

D. (Luft) T. 2076 ~~geheimes~~
Teil 3

Nur für den Dienstgebrauch!

FZG 76

Geräte-Handbuch

Teil 3
Triebwerk

(Stand März 1944)

Ausgabe April 1944

Aufteilung des Geräte-Handbuches:

- Teil 1: Zelle**
- Teil 2: Heft 1 Steuerung**
Heft 2 Logeinrichtung
- Teil 3: Triebwerk**
- Teil 4: Zünderanlage**
- Teil 5: Funkanlage**
- Teil 6: Bedienungsvorschrift**
- Teil 7: Prüfvorschrift**

Dies ist ein geheimer Gegenstand. Mißbrauch ist strafbar.

Dieses Teilheft dient zur Einweisung sowie zur Inbetriebnahme des Gerätes und ist daher
nach Bedarf dem Personal, das mit dem Gerät betraut wird, zu überlassen.
Die Ausgabe erfolgt gegen die Unterschrift unter Einhaltung der Bestimmungen.

D. (Luft) T. 2076 ~~g-Kitox.~~

Teil 3

Nur für den Dienstgebrauch!

FZG 76

Geräte-Handbuch

Teil 3
Triebwerk

(Stand März 1944)

Ausgabe April 1944

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

Berlin, den 19. April 1944

**Technisches Amt
GL/C Nr. 11495/43 g. Kdos. (E2 VIII)**

Hiermit genehmige ich die D. (Luft) T. 2076 g. Kdos. »FZG 76
Geräte-Handbuch Teil 3: Triebwerk (Stand März 1944), Ausgabe
April 1944«.

Sie tritt mit dem Tage der Herausgabe in Kraft.

I. A.

gez. Vorwald

Vorwort

Das Geräte-Handbuch FZG 76 enthält diejenigen Angaben, die zur Einweisung und Handhabung des Gerätes erforderlich sind.

Die im Laufe der Zeit noch eintretenden Änderungen werden durch Deckblätter aufgenommen.

Um das Geräte-Handbuch ständig auf dem letzten Stand halten zu können, sind die zur Durchführung gelangenden Änderungen der Dienststelle RLM, GL/C-E 9 mitzuteilen.

Inhaltsverzeichnis

A. Kurzbeschreibung	4
1. Triebwerk	4
2. Triebwerk-Geräte	5
3. Geräte zum Anlassen des Triebwerks	5
B. Wirkungsweise	5
1. Arbeitsweise des Schubrohres	5
2. Kraftstoffzufuhr und -regelung	6
3. Anlassen und Abstellen des Triebwerks	7
C. Einbau-Anleitung und Einstellung der Kraftstoffanlage	8
1. Einbau	8
2. Einstellung	8

Abbildungen

Abb. 1: Bestandteile des Schubrohres	4
Abb. 2: Schubrohr	6
Abb. 3: Klappenregister	8
Abb. 4: Triebwerksanlage	9
Abb. 5: Geräte für Druckluftversorgung	9
Abb. 6: Regler mit Schaltventil	10

A. Kurzbeschreibung

1. Triebwerk

Als Triebwerk wird das Schubrohr 014 verwendet.

Das Schubrohr besteht aus folgenden Baugruppen:

1. Rohrkörper,
2. Klappenregister,
3. Kraftstoff- und Anlaßluftleitungen,
4. Blende,
5. Fangdiffusor (Haube),
6. vordere und hintere Aufhängung.

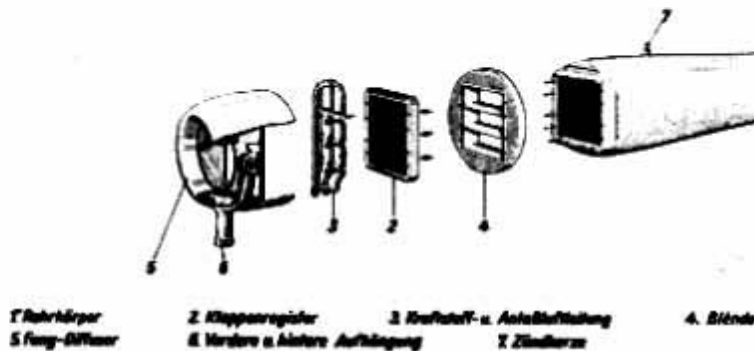


Abb. 1: Bestandteile des Schubrohres

Der **Rohrkörper** ist aus 2,5 mm starken Eisenblechen zusammengeschweißt.

Am vorderen Rohrende befinden sich die Luftventile, die aus dünnen Federstahlplättchen gefertigt und nebeneinander auf einem Träger aufgenietet sind. Mehrere Träger und dazwischen passende Stege, gegen die sich die Luftklappen legen, sind zu einem **Klappenregister** zusammengeschraubt. Das Öffnen und Schließen der Luftklappen (Ventile) erfolgt selbsttätig durch den während der Verbrennung im Schubrohr auftretenden Unter- bzw. Überdruck.

An einigen Stellen fehlen die Ventilklappen (siehe Abb. 3), so daß dort die Stege Verstärkungen aufweisen. In diesen insgesamt 9 Verstärkungen sind die 9 Kraftstoffdüsen und 3 Anlaßluftdüsen untergebracht. Auf der Vorderseite des Klappenregisters werden sie an je einer gemeinsamen **Kraftstoff- bzw. Anlaßluftleitung** angeschlossen.

Zwischen Klappenregister und Rohr ist die sogenannte Blende eingelegt, die die vor je 3 Düsen rechteckigen Durchbrechungen mit düsenförmigem Querschnitt aufweisen. An ihrem Außenrand ist sie zur Halterung der darübragenden Haube umgebördelt. Der Zweck dieser **Blende** ist eine Abschirmung der Ventilklappen gegen den Brennraum, um eine längere Lebensdauer der Ventile zu gewährleisten, sowie eine Verbesserung der Durchmischung von Kraftstoff und Luft zu erreichen.

Zur besseren Führung der angesaugten Luft zu den Ventilen und zur Verkleidung des strömungstechnisch ungünstigen Rohrkopfes ist dieser mit einem **Fangdiffusor** (Haube) verkleidet.

Das Schubrohr ist an 2 Stellen mit dem Flugkörper verbunden. Vorn wird über eine in Rohrmitte mit der Haube verbundene Gabel der Schub des Rohres auf die Zelle übertragen. Zur Vermeidung von übermäßigen Erschütterungen ist die Verbindung von Rohr und Gabel in Gummi gelagert.

Die Gabel ist mittels Zapfen in ein in der Zelle vorhandenes Stützrohr eingelassen und durch Bolzen gesichert.

Zur Vermeidung schädlichen Widerstandes ist das gabelförmige Teil in den Hohlraum des doppelwandigen Fangdiffusors verlegt. Die hintere Befestigung des Rohres ist mit dem Rohr verschweißt und wird über eine in der Seitendosse in Gummi gelagerte Pendelstütze mit der Zelle verbunden.

2. Triebwerk-Geräte

Die in den Bordluftbehältern mitgeführte Druckluft wird außer zum Betrieb der Steuerung auch zur Kraftstoffförderung benutzt. An der Zellenseitenwand befindet sich das **Füllventil** (s. Abb. 1), über welches die Bordluftbehälter vor dem Start mit Druckluft von 100 atü beladen werden und welches gleichzeitig die Behälter mit dem Hochdruck-Absperrventil des **Druckminderers** verbindet. Die im Druckminderer auf konstanten Niederdruck von etwa 6 atü entspannte Luft wird in den Kraftstoffbehälter geführt.

Zur Dosierung der Kraftstoffzufuhr dient ein **Regler**, der im Rumpfbürtenteil an der die vordere Rohrlagerung tragende Stütze befestigt ist. Der bei Öffnung des angeschraubten Schaltventils durch Druckluft zugeführte Kraftstoff wird im Regler je nach Flughöhe und Geschwindigkeit verschieden stark gedrosselt und zu der Düsenleitung des Klappenregisters geführt.

3. Geräte zum Anlassen des Triebwerks

Die zum Anlassen des Triebwerks erforderlichen Geräte sind, soweit möglich, nicht in der Zelle enthalten, sondern in einer am Geschütz befestigten **Anlaßvorrichtung** (s. Abb. 7 in Teil 6) vereinigt. Diese enthält (außer den für Steuerung und Zelle benötigten Geräten) einen Summer und eine Zündspule für die Anlaßzündung, ein elektrisch-pneumatisch gesteuertes Luftventil und ein Manometer für die Anlaßluft, Druckknöpfe zum probeweisen Anlassen und Abstellen des Triebwerks, einen Schalter für Aus-, Zündprobe- und Betriebsstellung sowie ein Lämpchen, das bei richtiger Stellung aller Schalter die Anlaßbereitschaft durch Aufleuchten anzeigt.

Zum Öffnen des am Regler angeschraubten **Schaltventils** wird die von der Anlaßvorrichtung gesteuerte Druckluft verwendet. Nach dem Anlassen sorgt eine mechanische Verriegelung für die weitere Offenhaltung.

Zum Abstellen des Triebwerks muß über einen druckluftgesteuerten Kolben, der am Schwenkarm der Anlaßvorrichtung befestigt ist, die Schaltstange des Schaltventils niedergedrückt werden.

Die von der Anlaßvorrichtung abgehende Anlaßluftleitung wird über eine in einer Einbuchtung der Zellenhaut untergebrachten **Trennkupplung**, welche im Augenblick des Abschusses abreißt, in die Zelle hineingeführt.

Die nur zum Anlassen erforderliche **Zündkerze** wird im Fluge mitgeführt, da ein Herausrauben und Verschließen der Kerzenbohrung nach dem Anlassen zu umständlich wäre. Der vom Auslegearm des Anlaßstandes zur Kerze führende Leitungsdraht wird beim Start der Zelle abgerissen.

B. Wirkungsweise

1. Arbeitsweise des Schubrohres

Die Aufgabe des Triebwerks besteht darin, den für die Fortbewegung des Gerätes 70 erforderlichen Schub zu erzeugen. Das intermittierend arbeitende Verpuffungsstrahlrohr gewinnt den Schub aus der Rückstoßkraft des aus dem offenen Rohrende austretenden Gasstrahls, wobei die Energie zur Beschleunigung der Luft- und Gasmasse, dem eingespritzten Kraftstoff entnommen wird. Das Arbeitsverfahren ist dabei folgendes:

Die erste durch einen Zündfunken eingeleitete Verpuffung bringt die im Rohr eingeschlossene Gassäule zum Schwingen, wobei die Schwingungszahl von der Rohrlänge und der Gastemperatur abhängt (bei Vollast-Standbetrieb 12 sec). Die hierbei am vorderen Rohrende ankommenden Unter- und Überdruckwellen bewirken das selbsttätige Öffnen und Schließen der Einlaßventile und lassen die Verbrennungsluft

periodisch einströmen. Der Kraftstoff dagegen fließt durch die Zerstäuberdüsen der Brennkammer stetig zu. Durch das periodisch auftretende Zusammentreffen von Kraftstoff und Luft wird kein Abbrennen, sondern das oben erwähnte rhythmische Verpuffen erreicht. Jede Ladung entzündet sich an Restteilen der vorhergehenden und am heißen Rohr. Die eingebaute Zündkerze dient lediglich zum Anlassen. Die schichtenweise angesaugten und verbrannten Gasmenzen werden zum offenen Rohrende hin beschleunigt, die dabei erzielte Impulsänderung erzeugt als Rückstoßkraft einen Schub auf das geschlossene Rohrende.

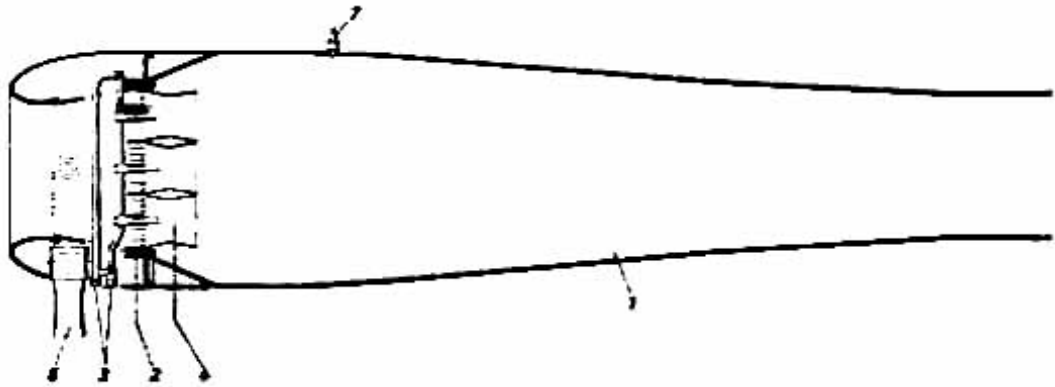


Abb. 2: Schubrohr

2. Kraftstoffzufuhr und -regelung

Da die im Schubrohr durchgesetzte Luftmenge sich mit der Luftwichte (hauptsächlich abhängig von der Flughöhe) und der Fluggeschwindigkeit ändert, muß die Kraftstoffzufuhr entsprechend bemessen werden, um den jeweils höchstmöglichen Schub zu erzielen und um eine Überfettung zu vermeiden. Zur günstigen Gemischbildung muß der Kraftstoff außerdem fein zersprüht in flachem Spritzkegel in den Brennraum gebracht werden. Die letztere Aufgabe übernehmen die 9 Kraftstoffdüsen, welche in ihrer Durchflußmenge genau gerichtet sind, so daß die eingespritzte Menge eine Funktion des Kraftstoffdruckes vor den Düsen ist. Zur Erzeugung des Kraftstoff-Einspritzdruckes wird der Kraftstoffbehälter unter einen Überdruck von etwa 6 atü gebracht. Die Veränderung des Druckes je nach Flughöhe und Geschwindigkeit übernimmt der **Kraftstoffregler**.

Zur Unterdrucksetzung des Kraftstoffbehälters wird Druckluft benötigt, die den beiden Bordluftbehältern entnommen wird. Diese werden vor dem Start mit insgesamt 150 Liter Druckluft von 160 atü gefüllt. Während des Fluges entspannt sich die Luft in diesen Behältern, da mit ihr der Kraftstoffbehälter gefüllt wird und als zweiter Verbraucher noch die Kurssteuerung vorhanden ist. Die Aufgabe, während der Entspannung des Luftbehälterdruckes von 160 auf etwa 20 atü, den Kraftstoffbehälter- und Steuerungsdruck auf $6,0 \pm 0,5$ atü konstant zu halten, übernimmt der **Druckminderer** (siehe Abbildung 5). Die Leitung vom Luftbehälter führt über das **Füllventil** zum Hochdruckanschluß des Druckminderers. Bei Öffnung des Hochdruck-Absperrventils durchströmt die Luft den Druckminderer und verläßt ihn auf der Niederdruckseite mit 6 atü. Vor dem Kraftstoffbehälter befindet sich noch ein Rückschlagventil, welches verhindern soll, daß bei vollgetanktem Behälter auf dem Transport und bei Schräglage auf dem Geschütz Kraftstoff in den Druckminderer zurückfließt, von wo aus er in die Steuerungsgeräte gelangen und Funktionsstörungen verursachen könnte.

Der Regler hat die Aufgabe, den Kraftstoff-Einspritzdruck je nach Flughöhe und Geschwindigkeit auf einem genauen Wert zu halten. Seine Grundelemente sind (siehe Abb. 6) das Gleichdruckventil 1 und das Drosselventil 2, welches vom Staukolben 3 und der Höhensdose 4 beeinflusst wird.

Das Gleichdruckventil 1 dient dazu, den zwischen 5,5 und 6,5 atü schwankenden Behälterdruck, der am Reglereintritt während des Starts durch die Beschleunigungskräfte auf über 9 atü erhöht wird, dauernd gleich zu halten. Der vom Schließventil her einströmende Kraftstoff wird durch den Ventilspalt auf 4 atü gedrosselt. Der

oberhalb des Ventils herrschende Druck übt auf dieses eine Kraft aus, die mit der Kraft der Feder 5 im Gleichgewicht steht. Bei einer Erhöhung des Druckes wird die Feder zusammengedrückt und dadurch der Ventilspalt verringert, so daß der Druck vor dem Drosselventil wieder auf den alten Wert zurückgeführt wird.

Das Drosselventil 2 wird durch die Spannung der Federn 6, 7 und 8 so ausgewogen, daß sich hinter ihm ein um einen bestimmten Betrag geringerer Druck ergibt. Dieser Betrag wird verändert, wenn sich die Luftpichte an der Membran 9 der Höhendose 1 oder der Standdruck unter dem Kolben 3 ändern. Bei einem Schleuderstart mit folgendem Steigflug auf 1 km Höhe und anschließendem Horizontalflug mit Geschwindigkeitssteigerung auf 650 km/h wird sich ein Verlauf des ausgeregelten Düsendrucks entsprechend Abb. 7 ergeben.

3. Anlassen und Abstellen des Triebwerks

Zum Anlassen des Triebwerks ist es erforderlich, außer der Fremdzündung durch die Zündkerze auch die Verbrennungsluft durch zusätzliche Vorrichtungen in die Brennkammer einzubringen, da die Selbstansaugung durch den vorübergehenden Verpuffungsstakt fehlt. Die Mehrzahl der hierzu wie auch zum Abstellen des Triebwerks benötigten Geräte ist außerhalb des Flugkörpers am Geschütz angebracht.

Die Anlaßvorrichtung ist so aufgebaut, daß alle zum Anlassen und Abstellen notwendigen Handgriffe zur Probe an ihm selbst vorgenommen werden können. Außerdem ist sie mit dem Kommandogerät verschaltet, so daß beim Schleuderstart von diesem aus angelassen und abgestellt werden kann. Von der angebauten Zündanlage (Summer und Zündspule) führt ein Kabel über den Schwenkarm zur Zündkerze.

Die zum Anlassen erforderliche Druckluft wird dem an der Anlaßvorrichtung befestigten Behälter (16 bis 18 atü) entnommen und über das elektrisch gesteuerte Druckluftventil im Anlaßgerät zur Trennkupplung an der Zelle geführt. Von hier aus wird sie der Anlaßluftleitung des Klappenregisters zugeleitet (siehe Abb. 4).

Von einer Abzweigung aus wird die Druckluft gleichzeitig auf das Schaltventil und den Teillastkolben des Reglers geführt (siehe Abb. 4 und 6).

Durch Niederdrücken des Anlaßdruckknopfes an der Anlaßvorrichtung oder am Kommandogerät beginnt das Rohr zu arbeiten, indem die Zündung eingeschaltet, die Anlaßluftleitung zum Brennraum und das Schaltventil für die Kraftstoffzufuhr zum Rohr geöffnet wird. Letzteres wird folgendermaßen durchgeführt (siehe Abb. 6): Die Membran 10 wird auf der Oberseite von der Anlaßdruckluft beaufschlagt, auf der Unterseite vom Außenluftdruck. Die hierdurch entstehende Kraft öffnet das Ventil 11, so daß der vom Behälter über das vorgeschaltete Filter zugeführte Kraftstoff über den Regler und die Düsen in den Brennraum gespritzt wird. Sobald das Ventil geöffnet ist, wird durch Federkraft der Verriegelungsstift 15 in eine Nut der mit der Membran verschraubten Sperrstange 13 gedrückt. Dadurch bleibt das Schaltventil auch nach Abstellen der Anlaßluft (Loslassen des Druckknopfes am Kommandogerät) geöffnet. Sollte das Rohr nicht einwandfrei anspringen, so ist sofort auf den Abstellknopf zu drücken, wodurch von einem am Schwenkarm der Anlaßvorrichtung befindlichen druckluftgesteuerten Kolben die Schaltstange 11 niedergedrückt wird. Hierdurch wird über das Winkelblech der Riegel 15 gegen die Federkraft zurückgezogen, so daß das Schaltventil schließen kann.

Soll das arbeitende Rohr abgestellt werden, so ist gleichfalls auf den Abstellknopf zu drücken. Die oberhalb der Membran angebrachte Feder dient zur Unterstützung der Feder unter dem Ventil 11, damit das Ventil auch gegen den auf die Membran wirkenden Rohrüberdruck schließen kann.

Das Rohr liefert seinen höchsten Schub bei einem Düsendruck, bei dem es nicht gleichzeitig sicher anzulassen ist. Da das Anlassen mit einem niedrigeren Druck (Teillastdruck etwa 1,3 atü) bedeutend besser gelingt, wird mit Hilfe des Teillastkolbens 12, der von der Anlaßdruckluft beaufschlagt wird, das Drosselventil 2 über den zweiarmligen Hebel zusätzlich belastet, so daß sich der ausgeregelte Druck um den gewünschten Betrag senkt. Ist das Rohr angesprungen, so wird durch Loslassen des Anlaßdruckknopfes die Druckluft abgebaut, der Teillastkolben durch die darunter befindliche Feder hochgedrückt, und der Regler spielt auf den dem Höchschub zugeordneten Düsendruck ein.

C. Einbau-Anleitung und Einstellung der Kraftstoffanlage

1. Einbau

Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb der Triebwerkanlage ist völlige Sauberkeit und Dichtigkeit der Kraftstoff- und Druckluftbehälter sowie aller Leitungen.

Der Regler wird an der Rohrstütze befestigt, und die Kraftstoff- und Luftleitungen sind nach dem Verschrauben mit Draht gegen Lockerwerden zu sichern. Nach dem Aufsetzen des Schubrohres ist darauf zu achten, daß es mit der Zelle in der Längsachse fluchtet. Die Pendelstütze muß in der Seitenflosse in Flugrichtung nach hinten und vorn je 30 mm Luft haben, da sich das Rohr bei Betrieb um etwa 25 mm längt und beim ersten Anlaßstoß um etwa denselben Betrag in entgegengesetzter Richtung sich bewegt.

2. Einstellung

Im Herstellerwerk werden alle Einzelteile des Triebwerks in ihren Einstellwerten geprüft und abgenommen. Die Hauptkontrolle beruht auf der Messung der Durchflußmenge des Düsensterns, der Einstellwerte des Reglers und des Entnahmedrucks des Druckminderers. Alle empfindlichen Teile werden nach der Prüfung konserviert.

Eine Kontrolle der gesamten Triebwerksanlage nach der Fertigmontage wird nicht in einem Standlauf mit normalem Rohrbetrieb durchgeführt, um die hierzu erforderlichen Prüfstände, den Kraftstoffverbrauch sowie eine neue Konservierung nach dem Lauf zu ersparen, sondern in einem »kalten Standlauf« mit einem Kraftstoff-Öl-Gemisch. Es sind hierzu der Kraftstoffbehälter mit etwa 100 Liter dieses Gemisches und die Luftbehälter mit Druckluft zu füllen. Das Gemisch wird in das Rohr gespritzt und über einen auf dem hinteren Rohrende angebrachten Melßtrichter in die Tankanlage zurückgeleitet. Während der etwa 4 Minuten betragenden Abspritzzeit werden die Einstellwerte kontrolliert und alle Leitungen und Verschraubungen auf Dichtigkeit geprüft. (Siehe Teil 7 »Prüfvorschrift«, Abschn. F.)

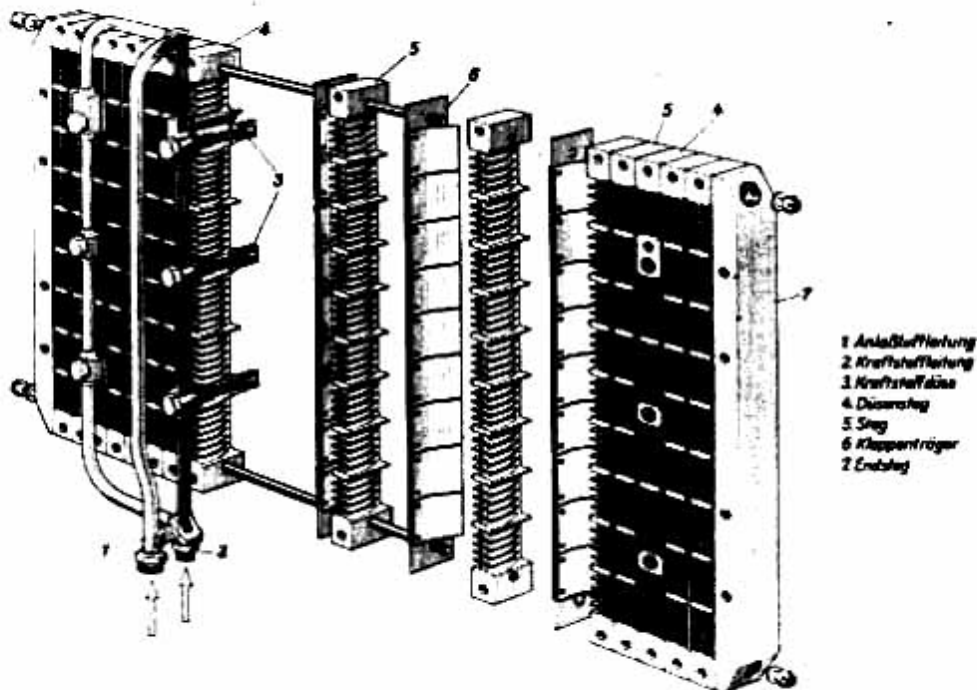


Abb. 3: Klappregister

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 • Luftbehälter | 8 • Kraftstoffaustritt |
| 2 • Füllventil | 9 • Staurahr |
| 3 • Druckminderer | 10 • Trennkupplung |
| 4 • Rückschlagventil | 11 • Schaltventil |
| 5 • Kraftstoffbehälter | 12 • Anlaßluftlösen |
| 6 • Filter | 13 • Druckluft für Steuerung |
| 7 • Regler | 14 • Abstellknopf |

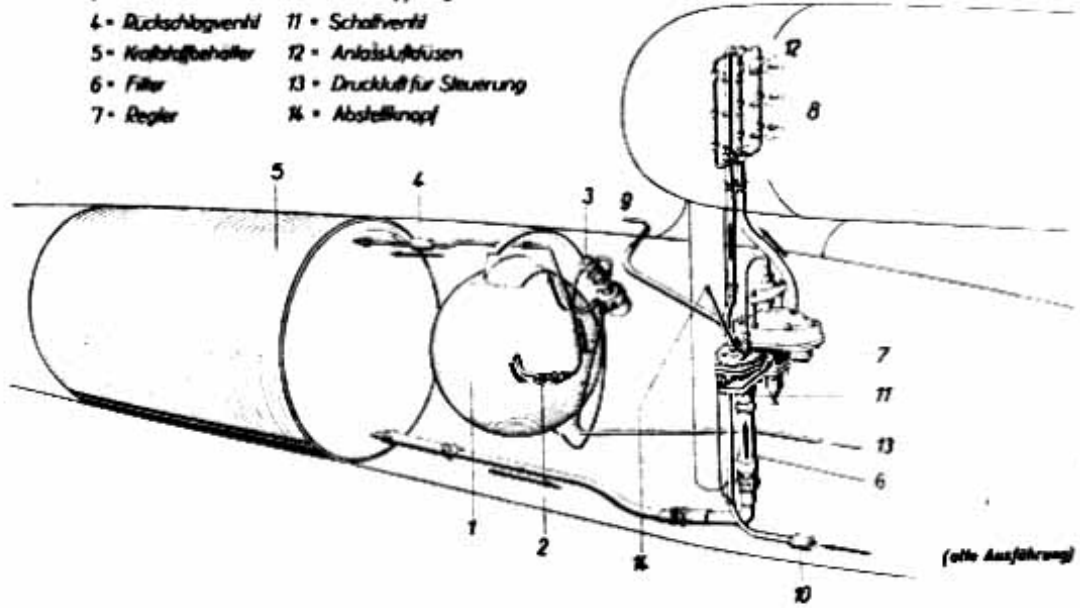


Abb. 4: Trichwerksanlage

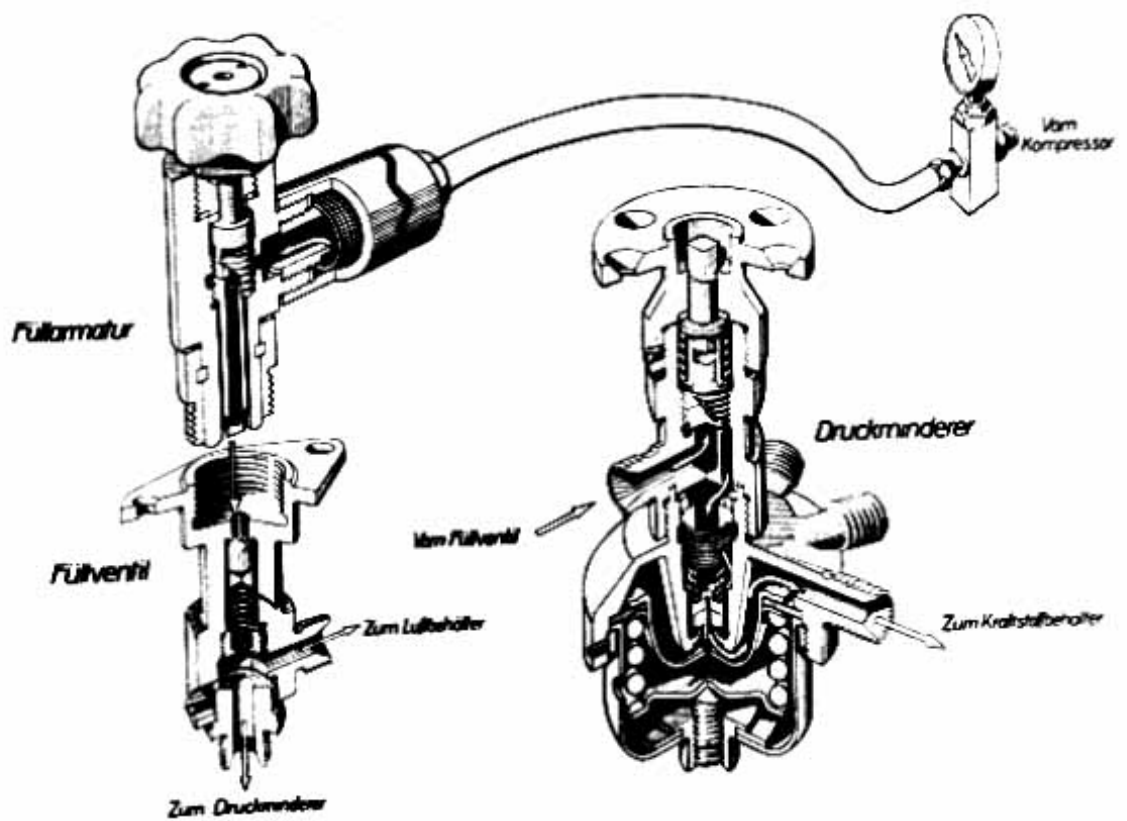


Abb. 5: Geräte für Druckluftversorgung

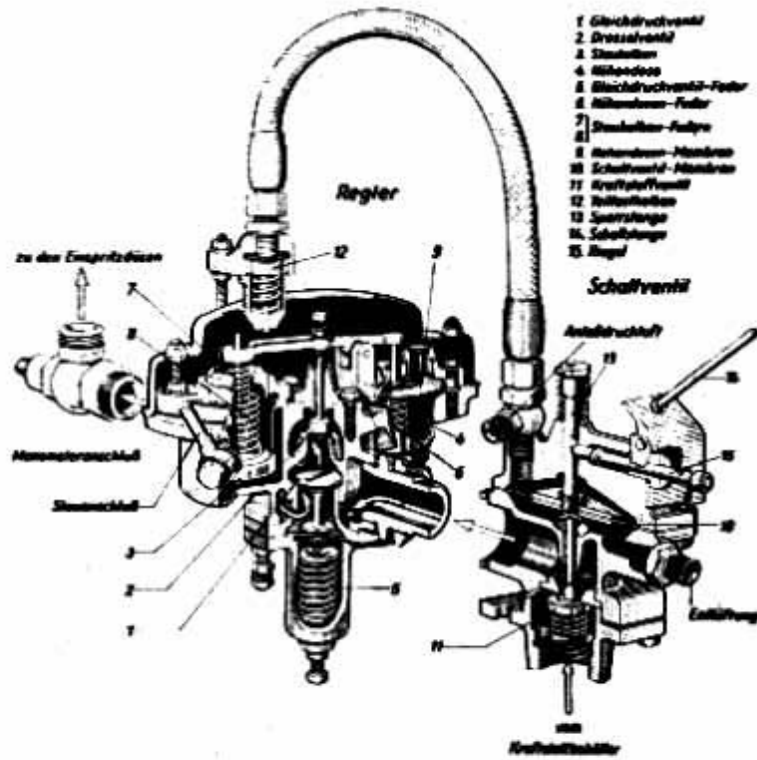


Abb. 6: Regler mit Schaltventil