

**D. (Luft) T. 5404**

**K 4 Ü**

**Siemens - LGW  
Kurssteuerung**

**Geräte-Handbuch**

**(Stand Januar 1943)**

**Ausgabe Januar 1943**

Berlin, den 27. Januar 1943

Technisches Amt  
GL/C-E 5 Nr. 51058/42 (I C)

Hiermit genehmige ich die D. (Luft) T. 5404 „K 4 ü  
Siemens-LGW Kurssteuerung. Geräte-Handbuch.  
(Stand Januar 1943). Ausgabe Januar 1943“.  
Sie tritt mit dem Tage der Herausgabe in Kraft.

I. A.

**Vorw ald**

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Vorwort .....	5
I. Verwendungszweck und Eigenschaften .....	7
II. Grundsätzliche Wirkungsweise .....	9
III. Geräteumfang der K 4 ü-Anlagen .....	16
IV. Beschreibung der Einzelgeräte .....	17
V. Bedienung .....	29
VI. Einmotorenflug .....	38
VII. Wartung .....	43
VIII. Störungen .....	45

Anhang:	Anlage
Wirkungsbild .....	I
Einmotorenflug .....	II
Lieferumfang .....	III

## **Vorwort**

Dieses Handbuch gibt in kurzer Form Aufschluß über die wichtigsten Fragen der Bedienung und Wartung sowie über Wirkungsweise und Verhalten der Siemens-LGW Kurssteuerung K 4 ü. Die hier nicht berührten Fragen wie Einbau, Abnahmebedingungen, Justierung für die verschiedenen Flugzeugbaumuster usw., sind in nachstehenden Werkschriften behandelt:

Siemens-LGW Kurssteuerung K 4 ü, Justieranweisung,  
Bestell-Nr. E 52003 b

Siemens-LGW Kurssteuerung K 4 ü, Boden- und Flug-  
abnahmebedingungen  
Bestell-Nr. E 52002

Siemens-LGW Kurssteuerung K 4 ü, Störungsbeseitigung  
Bestell-Nr. E 52004

Siemens-LGW Kurssteuerung K 4 ü, Richtlinien für die Ein-  
bauplanung (nur für Einbaufirmen)  
Bestell-Nr. E 52005

## I. Verwendungszweck und Eigenschaften

Die Kurssteuerung K 4 ü ermöglicht bei jeder Wetterlage eine selbsttätige Kurshaltung, und zwar mit erheblich größerer Genauigkeit und Stetigkeit, als es im Handflug möglich ist. Der Geradeausflug läßt sich über eine beliebig lange Zeit auf jedem wählbaren Kurs durchführen, wobei Störungen des Flugzustandes, hervorgerufen durch Böen oder Vertrimmung, selbsttätig und praktisch ohne Überschwingungen ausgeglichen werden. Gleichzeitig verbessert die Kurssteuerung die Gesamtstabilität des Flugzeuges.

Umstehende, durch ein Schreibgerät aufgenommene Diagramme lassen erkennen, welche Steuergenauigkeit in gleichstarker Böigkeit beim Handflug und welche beim Flug mit Kurssteuerung erreicht wird. Aus Abb. 1 a ist zu ersehen, daß bei einem nicht ermüdeten Flugzeugführer, der bei gutem Wetter und mittlerer Böigkeit mit Sicht fliegt und weiß, daß eine Meßvorrichtung sein Steuerverhalten aufschreibt, doch noch eine Ungenauigkeit von etwa  $2^\circ$  auftritt. Bei dem ermüdeten Flugzeugführer im Blindflug (Abb. 1 b) sind sogar Abweichungen bis zu  $5^\circ$  festzustellen. Im Gegensatz dazu zeigt das Diagramm des Kurssteuerungsfluges (Abb. 1 c), daß selbst die größten, auf dem Schrieb verzeichneten Abweichungen nur etwa max.  $0,5^\circ$  betragen.

Die im Steuerungsflug entstehenden Kursabweichungen sind also gegenüber den Fehlern, die bei der Kursfestlegung (vor allem durch ungenaue Windberücksichtigung) entstehen, vernachlässigbar klein.

## II. Grundsätzliche Wirkungsweise

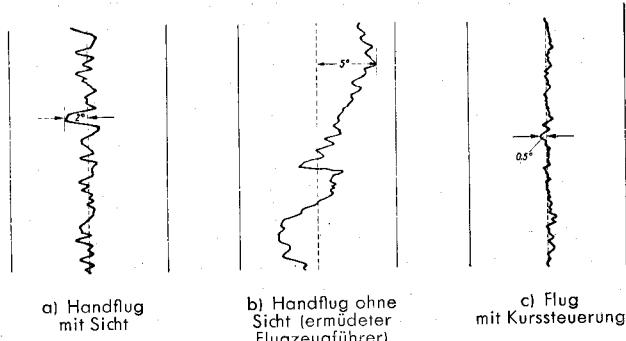


Abb. 1. Kursschreibe in mittlerer Böigkeit

Kursänderungen oder Kurvenflüge, insbesondere bei taktischem Zielaufzug und bei schlechtem Wetter (ZZ-Anflug), lassen sich in einfacher Weise mit Richtungsgebern einleiten. Während einer dieser Richtungsgeber — am Horn des Handrades befestigt — für den Flugzeugführer vorgesehen ist, befindet sich ein zweiter meist im Griffbereich des Bombenschützen oder des Beobachters.

Die Kurssteuerung bedeutet eine weitgehende Entlastung des Flugzeugführers, die sich besonders auf langen Strecken und beim Blindflug bemerkbar macht, keineswegs aber ist sie dazu da, den Flugzeugführer zu ersetzen.

Die selbsttätige Kurssteuerung ist in ihrer Arbeitsweise der Handsteuerung im Blindflug nachgebildet. Wie sich der Blindflieger nach den Ausschlägen von Wendezeiern und Kurszeigern richtet und danach das Seitenruder bedient (siehe Abb. 2 oben), so sind auch bei der Kurssteuerung Wendezeiern und Kurszeiger die Ausgangspunkte für die Betätigung des Seitenruders. Bei ihr entspricht dem Wendeziger der Dämpfungskreisel und dem Kurszeiger der vom Kurskreisel beeinflußte Drehmagnet (siehe Abb. 2 unten). Die Beinarbeit des Flugzeugführers wird durch eine mechanische Kraftquelle, die Rudermaschine, ersetzt. Diese erhält von den Organen, die Drehbewegungen und Kursabweichungen wahrnehmen, also von Wendeziger (Dämpfungskreisel) und Kurszeiger (Drehmagnet), kleine Richtkräfte und gibt sie — durch Öl hydraulisch verstärkt — an das Seitenruder weiter.

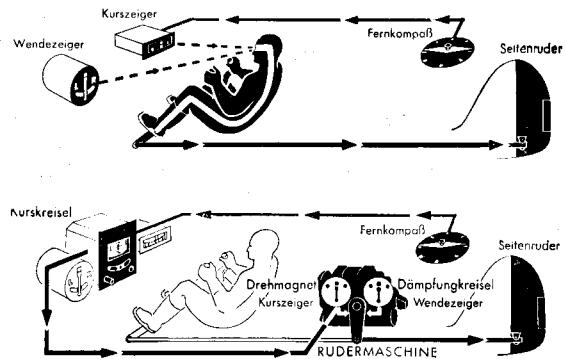


Abb. 2. Vergleichsschema

## 1. Vorgänge beim Geradeausflug

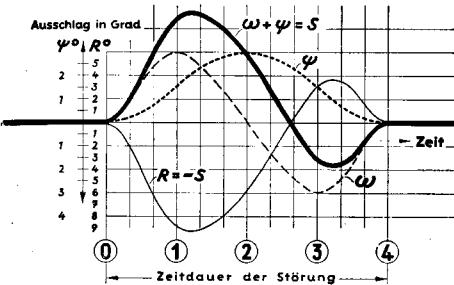
Kommt das Flugzeug, beispielsweise durch eine Böenstörung (siehe Wirkungsbild im Anhang), von seiner Richtung ab, so ergibt sich während der Drehung um die Hochachse, genau wie beim Wendezieger im Instrumentenbrett, auch beim Dämpfungskreisel (Wendezieger) in der Rudermaschine ein Ausschlag. Der Ausschlag wird mechanisch auf ein Steuerventil übertragen und, hydraulisch verstärkt, über einen Arbeitskolben an den Abtriebshebel weitergegeben, der seinerseits an das Steuer gestänge angelenkt ist. Durch den zwangsläufig damit verbundenen Seitenruderausschlag (Gegenruder) wird das Flugzeug an einer weiteren Drehung gehindert und zum Geradeausflug gebracht.

Mit der Rudermaschine und dem in ihr eingebauten Dämpfungskreisel fliegt das Flugzeug also in einer geraden Richtung. Es ist aber noch nicht möglich, das Flugzeug nur mit dem Dämpfungskreisel auf einem bestimmten Kurs zu halten und bei Störungen auf diesen Kurs zurückzubringen.

Wie sich der Blindflieger zur Einhaltung des Kurses nach dem Kurszeiger richtet, so wird nun auch bei der selbsttätigen Steuerung zur Kurshaltung eine Art Kurszeiger, der sogenannte Drehmagnet, benutzt. Dieser erhält bei Kursabweichungen vom Kurskreisel einen der Kursabweichung entsprechenden elektrischen Richtwert. Erst mit dem Drehmagnet (Kurszeiger) kann man das Flugzeug, das durch den Dämpfungskreisel (Wendezieger) bereits geradeaus fliegt, auch auf Kurs halten. Sein Ausschlag wird genau wie der Dämpfungskreiselausschlag mechanisch auf das Steuerventil und, hydraulisch verstärkt, auf den Abtriebshebel übertragen. Die Bewegung des Abtriebshebels führt dann einen Seitenruderausschlag herbei, der das Flugzeug auf den richtigen Kurs bringt.

Drehmagnet und Dämpfungskreisel wirken so zusammen, daß der vom Kompaß überwachte Kurskreisel über den Drehmagneten den Kurs des vom Dämpfungskreisel stabilisierten Geradeausfluges festlegt.

In Abb. 3 ist der Zusammenhang der Drehmagnet- und Dämpfungskreisel-Ausschläge mit dem Seitenruderausschlag als einfache Summenbildung graphisch dargestellt.



- $\omega$  = Ausschlag des Wendeziegers entsprechend der Drehgeschwindigkeit des Flugzeugs
- ....  $\phi$  = Ausschlag des Kurszeigers entsprechend der Kursabweichung des Flugzeugs vom Sollkurs
- $\omega + \phi = S$  Summierter Ausschlag Wendezieger/Kurszeiger =
- $S = R$  entgegengesetzt wirkend, die Störung aufhebt

**Abb. 3. Entstehung des Seitenruderausschlages (Vereinfachte Darstellung)**

Vorstehende Abbildung zeigt, daß ungewollte Richtungsänderungen praktisch schon im Augenblick des Entstehens abgefangen werden; also schneller als im Handflug, wo Größe und Dauer des Wendezieger- und Kurszeigerausschlages beobachtet werden müssen und dann erst vom Flugzeugführer ausgeglichen werden können. Zum besseren Verständnis sind die aus Abb. 3 abgeleiteten Zustände ① bis ④ (vgl. auch Wirkungsbild im Anhang), ihrem zeitlichen Ablauf entsprechend, herausgegriffen und umstehend näher erläutert.

Zustand	Drehmagnet (Kurszeiger)	Dämpfungskreisel (Wendezeiger)	Seitenruder
① Flugzeug hält Kurs:  Kein Ausschlag des Drehmagneten Kein Ausschlag des Seitenruders Kein Ausschlag des Dämpfungskreisels.	①		
② Flugzeug dreht infolge einer Bö vom Kurs rechts ab:  Kleiner Ausschlag des Drehmagneten Größerer Ausschlag des Dämpfungskreisels Beide zusammen ergeben großen Ruderausschlag und bewirken Zustand 2.	②		
③ Flugzeug erreicht größte Kursabweichung:  Größter Ausschlag des Drehmagneten, da größte Kursabweichung Kein Ausschlag des Dämpfungskreisels, da keine Drehbewegung Ruderausschlag kleiner als in 1 Es ergibt sich Zustand 3.	③		
④ Flugzeug dreht dem alten Kurs zu:  Ausschlag des Drehmagneten kleiner, da Kursabweichung abnimmt Ausschlag des Dämpfungskreisels entgegengesetzt wie Zustand 1, da entgegengesetzter Drehsinn des Flugzeuges Deshalb: Kleinerer Ruderausschlag entgegen der ersten Drehbewegung Dadurch Zustand 4.	④		
⑤ Flugzeug hat ohne Überschwingungen alten Kurs wieder erreicht (mit Parallelversetzung):  Kein Ausschlag des Drehmagneten Kein Ausschlag des Dämpfungskreisels Kein Ausschlag des Seitenruders.			

## 2. Vorgänge beim Kurven

Um von einem alten Kurs auf einen neuen überzugehen, ist eine mehr oder minder große Kurve zu fliegen. Die Ausführung dieser Kurve übernimmt die Kurssteuerung in gleicher Weise wie im Handflug der Flugzeugführer: Erst wird ein bestimmter Seitenruderausschlag zur Einleitung der Kurve erzeugt, dann — um eine stetige Kurve zu erreichen — das Seitenruder zurückgebracht und schließlich zur Beendigung der Kurve ein entgegengesetzter Ruderausschlag gegeben, bis sich wieder der Geradeausflug eingestellt hat.

Nachstehend sollen an Hand des Wirkungsbildes (siehe Anhang) die bei einer befohlenen Kursänderung bzw. beim Kurven sich abspielenden Vorgänge\*) näher beschrieben werden:

### ① Normalzustand

Maschine fliegt Sollkurs.

### ① Einleitung der Kurve

Bei Betätigung des Richtungsgebers erhält der Drehmagnet einen elektrischen Richtwert, Vorgabe genannt, der sofort einen Seitenruderausschlag hervorruft. Seine Größe ist von der gewünschten Drehgeschwindigkeit abhängig, die am Richtungsgeber wählbar ist.

Bei Betätigung des Richtungsgebers läuft ferner der Kursmotor an und dreht die Kursgeberrose des Kurskreisels sowie die Rose des Tochterkompasses mit der gewünschten Drehgeschwindigkeit.

Durch den Seitenruderausschlag beginnt das Flugzeug um die Hochachse zu drehen. Diese Drehung wird vom Flugzeugführer durch entsprechende Querruderbetätigung unterstützt.

\*) Über Querruderbetätigung siehe Abschnitt V: „Bedienung“.

### ② Stetiges Kurven

Wenn das Flugzeug die dem Seitenruderausschlag entsprechende Querlage erreicht hat, dreht es mit konstanter Drehgeschwindigkeit weiter. Der zur Einleitung der Kurve notwendige Seitenruderausschlag — durch die Vorgabe herbeigeführt — wäre jetzt für die stetige Kurve viel zu groß. Tatsächlich ist er in voller Größe auch nur im ersten Augenblick vorhanden. Sobald nämlich das Flugzeug dreht, schlägt der Dämpfungskreisel (Wendezeiger) aus und verkleinert den Ausschlag des Seitenruders, entsprechend der jeweils erreichten Drehgeschwindigkeit, auf den noch erforderlichen kleinen Wert.

Während des Kurvens wird die Drehgeschwindigkeit vom Kurskreisel — dessen Kursgeberrose durch den Kursmotor mit der gewählten Drehgeschwindigkeit gedreht wird — bestimmt.

### ③ Beendigung der Kurve

Ist der gewünschte Kurs erreicht, bringt man den Richtungsgeber auf Stellung „0“ zurück. Dadurch wird der Kursmotor und die Kursgeberrose stillgesetzt und gleichzeitig der Vorgabeausschlag des Drehmagneten aufgehoben.

Der infolge der Flugzeugdrehung noch vorhandene Dämpfungskreiselausschlag bewirkt einen entgegengesetzten Seitenruderausschlag (Gegenruder), der das Flugzeug wieder in die gerade Flugrichtung bringt und damit die Drehung beendet. Das Flugzeug fliegt nunmehr den Kurs, der von der Kursgeberrose angezeigt wird (siehe Zustand 4).

### ④ Maschine fliegt neuen Kurs

### III. Geräteumfang der K 4 ü-Anlagen

Die in den verschiedenen Flugzeugbaumustern verwendeten K 4 ü-Anlagen enthalten im wesentlichen folgende Geräte

- Kurskreisel
- Kurszeiger
- Richtungsgeber
- Kursmotor
- Rudermaschine
- Hauptschalter
- Stützungsschalter
- Einmotorenflugschalter
- Widerstandskasten
- Notauslöseknopf

Inwieweit sich die einzelnen Anlagen (nähere Kennzeichnung: K 4 ü-1, K 4 ü-2 usw. bis K 4 ü-12) in Einzelheiten unterscheiden, geht aus der Tabelle im Anhang hervor.

Das Gesamtgewicht der Kurssteueranlage (ohne Leitungen) beträgt etwa 30 kg.

### IV. Beschreibung der Einzelgeräte

#### 1. Kurskreisel (Abb. 4 und 5)

Vom Kurskreisel werden, entsprechend der Differenz zwischen Sollkurs und geflogenem Kurs, Richtwerte auf die Rudermaschine gegeben. Gleichzeitig wird von ihm der geflogene Kurs schwingungsfrei angezeigt.

Ein in der Mitte der Frontplatte angeordnetes Fenster gibt den Blick auf zwei mit  $360^\circ$ -Teilung versehene Rosen frei. Die obere davon ist die Kursgeberrose; an ihr wird der gewünschte Kurs (Sollkurs) durch den von einem Richtungsgeber gesteuerten Kursmotor eingestellt. Die untere Rose ist die mit dem Kreiselsystem verbundene Kursrose. Das Ablesen der Grade erfolgt an einem Steuerstrich auf dem Fenster.



Abb. 4. Kurskreisel LKu 4

Bei Abweichung vom eingestellten Kurs dreht sich das Flugzeug mitsamt der flugzeugfesten Kursgeberrose um die raumfeste Kursrose. Es ergibt sich also zwischen dem oben und unten angezeigten Wert eine Differenz, die der Kursabweichung entspricht. Der Kurskreisel erzeugt entsprechend der Rosendifferenz eine Stromdifferenz (Richtwert), die auf den Drehmagneten der Rudermaschine wirkt, bis eine entsprechende Auslenkung des Seitenruders die Beseitigung der Rosendifferenz herbeigeführt hat.

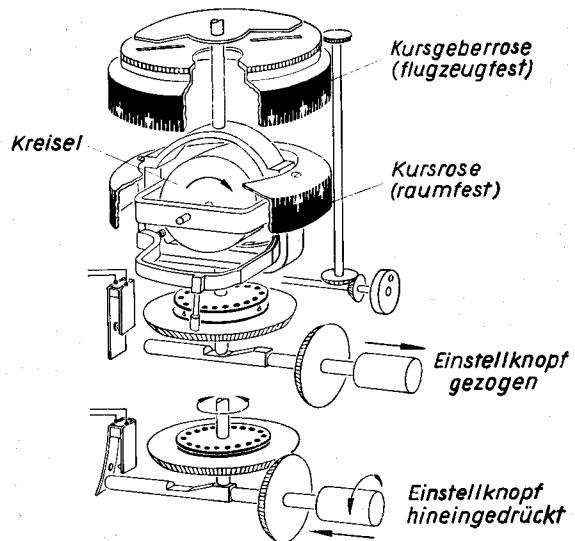


Abb.5. Kreiselsystem mit Rosen

Als Kreisel wird ein kardanisch aufgehängter Drehstrom-Asynchronmotor benutzt, der bei einer Betriebsspannung von 36 V und 500 Per/s eine Drehzahl von nahezu 30 000 U/min und damit eine Umfangsgeschwindigkeit von etwa  $75 \text{ m/s} = 270 \text{ km/h}$  erreicht.

Der Kreisel würde infolge der Trägheitskräfte seiner umlaufenden Massen die Richtung seiner Umlaufachse im Raum beibehalten, wenn keine äußeren Einwirkungen diese Richtung zwangsläufig änderten. Solche äußeren Kräfte, die beispielsweise durch die unvermeidliche Reibung in den Kardanlagern entstehen, rufen ein Drehmoment hervor, das gewisse Ausweichbewegungen\*), also ein Auswandern der Kursrose zur Folge hat.

Zur Aufhebung und Rückführung der Ausweichbewegungen wird daher der Kreisel — nachdem zu Beginn des Fluges zunächst einmal seine Achse in NS-Richtung gebracht ist (Setzen!) — laufend überwacht. Die Überwachung geschieht selbstdäig auf elektrischem Wege durch den Patin-Tochterkompaß. Sie spricht an, sobald das Flugzeugsymbol des Tochterkompasses um  $1^\circ$  rechts oder links vom Steuerstrich steht und wird wirkungslos, wenn die Abweichung vom Steuerstrich mehr als  $30^\circ$  beträgt.

Die zu Beginn jedes Fluges erforderliche Einstellung des Kreisels nach dem Kompaß (siehe Abschnitt V „Bedienung“) erfolgt durch Drehen des Einstellknopfes (Setzknopf). Beim Herausziehen dieses Knopfes wird der Kreisel freigegeben (siehe Abb. 5) und ein Kontakt im Stromkreis des Kuppelventils der Rudermaschine geschlossen.

Zwei Lampen, deren Helligkeit sich durch einen Widerstand (Verdunkler) verändern lässt, beleuchten zugleich die Skalen der Rosen und die darunterliegende Libelle. Wird ein Auswechseln der Glühlampen notwendig, so geschieht dies nach Herausklappen der Abdeckung.

\* ) Ohne Überwachung max.  $3^\circ$  Abweichung in 15 min.

Rechts unter der Libelle befindet sich eine Drehschau-scheibe, an der beobachtet werden kann, ob sich die Kursgeberrose dreht. Die biegsame Welle zum Antrieb wird an der Rückseite des Kurskreisels angeschlossen, wo sich auch der Steckeranschluß für die elektrischen Zu-leitungen befindet.



Abb. 6. Kurszeiger LKz 3

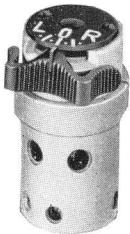


Abb. 7. Richtungsgeber LRg 9

### 2. Kurszeiger (Abb. 6)

Der Kurszeiger im Instrumentenbrett erhält seine Richt-werte vom Kurskreisel und gibt, gewissermaßen vergrößert, die Stellung der Rosen zueinander an. Er steht auf Mitte, wenn die Rosen in Übereinstimmung sind. Eine Zeigerbreite entspricht einer Rosendifferenz von etwas mehr als  $\frac{1}{2}^\circ$ . Bei Endausschlag beträgt die Rosendifferenz rund  $5^\circ$ .

### 3. Richtungsgeber

(Abb. 7, 8 und 10)

Die Richtungsgeber sind elektrische Schalter in verschie-denen Ausführungen, mit denen Kursmotor und Vorgabe-wert gesteuert werden. Als Richtungsgeber für den Flug-zeugführer ist in der Regel das Baumuster LRg 9 für Dreh-geschwindigkeitsstufen von  $1^\circ/s$ ,  $2^\circ/s$  und  $3^\circ/s^*$ ) am Horn des Handrades eingebaut. Die Stufe 2 ist gerastet (Blind-flugkurve).

\*)  $3^\circ/s$  nicht bei allen Flugzeugbaumustern.

Zur Kommandogabe von einer beliebigen Stelle im Flug-zeug aus wird im allgemeinen ein zweiter Richtungsgeber (LRg 5 oder LRg 15) verwendet. Bei Betätigung des darin eingebauten Bereitschaftsschalters zeigt ein Schauzeichen (siehe Abb. 9) im Blickfeld des Flugzeugführers an, daß von einer zweiten Stelle aus die Seitensteuerung des Flugzeuges übernommen werden soll. Der Richtungsgeber des Flugzeugführers ist dann nur so lange wirksam, wie der zweite Richtungsgeber sich in Nullstellung befindet, er wird jedoch unwirksam, sobald man den zweiten Rich-tungsgeber betätigt.

In einigen Flugzeugbaumustern ist der Richtungsgeber LRg 10 (Abb. 10) vorgesehen. Dieser gestattet, die Dreh-geschwindigkeit im Bereich von  $1^\circ/s$  bis  $2^\circ/s$  stetig zu ändern. Die Endlage  $2^\circ/s$  ist gerastet.

### 4. Kursmotor (Abb. 11)

Ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor mit Untersetzungsge-triebe (aufgenommene Leistung etwa 12 W) dient zur Ver-stellung der Kursgeberrose des Kurskreisels und der Rose des Patin-Tochterkompasses. Alle drei Geräte sind durch eine biegsame Welle miteinander verbunden. Der Kurs-motor wird durch den Richtungsgeber ein- und ausge-schaltet und in seiner Drehzahl von etwa 20 bis 60 U/min, entsprechend einem Drehgeschwindigkeitsbereich des Flugzeuges von  $1^\circ/s$  bis  $3^\circ/s$ , geregelt.

### 5. Rudermaschine (Abb. 12)

Der Rudermaschine fällt die Aufgabe zu, die Richtwerte von Kurskreisel und Dämpfungskreisel in mechanische Steuerbewegungen umzuformen. Von den verschiedenen Bauelementen, die in der Rudermaschine zu einer Einheit zusammengeblockt sind, seien an Hand der Abbil-dungen 12, 18 und 20 die wichtigsten erwähnt.

Abbildungen sind nicht maßstäblich

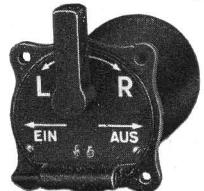


Abb. 8. Richtungsgeber LRg 5 (LRg 15)



Abb. 9. Schauzeichen LMA 1/24

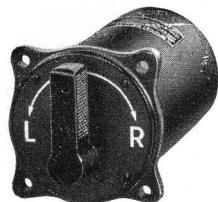


Abb. 10. Richtungsgeber LRg 10

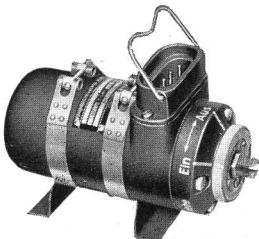


Abb. 11. Kursmotor LKMM

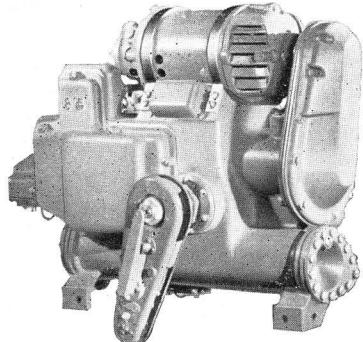


Abb. 12. Rudermaschine LSR 4 ü

Abbildungen sind nicht maßstäblich



Abb. 13. Überwachungsschalter

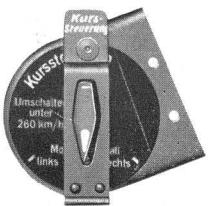


Abb. 14. Einmotorenflugschalter



Abb. 15. Widerstandskasten LKW 3



Abb. 16. Widerstandskasten LKW 1/4 ü (LKW 4)

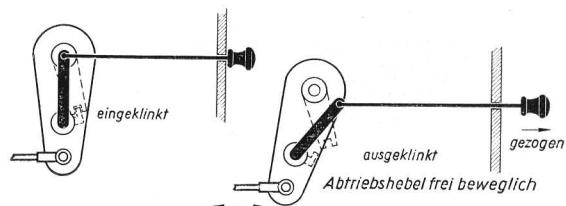


Abb. 17. Notauslöseknopf

## Richtempfängerseite (Abb. 18):

Der Gleichstrom-Drehstrom-Umformer (von 24 V— auf 36 V 3~500) treibt über ein Getriebe die Zahnrad-Ölpumpe an und liefert den Drehstrom für die elektrisch angetriebenen Kreisel.

Die Zahnrad-Ölpumpe fördert Öl mit etwa 10 atü Druck zur hydraulischen Kraftverstärkung.

Der Drehmagnet (Kurszeiger) nimmt in zwei Wicklungen (Rähmchen) die elektrischen Richtwerte des Kurskreisels, in einer weiteren Wicklung die Richtwerte des Richtungsgebers (Vorgabewert) auf und setzt sie in mechanische Bewegungen (Ausschläge) um. Der technische Aufbau des Drehmagneten ähnelt einem Drehspulmeßwerk, bei dem das bewegliche System in der Mittelstellung federgefesselt ist.

Der Dämpfungskreisel ist wie ein Wendezieger aufgebaut. Der Kreisel wird mit Drehstrom gespeist und hat eine Drehzahl von annähernd 30 000 U/min. Die Ausschläge des federgefesselten Kreiselrahmens werden auf ein Hebelsystem, das Richtgebergestänge, übertragen.

Das Richtgebergestänge verbindet Drehmagnet und Dämpfungskreisel in der Weise, daß sich ihre Ausschläge überlagern. Das Resultat wird auf das Steuerventil übertragen.

Der Arbeitskolben bewegt sich unter dem Einfluß des Drucköls und überträgt seine Bewegungen über ein Pleuel auf die Abtriebsachse und den Abtriebshebel. (Das Abtriebs-Drehmoment beträgt etwa 18 kgm).

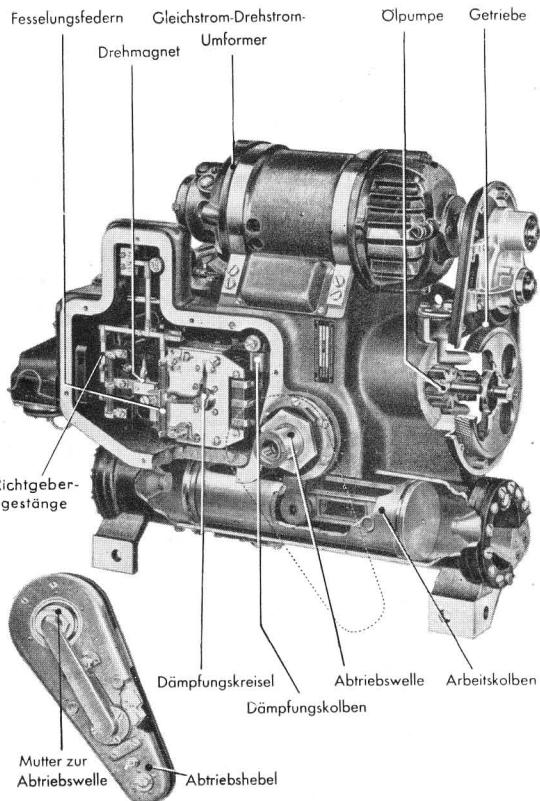


Abb.18. Richtempfängerseite der Rudermaschine

### Olseite (Abb. 20)

Die Rückführung ist eine Verbindung zwischen Abtriebswelle und Richtgebergestänge; sie sorgt dafür, daß einer bestimmten Größe des Resultatausschlages ein entsprechend großer Ruderausschlag zugeordnet wird.

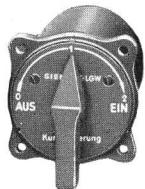
Das Druckregelventil bewirkt die Gleichhaltung des Oldrucks.

Das Steuerventil leitet das Drucköl in den Arbeitszylinder, und zwar je nach seiner Stellung auf die eine oder die andere Seite des Arbeitskolbens.

Das Kuppelventil (elektrisch betätigt) kuppelt die Rudermaschine ein und aus (siehe Abschnitt V „BEDIENUNG“).

## 6. Hauptschalter (Abb. 19)

Mit dem Hauptschalter wird die Kurssteuerung ein- und ausgeschaltet. Die 3 Schaltungen sind folgende:



**Abb. 19. Hauptschalter LSch 4 ü**

Bei Schaltstellung 0 ist die Kurssteuerung ausgeschaltet. Bei Schaltstellung 1 ist alles eingeschaltet, nur das elektrische Kuppelventil in der Rudermaschine ist noch stromlos, beide Zylinderseiten sind über das Kuppelventil miteinander verbunden, das Seitenruder ist frei beweglich.

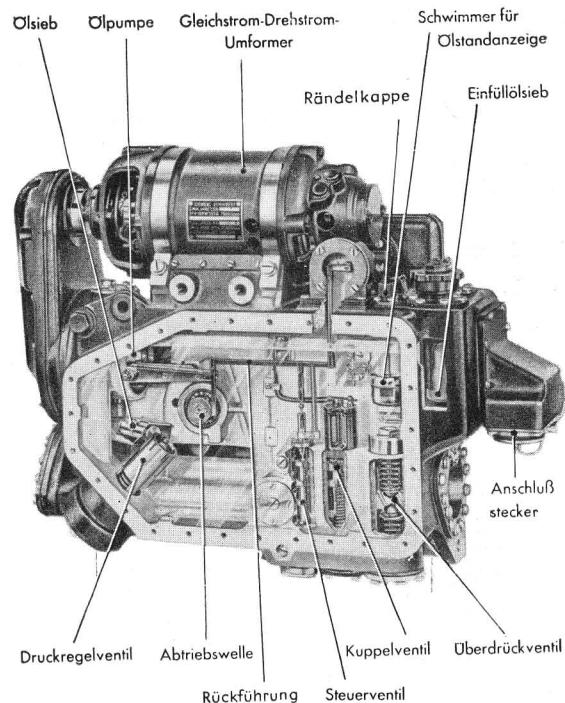


Abb. 20. Ölseite der Rudermaschine

Bei Schaltstellung 2 ist die Steuerung eingeschaltet und gekuppelt, wenn zuvor am Kurskreisel der Einstellknopf herausgezogen ist. (Siehe Abb. 5, auch Abschnitt V „Bedienung“.)

## 7. Überwachungsschalter (Stützschalter) (Abb. 13)

Der Überwachungsschalter dient zum Ein- und Ausschalten der Kreiselüberwachung. Es kommen hierfür ein- oder zweiipolige Schalter beliebiger Ausführung zum Einbau. Im Kursflug muß der Überwachungsschalter eingeschaltet sein, damit der Kompaß den Kurskreisel dauernd überwacht. Bei Zielenflug dagegen ist er auszuschalten, damit die Überwachung keine Richtungsänderungen verursachen kann.

## 8. Einmotorenflugschalter (Abb. 14)

Der Einmotorenflug-Schalter wird bei einigen Flugzeugbaumustern verwendet, um der Rudermaschine bei Ausfall eines Motors eine neue Nulllage zu geben. Zu diesem Zweck ist er je nach Bedarf in Stellung: „Motorausfall links“ oder „Motorausfall rechts“ zu schalten.

## 9. Widerstandskästen (Abb. 15 und 16)

Die Widerstandskästen — in verschiedenen Ausführungen — dienen zur Unterbringung von festen und verstellbaren Widerständen, die zur Abstimmung der Drehgeschwindigkeiten, der Vorgabe, der Zusatzschaltung für Einmotorenflug usw. je nach Flugzeugbaumuster benötigt werden.

## 10. Notauslöseknopf (Abb. 17)

Die Notauslösung ist eine Sicherheitsvorrichtung, die im äußersten Gefahrfalle eine sofortige mechanische Trennung der Rudermaschine vom Steuergestänge ermöglicht. Zur Betätigung wird der rote, mit „Notauslösung“ beschriftete Knopf gezogen.

# V. Bedienung

**Voraussetzungen:** Vor der Inbetriebnahme der Kurssteuerung ist folgendes zu prüfen:

1. Sind alle zur Steuerung und Fernkompaßanlage gehörenden Selbstschalter (im allgemeinen drei) eingeschaltet?
2. Ist der Abtriebshebel der Rudermaschine eingeklinkt?
3. Laden die Generatoren die Bordbatterie bei laufenden Motoren?

**Bedienungstafel:** Für die Inbetriebnahme der Anlage sind die auf der Bedienungstafel gegebenen Anweisungen zu beachten.

### Bedienungstafel für die Siemens LGW-Kurssteuerung K 4 ü

#### Einschalten:

- 1) Hauptschalter auf Stufe „1“
- 2) 3 Minuten warten inzwischen: Obere Kurskreiselrose mit Richtungsgeber auf anliegenden Kurs einstellen. Untere Kurskreiselrose mit Knopf mit oberer Rose in Übereinstimmung bringen.

- 3) Hauptschalter auf Stufe „2“ (Sicherheitshöhe einhalten)

- 4) Im Horizontalflug Knopf am Kurskreisel herausziehen

#### Marschflug:

**Kursänderung:** Nur mit Richtungsgeber

**Zielenflug:** Stützungsschalter „Aus“ (soweit vorhanden)

**Ausschalten:** Hauptschalter auf „Aus“ und Kurskreiselknopf eindrücken

**Gefahr:** Notzug ziehen

**Abb. 21. Bedienungstafel.**

Im folgenden werden die auf der Bedienungstafel gegebenen Anweisungen über das Einschalten bildlich erläutert. Es wird dabei angenommen, daß die Maschine zunächst handgesteuert  $240^\circ$  fliegt. Der Patin-Tochterkompaß zeigt diesen Kurs, den anliegenden Kurs, an.

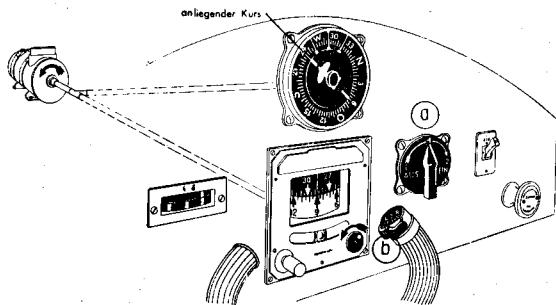


Abb. 22

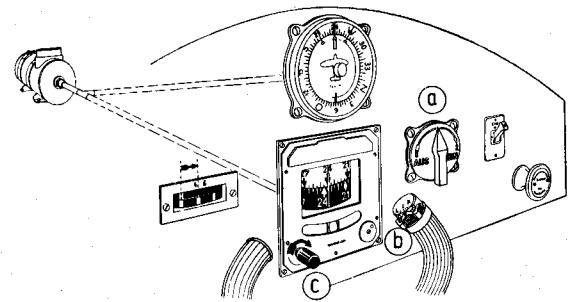


Abb. 23

## Einschalten

### 1) Hauptschalter (a) auf Stufe „1“

Auf Stufe „1“ (Wartestellung) ist die Rudermaschine eingeschaltet. Ölpumpe und Kreisel (Kurskreisel sowie Dämpfungskreisel in der Rudermaschine) laufen an; das Kuppelventil jedoch ist stromlos. Das Seitenruder ist noch frei beweglich.

**Anmerkung:** Will der Flugzeugführer sofort nach dem Start mit Kurssteuerung fliegen, so ist es zweckmäßig, den Hauptschalter schon vorher, beim Rollen, auf Stufe „1“ zu schalten.

### 2) 3 Minuten warten

In der Wartezeit wird die erforderliche Kreiseldrehzahl und eine gewisse Ölerwärmung erreicht.

Wartezeit über  $0^\circ\text{C}$  ..... 3 Minuten  
 Wartezeit unter  $0^\circ\text{C}$  etwa 5 Minuten  
 (Siehe Anmerkung Seite 32)

Inzwischen: obere Kurskreiselrose mit Richtungsgeber (b) auf anliegenden Kurs einstellen (Abb. 22).

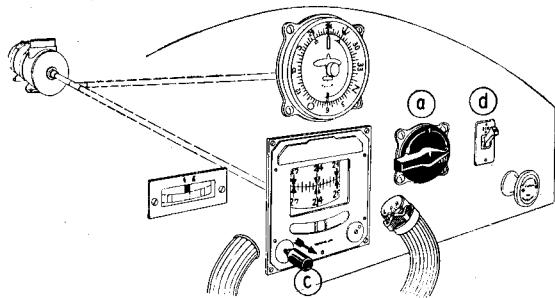
Nach der Einstellung steht das Flugzeugsymbol des Tochterkompasses auf dem Steuerstrich. Gleichzeitig mit dem Flugzeugsymbol hat sich die Kursgeberrose gedreht, so daß auch hier die Gradzahl 240 unter dem Steuerstrich steht (Abb. 23).

**Merksatz:** Richtungsgeber links, Kursgeberrose dreht auf niedrigere Werte.

Untere Kurskreiselrose mit Knopf (c) mit oberer Rose in Übereinstimmung bringen.

Hierzu wird der am Kurskreisel befindliche Einstellknopf (Setzknopf) (c) so lange gedreht (Abb. 23), bis der Kurszeiger auf Mitte steht (Abb. 24).

(Die Roseneinstellung kann schon vor dem Start vorgenommen werden.)



**Abb. 24**

Unter dem Steuerstrich muß jetzt oben und unten  $240^\circ$  stehen.

**Anmerkung:** Differenzen zwischen Kursgeberrose und Kursrose werden im Kurszeiger vergrößert angezeigt. Der Anzeigebereich des Kurszeigers zwischen den Seitenmarken beträgt  $\pm 5^\circ$ , bei größeren Differenzen der Rosen geht der Zeiger auf Anschlag. Der Kurszeiger zeigt jedoch erst richtig an, wenn die beim Einschalten verlangte Wartezeit beendet ist.

Ein gutes Hilfsmittel, um die Beendigung der Wartezeit zu erkennen, besteht darin, beim Einschalten von vornherein eine Rosendifferenz von  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  (siehe Abb. 23) herzustellen. Während der Anlaufperiode wandert der Kurszeiger langsam aus; sobald Vollausschlag erreicht ist, ist auch die Steuerung betriebsbereit. Vor dem endgültigen Einschalten der Steuerung muß die Rosendifferenz wieder beseitigt werden.

3) **Hauptschalter  $\textcircled{a}$  auf Stufe „2“ (Sicherheitshöhe einhalten) (Abb. 24)**

Auf Stufe „2“ ist im Stromkreis des Kuppelventils (siehe Abb. 25) die Verbindung a geschlossen.

4) **Im Horizontalflug Knopf  $\textcircled{c}$  am Kurskreisel herausziehen.**

Mit dem Herausziehen des Knopfes wird die Verbindung bei c hergestellt (siehe Abb. 25), und damit der Stromkreis geschlossen, d. h. die Steuerung voll eingeschaltet. Das Seitenruder ist nicht mehr frei, der Kurs ist  $240^\circ$ . Vor dem Einschalten soll das Flugzeug im Horizontalflug richtig getrimmt sein.

**Anmerkung:** Wird der Einstellknopf bei einer Differenz zwischen den beiden Kurskreiselrosen gezogen, geht das Flugzeug mit einer Drehgeschwindigkeit von etwa  $4^\circ/\text{s}$  in eine Kurve und dreht so lange, bis die Rosen übereinstimmen, d. h. der Kurszeiger auf Mitte steht.

### Marschflug

**Überwachungsschalter  $\textcircled{d}$  „Ein“ (soweit vorhanden)**

Beim Marschflug muß der Überwachungsschalter stets auf „Ein“ stehen (Normalstellung). Nur in besonderen Fällen, z. B. beim Zielenflug, soll er vorübergehend ausgeschaltet werden. (Wiedereinschalten nicht vergessen!!)

**Anmerkung:** Begrenzten Überwachungsbereich des Tochterkompasses beachten! Überwachung wirkt nur innerhalb der  $30^\circ$  links und rechts vom Steuerstrich angebrachten Seitenmarken.

## Kursänderung

### Nur mit Richtungsgeber

Eine Kurve wird durch Betätigung des Richtungsgebers eingeleitet. Gleichzeitig ist ein kräftiger Querruderausschlag zu geben, der „mit der Bewegung des Flugzeuges mitgehend“ so weit zurückzunehmen ist, daß die Kugel der Kurskreisel- bzw. Wendezeigerlibelle dauernd, auch während des Überganges vom Geradeausflug zum Kurvenflug, auf Mitte stehen bleibt. Während der Kurve ist die Kugel durch entsprechenden Querruderausschlag auf Mitte zu halten. Die Rosen zeigen dann Gleichlauf, und bei richtiger Justierung steht der Kurszeiger auf Mitte. (Toleranz: Eine Zeigerbreite.) Der Kurszeiger zeigt genauestens an, ob richtige Querlage vorhanden ist.

Die Kurve wird durch Zurückstellen des Richtungsgebers auf „0“ beendet. Dabei ist das Querruder umgekehrt wie bei Einleitung der Kurve zu bedienen. Bei jeder Kursänderung muß der Richtungsgeber so lange betätigt werden, bis der neue Kurs an der oberen Rose unter dem Steuerstrich erscheint.

**Anmerkung:** Wird die Kugel nicht in Mittellage gehalten, so versucht das Flugzeug — seiner Querlage entsprechend — schneller oder langsamer zu drehen. Die Kursrose bleibt gegenüber der Kursgeberrose um einen geringfügigen Betrag vor oder zurück. Die dadurch bedingten Seitenruderausschläge haben das Bestreben, das Flugzeug in der richtigen Drehgeschwindigkeit zu halten. (Die Maschine schiebt.) Nach Beendigung des Kurvenfluges gleicht sich die Rosendifferenz am Kurskreisel aus, d. h. das Flugzeug dreht beim Zurückführen des Richtungsgebers auf 0 entweder ein Stück weiter oder zurück.

## Zielanflug

### Überwachungsschalter (d) (soweit vorhanden) „Aus“

Soll von anderer Stelle, z. B. beim Zielanflug vom Bomberbordschützen aus, eine Kurve eingeleitet werden, so ist zunächst der Bereitschaftsschalter am Richtungsgeber einzuschalten. Ein Schauzeichen zeigt dies dem Flugzeugführer an. Der Flugzeugführer achtet dann lediglich auf die Instrumente (Wendezeiger und Libelle) und hält beim Übergang in die Kurve das Flugzeug genau im Scheinlot, während der Beobachter Seitenkorrekturen gibt. (Wiedereinschalten des Überwachungsschalters nicht vergessen!)

## Ausschalten

### Hauptschalter (a) auf „Aus“ und Kurskreiselknopf (c) eindrücken.

Die Reihenfolge der beiden Handhabungen (siehe Abb. 25) ist gleichgültig. Obwohl sich bereits durch den Hauptschalter die Steuerung abschalten läßt, ist es aus Sicherheitsgründen unerlässlich, auch den Kurskreiselknopf zu

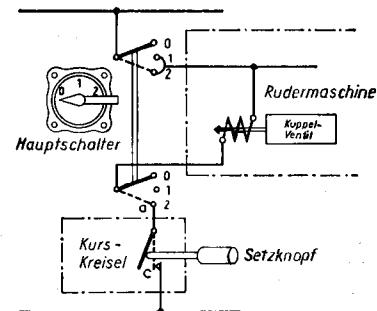


Abb. 25. Prinzipschaltung für Hauptschalter u. Kurskreiselknopf

drücken. Es könnte nämlich beim Wiedereinschalten übersehen werden, daß der Kurskreiselknopf bereits gezogen ist. Die Rudermaschine kuppelt dann beim Durchschalten des Hauptschalters auf „2“, und das Flugzeug geht, wenn eine Rosendifferenz vorhanden ist, in eine Kurve.

### **Vorübergehendes Abschalten**

Will der Flugzeugführer kurzzeitig ohne Kurssteuerung fliegen, so wird entweder nur der Hauptschalter von Stellung „2“ auf Stellung „1“ zurückgeschaltet oder nur der Kurskreiselknopf eingedrückt.

Im ersten Fall bleibt der Kurskreisel in Betrieb und gestattet dank seiner schwingungsfreien Anzeige eine bessere Navigation als der Kompaß. Deshalb ist dieses Verfahren besonders für den Blindflug geeignet. Um die Steuerung möglichst schnell wieder einschaltbereit zu haben, empfiehlt es sich, beim Kurven den Richtungsgeber mit zu betätigen.

Wird der Kurskreiselknopf zum Abschalten benutzt, so hat man den Vorteil, daß zum Einschalten ohne weiteres der Knopf wieder gezogen werden kann, da die Rosen in Übereinstimmung geblieben sind. Es ist auch nicht unbedingt erforderlich, von Hand erst genau auf den alten Kurs zu gehen, da ja die Überwachung das Flugzeug mit  $2^{\circ}/\text{min}$  Drehgeschwindigkeit auf den richtigen Kurs bringt. Dieses Verfahren sollte jedoch nur im Sichtflug angewendet werden, da bei eingedrücktem Kurskreiselknopf der Kurskreisel als Navigationsgerät ausfällt.

### **Fliegen nach Kurskreisel von Hand**

Die schwingungsfreie Anzeige des Kurses durch den Kurskreisel ist für die Navigation ein so großer Vorteil, daß auch im Handflug der Kurskreisel zweckmäßig als Navi-

gationsgerät benutzt wird. Hierfür wird die Kurssteuerungsanlage, wie vorgeschrieben, eingeschaltet, nur bleibt der Hauptschalter auf Stellung „1“ stehen. Auch beim Fliegen von Hand ist darauf zu achten, daß sowohl das Flugzeugsymbol des Tochterkompasses mit dem Steuerstrich übereinstimmt, als auch der Kurszeiger auf Mitte steht, damit die Kursrose durch die Kompaßüberwachung nicht in eine falsche Stellung gebracht wird, d. h. es muß auch beim Fliegen von Hand der Richtungsgeber betätigt werden. Die Betätigung des Richtungsgebers empfiehlt sich auch, wenn von Hand eine Blindflugkurve geflogen werden soll, weil man dann aus dem Gleichlauf der Rosen (Kurszeiger auf Mitte) erkennen kann, daß die richtige Drehgeschwindigkeit eingehalten ist.

### **Gefahr**

#### **Notzug ziehen!**

Durch Ziehen des Notzuges wird die Steuerung mechanisch vom Steuergestänge des Seitenruders getrennt.

Das Einklinken des Abtriebhebels soll, der Vorschrift entsprechend, nur vom Fachpersonal am Boden vorgenommen werden.

Grundsätzlich ist bei Gefahr wie folgt zu verfahren:

#### **Ausschalten**

Entweder durch Eindrücken des Kurskreiselknopfes oder durch Zurückschalten des Hauptschalters auf Stufe 1.

Erst wenn hierdurch das Seitenruder nicht frei wird:

#### **Notzug ziehen!**

## VI. Einmotorenflug

### 1. Übergang vom Normalflug zum Einmotorenflug

Auch im Einmotorenflug bietet die Kurssteuerung dem Flugzeugführer bedeutende Vorteile. Sie erleichtert ihm einmal den Übergang vom Zweimotoren- auf den Einmotorenflug und zum anderen den Einmotorenflug selbst. — Um diesen richtig beherrschen zu können und eine fehlerhafte Bedienung auszuschließen, ist es notwendig, sich die beim Übergang vom Normalflug auf den Einmotorenflug aufeinanderfolgenden Vorgänge, wie sie sich bei eingeschalteter Kurssteuerung abspielen, an Hand des im Anhang befindlichen Klappbildes klarzumachen. Die Darstellung in dieser Abbildung ist zum besseren Verständnis vereinfacht, die Winkel sind stark vergrößert.

**Zustand 1** Normalflug (Kurs 1).

**Zustand 2** Linker Motor ausgefallen, Flugzeug hat nach links gedreht. Die Drehung ist durch den Ausschlag des Seitenruders aufgehalten. Es ist eine Kursabweichung um den Winkel  $\omega$  aufgetreten. Flugzeug will schiebend Kurs 2 fliegen.

**Zustand 3** Flugzeug schiebt und nähert sich infolge Kompaßüberwachung immer mehr Kurs 3. (Siehe Stellung des Tochterkompasses.)

**Zustand 4** Flugzeug ist durch die Kompaßüberwachung auf Kurs 3 gebracht. Die Flugzeug-Längsachse liegt jetzt in Richtung des richtigen Kurses 1, das Flugzeug fliegt jedoch nicht in Richtung seiner Längsachse, sondern schiebt und fliegt um den Schiebewinkel  $\beta$  falsch.

**Zustand 5** Der Schiebewinkel ist durch Hängenlassen über den laufenden Motor praktisch beseitigt.

Das Flugzeug fliegt parallel versetzt Kurs 1. Am Kurskreisel bleibt eine Rosendifferenz bestehen. Diese muß vorhanden sein, um den zur Aufrechterhaltung des Geradeausfluges notwendigen Seitenruderausschlag zu erzeugen. Das Flugzeug fliegt trotz der Rosendifferenz den richtigen, d. h. den vom Kompaß angezeigten Kurs. Die obere Rose am Kurskreisel zeigt den geflogenen Kurs an.

### 2. Seitentrimmung

Für die Kurssteuerung ist es belanglos, ob das Seitenruder für den Einmotorenflug ausgetrimmt ist oder nicht, da sie in jedem Fall die auftretenden Kräfte beherrscht. Wichtig wird die Frage der Trimmung erst dann, wenn man im Einmotorenflug von selbsttätiger Steuerung auf Handsteuerung übergeht. Ist nicht ausgetrimmt worden, so tritt beim Ausschalten der Kurssteuerung der volle, einseitige Steuerdruck auf; der Flugzeugführer muß also zur Aufrechterhaltung des Geradeausfluges stark in das Seitenruderp Pedal hineintreten. Will der Flugzeugführer beim Ausschalten ein für den Einmotorenflug getrimmtes Flugzeug haben, so muß er nach Übergang auf den Einmotorenflug bei ausgeschalteter Steuerung austrimmen. Dann hat er auch bei einer evtl. auftretenden Störung an der Kurssteuerung sofort ein richtig getrimmtes Flugzeug. Dagegen ist es nicht von Vorteil, das Flugzeug auf den Einmotorenflugzustand ausgetrimmt zu haben, wenn erst kurz vor der Landung vom laufenden Motor das Gas zurückgenommen wird.

Die Seitentrimmung ist also je nach den vorliegenden besonderen Verhältnissen zu bedienen. Außerdem sind für die Frage der Trimmung auch Zelleneigenschaften zu beachten, vor allem die Zugänglichkeit, Verstellgeschwindigkeit und Wirksamkeit der Trimmung und die bei Ausfall eines Motors auftretenden Seitenruderkräfte.

### 3. Querlage

Die Querlage und damit die Quertrimmung ist im Gegensatz zur Seitentrimmung von Einfluß auf die Steuerung. Durch Querlagegeben wird die Größe des Seitenruderausschlages geändert. Durch mäßiges Hängenlassen (nach der Seite des laufenden Motors) wird der zur Aufrechterhaltung des Geradeausfluges erforderliche Seitenruderausschlag kleiner. Außerdem werden durch das Hängenlassen im Einmotorenflug günstigere flugmechanische Verhältnisse erreicht, weil damit der Schiebewinkel auf praktisch 0 gebracht werden kann. In diesem Falle läßt sich das Flugzeug mit der geringsten Motorleistung im Horizontalflug halten. Die durch die geringe Querlage bedingte Verringerung des Auftriebs ist bedeutungslos.

Für den Kurssteuerungsflug ist es wichtig, daß die Rosendifferenz am Kurskreisel (die Differenz ist ein Maß für die Größe des Seitenruderausschlages) nicht größer als  $3^\circ$  wird. Im allgemeinen ist das bei einer Querlage von  $4^\circ$ — $5^\circ$  der Fall. Eine Kugelbreite am Wendeziger (Baumuster Lg 14r) entspricht etwa  $2^\circ$ , eine Kugelbreite am Kurskreisel (Baumuster LKu 4) etwa  $4^\circ$ — $5^\circ$  Querlage.

### 4. Ju 88

Die Seitenruderkräfte sind — wie gesagt — für die Kurssteuerung ohne Bedeutung. Dagegen spielen bei ihr die Ruderwege eine Rolle. In der Ju 88 sind die im Einmotorenflug für Geradeaus- und Kurvenflug notwendigen Ruderausschläge weniger so groß, daß eine besondere Einrichtung getroffen werden mußte. Die Ju 88 ist deshalb mit einem Drehschalter, dem Einmotoren-Flugschalter, ausgerüstet, der bei Betätigung einen zusätzlichen Richtwert auf die Rudermaschine gibt. Dieser Richtwert ruft genau wie die Vorgabe einen Seitenruderausschlag hervor. Die Größe dieses Seitenruderausschlages ist der Fluggeschwindigkeit angepaßt, die im Einmotorenflug vorhanden ist. Der Schalter soll daher erst dann bedient werden, wenn sich nach Ausfall eines Motors die Geschwindigkeit verringert hat.

### 5. Kurve

Für das Kurven mit Kurssteuerung gilt, genau wie für den Handflug, daß bei Ausfall eines Motors mit besonderer Sorgfalt geflogen werden muß. Die Einleitung der Kurve muß mit dem Querruder unterstützt werden. Ferner ist, wie im Handflug, auch nur über den **laufenden** Motor zu kurven. (Die Kurssteuerung an sich läßt auch eine Kurve über den stehenden Motor zu.)

### 6. Stromverbrauch

Da beim Einmotorenflug nur ein Generator für die Stromversorgung in Betrieb ist, können unter Umständen nicht mehr alle Stromverbraucher gespeist werden. Deshalb soll im Einmotorenflug entweder nur Kurssteuerung oder nur FT längere Zeit eingeschaltet sein. Beide Anlagen zusammen dürfen höchstens 10 Minuten in Betrieb bleiben. Diese Einschränkung gilt jedoch nur für die Flugzeuge, deren Generatoren je eine Leistung bis max. 1200 Watt abgeben. Bei stärkeren Generatoren ist ein gleichzeitiger Betrieb beider Anlagen unbedenklich, wenn die Generatorleistung größer ist als die Summe des Dauerverbrauchs von Kurssteuerung, FT und anderen Verbrauchern. Die Kurssteueranlage verbraucht 360 W. Im übrigen gelten für den Einmotoren-Kurssteuerungsflug alle Vorschriften des Einmotoren-Handflugs.

### 7. Bedienung

Bei Ausfall eines Motors soll nach dem Vorhergesagten wie folgt verfahren werden:

- A. Kurssteuerung eingeschaltet lassen.
- B 1. Einmotoren-Flugschalter, soweit vorhanden, umschalten (zuvor Fahrverminderung abwarten!).
- B 2. Flugzeug nach der Seite des laufenden Motors so weit hängen lassen, daß die Rosendifferenz am Kurskreisel kleiner als  $3^\circ$  bleibt (1—2 Wendeziger-Kugelbreiten).

- C. Flugzeug für die Querlage austrimmen.
- D. Kurveneinleitung unbedingt mit Querruder unterstützen.
- E. Beim Ausschalten der Kurssteuerung beachten, daß Flugzeug nicht für den Einmotorenflug getrimmt ist.
- F. Einmotoren-Flugschalter, sofern vorhanden, auf Mittelstellung zurückschalten.

Soll das Flugzeug für den Einmotorenflug getrimmt werden (vgl. Punkt 2, Seitentrimmung), so ist die Steuerung durch Eindrücken des Kurskreiselknopfes auszuschalten, das Flugzeug zu trimmen und der Kurskreiselknopf — nach Rosenübereinstimmung — wieder zu ziehen, im übrigen wie unter Punkt B bis F angegeben, zu verfahren. Kontrollflüge zur Überprüfung der Kurssteuerung haben — um vergleichbare Beobachtungen zu erhalten — grundsätzlich mit voll ausgetrimmtem Flugzeug zu erfolgen. Das Austrimmen geschieht also im Handflug, und zwar muß so lange getrimmt werden, bis — bei losgelassenen Steuerorganen — stationärer Geradeausflug erreicht ist. Die in der Ju 88 angebrachte Bedienungstafel (Abb. 26) ist nach den letzten praktischen Erfahrungen überholt. Sie gilt für den Einmotorenflug mit vorheriger Trimmung, der gerade in der Ju 88 A-4 nicht so empfehlenswert ist.

**Bedienungstafel für den Einmotorenflug mit der Siemens LGW-Kurssteuerung K 4ü**

1. Kurskreiselknopf eindrücken.
2. Flugzeug nach Seite des laufenden Motors hängend austrimmen (1...2 Wendezieger-Kugelbreiten).
3. Einmotor-Drehschalter umschalten. (Richtung beachten!)
4. Rosen-Übereinstimmung auf anliegendem Kurs herstellen.
5. Kurskreiselknopf herausziehen.
6. Kursversetzung durch Hängen bis 1...2 Wz-Kugelbreiten ausgleichen.
7. Kurveneinleitung unbedingt mit Querruder unterstützen.

**Abb. 26. Bedienungstafel für Einmotorenflug**

## **VII. Wartung**

Die Kurssteuerungsanlage K 4ü bedarf in regelmäßigen Zeitabständen einer Wartung durch geschultes Personal. Dabei ist nach folgenden Fragen vorzugehen:

1. Sind alle Geräte vorhanden und unbeschädigt?
2. Sind sämtliche Gerätestecker angeschlossen und mit Sicherungsbügeln gesichert? (Kein Wackelkontakt!) Sind die Dichtungsringe der Stecker vorhanden?

Bei den Steckern der Rudermaschine ist besonders auf Verölung und dadurch verursachte Beschädigung der Dichtungsringe und Kabelanschlüsse zu achten.

- Sind alle übrigen Kabelanschlüsse in Ordnung?
3. Sind die Selbstschalter in Ordnung?
  - 20 A-Selbstschalter für die Kurssteuerung
  - 6 A-Selbstschalter für die Kurssteuerung
  - 6 A-Selbstschalter für die Fernkompaßanlage.
4. Ist die Notauslösung in Ordnung?
5. Beträgt die Betriebsspannung bei laufenden Motoren 29 V?
 

Wird der Sammler durch beide Generatoren geladen?
6. Ist genügend Öl in der Rudermaschine?
 

Nach Abschrauben der Rändelkappe an der Rudermaschine (siehe Abb. 20) mittels Schwimmer den Ölstand prüfen. Wenn nötig, am Einfüllstutzen Rudermaschinenöl FI 43200 nachfüllen.  
Sieb nicht herausnehmen! Größte Sauberkeit!
7. Ist die Stoßstange zwischen Rudermaschine und Seitenrudergestänge in Ordnung? Kein Spiel?
8. Ist die Befestigung der Rudermaschine und des Fundamentes einwandfrei?
9. Ist die biegsame Welle am Kursmotor gängig und geführt?

Nach der Prüfung und Beseitigung evtl. Mängel ist nachstehende Funktionsprobe vorzunehmen. Auch bei den Startvorbereitungen ist eine kurze Funktionsprobe zweckmäßig.

### Funktionsprobe am Boden

Zunächst feststellen, ob das Seitenruder frei ist, da sonst Beschädigungen unvermeidlich sind.

Die Kurssteueranlage verbraucht 360 Watt, deshalb sind mit dem Bordsammler nur kurze Prüfungen durchzuführen. Bei längeren Untersuchungen soll stets der Außenbordanschluß benutzt werden.

Prüfungen:

1. Kuppelt Rudermaschine, wenn Hauptschalter auf „2“ geschaltet und Einstellknopf gezogen ist?
2. Wird Seitenruder wieder frei, wenn Hauptschalter auf Stufe „1“ zurückgeschaltet oder Einstellknopf am Kurskreisel gedrückt wird?
3. Lassen sich mit Richtungsgeber sinngemäße Seitenruderausschläge einstellen?
4. Lassen sich mit Richtungsgeber auch dann sinngemäße Seitenruderausschläge einstellen, wenn Kursmotorstecker gezogen ist? (Prüfung der Vorgabe.)
5. Flugzeugsymbol im Tochterkompaß mit Richtungsgeber zwischen Kursmarke und linke Seitenmarke einstellen und Rosen im Kurskreisel in Übereinstimmung bringen. Der Kurszeiger steht dann auf Mitte (Überwachungsschalter eingeschaltet). Nach Ziehen des Einstellknopfes muß die untere Rose im Kurskreisel und der Kurszeiger nach links auswandern (Endausschlag des Kurszeigers in ca. 2 min). Bei Einstellung des Flugzeugsymbols auf die rechte Seitenmarke muß die Auswanderung des Kurszeigers nach rechts erfolgen (Prüfung der Kompaßüberwachung).

## VIII. Störungen

Durch falsche Bedienung oder durch Fehler in der Kurssteuerungsanlage können Störungen auftreten. Bei allen Fehlern, die bei ihrem erstmaligen Auftreten keine gefährliche Fluglage herbeigeführt haben, darf — 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, da er hiernach seine Maßnahmen zur Instandsetzung zu treffen hat.

### A. Kurssteuerung arbeitet nicht

Ursache:	Behebung:
Selbstschalter (20 A und 6 A) nicht eingeschaltet.	Selbstschalter eindrücken.
Hauptschalter nicht auf Stufe „2“ gestellt.	Hauptschalter auf Stufe „2“ schalten.
Einstellknopf am Kurskreisel nicht gezogen.	Einstellknopf am Kurskreisel ziehen.
Bordnetzspannung liegt unter 22 V.	Selbstschalter für Generator eindrücken, Spannung messen!

Ursache:	Behebung:
Notauslösung war gezogen Abtriebshebel nicht bzw. falsch eingeklinkt. (Bei falsch eingeklinktem Abtriebshebel arbeitet die Steuerung einseitig und unregelmäßig.)	Abtriebshebel einklinken (durch geprüftes Fachpersonal).
* Stromkreis des Kuppelventils unterbrochen.	Elektrische Leitung prüfen.
<b>B. Flugzeug schwingt schnell (3- bis 6 mal in der Sekunde) um die Hochachse, evtl. mit stetig zunehmenden Ausschlägen (Schütteln)</b>	
Ursache:	Behebung:
Rudermaschinen-Befestigung im Fundament oder Abtriebshebel-Befestigung gelockert.	Befestigung der Rudermaschine prüfen und in Ordnung bringen. Abtriebshebel auf einwandfreien Sitz auf der Achse prüfen, beschädigten Hebel auswechseln.
Steuergestänge und -seile, Seitenruder oder Seitentrimmung haben Spiel.	Steuergestänge und -seile sowie Seitenruder prüfen lassen, Spiel beseitigen.
Seitentrimmruder steht über Seitenruderkante vor (ist nicht im Strak).	Seitentrimmruder „bügeln“, evtl. auswechseln.

Ursache:	Behebung:
Wackelkontakt an den Anschlußklemmen oder Steckern der Anlage.	Steckverbindungen an der Rudermaschine und am Kurskreisel nachsehen. Leitungen durchprüfen, Anschlüsse an den Verteilern nachsehen bzw. nachziehen. Falls angegebene Maßnahmen nicht zum Ziel führen, Rudermaschine auswechseln.
<b>C. Flugzeug schwingt langsam um die Hochachse (Trampeln)</b>	
Ursache:	Behebung:
* Reibung in der Rudermaschine. Das Seitenruder wird etwa einmal in der Sekunde mit merklichem Ausschlag hin- und herbewegt.	Rudermaschine auswechseln.
Zu früh eingeschaltet, Rudermaschine noch nicht warm.	Wartezeit beachten!
<b>D. Flugzeug schwingt um Längsachse oder schwingt beim Herausgehen aus einer Kurve sehr stark über (Gieren)</b>	
Ursache:	Behebung:
Fehler im Kurskreisel.	Einstellknopf im Horizontalflug kurz drücken und wieder ziehen. Wenn Fehler hierdurch beseitigt wird, jedoch wiederholt auftritt, Kurskreisel auswechseln.

### E. Das Flugzeug geht in eine Steilkurve

Ursache:	Behebung:
• Selbsttätige Bewegung des Abtriebshebels durch Fehler in der Rudermaschine.	Kurssteuerung ist sofort auszuschalten (vgl. Ausschalten bei Gefahr), Rudermaschine muß ausgewechselt werden! Gefährliche Flugzustände treten nicht ein, wenn innerhalb von 3 Sekunden ausgeschaltet wird. Kurssteuerung darf nicht mehr benutzt werden!
Stromkreisunterbrechung. In diesem Falle erfolgt die Bewegung des Seitenruders etwas langsamer.	Elektrische Durchprüfung der Leitungen, Stecker und Geräte: Fehler ist am Ausschlag des Kurszeigers erkennbar, evtl. Kurskreisel oder Rudermaschine auswechseln.

### F. Flugzeug weicht langsam vom Kurs ab

Ursache:	Behebung:
Überwachung arbeitet nicht.	Überwachungsschalter einschalten. Wird Fehler hierdurch nicht beseitigt, so müssen die Leitungen zur Fernkompaßanlage und die Fernkompaßanlage selbst überprüft werden.

Ursache:	Behebung:
Überwachung arbeitet nicht.	Ist Kompaßanlage in Ordnung, liegt Fehler im Kurskreisel. Dann Kurskreisel auswechseln.

### G. Flugzeug fliegt nicht Kurve

Ursache:	Behebung:
Selbstschalter 6 A für Fernkompaßanlage nicht eingeschaltet.	Selbstschalter eindrücken.
Stecker für Richtungsgeberanschluß an der Steuersäule oder Stecker für Richtungsgeber LRg 5 bzw. LRg 15 lose oder nicht in Blindsteckdose beim Bombenschützen eingesteckt.	Steckverbindung einwandfrei herstellen, mit Sicherungsbügel sichern. Wenn Fehler hierdurch nicht beseitigt ist, Leitungen prüfen.

Bei fehlerhaftem Arbeiten der Kurssteuerung im Fluge, wie unter A\*, B, C\*, E\* angeführt, empfiehlt es sich, den Hauptschalter auf Stufe „1“ zu schalten und den Kurskreisel als Navigationsgerät zu benutzen. (Hierbei muß Setzknopf gezogen sein.) Siehe S. 36: Fliegen nach Kurskreisel von Hand.

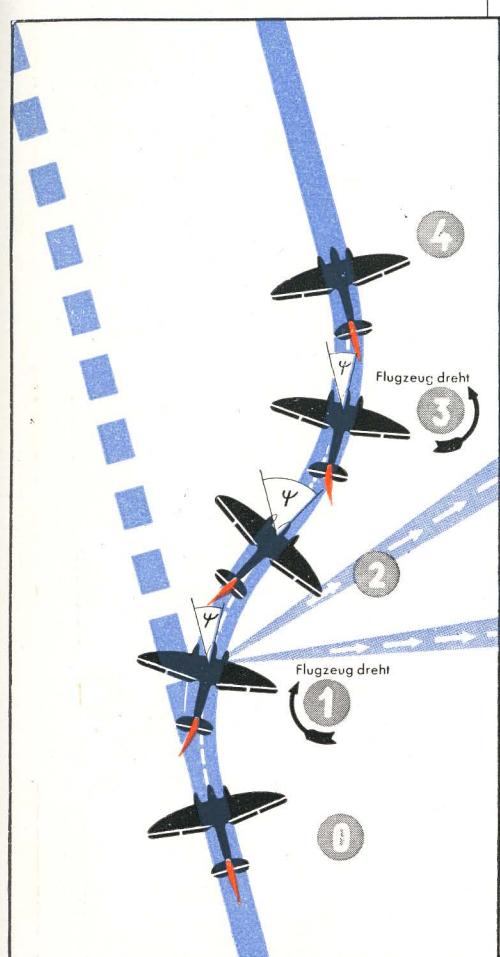
Zur Prüfung und Ermittlung von Fehlern der Anlage steht ein K 4 ü-Prüfgerät Fl 22884-1/2 zur Verfügung, außerdem ein Sonderzusatzgerät Fl 22893 zum Prüfgerät für Kurskreisel- und Rudermaschinen-Einzelprüfung.

Geräte aus Bruchmaschinen, insbesondere Kurskreisel und Rudermaschinen, dürfen nicht wieder verwendet werden, wenn sie nicht zuvor vom Fachpersonal vorschriftsmäßig geprüft sind.

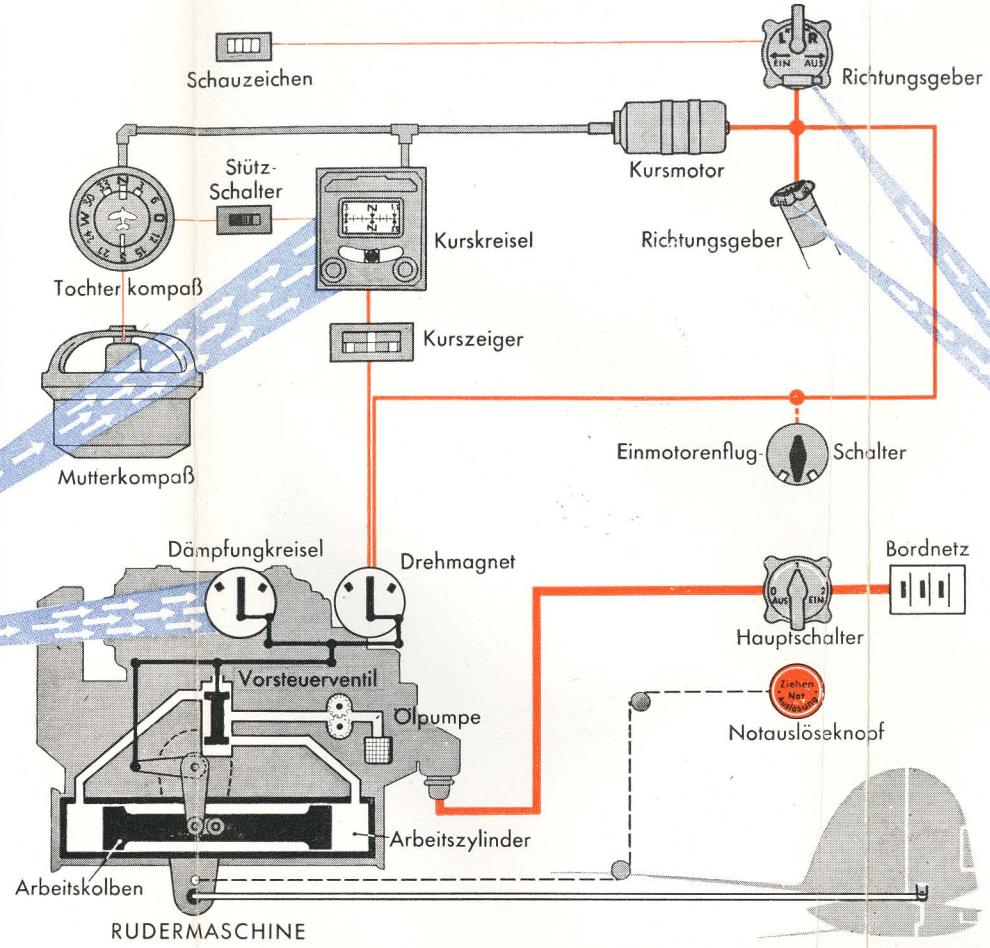
Bei der serienmäßigen Betreuung der Kurssteuerungsanlage K 4 ü wird zum Füllen und Entlüften der Rudermaschine zweckmäßig die Füllleinrichtung LÖG, 127-8720 A-1 verwendet.

Die Richtempfängerseite der Rudermaschine darf nur vom Fachpersonal geöffnet werden; die Ölseite zu öffnen, ist verboten.

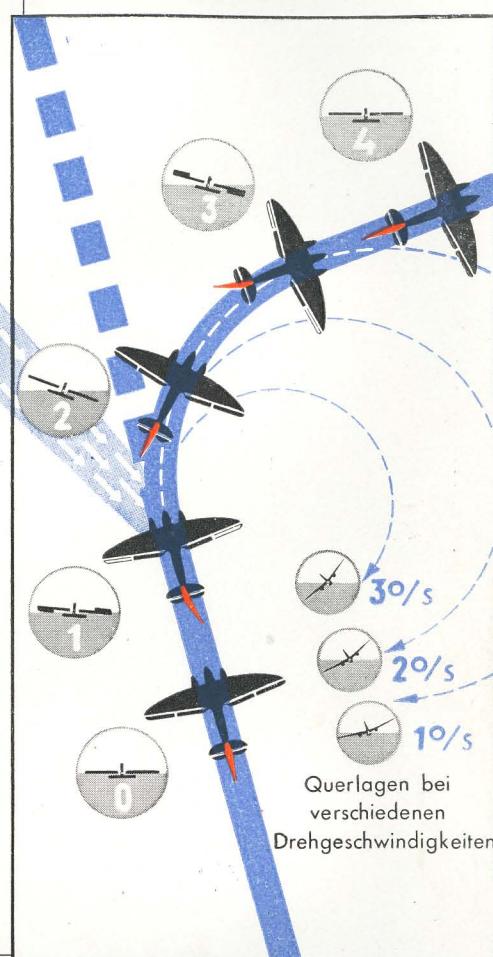
2928/43  
GEBR.FEYL® BERLIN SW  
7.43 | 841



Aussteuern einer Böenstörung

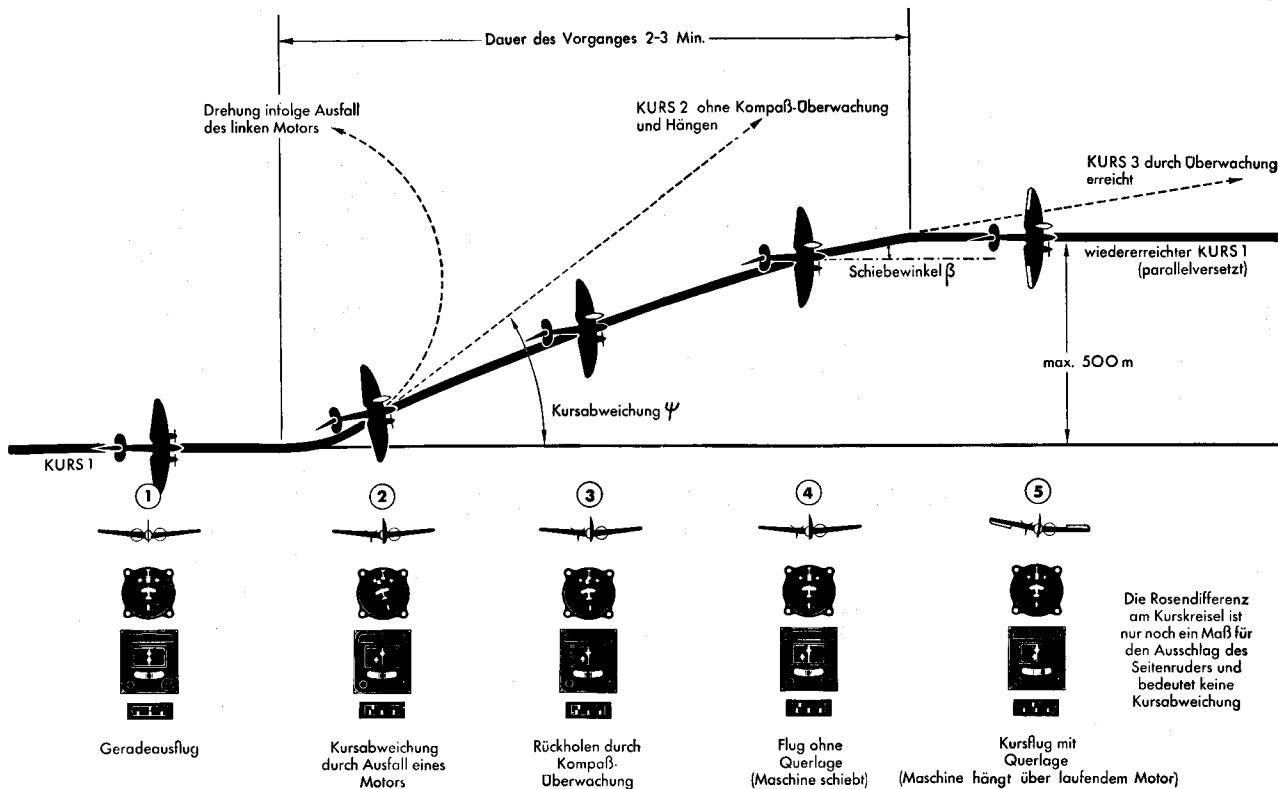


Wirkungsbild der Kurssteuerung



Kurvenflug mit Richtungsgeber ( $1^\circ/s$ )

## Anlage II: Einmotorenflug



Geradeausflug

Kursabweichung durch Ausfall eines Motors

Rückholen durch Kompaß-Überwachung

Flug ohne Querlage (Maschine schiebt)

Kursflug mit Querlage (Maschine hängt über laufendem Motor)

### Anlage III: Lieferumfang

Pos.	Gerät	Baumuster	RLM-Geräte-Nr.	Fl-Nr.	K 4 ü —												Gewicht kg
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Rudermaschine X	LSR 4 ü-3	127-221 A-2	22 574	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23
2	*) Kupplungshebel	LKRI	127-221.12	22 575-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8
3	*) Kupplungshebel	LKRr	127-221.15	22 575-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8
4	Kurskreisel	LKu 4	127-210 A-1	22 561	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,25
5	Kurszeiger	LKz 3	127-211 A-1	22 562	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	0,38
6	Richtungsgeber	LRg 5	127-217 A-1	22 569	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	1	0,34
7	Richtungsgeber	LRg 9	127-219 A-1	22 567	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,07
8	Richtungsgeber	LRg 10	127-218 A-1	22 578	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3
9	Richtungsgeber	LRg 15	127-294 A-1	22 576	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	0,34
10	Richtungsgeber	LRg 15	127-294 B-1	22 576-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	0,33
11	Haupschalter	LSch 4 ü	127-618 B-1	22 559-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,03
12	Überwachungsschalt.	LKS 18-2 e	19-5821 A	32 350	—	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,15
13	Einmotorenflugsch.	LDS 10-2/4	19-5815 F	E 5815.06	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	—	0,06
14	Schauzeichen	LMA 1/24	126-707 DA	32 525-2	—	—	1	1	1	1	1	1	1	—	—	1	0,04
15	Notauslöseknopf	LAK	127-215 A-1	22 557	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8
16	Kursmotor	LKMm	127-212 B-1	22 563-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,19
17	Widerstandskasten	LKW 1/4 ü	127-619 A-1	22 571-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2
18	Widerstandskasten	LKW 3	127-220 A-1	22 571-2	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,19
19	Widerstandskasten	LKW 4	127-620 A-1	22 571-4	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	—	0,64
20	Widerstandskasten	LKW 5	127-295 A-1	22 577	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1	—	5,6
21	Ölkanister	LÖL	—	43 200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

× Rudermaschine alter Ausführung LSR 4 ü Fl 22 555 und LSR 4 ü-2 Fl 22 555-1 ist uneingeschränkt verwendungsfähig und austauschbar, wenn für das Aufsetzen der Kupplungshebel LKR auf der Abtriebsachse die Kupplungsbuchse LXR Fl 22 575-3 vorhanden ist.

\* Je nach Einbau wahlweise Kupplungshebel LKRI oder LKRr Prüfgeräte s. Seite 49