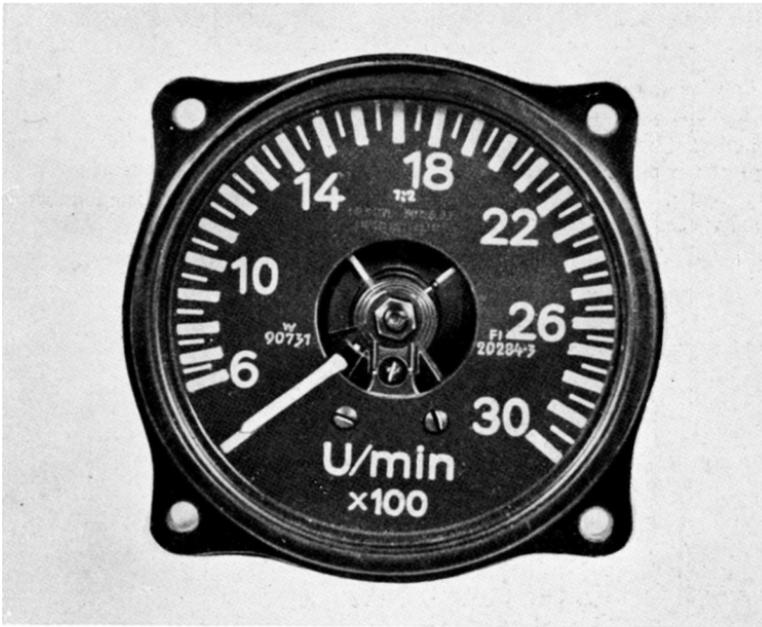


Abb. 111b. Ferndrehzahlmesser

4. **Ladedruckmesser** (Abb. 112).

Der Ladedruck bei Ladernmotoren wird am Ladedruckmesser angezeigt. Dieser arbeitet wie ein Grobhöhenmesser, d. h. der Ladedruck wird in das Gehäuse hineingeleitet und drückt eine Flachdose mehr oder weniger zusammen.

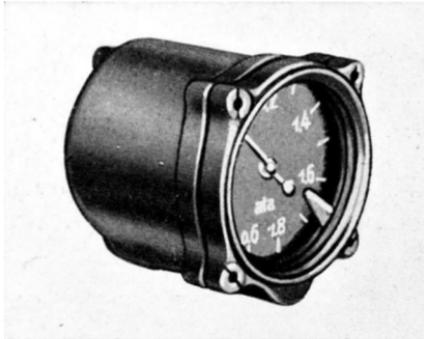


Abb. 112. Ladedruckmesser

5. **Elektrisches Fernthermometer** (Abb. 113).

Es wird zur Messung der Schmier- und Kühlstofftemperaturen und der Außenlufttemperatur benutzt.

Es besteht aus einem Geber (mit der Wärme veränderlicher Widerstand) und einem elektrischen Anzeigergerät. Dieses ist in Wärmegraden geeicht.

Abb. 115 zeigt einen Geber für Schmier- oder Kühlstofftemperaturen, Abb. 114 einen solchen für Außenluft.

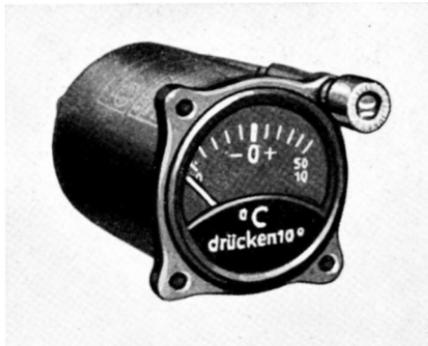


Abb. 115. El. Fernthermometer

6. Höhenkompensierter Fahrtmesser.

Er wird in neuen Flugzeugen benutzt. Eine höhenempfindliche Flachdose gleicht den mit wachsender Höhe durch die abnehmende Luftdichte bedingten Anzeigefehler aus. Eine Fahrtmesserberichtigung wie beim einfachen Fahrtmesser ist daher nicht mehr erforderlich.

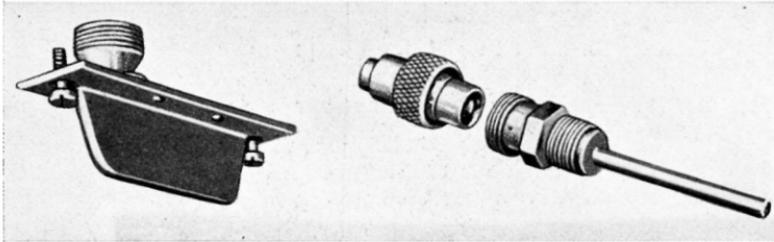


Abb. 114. El. Temperaturgeber für Außenluft

Abb. 115. El. Temperaturgeber für Kühl- und Schmierstoff



Abb. 116. Fein-Grobhöhenmesser

7. Fein-Grob-Höhenmesser (Abb. 116).

Er ist eine Kombination des Fein- und Grob-Höhenmessers. An ihm lassen sich die Einstellungen von q_{fe} und q_{gf} vornehmen.

a) Einstellen für Höhe über Platz (**qfe**).

Zunächst erfolgt die Einstellung wie beim einfachen Höhenmesser, d. h. vor dem Abflug ist der Zeiger durch Betätigen des Drehknopfes auf 0 einzustellen.

Dann die E-Einstellmarke mit dem Einstellzeiger auf Deckung bringen. Das Gerät zeigt bei dieser Markenstellung die Höhe über dem Platz an.

b) Einstellen für Höhe über N.N. (**qff**).

Nach dem Einstellen auf qfe ist der Zeiger mittels des Drehknopfes auf Platzhöhe (Höhe über N.N.) einzustellen und die F-Einstellmarke mit dem Einstellzeiger auf Deckung zu bringen. Bei dieser Markenstellung zeigt das Gerät die Höhe über N.N. an.

c) Benutzung und Einstellung im Fluge.

Der Einstellzeiger kann mittels des Drehknopfes wahlweise mit der E- oder der F-Marke in Deckung gebracht werden, wodurch entweder die Höhe über dem Platz oder über N.N. angezeigt wird. Ist das Gerät **im** Fluge auf **ein neues qfe** einzustellen, so ist mittels des Dreh-

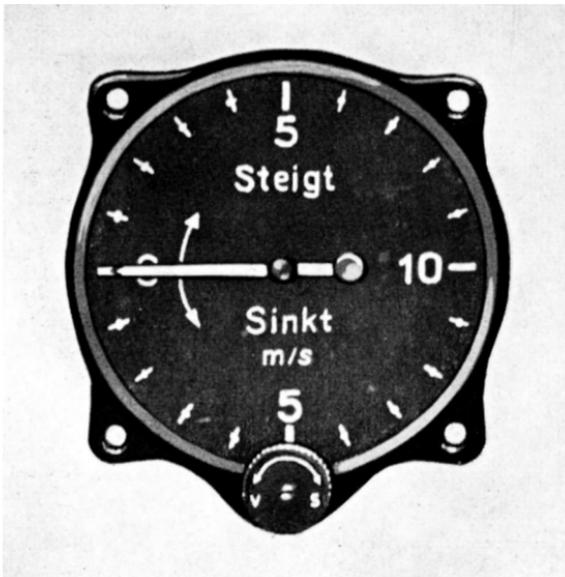


Abb. 117. Dosenvariometer, Ansicht

knopfes die Millibarskala auf dieses qfe einzustellen. Ehe dann der Drehknopf weiter betätigt wird, ist die E-Marke auf Deckung mit dem Einstellzeiger zu bringen. Danach kann auf E-Stellung umgeschaltet werden.

Auch **ein neues qff** ist durch Drehen im Knopf an der Millibarskala einzustellen, wonach die F-Marke in Deckung mit dem Einstellzeiger zu bringen ist.

8. Variometer.

Es zeigt die Steig- und Sinkgeschwindigkeit des Flugzeuges in m/sec an. Es gibt zwei Arten:

a) **Dosenvariometer** (Abb. 117 u. 118).

Seine Hauptteile sind:

- die federnde Membrandose mit dem wärme­geschützten Ausgleichsgefäß (Thermosflasche),
- das Zeigerwerk,
- die Steig-/Sink-Gechwindigkeitsteilung.

Die **Membrandose** ist hochempfindlich, zur Vergrößerung ihres Rauminhaltes mit einem wärme­geschützten **Ausgleichsgefäß** (Thermos-

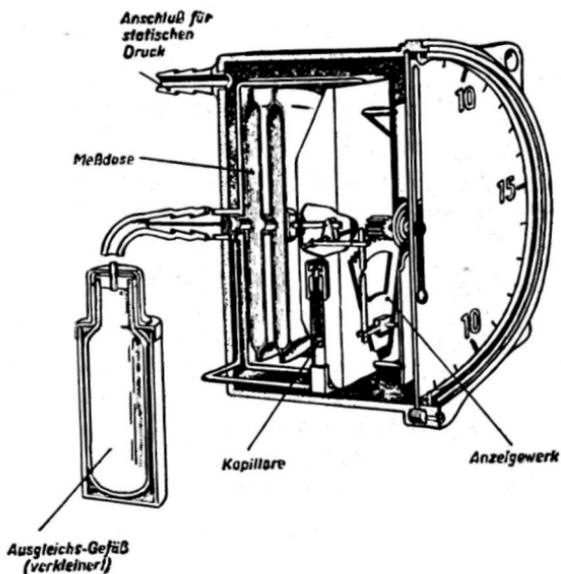


Abb. 118. Dosenvariometer, Schnittbild

flasche) und außerdem durch ein **Haarröhrchen** mit dem Gehäuseinnern verbunden. Das **Gehäuse** ist gegen die Flugzeugzelle luftdicht abgeschlossen. Durch eine **Leitung**, die an die statische Druckleitung führt, herrscht in ihr der ungestörte Außendruck.

Verändert das Flugzeug die Höhe, so ändert sich der Außendruck im Gehäuse unmittelbar, der Innendruck in der Dose nur langsam, da das Haarröhrchen mit seiner sehr feinen Öffnung ein schnelles Entweichen der Luft verhindert. Der Druckunterschied zwischen Gehäuse und dem Doseninnern bewirkt einen Dosenhub, der auf der **Steig-/Sink-Geschwindigkeitsteilung** angezeigt wird.

Kurze Zeit nachdem das Flugzeug in den Horizontalflug übergegangen ist, hat sich der Druckunterschied zwischen Gehäuse und Membrandose ausgeglichen. Der Zeiger steht wieder auf 0 m/s.

Infolge des langsamen Druckausgleiches ist das Gerät in der Anzeige träge.

Wird die genaue Einhaltung einer bestimmten Flughöhe verlangt, wie z. B. beim Fahrtmessereichflug, so läßt sich das Variometer durch Verschließen des Haarröhrchens zu einem besonders hochempfindlichen Höhenmesser umgestalten (Statoskop). Erfolgt das Schließen in einer bestimmten Flughöhe, so zeigt das Gerät die geringste Abweichung von ihr an.

Als Doseninstrument unterliegt es aber genau wie der Höhenmesser der barometrischen Änderung. Auf Überlandflügen ist es daher kein Ersatz für den Grobhöhenmesser. Es zeigt lediglich das Steigen oder Sinken über bzw. unter die vom Grobhöhenmesser bei Nichtberücksichtigung einer barometrischen Änderung falsch angegebene Höhe an.

b) **Stauscheibenvariometer** (Abb. 119 u. 120).

Das Stauscheibenvariometer hat einen anderen Aufbau als das Membrandosenvariometer. Seine Hauptteile sind:

- die Kammer,
- die Stauscheibe,
- der Zeiger,
- die Steig-/Sink-Geschwindigkeitsteilung.

Die **Kammer** ist durch eine **Stütze** und durch die an ihr drehbar angebrachte **Stauscheibe** in zwei Kammerhälften geteilt. Die eine Hälfte der Kammer ist an die Außendruckleitung angeschlossen, die andere steht mit einem **Ausgleichsgefäß** in Verbindung.

Bei Höhenänderungen entstehen zwischen den beiden Kammerhälften Druckunterschiede, und die Stauscheibe, an deren Achse der **Zeiger** befestigt ist, weicht nach der Seite des geringeren Druckes gegen die Kraft einer Feder aus. Der Druckausgleich, der bei den Membrandosenvariometern durch das Haarröhrchen stattfindet, ist beim Stau-

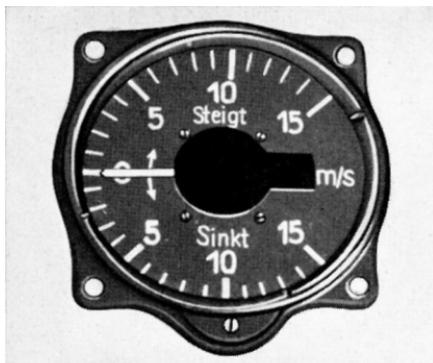


Abb. 119. Stauscheibenvariometer, Ansicht

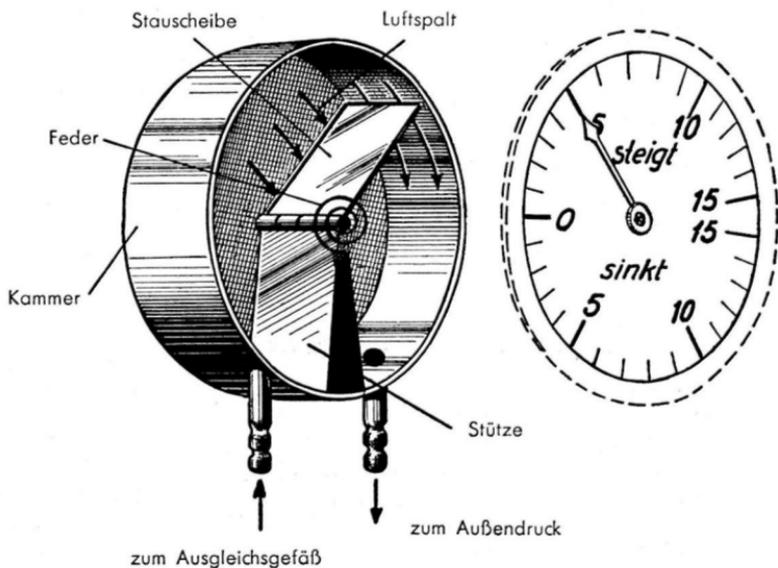


Abb. 120. Stauscheibenvariometer (Schema)

Scheibenvariometer durch einen **Luftspalt** zwischen der Stauscheibe und den Kammerwänden möglich.

Die Anzeige auf der Teilung geschieht in m/s. Die Anzeigeverzögerung ist wesentlich geringer als bei Membrandosenvariometern.

Das Gerät kann nicht als Stoskopvariometer verwendet werden.

9. Kreiselgeräte.

Sie sind mit einem Kreisel ausgestattet, der mit hoher Drehzahl um seine Achse rotiert. Er kann pneumatisch oder elektrisch angetrieben sein.

Ein einmal um seine Achse rotierender Kreisel hat das Bestreben, seine Lage im Raum beizubehalten. (Beispiel: Kinderkreisel.) Dies wird ausgenutzt beim künstlichen Horizont und beim Kurskreisel.

Versucht man, einen sich drehenden Kreisel aus seiner Lage zu bringen, dann kippt er. (Siehe Kreiselkräfte an der Luftschraube.) Anwendung: Wendezeiger.



Abb. 121. Wendezeiger, Ansicht

a) **Wendezeiger** (Abb. 121).

Er zeigt an:

Drehung des Flugzeuges um die Hochachse (Zeiger),
Neigung des Flugzeuges um die Längsachse (Libelle).

Es sind zwei Arten im Gebrauch:

1. der pneumatische Wendezeiger,
2. der elektrische Wendezeiger.

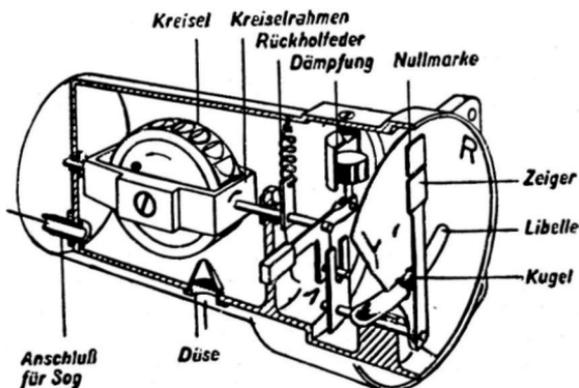


Abb. 122. Wendezeiger, Schema

Zu 1: Der Kreisel des pneumatischen Wendezeigers wird durch Sog (Düse oder Sogpumpe) angetrieben (Abb. 122). Dreht das Flugzeug um die Hochachse, dann kippt der Kreisel. Diese Kippbewegung wird auf den sichtbaren Zeiger übertragen.

Die Empfindlichkeit des Wendezeigers ist abhängig von der Kreisel-drehzahl, diese wiederum von der Stärke des Unterdruckes. Da der Unterdruck von der Flughöhe (Luftdichte) abhängig ist, muß der Wendezeiger mit Hilfe des Empfindlichkeitsreglers reguliert werden (Abb. 123).

Normalstellung am Empfindlichkeitsregler: 3—4.

Größere Empfindlichkeit = Größere Zahlen: (5—8).

Kleinere Empfindlichkeit = Kleinere Zahlen: (1—3).

Merke:

Soll Zeit für Kurve länger werden — Größere Empfindlichkeit einstellen!

Soll Zeit für Kurve kürzer werden — Kleinere Empfindlichkeit einstellen!

Zu 2: Der elektrische Wendezeiger ist an das Bordnetz angeschlossen und ist an der schwarzen Kugel (beim pneumatischen Wendezeiger silbern) erkenntlich. Er muß etwa 5 Minuten vor dem Start eingeschaltet werden, um seine hohe Drehzahl zu erreichen. Seine Empfindlichkeit ist unabhängig von der Flughöhe.

b) **Der künstliche Horizont (Abb. 124).**

Er soll beim Instrumenten- bzw. Blindflug den natürlichen Horizont ersetzen und zeigt Bewegungen des Flugzeuges um die Längs- und Querachse an.



Abb. 123. Empfindlichkeitsregler für pneum. Wendezeiger

Er ist mit einem schnellaufenden Kreisel ausgerüstet, der das Bestreben hat, seine Lage im Raum beizubehalten, während das Flugzeug sich um ihn herum bewegt.

Merke :

Falls noch vorhanden, Schalter vor Rollen auf „Ein“ stellen, um Kreiselachsen nicht zu beschädigen! Erst nach dem Abstellen des Flugzeuges ausschalten!

Anzeige hinkt in bzw. nach Kurve nach, ist also unzuverlässig.

c) Luftversorgung.

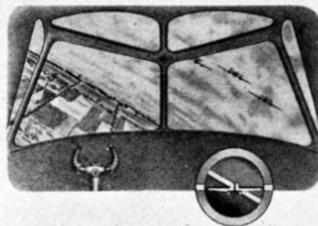
Zum Antrieb der Kreiselgeräte ist Sogluft notwendig. Motorangetriebene Sogpumpen und im Fahrtwind angeordnete Venturidüsen sind für diesen Zweck am meisten gebräuchlich. Zur Notversorgung wird der Unterdruck im Ansaugkanal des Motors herangezogen. In diesem Falle ist ein Umschalthahn vorhanden.

10. Höhenatmer (s. auch D [Luft] 1205).

In Höhen über 4000 m löbt die Leistungsfähigkeit des Menschen infolge Sauerstoffmangel nach. Damit die Flugzeugbesatzung im Vollbesitz der

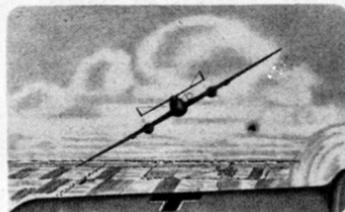
Abb. 124. Horizont-Lehrtafel

Der Flugzeugführer sieht:



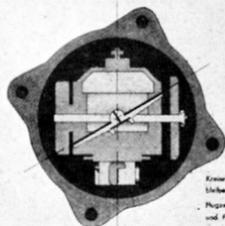
Gebäude rechts geneigt
Boden rechts geneigt
Flug. Schicht ungenau

In Wirklichkeit:

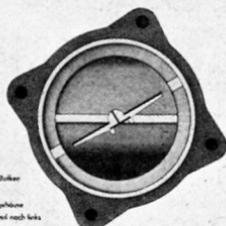


Flugzeug keine Neigung

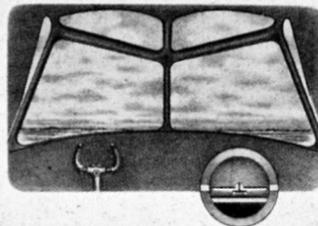
Von stabiler Kugelrollen
Flugzeug aus gesehen



Kreuzschleife und Bolzen
haben ungenau
Flugzeug mit Horizontscheibe
und Flug. Schicht sind nach links
geneigt.

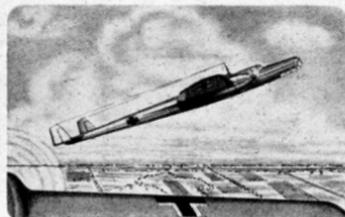


Der Flugzeugführer sieht:



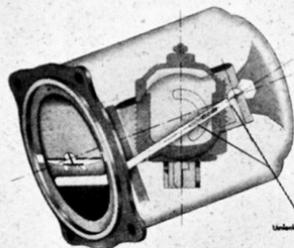
Der Gebäude verschwenkt
nach unten,
der Boden wendet
sich unten!

In Wirklichkeit:



Flugzeug senkt

Von unruhig Regieren
Flugzeug aus gesehen



Kreuzschleife bildet ungenau
Flugzeug mit Horizontscheibe und Flugzeug Schicht
in Steigung
Bolzen geht durch Unterlage nach unten.

Unterlage

körperlichen und geistigen Kräfte bleibt, wird durch Zuführung von Preßsauerstoff der Sauerstoffmangel ausgeglichen.

Die Sauerstoffanlage eines Flugzeuges besteht aus:

1. der Sauerstoffflaschenbatterie (je nach Flugzeugmuster zwei oder mehrere Flaschen pro Besatzungsmitglied) mit Außenbordanschluß zum Auffüllen;
2. den Hochdruckrohrleitungen mit Fernbedient Ventil;
3. dem Höhenatmer (je einen pro Besatzungsmitglied).

Die Flaschenbatterie wird mittels Sauerstoffumfüllgerät aufgefüllt. Der Fülldruck beträgt 150 atü. über Benutzungsdauer einer Zwei-Liter-Flasche in verschiedenen Höhen siehe D (Luft) 1205, Seite 25.

Anmerkung:

1. Der Fülldruck muß immer 150 atü betragen. Ist er bis auf 20 atü abgesunken, so muß der Flug in Höhen unter 4000 m fortgesetzt werden.

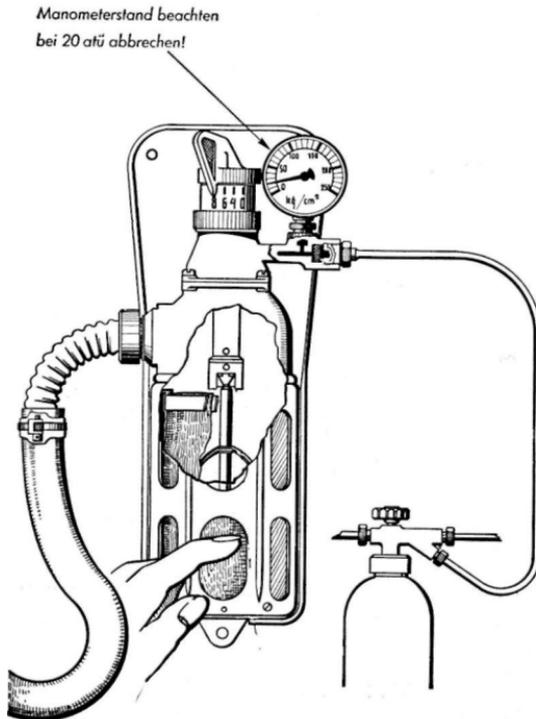


Abb. 125. Höhenatmer A 824 von Auer

2. **Öl darf nicht zum Abschmieren oder Konservieren, Benzin nicht zur Reinigung benutzt werden (Explosionsgefahr!).**
3. Vor dem Auffüllen müssen die Anschlüsse sorgfältigst vom Öl gereinigt werden (Explosionsgefahr bei Zusammentreffen von Öl und Sauerstoff).

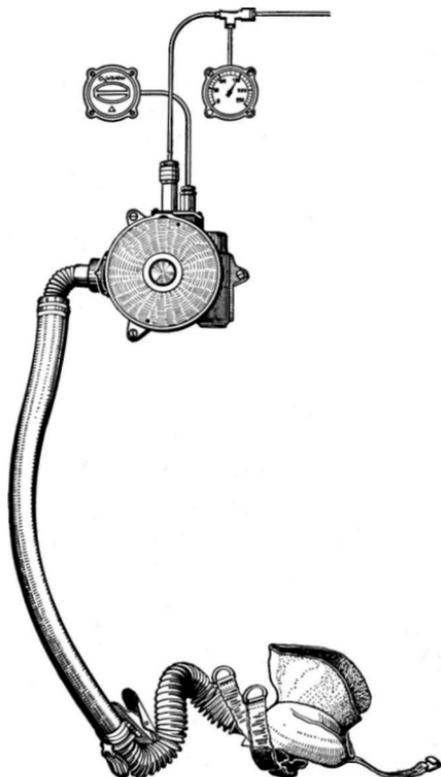


Abb. 126. Autom. Membranlung

Die Hochdruckrohrleitungen verbinden die Flaschenbatterie mit dem Höhenatmer. Das Fernbedienventil ist vor Antritt des Fluges am Boden zu öffnen.

Folgende Höhenatmer sind z. Z. im Gebrauch:

1. Höhenatmer A 824 von Auer (Abb. 125);
2. Membranlung 10—38 (Abb. 126).

Der **Höhenatmer A824** besteht im wesentlichen aus dem Atembeutel mit Schutzkorb, der Zusatzluftdrossel, dem Druckmesser und dem Anschluß für Atemschlauch.

Durch die Atembewegung des Besatzungsmitgliedes wird der Atembeutel zusammengesaugt; dadurch wird ein Ventil geöffnet und in den Beutel strömt Sauerstoff nach, der eingeatmet wird. Mit der Zusatzluftdrossel kann in Höhen zwischen 4 und 7 km dem Sauerstoff Außenluft zugesetzt werden. Ab 7000 m muß reiner Sauerstoff geatmet werden.

Durch Drücken auf den Atembeutel (Loch im Schutzkorb) kann im Notfalle Sauerstoff abgeblasen werden.

Bei **der Membranlunge 10—38** ist der Atembeutel durch zwei in einem Gehäuse sitzende Membranen ersetzt. Bei diesem Höhenatmer ist kein

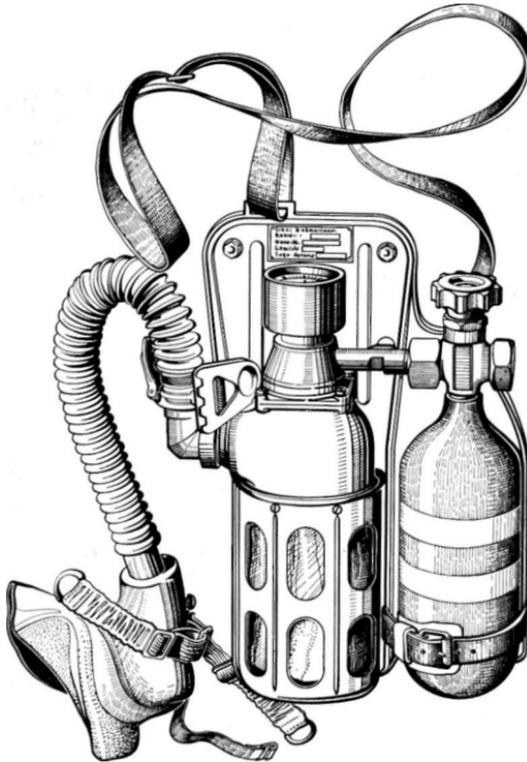


Abb. 127. Tragbares Höhenatemgerät FI 30 456

Handhebel mehr zu bedienen. Der Zusatz von Außenluft erfolgt durch eine barometrisch wirkende Einrichtung.

Die Funktion des Gerätes wird durch einen Sauerstoffwächter (O₂-Wächter) angezeigt.

Durch Druck auf den in der Mitte des Deckels liegenden Knopf kann im Notfalle Sauerstoff abgelassen werden.

Außer diesen flugzeugfesten Höhenatmern können noch folgende Geräte mitgenommen werden:

1. Tragbares Höhenatemgerät (Abb. 127).

Es wird mit einer 1-Liter-Flasche (enge Flugzeuge) oder mit einer 2-Liter-Flasche ausgerüstet.

Es liefert Sauerstoff ohne Zusatzluft und ist etwa 20 Minuten betriebsfähig.

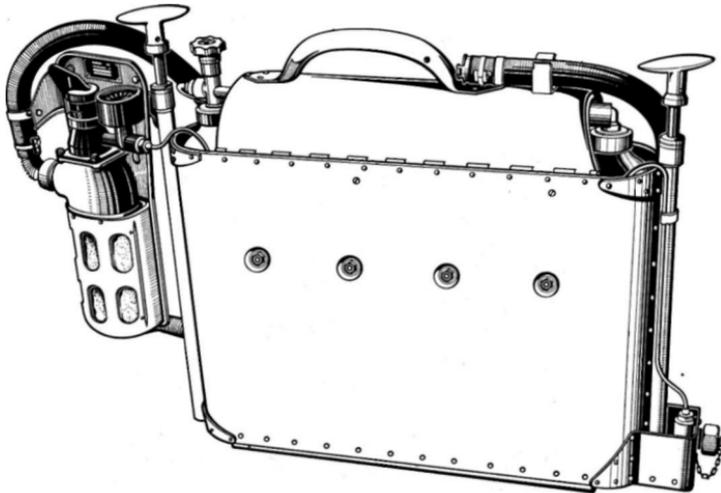


Abb. 128. Einsetzbare Höhenatmeranlage FI 30 455

2. Einsetzbare Höhenatmeranlage (Abb. 128).

Das Gerät stellt eine transportable Sauerstoffanlage mit fünf normalen 2-Liter-Sauerstoff-Flaschen, Absperrventil und Höhenatmer dar.

Bei Mitnahme eines zusätzlichen Besatzungsmitgliedes auf längeren Höhenflügen soll dieses Gerät an den dafür vorgesehenen Schrauben am Boden des Flugzeuges befestigt werden. Die Anlage ist ferner bei Ausfall einer Atemmaske als Reservegerät gedacht. Benutzungsdauer etwa 7 Stunden.

An Atemmasken sind z. Z. in Gebrauch:

- | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| 1. Atemmasken 10—67 (HM 51) | } | einfriersicher! |
| 2. Zerstörermaske 10—86 | | |
| 3. Jagdfliegermaske 10—69 | | nicht einfriersicher! |

Gebrauchsanweisung der Atemmasken (Wirkungsweise, Vorbereitung zum Fluge, Prüfung usw.) siehe D (Luft) 1205, Seite 34—40.

Vor Antritt eines Höhenfluges ist grundsätzlich eine Prüfung der Höhenatemanlage vorzunehmen, über Durchführung siehe D (Luft) 1205, Seite 43—46.

Prüfung der Geräte im Fluge siehe D (Luft) 1205, Seite 46—49.

Bei Ausfall einer Sauerstoffbatterie durch Beschuß kann das Besatzungsmitglied wahlweise an die Batterie eines anderen Besatzungsmitgliedes angeschlossen werden. Dazu dient die Atem-Notkupplung (Abb. 129).

Über Höhenflug-Sonderbekleidung siehe D (Luft) 1205, Seite 62—64.

Beachte: Zehn Gebote für die Benutzung von Flieger-Höhenatemmasken! (D [Luft] 1205, Seite 66—67.)

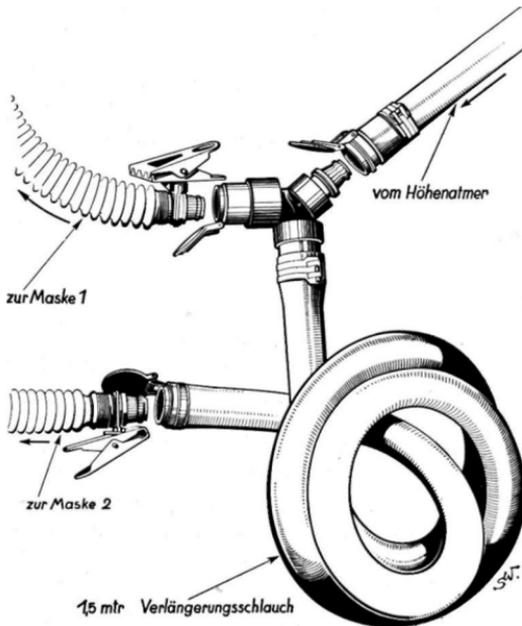


Abb. 129. Atem-Notkupplung Gerät 10-87A, Fl 30 516

Strömungslehre und Flugmechanik

Start- und Landehilfen.

Einleitung.

Große Fluggeschwindigkeiten können bei sonst strömungstechnisch richtiger Flugzeugformgebung nur erreicht werden bei Verwendung möglichst kleiner Tragflügel und Profile, die möglichst geringen Widerstand haben. Dies bedingt aber zwangsläufig hohe Start- und Landegeschwindigkeiten.

Wie bereits vorher besprochen, ist zur Erzeugung eines bestimmten Auftriebes unter Ausnutzung des günstigsten Anstellwinkels erforderlich:

- eine bestimmte Fläche,
- eine bestimmte Profilform,
- ein bestimmter Staudruck (Geschwindigkeit).

Soll diese erforderliche Mindestgeschwindigkeit noch herabgesetzt werden, so muß entweder die Fläche vergrößert oder das Profil stärker gewölbt werden.

Eine Flächenvergrößerung macht konstruktiv sehr große Schwierigkeiten und ist bis jetzt nur versuchsweise durchgeführt worden. Eine gleichmäßige Vergrößerung der Profilwölbung ist ebenso schwierig. Die heute angewendeten Start- und Landehilfen stellen konstruktiv einfach durchzuführende Profilveränderungen dar.

Es finden hauptsächlich die nachfolgenden Ausführungsformen Verwendung (Abb. 130).

Strömungsverhältnisse.

Durch die ausgefahrene Landehilfe wird die Strömung auf der Oberseite des Tragflügels infolge der Sogwirkung hinter der Landehilfe schneller, der Unterdruck auf der Oberseite des Tragflügels wird im Bereich der ausgefahrenen Landehilfe größer. Auf der Unterseite wird die Strömung durch Stauwirkung langsamer und somit der Überdruck größer. Die Luftkraft wird also größer und damit auch Auftrieb und Widerstand.

Beim Ausfahren der Landehilfe nimmt bis zu einem bestimmten Ausfahrwinkel der Auftrieb in stärkerem Maße zu als der Widerstand. Ein weiteres Ausfahren ergibt nur geringe weitere Erhöhung des Auftriebes, aber eine sehr große Zunahme des Widerstandes. Da der Widerstand in weit größerem Maße angewachsen ist als der Auftrieb, muß der Gleitflug mit ausgefahrenen Landehilfen entsprechend den vorher gemachten Befrachtungen über Gleitflug steiler werden.

Landehilfen		Clappen-Tiefe	Clappen-Ausschlag	Höchst-Auftrieb bezog. a. Spannw.	Auftriebs-Erhö-hung	Anstell-winkel des Flügels bei Höchst-Auftrieb	
	Bezeichnung:	Darstellung:	% t		c _a max	%	α ° max
1	Flügel-schnitt ohne Landehilfe		—	—	1,30	0	15°
2	Wölbungs-klappe (ohne Spalt)		30	45°	1,95	50	12°
3	Wölbungs-klappe mit Spalt (Spaltklapp.)		30	45°	2,00	54	12°
4	Spreiz-Klappe nach O. Schrenk		20	60°	2,20	70	14°
5	Junkers-Doppel-flügel		20	40°	1,90	46	13°
6	Fowler-Flügel		40	40°	3,15	142	16°
7	Lachmann-Handley-Page Schlitzflügel		—	—	1,65	27	28°
8	Schlitz-flügel mit Spaltklappe		30	45°	2,30	77	19°
9	Schlitzflügel mit Fowler-Klappe		40	40°	3,35	158	29°
10	Grenz-schicht-Absaugung		—	—	5,10	292	33°

Abb. 130. Zusammenstellung der Landehilfen

Bedingt durch die scharfe Krümmung in der Drehachse der Landehilfe erfolgt das Abreißen der Strömung beim Überziehen schlagartig. Dieses Überziehen kann sehr leicht erreicht werden bei der Landung und bei steileren Kurven mit ausgefahrenen Landehilfen.

Im Bereich des größtmöglichen Anstellwinkels (Landung, steile Kurven) kann bei seitlichem Anblasen des Tragflügels (Schieben, Schmieren usw.) das hinter der Landehilfe vorhandene Wirbelgebiet unkontrollierbar über die Spannweite wandern. Dadurch kann die Strömung einseitig abreißen und die Querruderwirkung sich schlagartig verringern. Abkippen wäre die Folge.

Vergleich der Wirkung der verschiedenen Landehilfen.

Vergleicht man die Wirkungen der verschiedenen Landehilfen, so zeigt sich, daß in der Auftriebserhöhung nur verhältnismäßig geringe Unterschiede auftreten; dagegen sind die Widerstandserhöhung, die Größe des ausnutzbaren, stark gezogenen Bereiches und die Verhältnisse beim Überziehen infolge Auftriebsverlust sehr verschieden. Infolgedessen wird sich für jede Art ein anderer Bahnneigungswinkel und damit auch eine andere Rumpflängsneigung ergeben. Dem normalen Profil am nächsten liegt der Junkersche Doppelflügel, während die Spreizklappe die typischsten Klappeneigenschaften aufweist.

Die günstigsten Werte werden für die einzelnen Flugzeugmuster erfolgen und sind in der Bedienungsvorschrift - Fl bzw. K.B.A. zu finden.

Spaltwirkung.

Durch die Spalte, ganz gleich, wo sie angeordnet sind (an Flügel Nase oder vor Querruder), tritt bei großen Anstellwinkeln Luft von der Unterseite des Tragflügels auf die Oberseite und verhindert frühzeitiges Abreißen der Strömung.

Der Vorflügel.

Beim Vorflügel bildet sich an der Flügel Nase dadurch der Spalt, daß bei großen Anstellwinkeln infolge des Unterdruckes der Vorflügel heraustritt und somit ein Spalt zwischen Vorflügel und Hauptflügel entsteht. Meistens ist der Vorflügel nur im Bereich der Querruder angeordnet und ergibt somit bessere Querruderwirkung im stark gezogenen Bereich. Ist der Vorflügel über die ganze Spannweite angebracht, so kann der Anstellwinkel über den normalen Bereich vergrößert werden.

Spalte, die sich beim Ausfahren der Landehilfen bilden, verhindern frühzeitiges Abreißen am Hauptflügel.

Beispiele für die Anwendung

Start.

Zum Start wird in der Hauptsache **Auftriebserhöhung bei möglichst geringer Widerstandszunahme** benötigt. Die Klappe wird bis zu der günstigsten Klappenstellung herausgefahren. Diese Klappenstellung ist in der Bedienungsvorschrift-Fl als „**Startstellung**“ angegeben. Jedes Abweichen von diesem Wert ist zwecklos, da die Startstrecke damit auf jeden Fall länger wird. Für vollbeladene Flugzeuge kann dies gefährlich werden. (Ausnahmen siehe L. Dv. 21/3, Ziff. 232 u. 237.)

Beim Einfahren der Klappen fällt die von ihnen erzeugte Auftriebserhöhung fort. Die Fluggeschwindigkeit nimmt aber nicht so schnell zu, daß der Auftriebsverlust durch sie wettgemacht werden könnte. **Folge:** Das Flugzeug sackt durch. **Abhilfe:** Durch „Drücken“ muß die notwendige Fahrtvergrößerung erreicht werden, und die Klappen müssen möglichst langsam eingefahren werden.

Das Einfahren der Klappen darf nicht unter der Sicherheitshöhe (siehe Bedienungsvorschrift-Fl) erfolgen. (Vergleiche auch L. Dv.21/3, Ziff.311 u. 314.)

Landung.

Für die Landung wird in der Hauptsache **Widerstandserhöhung** benötigt. Diese Forderung erfüllen die Klappen in voll ausgefahrenem Zustand, sie bremsen. Durch das Ausfahren der Landehilfen zur Landung wird das Flugzeug stark kopflastig; der hierdurch entstehende Steuerdruck muß weggetrimmt werden.

Da durch das Ausfahren der Landehilfen der Widerstand sehr stark anwächst, die Fahrt also sehr schnell verloren geht, muß die Rumpflängsneigung größer gehalten werden, als beim Gleitflug ohne Klappen, d. h. der Gleitwinkel muß steiler werden. (Sonst beginnt das Flugzeug durchzusacken, hierdurch ändert sich Anblasrichtung und Anstellwinkel und das Flugzeug kommt in den Bereich des überzogenen Flugzustandes!)

Die in der Bedienungsvorschrift-Fl bzw. im Führerraum angegebene **Höchstgeschwindigkeit** für das Ausfahren der Klappen darf nicht **überschritten** werden.

Der sichere Geschwindigkeitsbereich bei ausgefahrenen Landehilfen ist klein. Nach oben ist er durch den großen Widerstand, nach unten durch die Landegeschwindigkeit begrenzt. Die in der Bedienungsvorschrift-Fl angegebene **Anfluggeschwindigkeit** darf daher nicht **unterschritten** werden.

Nähere Angaben über Durchführung der Landung, Durchstarten, Anschweben, Kurvenflug und Seitenrutsch mit ausgefahrenen Landehilfen siehe L.Dv.21, Beiheft 3, Ziff. 315—320. Vergleiche auch L.Dv.21, Beiheft 4.

Stoffkunde

Als Baustoffe für neuzeitliche Flugzeuge finden fast ausschließlich Leichtmetalle Verwendung.

Die Hauptbestandteile dieser Metall-Legierungen sind Aluminium und Magnesium.

Da diese Legierungen infolge ihrer Zusammensetzung durch Einfluß von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit angegriffen und zerstört werden, sind sie mit einem Oberflächenschutz versehen; dieser besteht aus einem metallischen Überzug (elektr. Oxydation) oder einem Farb- bzw. Lackanstrich.

Im allgemeinen werden beide Schutzverfahren angewandt.

Dieser Oberflächenschutz ist sehr empfindlich; er darf nicht beschädigt werden, da dadurch das Grundmetall dem schädlichen Einfluß von Luftsauerstoff und Feuchtigkeit ausgesetzt wird.

Beachte daher:

Flugzeug (Rumpf, Tragflächen) nie mit Nagelschuhen betreten!

Keine scharfkantigen Gegenstände (Andrehkurbel, Werkzeug usw.) **auf die Tragfläche legen!**

Nicht von den Tragflächen herunterrutschen!

Nur vorgeschriebene Reinigungsmittel benutzen!

Harnstoffe lösen Flugzeuglacke auf und greifen Metalle an!