

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 III

# C- u. Waffen-Ausbildung

## Flugwerkkunde

Bei neuzeitlichen Flugzeugen ist die Anordnung eines Vereisungsschutzes erforderlich. (Über Vereisung siehe D. [Luft] 1209 und L. Dv. 21, Beiheft 3, Ziff. 90—93.)

Als **verhütende** Maßnahmen werden angewandt:

1. Bestreichen der Tragflächen, besonders der Nasen und der Flossen bzw. Ruder mit einer Paste.
2. Bespülen mit einer Flüssigkeit (Luftschraubenenteisung).

Als **beseitigende** Maßnahmen sind z. Z. im Gebrauch:

1. Heizung der Flügelnasen mit Heißluft.  
Achtung! Rechtzeitig einschalten!
2. Aufblasbare Gummiüberzüge an Tragflächen und Leitwerk. Durch zeitweiliges Aufblasen wird Eisansatz zum Abplatzen gebracht.

Sonstige Sondereinbauten in neuzeitlichen Flugzeugen, wie Sturzflugbremsen und Landehilfen, Einrichtungen für zusätzliche Startbeschleunigung usw. siehe Baumusterbeschreibung und Bedienungsanweisung-Fl der betreffenden Baumuster.

# Triebwerkskunde

## 1. Einspritz-Motoren.

Das für die Verbrennung in den Zylindern notwendige Kraftstoff-Luft-Gemisch wird auf folgende Weise hergestellt:

Der Lader saugt die benötigte Luft an und drückt sie in den jeweils ansaugenden Zylinder.

Die Kraftstoff-Förderpumpe fördert vom Kraftstoffbehälter den notwendigen Kraftstoff mit einem Druck von 1,2—1,5 atü zu den Einspritzpumpen.

Jede Einspritzpumpe drückt den Kraftstoff durch eine besondere, im Zylinder befindliche Düse in den erforderlichen Mengen mit hohem Druck in den Zylinder. Das Gemisch wird so im Zylinder hergestellt, ehe die Verdichtung beginnt.

Zwischen Kraftstoff-Förderpumpe und Einspritzpumpe ist ein Kraftstoff-entlüfter eingebaut, damit der Kraftstoff-Fluß und somit die Einspritzung nicht durch Luftblasen unterbrochen wird.

Die Gemischregelung (Kraftstoffmengenregelung) erfolgt durch besondere an der Einspritzpumpe angebaute Regler, die die Einspritzmenge in Abhängigkeit von Druck und Temperatur der Ladeluft und Höhe regeln.

## 2. Behandlung von neuzeitlichen Flugmotoren.

- a) Die neuen Flugmotorenmuster, Vergaser- oder Einspritzmotoren, sind Höchstentwicklungen und bedürfen besonderer Pflege. Überbeanspruchungen müssen unter allen Umständen vermieden werden. Die vorgeschriebenen Temperaturen, Ladedrücke und Drehzahlen (Kühlerklappen-, Gashebel-, Luftschraubenverstellung) sind genauestens einzuhalten. Die in den Betriebshandbüchern und im Führerraum angegebenen Kennwerte für Dauerleistung sind höchstzulässige Werte und sollen im Schulbetrieb, wenn nicht ein besonderer Einsatz es verlangt, nicht ausgenutzt werden.

Der Kraftstoffverbrauch neuzeitlicher Flugmotoren hängt ab von der Flughöhe, der Luftschraubenstellung und der Drehzahl des Motors. Er steigt mit zunehmender Drehzahl, insbesondere bei Einspritzmotoren, sehr stark an.

### b) Anlassen:

Versteil-Luftschraube auf Startstellung (12°) einstellen. Lader auf Bodenlader schalten!

Kraftstoffhandpumpe betätigen, bis Druckmesser Druck nach K.B.A. bzw. Bedienungsvorschrift-Fl anzeigt.

- Bei Nichtanspringen des Motors Handeinspritzpumpe nicht wiederholt betätigen. Einspritzmotoren auf keinen Fall rückwärts durchdrehen!

c) **Warmlauf:**

Nach dem Anspringen Motor kurzzeitig mit 400—500 U/min laufen lassen, bis Öldruck anzeigt.

Falls Schmierstoffdruck nach 15 Sekunden nicht angezeigt wird, Motor sofort abstellen.

Dann Motor mit höherer Drehzahl (1000—1400 U/min) und größerer Luftschraubenstellung warmlaufen lassen, bis Öltemperatur 30—40° anzeigt. **(K.B.A. bzw. Bedienungsvorschrift-Fl beachten.)**

d) **Abbremsen:**

Luftschraube auf Startstellung, langsam zügig Gas geben bis zum Anschlag. Zündung auf M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> schalten.

Kraftstoff-Förderpumpen nacheinander auf P1, dann auf P2 schalten; Kraftstoffdruck darf hierbei nicht schwanken.

Drehzahlabfall darf 50—80 U/min nicht überschreiten.

Einige Baureihen des Flugmotors Jumo211 machen hiervon eine Ausnahme. K.B.A. und Techn. Anweisung des Gen.-Luftzeugmeisters beachten!

Das Abbremsen bei Vollgas soll die Dauer von 30 Sekunden möglichst nicht überschreiten. **K.B.A. bzw. Bedienungsvorschrift-Fl beachten!**

e) **Im Fluge:**

Motor auf Reiseleistung drosseln. Luftschraube auf Reiseleistung verstellen. Die im Führersitz angegebenen zulässigen Ladedrücke und Drehzahlen sind höchstzulässige Werte und sollen nicht überschritten werden, zumindest nicht im Schulbetrieb.

f) **Gleitflug:**

Luftschraube auf kleine Steigung verstellen. Temperaturwerte beachten! (Kühlerklappen betätigen!)

g) **Sturzflug:**

Luftschraube immer auf große Steigung bzw. „Reise und Sturz“ stellen, Motor auf Bodenlader schalten (beim Umschalten den Gashebel zurücknehmen), im Führerraum angegebene Sturzflugdrehzahl nicht überschreiten. Temperaturwerte beachten (Motor nicht zu kalt werden lassen).

h) **Abstellen:**

Vergasermotor: Motor längere Zeit im Leerlauf belassen, dabei abwechselnd auf M1 und M2 schalten, bis Motor hinreichend abgekühlt ist.

Gashebel zurücknehmen, Brandhahn schließen, Gashebel vorschieben (um ein Zurückschlagen des Motors zu vermeiden); wenn Motor steht, Zündung aus und Kühlerklappen schließen.

Einspritzmotor ohne Schnellstopp: Motor längere Zeit im Leerlauf belassen, dabei abwechselnd auf M1 und M2 schalten, bis Motor hinreichend abgekühlt ist. Gashebel zurücknehmen, Zündung aus; wenn Motor steht, Brandhahn schließen und Kühlerklappen schließen.

Einspritzmotor mit Schnellstopp: Motor längere Zeit im Leerlauf belassen, dabei abwechselnd auf M1 und M2 schalten, bis Motor hinreichend abgekühlt ist. Gashebel zurücknehmen, Brandhahn schließen, Schnellstopp betätigen (falls nicht mit Brandhahn gekoppelt), Gashebel vorschieben; wenn Motor steht, Zündung aus und Kühlerklappen schließen.

### **K.B.A. bzw. Bedienungsvorschrift-FI beachten!**

### **3. Zusammenhang zwischen Gashebel, Drehzahl, Ladedruck und Luftschraubenstellung.**

Bei einfachen Vergaserflugmotoren (ohne Lader) mit fester Luftschraube ist für den Horizontalflug die Drehzahl allein ein Maß für die vom Motor abgegebene Leistung. Bei großer Drehzahl ist die Leistungsabgabe groß, bei geringer Drehzahl ist die Leistungsabgabe gering.

Bei neuzeitlichen Flugmotoren, bei denen man mit Hilfe des Laders den Zylindern mehr Gemisch zuführen kann, als der Motor selbst ansaugen würde, sind Drehzahl und Ladedruck ein Maß für die vom Motor abgegebene Leistung. Beide Werte müssen in den zulässigen Grenzen gehalten werden, damit der Motor nicht überbeansprucht wird, dabei aber seine beste Leistung hergibt.

Drehzahl und Ladedruck können mit dem Gashebel und durch Verstellung der Luftschraube verändert werden.

Mit dem Gashebel wird der Querschnitt des Ansaugkanals vergrößert oder verkleinert. Somit kann der Lader eine größere oder kleinere Menge Luft bzw. Gemisch den Zylindern zuführen. Zwischen Gashebel und Drossel geschaltete Regelorgane sorgen dafür, daß der höchstzulässige Ladedruck nicht überschritten wird, oder sie ermöglichen mit Hilfe des Gashebels die Einstellung eines bestimmten Ladedrucks. Von der Volldruckhöhe ab verhält sich der Motor wie ein Vergasermotor ohne Lader.

Bis zur Volldruckhöhe beeinflußt eine Änderung der **Gashebelstellung** in erster Linie den **Ladedruck**.

Durch die **Verstellung der Luftschraube** wird der Widerstand der Luftschraube (Belastung des Motors) verkleinert oder vergrößert und somit in erster Linie die **Drehzahl** beeinflußt.

Für die Einstellung von Drehzahl und Ladedruck ist folgendes zu beachten:

1. Nach dem Start wird mit zunehmender Geschwindigkeit die Drehzahl den zulässigen Wert überschreiten. Durch Verstellung der Luftschraube auf „Drehzahl kleiner“ muß dies vermieden werden.  
Die Startleistung darf dem Motor nicht länger als 1 Minute entnommen werden!
2. Beim Übergang zum Reiseflug sind mit Hilfe des Gashebels und des Verstellalters der Luftschraube Ladedruck und Drehzahl auf die in der Kurzbetriebsanleitung angegebenen Werte Zug um Zug einzustellen.
3. Hoher Ladedruck und niedrige Drehzahl ergeben hohe thermische Beanspruchung des Motors. Dies muß unter allen Umständen bei den thermisch hochbelasteten neuzeitlichen Flugmotoren vermieden werden. Es muß deshalb beim Gaszurücknehmen und beim Gasgeben (Übergang in Steigflug) auch die Luftschraube verstellt werden.

**Anmerkung:**

Die neuzeitlichen Triebwerke sind hoch entwickelt und daher gegen falsche Behandlung sehr empfindlich. Die in den Kurzbetriebsanleitungen angegebenen Werte für Drehzahl und Ladedruck sind genauestens innezuhalten. Die für den Reiseflug angegebenen Werte für die Luftschraubenstellung stellen nur einen Anhalt dar, denn die Beanspruchung des Motors ist nur von Ladedruck und Drehzahl abhängig.

**Alle in den Kurzbetriebsanleitungen angegebenen Behandlungsvorschriften und Hinweise sind genauestens zu beachten!**

4. **Ladeluftkühler:**

Infolge der hohen Laderdrehzahl bei neuzeitlichen Flugmotoren steigt die Temperatur der Ladeluft so stark an, daß das Füllungsgewicht infolge mangelnder Luftdichte wesentlich verschlechtert wird. Dies würde zu einer Verschlechterung der Motorleistung führen.

Um diesem Übelstand abzuwehren, baut man hinter dem Lader Ladeluftkühler ein (Jumo211J), so daß infolge Abkühlung der Ladeluft das Füllungsgewicht größer wird.

5. **Vollautomatische Verstell-Luftschraube VSU.**

Eine vollautomatische Verstell-Luftschraube ist zwischen Start- und Segelstellung beliebig verstellbar und ergibt, da sie die erforderlichen Steigungswinkel ihrer Flügel selbsttätig einregelt, folgende Vorteile:

1. Höchste Motorleistung beim Start und Steigen durch Erreichen der vollen Drehzahl des Motors.
2. Aufnahme der vollen Leistung von Höhenmotoren am Boden sowie in der Höhe.

3. Angleichung des Steigungswinkels an die Luftdichte in der jeweiligen Flughöhe, daher größere Gipfelhöhe des Flugzeuges.
4. Konstanthaltung der eingestellten Motordrehzahl bei allen Flugfiguren, daher Schonung des Flugmotors.
5. Veränderung der Steigungseinstellung bis zur „Segelstellung“; erforderlich für mehrmotorige Flugzeuge beim Ausfall eines Motors.

Die vollautomatische Junkers VS-Luftschraube arbeitet hydraulisch mit einem in sich geschlossenen Ölkreislauf.

Als Antrieb für die Verstellung dient ein Ölmotor in der Luftschrauben-nabe, der den Ölstrom von einer Pumpe über einen Regler erhält.

Durch Betätigung des Drehzahlwahlhebels (neben Gashebel) im Führer-raum läßt sich über den Regler der Verstellautomatik die gewünschte Drehzahl des Flugmotors einstellen, die dann durch den Regler bei Änderungen der Fluglage und des Ladedrucks konstant gehalten wird.

Das Verstellen der Luftschraubenblätter auf Segelstellung bei ausgefallenem oder stillzusetzenden Motor erfolgt durch ein elektrisch angetriebenes, mit dem Regler vereinigt Segelstellungsgerät. Es wird vom Führerraum aus eingeschaltet und kann gleichzeitig zum Rückholen der Schraubenblätter aus der Segelstellung benutzt werden.

Die für den Flugzeugführer wichtigen Teile sind:

a) **Der Betätigungshebel** (Drehzahlwahlhebel).

Er ist im Führersitz in der Nähe des Gashebels angeordnet. Seine in Flugrichtung vorderste Stellung ergibt die höchst zulässige Drehzahl (Startdrehzahl) des Motors. Eine Verstellung des Hebels nach hinten ergibt dann eine Verminderung der Drehzahl. Die mit diesem Drehzahlwahlhebel gewählte Drehzahl wird bei allen Änderungen des Flugzustandes konstant gehalten, da die Luftschraubenblätter über den Regler vom Ölmotor entsprechend verstellt werden.

b) **Der Kippumschalter.**

Er dient zur Schaltung der Segelstellungseinrichtung auf „**Segelstellung**“ und auf „**Rückholen**“ von Segelstellung. Er befindet sich im Führerraum und ist entweder ein Kippschalter mit Rückholung, der also beim Loslassen von selbst in Nulllage zurückgeht, oder ein feststehender Umschalter.

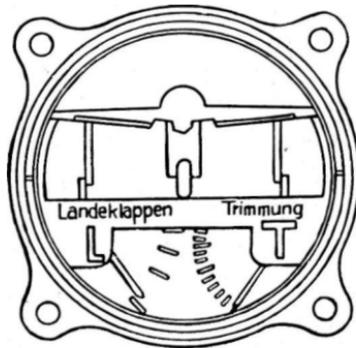
Muß im Fluge ein Motor stillgesetzt werden, so sind zunächst Gas und Zündung wegzunehmen. Dann ist der Segelstellungsschalter (Kippumschalter) nur so lange auf „**Drehzahl kleiner**“ bzw. „**Segelstellung**“ zu schalten, bis die Luftschraube stillsteht (etwa 10 Sekunden). Der Drehzahlwahlhebel braucht hierbei nicht betätigt zu werden. — Es ist besonders darauf zu achten, daß der Segelstellungsschalter nach Erreichen der Segelstellung wieder in die Nullstellung gebracht wird.

## Ausrüstung

### 1. **Stellungsanzeiger** (Abb. 131).

Sie finden für Landehilfen und Fahrwerk Verwendung und werden mechanisch betätigt.

Die Schauzeichen geben die Stellung des Fahrwerks und der Landehilfen an.



**Abb. 131. Stellungsanzeiger**

### 2. **Elektrische Kraftstoff-Verbrauchsmeßanlage für Einspritzmotoren.**

Bei steigenden Flugleistungen, insbesondere bei Durchführung von Fernflügen größter Reichweite, besteht die Notwendigkeit, ständig den Kraftstoffverbrauch in Litern pro Stunde zu beobachten. Diese Beobachtung dient zur laufenden Berechnung der Reichweite während des Fluges aus dem noch vorhandenen Kraftstoff.

Die Anlage umfaßt im wesentlichen:

- einen mit dem Motor gekuppelten Generator,
- einen mit der Einspritzpumpe verbundenen Geber,
- einen Verbrauchsanzeiger (Abb. 132).

Sie arbeitet vollelektrisch und ist vom **Bordnetz völlig unabhängig.**

Die Anzeige erfolgt fortlaufend bei jedem Flug- und Motorbetriebszustand unabhängig von Höhe, Temperatur und Lage. Eine Bedienung ist nicht erforderlich.



Abb. 132. Verbrauchsanzeiger für Flugmotore

### 3. Schlauchboote und Schwimmwesten.

Den im Einsatz befindlichen K-Flugzeugen wird, soweit sie über See operieren, als Rettungsgerät ein Schlauchboot mit Zubehör mitgegeben.

Es sind zur Zeit gebräuchlich:

- a) das Ein-Mann-Schlauchboot,
- b) Schlauchboote für zwei und mehr Personen.

**Zu a):** Das Ein-Mann-Schlauchboot ist für die Besatzungen von Jägern, Zerstörern und Sturzkampfflugzeugen vorgesehen. Es ist in einer Packhülle, die gleichzeitig Rückenlatz des Fallschirmes ist, verpackt, wird am Körper mit zwei Gurten befestigt und bleibt nach Abwurf des Fallschirmes am Körper. Es muß mit rückenfreier Schwimmweste getragen werden.

Es besteht aus Schlauchkörper mit Boden, Kohlensäureflasche, Treibanker und Schöpfbecher.

**Bedienung (Anlegen, Verhalten in Seenot usw.) und Wartung siehe D. (Luft) T. 5204.**

**Zu b):** Die Schlauchboote für zwei und mehr Personen werden im Flugzeug am dafür vorgesehenen Platz mitgeführt. Ihr Aufbau ist der gleiche wie der des Ein-Mann-Schlauchbootes (Schlauchkörper, Bootsboden); gefüllt werden sie ebenfalls mit Hilfe von Kohlensäure.

An Gerät wird außerdem in einer am Bootsboden befestigten Packvorrichtung mitgeführt: 1 Paar Paddel, 1 Blasebalg, 1 Beutel mit Dichtungstöpsel, 1 Farbbeutel, Signalmunition, Lebensmittel, Treibanker, Besegelung.

Zur Ausrüstung eines jeden Besatzungsmitgliedes beim Feindeinsatz gehört weiterhin die **Schwimmweste**. Es gibt z. Z. zwei Arten:

1. die Luftschwimmwesten,
2. die Kapokschwimmwesten.

**Vor- und Nachteile beider Arten:**

1. **die Luftschwimmweste**

behindert die Bewegungsfreiheit weniger als die Kapokschwimmweste, wird durch Beschuß oder Beschädigung unbrauchbar; dies ist bei der Kapokschwimmweste nicht der Fall,

erhält im Gegensatz zur Kapokschwimmweste ihren Auftrieb erst im Bedarfsfalle durch Aufblasen; sie ist also ohne Zutun des Trägers nicht betriebsbereit,

gestattet im Falle des Kenterns des Flugzeuges oder bei Kraftstoffbränden auf dem Wasser, sofern noch nicht aufgeblasen, unterzutauchen und durch Unterwasserschwimmen aus dem Gefahrenbereich herauszukommen.

2. **die Kapokschwimmweste**

behindert unter Umständen die Bewegungsfreiheit, weil sie dicker ist als die nicht aufgeblasene Luftschwimmweste,

wird durch Beschuß oder Beschädigung nicht unbrauchbar, besitzt im Gegensatz zur Luftschwimmweste ohne irgendeine Betätigung Auftrieb und ist somit immer betriebsklar,

erschwert durch den Sofortauftrieb das Herauskommen aus einem gekenterten Flugzeug und das Unterwasserschwimmen bei Kraftstoffbränden.

**Trageweise der Schwimmwesten:**

Während die Kapok-Schwimmweste, sowohl unter als auch über der Kombination getragen werden kann, ist die Luftschwimmweste unter der Kombination zu tragen, weil:

1. die Luftschwimmweste gegen Beschädigungen beim Aussteigen aus dem Flugzeug durch die Kombination geschützt ist,  
besser am Körper anliegt und eine günstigere Schwimmlage bewirkt.
2. die Kombination verhindert, daß sich die Fangleinen des Fallschirmes an der Preßluftflasche der Schwimmweste verfangen können.

**Weitere Angaben über Schwimmwesten siehe D. (Luft) T. 5205 Fl.**

**Anweisung für Verhalten in Seenotfällen mit Sonderanweisung für einzelne K-Muster siehe D. (Luft) 1203.**

## Selbsttätige Kurssteuerung Siemens K 4- ü

(siehe auch L. Dv. 254/3).

### I. Verwendungszweck.

Eine Kurssteuerung hält das Flugzeug auf einem bestimmten einstellbaren Kurs, und zwar mit erheblich größerer Genauigkeit und Stetigkeit, als es im Handflug möglich ist, und gestattet, Kurven mit verschiedenen festgelegten Drehgeschwindigkeiten zu fliegen. Änderungen der Flugrichtung können außer vom Flugzeugführer auch von anderer Stelle aus bewirkt werden. Die Ausschläge des Seitenruders sind dem jeweiligen Flugzeugtyp und den aerodynamischen Erfordernissen angepaßt. Die Steuerung bewirkt eine Verbesserung der Stabilitätseigenschaften im Fluge. Der Flugzeugführer wird weitgehend entlastet. Eine Kurssteuerung hat aber keinesfalls die Aufgabe, den Flugzeugführer zu ersetzen.

### II. Wirkungsweise.

Die Arbeitsweise der Steuerung ist der Bedienung des Flugzeuges im Blindflug von Hand angepaßt. Der Flugzeugführer beobachtet im Blindflug Wendezeiger und Kurszeiger und betätigt nach den Ausschlägen dieser Geräte das Seitensteuer. Bei der Kurssteuerung sind genau so Wendezeiger und Kurszeiger der Ausgangspunkt für die automatische Betätigung des Seitenruders. Als Ersatz für die Beinarbeit, die sonst der Flugzeugführer aufbringen muß, wird eine zusätzliche Kraftquelle eingeführt: die Rudermaschine. Diese erhält kleine Richtkräfte und gibt sie verstärkt an das Seitenruder weiter. Die Verstärkung erfolgt durch Drucköl, das eine elektrisch angetriebene Ölpumpe liefert. Das Drucköl wird von einem Steuervertil, je nach dessen Stellung, auf die eine oder andere Seite eines kräftigen Kolbens geleitet, der sich entsprechend dem vom Öl auf ihn ausgeübten Druck in einem Zylinder nach rechts oder links bewegt. Er ist über einen Abtriebshebel mit dem Steuergestänge des Seitenruders verbunden und bewegt so direkt das Seitenruder.

Weicht das Flugzeug von seiner Flugrichtung ab, das heißt, dreht es um seine Hochachse, so schlägt ein in der Rudermaschine eingebauter Wendekreis, auch Dämpfungskreis, genau so wie der Wendezeiger im Instrumentenbrett, aus. Der Ausschlag des Rudermaschinenwendekreises wird über ein Hebelsystem auf das Steuervertil übertragen und bewegt dort einen kleinen Schieber. Dadurch wird dem Drucköl der Weg zum Kolben, dem sogenannten Arbeitskolben, freigegeben; er bewegt sich, ebenso der mit ihm fest verbundene Abtriebshebel und das Seitenruder. Durch das Seitenruder wird das Flugzeug sofort wieder in die alte Flugrichtung zurückgebracht. Richtungsabweichungen werden praktisch im Augenblick der Entstehung abgefangen; also schneller als im Handflug, wo ein Wende-

Zeigerausschlag nach Größe und Dauer beobachtet werden muß und dann erst vom Flugzeugführer ausgeglichen werden kann. Mit der Rudermaschine und dem in ihr eingebauten Wendekreisel ist es also bereits möglich, ein Flugzeug in einer bestimmten Flugrichtung zu halten. Größe und Geschwindigkeit des Wendekreiselausschlags werden durch Fesselungsfedern und einstellbare Dämpfung dem jeweiligen Flugzeugtyp angepaßt. Eine Änderung der Einstellung ist nur in seltenen Ausnahmefällen notwendig und darf nur von dem dazu ermächtigten Fachpersonal ausgeführt werden.

Für den Blindflug genügt es nun nicht, eine gerade Flugrichtung einhalten zu können; es muß dabei außerdem auch ein bestimmter Kurs geflogen werden. Dazu bedient sich der Flugzeugführer im Blindflug des Kurszeigers, der an den Kompaß angeschlossen ist. Genau so ist auch bei der automatischen Steuerung ein Kurszeiger vorgesehen; er ist allerdings nicht an den Kompaß angeschlossen, weil dieser nicht stabil genug ist. Vielmehr ist an die Stelle des Kompasses ein Kurskreisel gesetzt, dessen Anzeige absolut eindeutig ist, weil sie kreiselstabilisiert ist. Der Kurszeiger ist ebenso, wie vorher der Wendekreisel, in die Rudermaschine eingebaut. Der in der Rudermaschine eingebaute Kurszeiger hat mit Bezug auf seinen konstruktiven Aufbau den Namen Drehmagnet; er erhält seine Richtkräfte vom Kurskreisel elektrisch zugeführt.

Der Kurskreisel (Abb. 133) besitzt 2 Rosen; die obere ist die Kursgeberrose, an dieser wird der Kurs von Hand bzw. mit Hilfe eines kleinen Elektromotors, dem Kursmotor, eingestellt. Die untere Rose, die Kursrose, ist mit dem Kreiselsystem des Kurskreisels verbunden, sie steht also im Raum fest. Wenn das Flugzeug vom eingestellten Kurs abweicht, dreht es sich um diese Rose. Die obere Rose, die nicht raumfest ist, wird bei der Drehung des Flugzeuges mitgenommen, sie ist ja fest mit dem Flugzeug verbunden. Es entsteht also eine Differenz zwischen oberer und unterer Rose. Der Kurskreisel ist nun so eingerichtet, daß ein Strom entsteht, sobald die Rosen nicht in Übereinstimmung sind. Der Strom fließt zum Kurszeiger (Drehmagneten) in der Rudermaschine und ruft einen Ausschlag hervor. Der Ausschlag wird wieder, wie vorher beim Wendekreisel, von einem Hebelsystem auf das Steuerventil übertragen, das über den Arbeitskolben diesen Ausschlag an das Seitensfeuer weitergibt und so für den Ausgleich von Kursabweichungen sorgt.

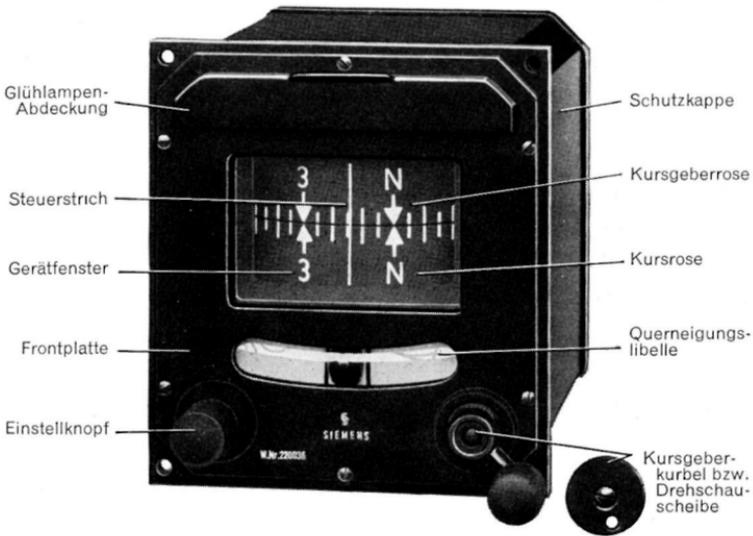
Das Hebelsystem ist so aufgebaut, daß sich die Ausschläge von Wendezweiger und Kurszeiger überlagern, also sich entweder addieren oder subtrahieren. Auch der Drehmagnet wird durch Federn, die je nach Flugzeugtyp gewählt werden, in der 0-Lage gehalten. Das Zusammenwirken von Wendekreisel und Drehmagnet erfolgt so, daß der Kurskreisel die Richtung des vom Wendezweiger stabilisierten Geradeausfluges überwacht. Dabei wird der Kurskreisel selbst vom Kompaß überwacht (gestützt); es ist also unbedingte Übereinstimmung zwischen Kompaß und Kurskreisel und damit eine dem Kompaßkurs entsprechende Flugrichtung vorhanden.

### III. Aufbau.

- a) **Kurskreisel (Abb. 133):** Der vom Fernkompaß (Patin) überwachte Kurskreisel hat die Aufgabe, unabhängig von Beschleunigung und Lageänderung des Flugzeuges den Kurs schwingungsfrei anzuzeigen und beim Abweichen vom eingestellten Kurs entsprechende elektrische Regelimpulse für die Rudermaschine zu liefern.

Er enthält einen **Kreisel**, der mit etwa 30 000 U/min umläuft und infolgedessen sehr stabil ist. Verbunden ist mit dem Kreisel die **Kursrose**; sie zeigt den **Ist-Kurs** schwingungsfrei an.

Über der **Kursrose** befindet sich eine mittels Drehschauibe einstellbare **Kursgeberrose**. Diese zeigt den gewünschten **Soll-Kurs** an. Sind



**Abb. 155. Kurskreisel LKu 4 (Vorderansicht)**

beide Rosen in Übereinstimmung, dann befindet sich das Flugzeug auf dem gewünschten Kurs.

Weichen die beiden Rosen voneinander ab, dann entsteht ein elektrischer Impuls, der der Rudermaschine zugeleitet wird, die ihrerseits das Flugzeug auf den Soll-Kurs zurückbringt.

Zu Beginn des Fluges muß der Kurskreisel eingestellt werden. Die Einstellung der **Kursgeberrose** auf den anliegenden bzw. gewünschten Kurs geschieht durch einen **Kursmotor**, der mit dem **Richtungsgeber** eingeschaltet wird. Die Einstellung der **Kursrose** geschieht von Hand

mit dem **Einstellknopf**, der beim Eindrücken den Kreisel und damit die Kursrose festsetzt, so daß durch Drehen des Knopfes die Kursrose auf den anliegenden Kurs eingestellt werden kann.

Beim Eindrücken des Einstellknopfes wird gleichzeitig die Rudermaschine während der Einstellung ausgekuppelt. Der Kurskreisel kann in diesem Falle zur ablenkungsfreien Kursanzeige an Stelle des Kompasses benutzt werden.

Der Kurskreisel wird von der Patin-Führer-Tochter laufend elektrisch gestützt, wandert also nicht aus.

- b) **Kurszeiger** (Abb. 134). Er gibt gewissermaßen vergrößert die Stellung der Rosen im Kurskreisel an. Er steht auf Mitte, wenn die Rosen in Übereinstimmung sind; eine Zeigerbreite entspricht einer Rosendifferenz von knapp  $1^\circ$ . Er erhält seine Richtkräfte elektrisch vom Kurskreisel.



**Abb. 134. Kurszeiger L Kz 5**

- c) **Rudermaschine** (Abb. 135). Sie ist das eigentliche Steuerungsgerät; sie nimmt die vom Kurskreisel kommenden Richtkräfte auf und gibt sie verstärkt an das Seitenruder weiter. In ihr sind Ölpumpe samt Antrieb, Wendekreisel, Drehmagnet, Druckregler und Arbeitszylinder mit Kolben zu einem Block vereinigt.

- d) **Hauptschalter** (Abb. 136). Er dient zum Ein- und Ausschalten der Kurssteuerung und hat drei Schaulstellungen:

Stellung 0 = Aus.

Stellung 1 = Wartestellung (Kurskreisel und Rudermaschine sind eingeschaltet, aber noch nicht mit Seitenruder gekuppelt).

**In dieser Stellung kann der Kurskreisel allein für Navigationszwecke verwendet werden.**

Stellung 2 = Rudermaschine eingekuppelt. (Einstellknopf für Kursrose muß herausgezogen sein !)

- e) **Richtungsgeber**. Die Richtungsgeber sind elektrische Schalter in verschiedenen Ausführungen. Mit ihrer Hilfe werden Kurseinstellungen

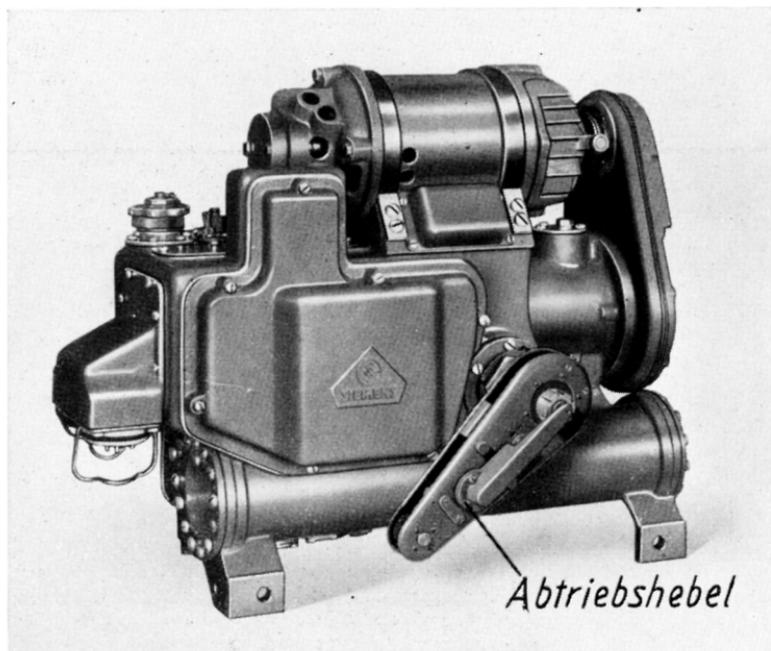


Abb. 135. Rudermaschine LSR 4Ü



Abb. 136. Hauptschalter L Sch 4Ü

und Flugrichtungsänderungen vorgenommen. Als Richtungsgeber für den Flugzeugführer ist in der Regel der Einhand-Richtungsgeber LRg 9 (Abb. 137) mit drei Stufen für feste Drehgeschwindigkeiten von 1°,



Abb. 137. Richtungsgeber LRg 9

2° und 2,7°/sec im Steuerknüppel eingebaut. Die Stufe 2 ist gerastet (Blindflug Kurve mit 2°/sec Drehgeschwindigkeit). Zur Steuerung von einer beliebigen Stelle im Flugzeug wird im allgemeinen Richtungsgeber LRg 5 (Abb. 138) mit eingebautem Bereit-

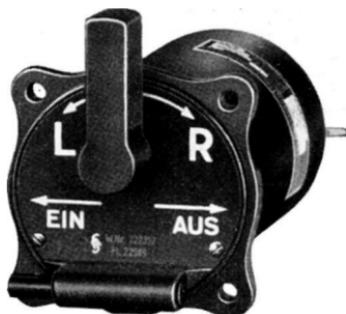


Abb. 138. Richtungsgeber LRg 5

**Schaffsschalter** verwendet. Bei Betätigung des Bereitschaftsschalters wird ein Schanzeichen im Blickfeld des Flugzeugführers betätigt (Abb. 139) und diesem angezeigt, daß von einer zweiten Stelle aus

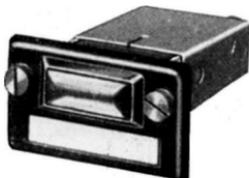


Abb. 139. Schanzeichen 77 glv 1 e

die Seitensteuerung des Flugzeugs übernommen worden ist. Die Schaltung ist so eingerichtet, daß der Richtungsgeber des Flugzeugführers so lange wirksam ist, als der 2. Richtungsgeber sich in 0-Stellung befindet. Der Richtungsgeber des Flugzeugführers wird jedoch unwirksam, sobald der 2. Richtungsgeber betätigt wird. In einigen Flugzeugmustern ist der **Richtungsgeber LRg 10** (Abb. 140) vorgesehen.



**Abb. 140. Richtungsgeber 1 Rg 10**

Dieser gestattet, die Drehgeschwindigkeit im Bereich von etwa  $1^\circ/\text{sec}$  bis  $2^\circ/\text{sec}$  stetig zu ändern. Die Endlage ( $2^\circ/\text{sec}$ ) ist gerastet.

- f) **Stützscharter.** So genannt, weil er zur Ein- und Ausschaltung der Kreiselstützung dient. Es werden hierfür 2pol. Schalter beliebiger Ausführung verwendet. **Der Stützscharter muß im Kursflug eingeschaltet sein**, beim Zielanflug muß er ausgeschaltet werden, damit dann keine Flugrichtungsänderungen durch die Stützung verursacht werden können.
- g) **Einmotorenflugscharter.** Der Einmotorenflugscharter ist nur bei einigen Flugzeugbaumustern eingebaut (z. Z. Ju88). Er gibt beim Ausfall eines Motors der Rudermaschine eine neue 0-Lage. Je nach Bedarf wird er gemäß der angebrachten Bedienungstafel in Stellung „**Motorausfall links**“ oder „**Motorausfall rechts**“ geschaltet.
- h) **Notauslöseknopf.** Die Notauslösung ist eine Sicherheitsvorrichtung, die im **äußersten** Gefahrenfalle eine sofortige mechanische Trennung der Rudermaschine vom Steuergestänge ermöglicht. Zur Betätigung wird der rote, mit Notauslösung beschriftete Knopf gezogen. Ein Wiedereinlegen im Fluge ist **nicht** möglich.

#### IV. Bedienung.

Voraussetzung für das einwandfreie Arbeiten der Kurssteuerung ist, daß alle zur Steuerung und Patin-Kompaßanlage gehörenden Selbstschalter (im allgemeinen drei) eingeschaltet sind, und daß der Abtriebshebel eingeklinkt

ist. Ferner ist darauf zu achten, daß im Fluge die Sammler durch die an die Triebwerke gekuppelten Generatoren geladen werden. Bei der Einschaltung der Kurssteuerung ist wie folgt zu verfahren:

### **Einschalten** (Abb. 141).

1. **Hauptschalter auf Stufe 1 (Wartstellung).** Wenn der Flugzeugführer vorhat, sofort mit Kurssteuerung zu fliegen, ist es zweckmäßig, schon am Start den Hauptschalter auf Stufe 1 zu schalten. **Das Seitenruder muß noch frei beweglich sein.**

Im Fluge ist das Flugzeug zunächst einwandfrei zu trimmen, so daß es bei losgelassenen Rudern horizontal in richtiger Querlage geradeaus fliegt. In der Wartstellung ist bei Temperaturen über 0° C etwa 5 Minuten, unter 0° C etwa 10 Minuten zu warten, damit die erforderliche Kreiseldrehzahl und eine gewisse Ölerwärmung erreicht wird.

2. Kursgeberrose mit Richtungsgeber auf den gewünschten Kurs einstellen und Kursrose mittels Einstellknopf mit Kursgeberrose in Übereinstimmung bringen (kann auch schon vor dem Start eingestellt werden), **ohne jedoch den Knopf zu ziehen!** Das Flugzeug von Hand auf Kurs legen, so daß das Flugzeugbild der Führertochter auf dem Steuerstrich steht.
3. **Hauptschalter auf Stufe 2 schalten. Sicherheitshöhe beachten!**
4. Einstellknopf am Kurskreisel im Horizontalflug herausziehen. Dabei darauf achten, daß der Kurszeiger auf Mitte steht. Mit dem Ziehen des Einstellknopfes ist die Steuerung ganz eingeschaltet, das Seitenruder ist nicht mehr frei beweglich. Unbedingt beachtet werden muß:
  1. Wartezeit auf Stufe 1.
  2. Übereinstimmung von Kompaßkurs und Kursrosenanzeigen.
  3. Mittellage des Kurszeigers beim endgültigen Einschalten.

Zu 1.: Wenn die vorgeschriebene Wartezeit für Stufe 1 nicht eingehalten wird, schwingt das Flugzeug um die Längs- und Hochachse, weil die Kreisel noch nicht genügend stabil sind.

Zu 2.: Wenn Übereinstimmung von Kompaßkurs und Kursrosenanzeige nicht vorhanden ist (d. h., wenn Flugzeugbild der Führertochter nicht auf Steuerstrich steht), fliegt das Flugzeug nicht den am Kurskreisel eingestellten, sondern den vom Flugzeugbild in der Führertochter angezeigten Kurs (vgl. Nahkompaß). Durch die Kreiselstützung wird das Flugzeug langsam mit 2°/min auf den vom Kurskreisel angezeigten Kurs gebracht, jedoch nur dann, wenn das Flugzeugbild der Patin-Tochter innerhalb der Seitenmarken steht.

Zu 3.: Wenn der Kurszeiger beim Ziehen des Einstellknopfes nicht auf Mitte steht, geht das Flugzeug sofort mit **sehr großer Drehgeschwindigkeit** (6—8°/sec) in eine Kurve und dreht so lange, bis der Kurszeiger auf Mitte steht.

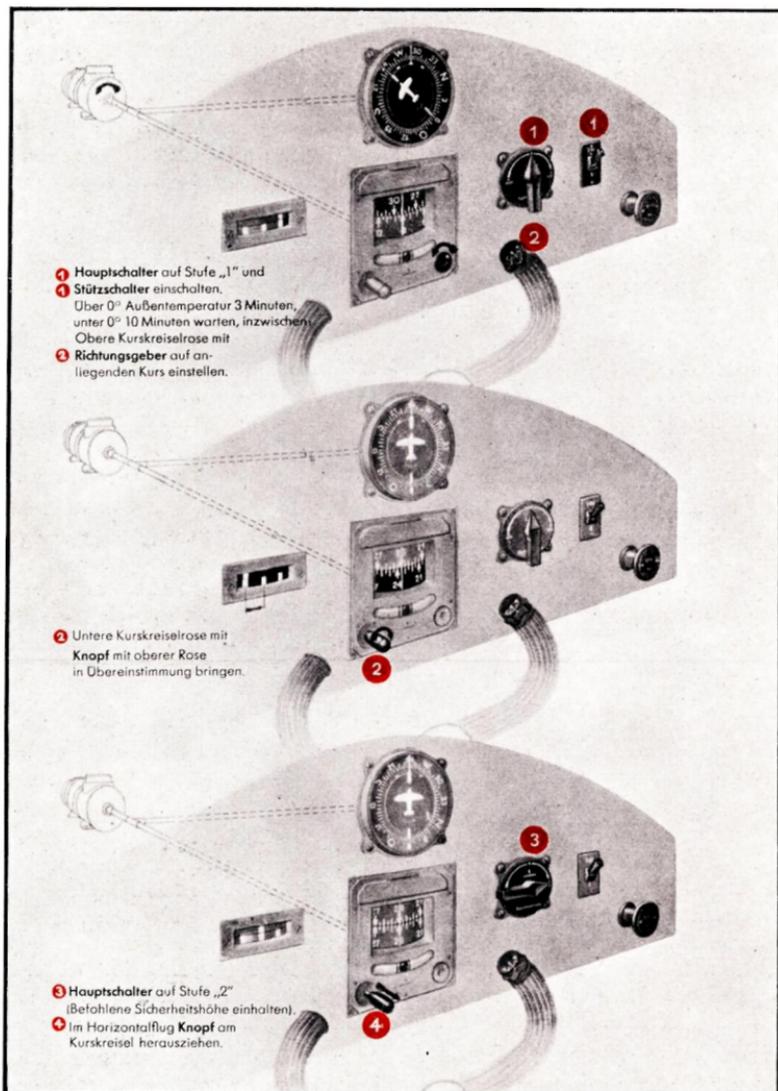


Abb. 141. Einschalten der Kurssteuerung K 4 U

### **Kurvenflug (Kursänderung).**

Die Kurve wird durch Betätigung des Richtungsgebers eingeleitet und ist durch Betätigen des Querruders zu unterstützen. Zur richtigen Einleitung der Kurve ist am besten gleichzeitig mit der Betätigung des Richtungsgebers ein starker Querruderausschlag zu geben, der, „mit der Bewegung des Flugzeugs mitgehend“, langsam so weit zurückzunehmen ist, daß die Kugel auf Mitte steht. Läuft die Kugel aus ihrer Mittellage heraus, so dreht die Maschine je nach Querlage zu langsam oder zu schnell, die Rosen im Kurskreisel laufen auseinander und bewirken einen Seitenruderausschlag. Das Flugzeug schiebt und wird dadurch wieder auf richtige Drehgeschwindigkeit gebracht. Nach Beendigung des Kurvenfluges gleicht sich die Rosendifferenz am Kurskreisel aus, d. h. das Flugzeug dreht beim Loslassen des Richtungsgebers entweder ein Stück weiter oder zurück.

Soll von anderer Stelle aus, z. B. beim Zielflug vom Bombenschützen, eine Kurve eingeleitet werden, so ist zunächst der Bereitschaftsschalter am Richtungsgeber einzuschalten. Ein Schauzeichen zeigt dies dem Flugzeugführer an. Dieser achtet auf die Instrumente (Wendezeiger und Libellen) und hält während einer Kurve das Flugzeug im Scheinlot. Der Stützscharter soll beim Zielflug ausgeschaltet sein. **(Wiedereinschalten nicht vergessen!)**

Eine Kurve wird durch Zurücknahme des Richtungsgebers und entsprechende Querruderbetätigung (umgekehrt wie bei Einleitung der Kurve) beendet. Sobald der Richtungsgeber auf 0 zurückgenommen ist, fliegt das Flugzeug den vom Kurskreisel angezeigten Kurs geradeaus weiter. Bei einer Kursänderung muß also der Richtungsgeber so lange betätigt werden, bis der neue Kurs an der oberen Rose unter dem Steuerstrich erscheint.

### **Ausschalten.**

1. Einstellknopf am Kurskreisel eindrücken, Rudermaschine kuppelt aus.
2. Hauptschalter auf Stellung 0, Kurssteuerung ist ausgeschaltet.

### **Vorübergehendes Abschalten.**

Will der Flugzeugführer nur zeitweise von Hand fliegen, so wird die Kurssteuerung nicht ganz abgeschaltet. Man schaltet den Hauptschalter nur bis Stellung 1 zurück. Das Kuppelventil in der Rudermaschine wird dadurch stromlos und gibt das Seitenruder frei. Das gleiche wird erreicht, wenn der Hauptschalter auf 2 stehenbleibt und lediglich der Einstellknopf am Kurskreisel gedrückt wird. Es ist aber besser, den Hauptschalter zum vorübergehenden Ausschalten zu benutzen, weil dann der Kurskreisel in Betrieb bleibt und dessen schwingungsfreie Anzeige für die Navigation angenehmer ist als die des Kompasses. Zur Wiederaufschaltung der Steuerung ist dann wie unter Einschalten angegeben zu verfahren. Soll längere Zeit von Hand nach Kurskreiselanzeige bzw. Kurszeiger geflogen werden, so muß die Kursgeberrose auf den geflogenen Kurs eingestellt sein, weil sonst die Stützung den Kreisel verstellt.

### **Einmotorenflug.**

1. Einstellknopf am Kurskreisel bei Ausfall des Motors eindrücken;
2. Flugzeug nach Seite des laufenden Motors austrimmen (1—2 Wz.-Kugelbreiten). Stationären Flugzeugstand erreichen! (Handflug.) (Das Trimmen des Flugzeuges erfolgt nicht mit Rücksicht auf die Kurssteuerung. Hierdurch soll nur sichergestellt werden, daß beim Ausschalten oder Ausfall der Steuerung ein richtig getrimmtes Flugzeug vorhanden ist.)
3. Bei Flugzeugen mit Einmotorenflug-Zusatzgeräten (Ju 88) Einmotorendrehschalter auf Motorenausfall rechts oder links umschalten.
4. Rosenübereinstimmung auf anliegendem Kurs herstellen.
5. Einstellknopf ziehen.
6. Leistung des laufenden Motors und Querlage des Flugzeugs so abstimmen, daß die Rosendifferenz am Kurskreisel unter  $3^\circ$  bleibt.
7. Kurvoneinleitung sorgfältig mit Querruder unterstützen.

Der Einmotorenflug kann auch durchgeführt werden, ohne daß die Steuerung bei Ausfall des Motors ausgeschaltet und neu getrimmt wird. Es ist dann lediglich beim Übergang auf den Einmotorenflug in den Maschinen, die die Einmotorenzusatzeinrichtung besitzen, der Schalter auf Motorenausfall rechts bzw. links zu schalten. Diese an sich einfache Methode hat den Nachteil, daß bei Ausfall oder beim Ausschalten der Steuerung das Flugzeug nicht für Einmotorenhandflug getrimmt ist. Im Augenblick des Ausschaltens tritt also der volle Steuerdruck auf. Dies ist besonders bei der Landung zu beachten, solange der laufende Motor mit voller Leistung läuft. Außerdem ist bei Maschinen mit besonderen Einmotorenflugschaltern zu beachten, daß das Seitenruder etwas ausgelenkt bleibt, solange der Schalter nicht auf 0 zurückgestellt ist und die Steuerung nicht ausgeschaltet ist. Achtung beim Landen!

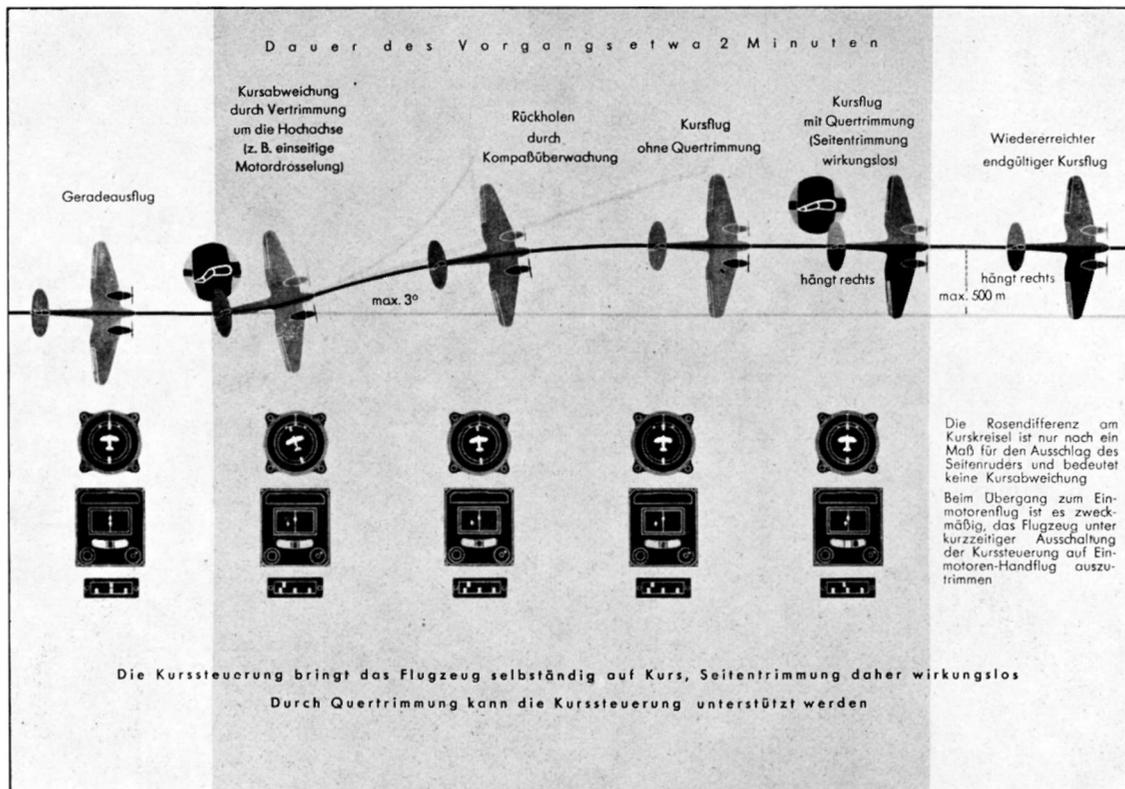
Das Flugzeug fliegt auch im Einmotorenflug genau Kurs! Beim Übergang vom Zwillingsmotoren- auf Einmotorenflug tritt nur eine kleine Abweichung ein, die sich in einer geringen Kursversetzung (Parallelverschiebung) auswirkt (Abb. 142). Es ist zu beachten, daß bei Einmotorenflug nur Kurssteuerung oder FT eingeschaltet wird. Beide Geräte dürfen nicht über längere Zeit (max. 10 Minuten) gleichzeitig in Betrieb sein. Beim Einmotorenflug ist nur ein Generator für die Stromversorgung in Betrieb, dieser reicht zur Speisung aller Stromverbraucher nicht aus. (Diese Einschränkung gilt nur so lange, als die Flugzeuge noch keine stärkeren Generatoren haben als 1200 Watt.)

### **Funktionsprobe am Boden.**

Es empfiehlt sich, beim Klarmachen der Maschinen eine kurze Funktionsprobe der Kurssteuerung vorzunehmen.

**Achtung! Vorher prüfen, ob Seitenruder frei ist!**

Abb. 142. Kurssteuerung K 4 ü im Einmotorenflug



### **Prüfungen.**

Die Kurssteuerung verbraucht 350 Watt, daher mit Bordsammler nur kurze Prüfung durchführen. Bei längeren Untersuchungen Außenbordanschluß benutzen.

1. Kuppelt die Rudemaschine, wenn Hauptschalter auf 2 und Einstellknopf gezogen?
2. Wird Seitenruder wieder frei, wenn Hauptschalter auf Stufe 1 zurückgeschaltet oder Einstellknopf gedrückt wird?
3. Gibt Betätigung der Richtungsgeber sinngemäße Seitenruderausschläge?
4. Gibt Betätigung der Richtungsgeber sinngemäße Seitenruderausschläge, auch wenn Kursmotorstecker gezogen ist?
5. Flugzeugbild in der Führertochter mit Richtungsgeber auf linke Seitenmarke einstellen und Rosen im Kurskreisel in Übereinstimmung bringen. Der Kurskreisel steht dann auf Mitte. (Stützscharter eingeschaltet.) Nach Ziehen des Einstellknopfes muß dann die untere Rose im Kurskreisel und der Kurszeiger nach links auswandern (mindestens zwei Kurszeigerbreiten in der Minute).
6. Bei Einstellung auf rechte Seitenmarke muß Auswanderung nach rechts erfolgen.

### **V. Störungen.**

Durch Bedienungsfehler und Fehler in der Anlage können Störungen auftreten. Bei allen Fehlern, die nicht unmittelbar eine gefährliche Fluglage herbeigeführt haben, kann, unter Beachtung entsprechender Vorsicht, die Kurssteuerung wieder eingeschaltet werden, um den Fehler selbst oder seine Einwirkung auf das Flugzeug genau festzustellen. Für den Prüfer sind genaue Angaben über die gemachten Beobachtungen sehr wichtig, er trifft hiernach seine Maßnahmen zur Instandsetzung.

### **Kurssteuerung arbeitet nicht.**

#### **Ursache:**

Selbstschalter (20 Amp. und 6 Amp.) nicht eingeschaltet oder Hauptschalter nicht auf Stufe 2 oder Einstellknopf am Kurskreisel nicht gezogen oder Bordnetzspannung unter 22 Volt oder Abtriebshebel nicht bzw. falsch eingeklinkt. (Bei falsch eingeklinktem Abtriebshebel arbeitet die Steuerung einseitig und unregelmäßig.)

#### **Behebung:**

Selbstschalter eindrücken, Hauptschalter auf Stufe 2 schalten. Einstellknopf am Kurskreisel ziehen. Selbstschalter für Generator eindrücken. Spannung messen. Abtriebshebel einklinken.

**Flugzeug schwingt schnell um die Hochachse mit eventuell stetig größer werdenden Ausschlägen (Schütteln).**

**Ursache:**

Rudermaschine schadhafte oder Befestigung im Fundament gelockert. Steuergestänge, Seitenruder oder Seitentrimmflosse hat Lose. Abtriebshebelbefestigung gelockert. Wackelkontakt an den Anschlußklemmen oder -Steckern der Anlage.

**Behebung:**

Ruder- und Steuerseite prüfen lassen, eventuelle Losen beseitigen. Abtriebshebel auf Sitz auf der Achse prüfen, beschädigten Hebel auswechseln. Befestigung der Rudermaschine prüfen und eventuell in Ordnung bringen. Steckverbindungen an der Rudermaschine und am Kurskreisel nachsehen. Leitungen durchprüfen, Anschlüsse an den Verteilern nachsehen bzw. nachziehen. Gegebenenfalls Rudermaschine auswechseln.

**Flugzeug schwingt langsam um die Hochachse.**

**Ursache:**

Reibung in der Rudermaschine.

**Behebung:**

RM wechseln.

**Flugzeug schwingt um Längsachse oder schwingt beim Herausziehen aus einer Kurve sehr stark über.**

**Ursache:**

Fehler im Kurskreisel.

**Behebung:**

Einstellknopf kurz eindrücken und wieder ziehen. Wenn Fehler hierdurch nicht beseitigt ist und wiederholt auftritt, Kurskreisel auswechseln.

**Das Flugzeug geht in eine Steilkurve.**

**Ursache:**

Selbsttätige Bewegung des Abtriebshebels, durch Fehler in der Rudermaschine verursacht. Die Kurssteuerung ist sofort auszuschalten. Gefährliche Flugzustände treten nicht ein, wenn innerhalb von 3 Sekunden ausgeschaltet wird.

**Oder:**

Stromkreisunterbrechung; in diesem Fall erfolgt die Bewegung des Seitenruders etwas langsamer.

## **Strömungslehre und Flugmechanik**

Siehe L.Dv.21, Beiheft 4.

