

PGA-Regler

Installation und Betrieb

WICHTIG

DEFINITIONEN

- **GEFAHR**—weist auf eine gefährliche Situation hin. Missachtung wird zu Tod oder schweren Verletzungen führen.
- **WARNUNG**—weist auf eine gefährliche Situation hin. Missachtung kann zu Tod oder schweren Verletzungen führen.
- **VORSICHT**—weist auf eine gefährliche Situation hin. Missachtung kann zu kleinere oder mäßige Verletzungen führen.
- **HINWEIS**—weist auf eine Gefahr hin. Missachtung kann zu Schäden an der Ausrüstung führen.
- **WICHTIG**—bezeichnet eine operierende Tipp oder einen Aufrechterhaltungsvorschlag.

! WARNUNG

Motor, Turbine und andere Hauptantriebsaggregate müssen mit einer Überdrehzahl-Abschaltvorrichtung versehen sein, damit ein Durchgehen des Hauptantriebsaggregats und Schäden an demselben sowie Personen- und/oder Sachschäden oder gar Todesfälle vermieden werden.

Die Überdrehzahl-Abschaltvorrichtung muss vollkommen unabhängig von der Hauptantriebssteuerung sein. Eine Abschaltvorrichtung bei Überhitzung oder Überdruck kann aus Sicherheitsgründen ebenfalls erforderlich sein.



Bitte lesen Sie die vorliegende Bedienungsanleitung sowie alle weiteren Publikationen, die zum Arbeiten mit diesem Produkt (insbesondere für die Installation, den Betrieb oder die Wartung) hinzugezogen werden müssen. Beachten Sie hierbei alle Sicherheitsvorschriften sowie Warnhinweise. Sollten Sie den Hinweisen nicht folgen, kann dies Personenschäden oder/und Schäden am Produkt hervorrufen.



Dieses Dokument kann seit Erstellung dieser Kopie überarbeitet oder aktualisiert worden sein. Um sicherzustellen, dass Sie über die aktuellste Revision verfügen, sollten Sie auf der Woodward-Website nachsehen:

www.woodward.com/pubs/current.pdf

Die Revisionsstufe befindet sich auf der Titelseite gleich nach der Dokumentennummer. Die aktuellsten Version der meisten Dokumente finden Sie hier:

www.woodward.com/publications

Wenn Sie Ihr Dokument hier nicht finden, wenden Sie sich bitte an Ihren Kundendienstmitarbeiter, um die aktuellste Kopie zu erhalten.

DIESES DOKUMENT KANN VERALTET SEIN—Das englische Original dieses Dokuments wurde möglicherweise nach Erstellung dieser Übersetzung aktualisiert. Prüfen Sie, ob es eine englische Version mit einer höheren Revision gibt, um die aktuellsten Informationen zu erhalten.



Jegliche unerlaubte Änderung oder Verwendung dieses Geräts, welche über die angegebenen mechanischen, elektrischen oder anderweitigen Betriebsgrenzen hinausgeht, kann Personenschäden oder/und Schäden am Produkt hervorrufen. Jegliche solche unerlaubte Änderung: (i) begründet „Missbrauch“ und/oder „Fahrlässigkeit“ im Sinne der Gewährleistung für das Produkt und schließt somit die Gewährleistung für die Deckung möglicher daraus folgender Schäden aus, und (ii) hebt Produktzertifizierungen oder -listungen auf.

HINWEIS

Um Schäden an einem Steuerungsgerät zu verhindern, welches einen Alternator/Generator oder ein Batterieladegerät verwendet, stellen Sie bitte sicher, daß das Ladegerät vor dem Abklemmen ausgeschaltet ist.

HINWEIS

Um Schäden an elektronischen Komponenten zu vermeiden, die durch unsachgemäße Behandlung verursacht werden können, sind die Vorkehrungen im Woodward-Handbuch 82715, *Guide for Handling and Protection of Electronic Controls, Printed Circuit Boards, and Modules (Handbuch zur Handhabung und zum Schutz von elektronischen Reglern, gedruckten Schaltkreiskarten und Modulen)* zu lesen und zu beachten.

Inhaltsverzeichnis

KAPITEL 1. ALLGEMEINES	1
Einführung	1
Beschreibung	1
Weitere Unterlagen	2
KAPITEL 2. ANBAU	9
Einführung	9
Anlieferung	9
Lagerung	9
Anbau	9
Regleröl	10
Notwendiger Freiraum	12
KAPITEL 3. EINSTELLUNGEN	13
Einführung	13
Einstellung des Nadelventiles	13
Einstellung der Drehzahlverstellung	14
Druckproportionale Drehzahlverstellung	14
Einstellung des P-Grades	19
Abstelleinrichtungen bei Öl- oder Wasserdruckmangel	19
Prüfeinrichtungen für Überdrehzahlenschutz	20
Abstellmagnet	20
Einstellung des "Schrägen" Aufladedruckabhängigen und des Drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzers	20
KAPITEL 4. FEHLERSUCHE	23
Einführung	23
Öl	23
Nadelventil	23
Begriffserklärung	23
Allgemeine Voruntersuchungen	24
KAPITEL 5. FUNKTIONSBESCHREIBUNG	30
Einführung	30
Aufbau des Regelteiles	30
Aufbau und Funktion der Drehzahlverstellung	33
P-Grad-Gestänge	38
Arbeitszylinder	39
Unterbrechung der Rückführung	39
KAPITEL 6. ERSATZTEILE	42
Ersatzteilbestellung	42
KAPITEL 7. ZUSATZEINRICHTUNGEN	57
Einführung	57
Häufig Eingesetzte Zusatzeinrichtungen	57
Prüfeinrichtung für Überdrehzahl-Schutz	61
Schalter für Lastanzeige	64
Weitere Zusatzeinrichtungen	90
KAPITEL 8. SERVICE-OPTIONEN	94
Produkt-Service-Optionen	94
Einsendung von Geräten zur Reparatur	95
Ersatzteile	96
Woodward kontaktieren	96
Technischer Dienst	97
Technische Unterstützung	98

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1-1. PGA-Regler mit 16 J Arbeitsvermögen und hin- und hergehender Ausgangswelle	3
Abbildung 1-2. PGA-Regler mit 16 J Arbeitsvermögen und drehender Ausgangswelle	3
Abbildung 1-3. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 16 J Arbeitsvermögen, drehender Ausgangswelle und UG-40-Grundplatte	4
Abbildung 1-4. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 16 J Arbeitsvermögen, hin- und hergehender Ausgangswelle, PG-Grundplatte in Normalausführung und Drehflügelmotor mit Wellenstummel	5
Abbildung 1-5. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 78 J Arbeitsvermögen, drehender Ausgangswelle und UG-40-Grundplatte	6
Abbildung 1-6. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 78 J Arbeitsvermögen, drehender Ausgangswelle, UG-40-Grundplatte und Zusatzeinrichtungen	7
Abbildung 1-7. Außenabmessungen der Grundplatten	8
Abbildung 3-1. Explosionsdarstellung der Einstellmöglichkeit für Grunddrehzahl und max. Drehzahl der Handdrehzahlverstellung	15
Abbildung 3-2. Blick auf die linke Reglerseite bei abgenommenem Deckel	15
Abbildung 3-3. Explosionsdarstellung des Drehzahlverstellzylinders	16
Abbildung 3-4. Explosionsdarstellung der Einstellmöglichkeit für min. Drehzahl	16
Abbildung 3-5. Schema des P-Grad Gestänges	19
Abbildung 3-6. PGA Governor Fuel Limiter Linkage Adjustment	21
Abbildung 3-7. Graphische Darstellung der Einstellmöglichkeiten der Füllungsbegrenzungen	22
Abbildung 5-1. Schema eines PGA-Reglers mit 16 J Arbeitskolben mit Federrückstellung	40
Abbildung 5-2. Schema eines PGA-Reglers mit 78 J Differentialkolben und drehender Ausgangswelle	40
Abbildung 5-3. Schema eines PGA-Reglers mit aufladedruck- und drehzahlzollwertabhängigem Füllungsbegrenzer	41
Abbildung 6-1. Explosionsdarstellung eines PGA-Reglers mit langem Oberteil	44
Abbildung 6-2. Explosionsdarstellung der PGA Drehzahlverstelleinrichtung	46
Abbildung 6-3. Explosionsdarstellung des PGA-Gehäuses	48
Abbildung 6-4. Explosionsdarstellung der normale PG Grundplatte mit Antriebswelle	49
Abbildung 6-5. Explosionsdarstellung der in Abbildung 1-7 gezeigten Grundplattensonderausführungen	50
Abbildung 6-6. Explosionsdarstellung des 16 J Arbeitszylinders mit hin- und hergehender Ausgangswelle	52
Abbildung 6-7. Explosionsdarstellung des 16J Arbeitszylinders mit drehender Ausgangswelle	54
Abbildung 6-8. Explosionsdarstellung des 39/78 J Arbeitszylinders mit drehender Ausgangswelle	56
Abbildung 7-1. PGA-Regler mit Abstellmagnet	57
Abbildung 7-2. Schnitt durch einen Abstellmagneten	58
Abbildung 7-3. Schema eines PGA-Reglers mit Abstellmagnet	59
Abbildung 7-4. Explosionsdarstellung des Abstellmagneten	61
Abbildung 7-5. Prüfgerät für Überdrehzahlschutz	62
Abbildung 7-6. Explosionsdarstellung des Prüfgerätes für Überdrehzahlschutz	63
Abbildung 7-7. Schalter für Lastanzeige	64
Abbildung 7-8. Explosionsdarstellung der Schalter für Lastanzeige	65

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 7-9. Begrenzungskurve Füllung über Aufladedruck	67
Abbildung 7-10. Explosionsdarstellung der drehzahlwert- und des 'schrägen' aufladedruckabhängigen Füllungsbegrenzers mit Druck und Microschalter	70
Abbildung 7-11. Schema eines PGA-Reglers mit aufladedruck- und drehzahlwertabhängigem Füllungsbegrenzer	71
Abbildung 7-12. Schema eines PGA-Reglers mit drehzahlwertabhängigem Füllungsbegrenzer	72
Abbildung 7-13. Begrenzungskurve Füllung über Drehzahl.....	73
Abbildung 7-14. PGA-Regler mit Drehflügelmotor	74
Abbildung 7-15. Verzögerungsventile für eingebauten Drehflügelmotor.....	76
Abbildung 7-16. Verzögerungsventile für vom Regler abgesetzt angebauten Drehflügelmotor.....	76
Abbildung 7-17. Explosionsdarstellung der extern angebauten Verzögerungsventile	77
Abbildung 7-18. Schema eines PGA-Reglers mit 'senkrechtem' aufladedruckabhängigem Füllungsbegrenzer, Lastregelsteuerschieber und Drehflügelmotor	78
Abbildung 7-19. Explosionsdarstellung des Lastregelgestänges	85
Abbildung 7-20. Explosionsdarstellung des Lastregelsteuerschiebers	87
Abbildung 7-21. Explosionsdarstellung des 'senkrechten' Füllungsbegrenzers	89
Abbildung 7-22. Explosionsdarstellung des Drehflügelmotors	92
Abbildung 7-23. Explosionsdarstellung des Filters für aufladedruckabhängige Füllungsbegrenzer	93
Tabelle 1-1: Max. Reglerarbeitsvermögen abhängig vom Regleröldruck	1
Tabelle 2-1. Viskosität und Betriebstemperatur von Ölen	12
Tabelle 4-1. Fehlersuche	25
Tabelle 7-1. Fehlersuche im aufladedruckabhängigen Füllungsbegrenzer	81

Kapitel 1. Allgemeines

Einführung

Diese Druckschrift, Nummer 36604, beinhaltet Informationen über Anbau, Einstellungen, Fehlersuche, Funktion, Ersatzteile und Zusatzeinrichtungen des Woodward PGA-Marinereglers (PGA = Pressure compensated Governor - Air speed setting = Regler mit hydraulischer Rückführung und pneumatischer Drehzahlverstellung.) Die Grundausführung des PGA-Marinereglers besteht aus dem hydraulischen PG-Reglerteil zur automatischen Regelung der Drehzahl der Antriebsmaschine und aus einer Einrichtung, die eine pneumatische Fernverstellung des Drehzahlsollwertes ermöglicht. Es sind zwei Arbeitszylinderausführungen erhältlich, und zwar hydraulisch einfachwirkend mit Rückholfeder und hydraulisch doppelwirkend, also mit Differentialkolben. Die einfachwirkende Ausführung hat ein Arbeitsvermögen von 16 J (12 ft-lb) und kann sowohl mit hin- und hergender als auch mit drehender Ausgangswell geliefert werden. Die doppelwirkende Ausführung hat ein Arbeitsvermögen von 39 oder 78 J (29/58 ft-lb) und ist nur mit drehender Ausgangswelle lieferbar. Siehe auch Tabelle 1-1.

Tabelle 1-1: Max. Reglerarbeitsvermögen abhängig vom Regleröldruck

Arbeitsöldruck des Reglers	Arbeitsvermögen des Reglers	
	16 J (12 ft-lb) mit Rückholfeder	39 J (29 ft-lb) mit Differential
6,9 bar (100 psi)	16 J (12 ft-lb)	39 J (29 ft-lb)
13,8 bar (200 psi)	—	79 J (58 ft-lb)

Alle PGA-Marine-Regler bestehen aus den gleichen Grundelementen, gleichgültig wie einfach oder kompliziert die endgültige Reglerausführung sein mag. Diese im folgenden aufgeführten Grundelemente reichen aus, eine vorgegebene Drehzahl über den gesamten Leistungsbereich des Motors konstant zu halten:

- Eine Ölpumpe, zwei Druckölspeicher und ein Druckhalteventil für konstanten Öldruck.
- Ein Drehzahlmeßwerk mit Steuerschieber, das den Ölfluß zum und vom Arbeitszylinder steuert.
- Ein Arbeitszylinder, auch Servomotor genannt, der das Kraftstoffgestänge, die Kraftstoff- oder die Gas- oder Dampfventile der Antriebsmaschine betätigt.
- Ein Rückführsystem zur Stabilisierung des Regelkreises.
- Eine pneumatische Drehzahlverstelleinrichtung, um eine Ferneinstellung der Drehzahl zu ermöglichen.

Beschreibung

Regler

Der Regler regelt die Drehzahl des Motors oder der Turbine, durch Änderung der zugeführten Kraftstoff-, Gas- oder Dampfmenge. Die Drehzahlregelung kann isodrom, d. h. bei konstantem Drehzahlsollwert konstanter Drehzahlwert über den gesamten Leistungsbereich der Antriebsmaschine, oder mit P-Grad, d. h. bei konstantem Drehzahlsollwert eine Verringerung des Drehzahlwertes bei steigender Last, sein.

Die pneumatische Drehzahlverstelleinrichtung wird mit Druckluft von einem Umsetzer oder Regelventil beaufschlagt. Der Regler regelt dann die Antriebsmaschine auf eine dem jeweiligen Druck entsprechende Drehzahl. Der gängigste Druckbereich ist 0,5 bis 5,0 bar (7 bis 71 psi). Der niedrigstmögliche Druck ist normalerweise 0,2 bar (3 psi) und der höchstmögliche 6,9 bar (100 psi). Der empfohlene Drehzahlbereich des Reglers ist 250 bis 1000 1/min.

Die pneumatische Drehzahlverstelleinrichtung beinhaltet eine Metallmembrane. Dadurch ergibt sich eine hohe Genauigkeit der Drehzahl bezogen auf den Steuerluftdruck, wodurch wiederum eine Lastverteilung zwischen parallellaufenden Antriebsmaschinen ermöglicht wird. Die Drehzahlverstelleinrichtung ist für viele unterschiedliche Steuerluftdruckbereiche erhältlich. Bei entsprechender Auslegung des Reglers ist ein Drehzahlverstellbereich von 5:1 möglich. Um auch bei Ausfall des Steuerluftdruckes die Drehzahl verstellen zu können, ist die Drehzahlverstelleinrichtung mit einem Handverstellknopf ausgerüstet.

Grundplatte

PGA-Regler sind mit verschiedenen Grundplatten erhältlich. Fünf davon sind mit Außenabmessungen (Abb. 1-7) und Explosionsdarstellungen (Abb. 6-4 und 6-5) in dieser Druckschrift aufgeführt.

Diese fünf Grundplatten sind:

- PG Normalausführung
- PG-UG8 Normalausführung
- PG-UG8-90° (gegenüber PG-UG8 Normalausführung um 90° gedreht)
- PG-UG 40
- PG quadratische, verlängerte Ausführung

Im wesentlichen bestehen alle kompletten Grundplatten aus den gleichen Komponenten. Unterschiedlich sind eigentlich nur die Platten selber und die Antriebswellen (siehe Abb. 1-3 bis 1-7). Die PG-Grundplatte in Normalausführung ist mit kerbverzahnter Antriebswelle- oder mit Keilwelle, die PG-UG8, PG-UG-90° und PG-UG 40 Grundplatte mit kerbverzahnter Antriebswelle oder mit Antriebswelle mit Nut und Paßfeder und die quadratische, verlängerte PG-Grundplatte nur mit Antriebswelle mit Nut und Paßfeder erhältlich.

Die von Motor oder Turbine mechanisch getriebene Antriebswelle treibt im Regler die Ölpumpe, die Steuerbüchse und das Drehzahlmeßwerk an.

Weitere Unterlagen

(nur in Englisch)

- 36652 PG Automatic Safety Shutdowns and Alarms
- 36695 PG Manifold Air Pressure Bias Fuel Limiter
- 36701 PGA Governor product specification

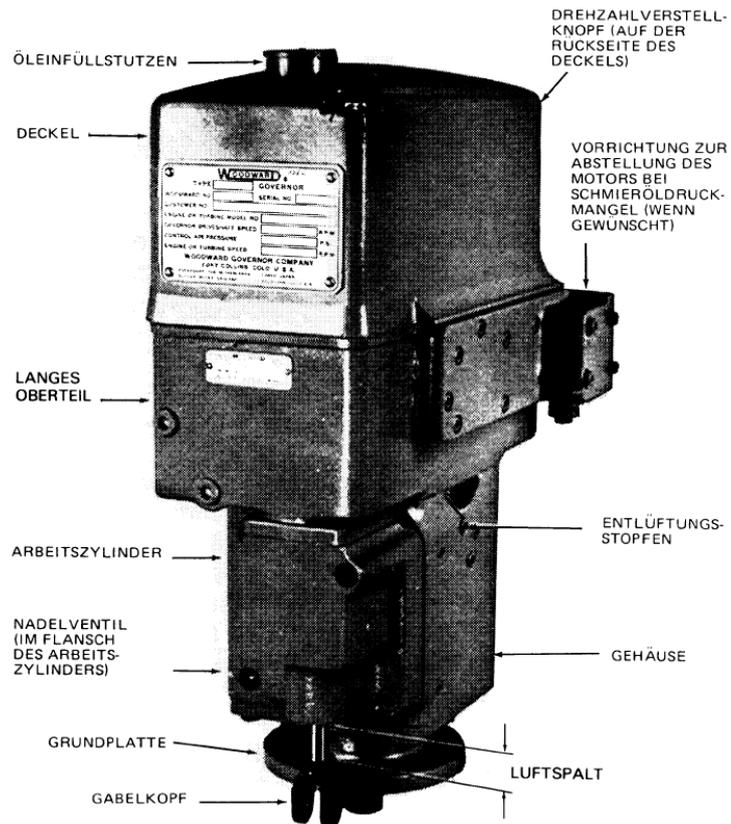


Abbildung 1-1. PGA-Regler mit 16 J Arbeitsvermögen und hin- und hergehender Ausgangswelle

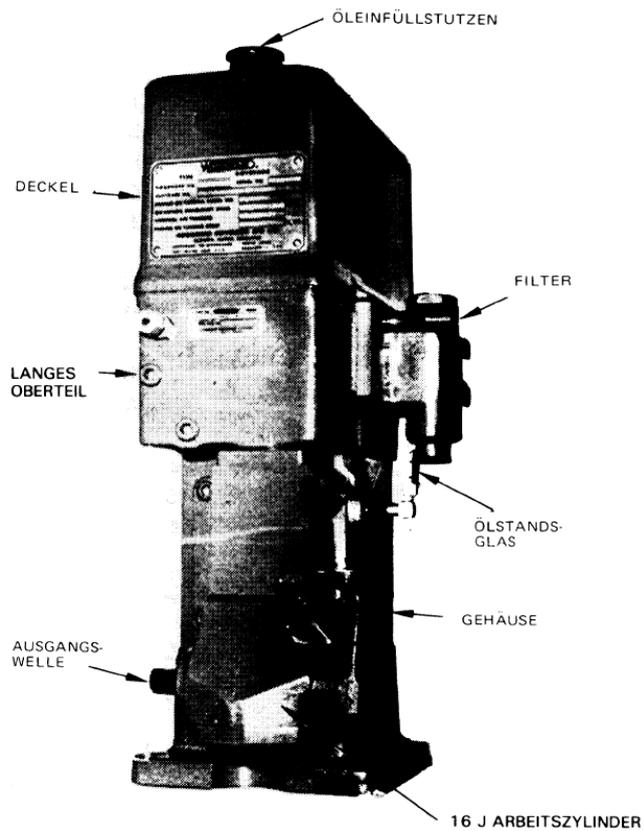
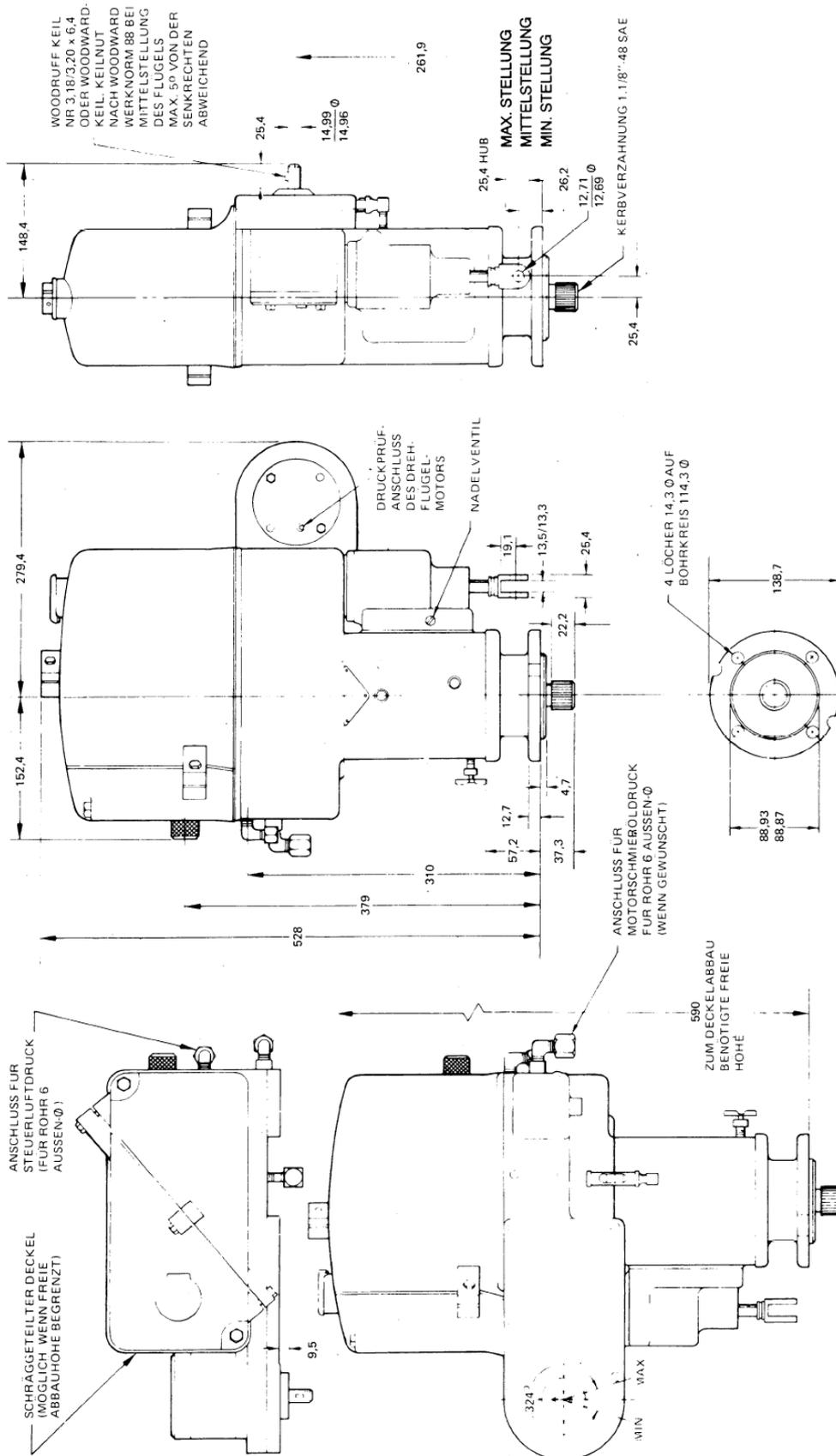
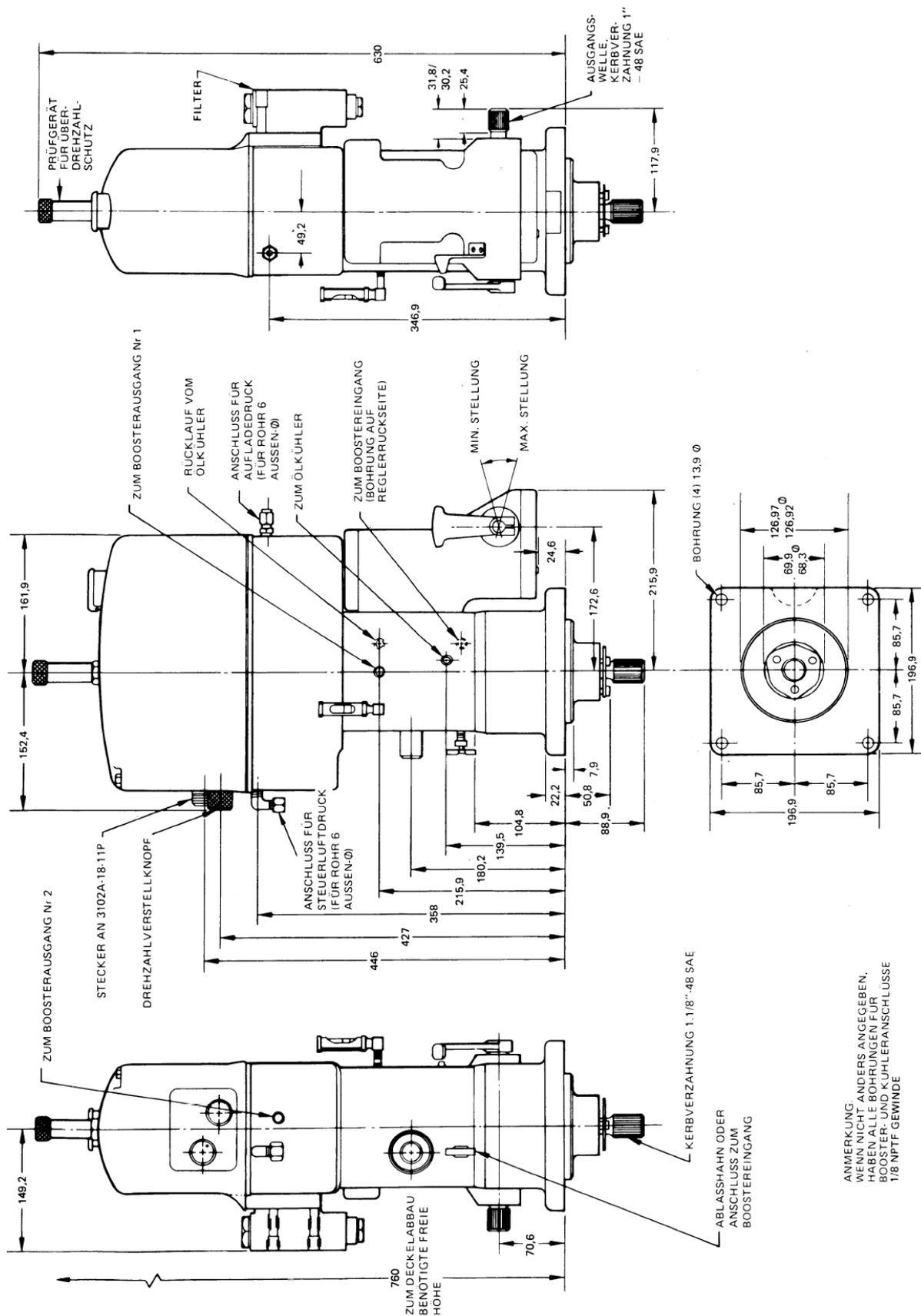


Abbildung 1-2. PGA-Regler mit 16 J Arbeitsvermögen und drehender Ausgangswelle



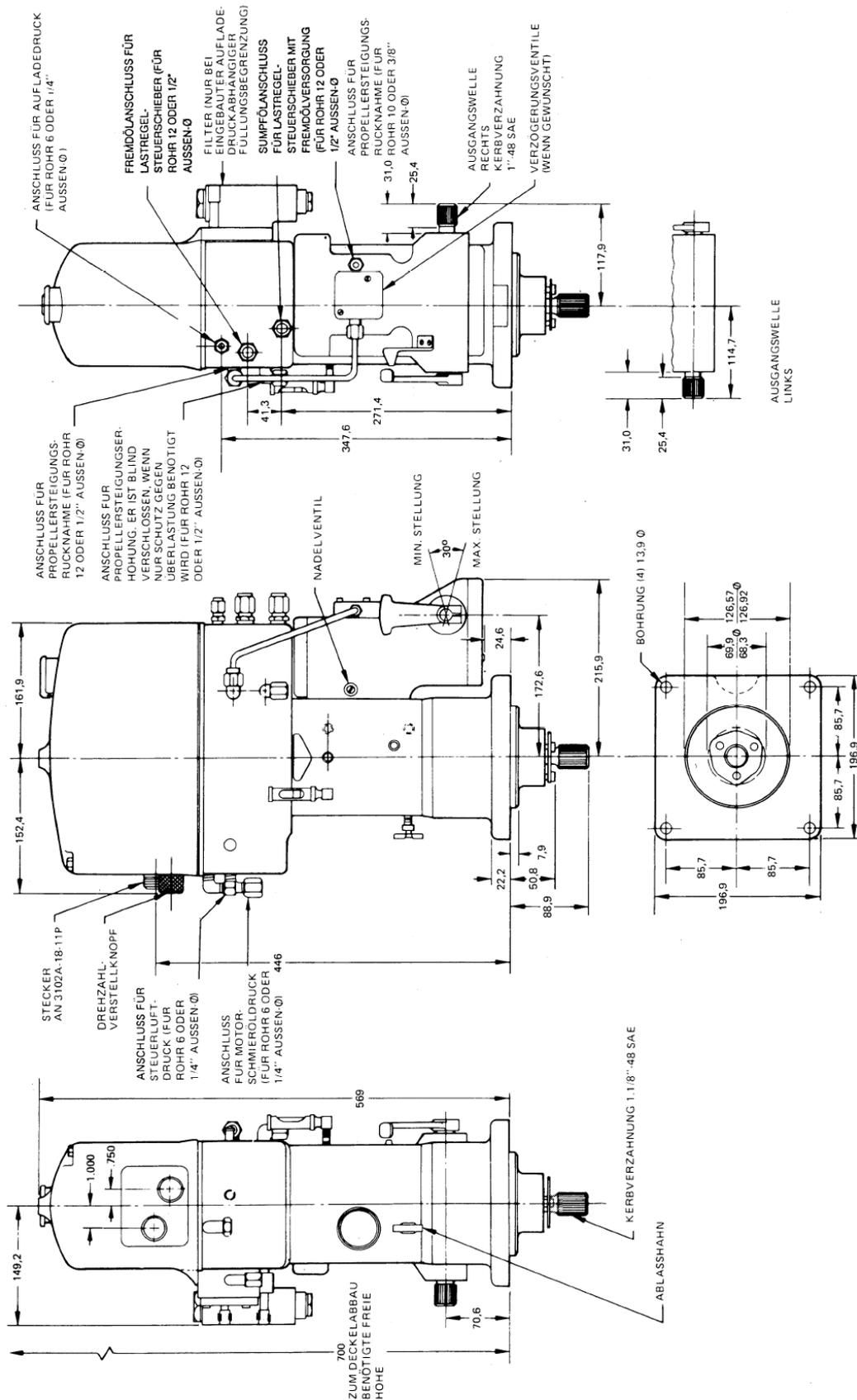
(nicht voll für Konstruktionsarbeiten geeignet)

Abbildung 1-4. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 16 J Arbeitsvermögen, hin- und hergehender Ausgangswelle, PG-Grundplatte in Normalausführung und Drehflügelmotor mit Wellenstummel



(nicht voll für Konstruktionsarbeiten geeignet)

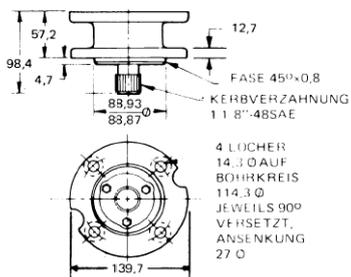
Abbildung 1-5. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 78 J Arbeitsvermögen, drehender Ausganswelle und UG-40-Grundplatte



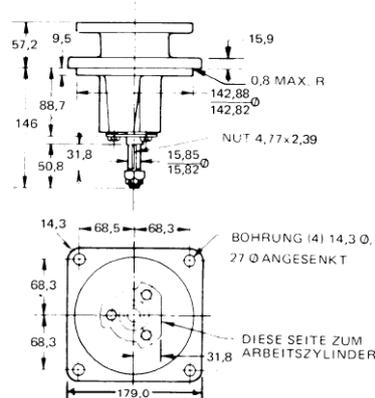
(nicht voll für Konstruktionsarbeiten geeignet)

Abbildung 1-6. Außenabmessungen eines PGA-Reglers mit 78 J Arbeitsvermögen, drehender Ausgangswelle, UG-40-Grundplatte und Zusatzeinrichtungen

PG-GRUNDPLATTE NORMALAUSFÜHRUNG
 NORMAL : KERBVERZAHNTE ANTRIEBSWELLE
 SPEZIAL : ANTRIEBSWELLE ALS KEILWELLE



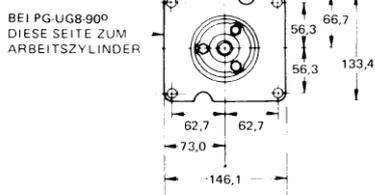
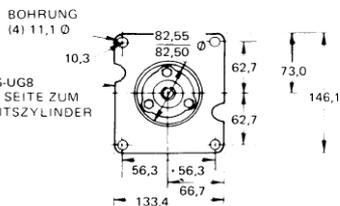
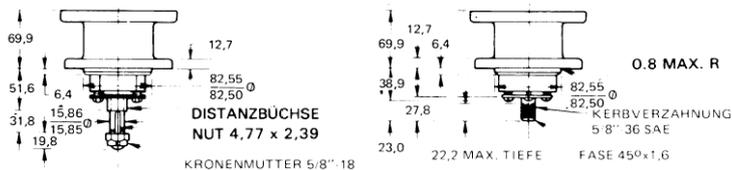
ANTRIEBSWELLE NUR MIT PASSFEDER LIEFERBAR



QUADRATISCHE PG-GRUNDPLATTE
 VERLÄNGERTE AUSFÜHRUNG

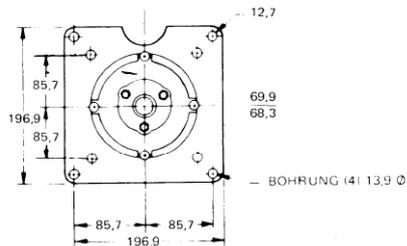
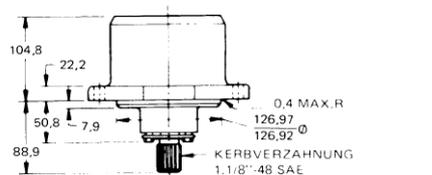
ANTRIEBSWELLE MIT PASSFEDER

KERBVERZAHNTE ANTRIEBSWELLE

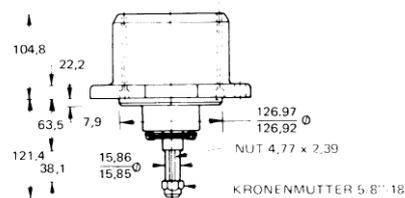


PG-UG8 UND PG-UG8-90° GRUNDPLATTE

KERBVERZAHNTE ANTRIEBSWELLE



ANTRIEBSWELLE MIT PASSFEDER



PG-UG40-GRUNDPLATTE

(nicht voll für Konstruktionsarbeiten geeignet)

Abbildung 1-7. Außenabmessungen der Grundplatten

Kapitel 2. Anbau

Einführung

Die Abbildungen 1-3 bis 1-7 zeigen die Außenabmessungen einiger Ausführungen des PGA-Reglers.

Bei der Behandlung des Reglers ist mit größter Vorsicht vorzugehen. Unbedingt zu vermeiden sind Stöße oder Schläge gegen Antriebs- und Ausgangswelle. Regler dürfen auch auf keinen Fall auf der Antriebswelle abgestellt werden, da bereits dadurch die Reglerölpumpe beschädigt werden kann.



Motor, Turbine und andere Hauptantriebsaggregate müssen mit einer Überdrehzahl-Abschaltvorrichtung versehen sein, damit ein Durchgehen des Hauptantriebsaggregats und Schäden an demselben sowie Personen- und/oder Sachschäden oder gar Todesfälle vermieden werden.

Die Überdrehzahl-Abschaltvorrichtung muss vollkommen unabhängig von der Hauptantriebssteuerung sein. Eine Abschaltvorrichtung bei Überhitzung oder Überdruck kann aus Sicherheitsgründen ebenfalls erforderlich sein.

Anlieferung

Der PGA-Regler wird von unserem Werk senkrecht, auf einem hölzernen Gestell festgeschraubt, angeliefert. Nach der Erprobung im Werk ist das Öl abgelassen worden. Der verbliebene Ölfilm verhindert für die Zeit des Transportes die Bildung von Rost und macht eine Reinigung des Reglerinnern nach Erhalt unnötig.

Lagerung

Der Regler muß in senkrechter Stellung gelagert werden. Es ist deshalb am günstigsten, ihn, falls eine Lagerung nötig ist, auf dem hölzernen Gestell festgeschraubt oder gleich in der Verpackung zu lassen. Da der Regler leer versandt wird, muß er sofort nach Erhalt mit Öl gefüllt werden.

Anbau

Zwischen dem Regler und seiner Auflagefläche an der Antriebsmaschine muß eine Dichtung verwendet werden. Regler senkrecht auf seine Auflagefläche aufsetzen. Sicherstellen, daß die Reglerantriebswelle genügend weit in die Kupplungsmuffe des Antriebes hineinragt. Sicherstellen, daß die Kupplungsmuffe weder klemmt noch zuviel Spiel hat noch zu große Querkräfte auf die Antriebswelle ausübt. Sicherstellen, daß keine axialen Kräfte auftreten, die die Antriebswelle in den Regler drücken. Der angebaute Regler muß senkrecht stehen.

HINWEIS

Ist der anzubauende Regler nur für eine Antriebsdrehrichtung geeignet, so muß sichergestellt werden, daß der Antrieb von der Maschine auch in diese Richtung dreht, da sonst der Regler beschädigt wird. Die Spezifikationen der jeweiligen Reglerausführungen beinhalten die Angabe, ob der Regler mit Verschlußstopfen ausgerüstet ist, also nur für eine Drehrichtung geeignet ist, oder ob Rückschlagventile eingebaut sind, der Regler also in beiden Drehrichtungen angetrieben werden kann.

Das Gestänge zwischen Regler und Kraftstoffregelgeräten so ausrichten und einhängen, daß weder Reibung noch übermäßig Spiel vorhanden ist. Die Reglerhubausnutzung, also der Weg der Reglerausgangswelle zum Weg der Regelstangen der Kraftstoffregelgeräte, muß so eingestellt werden, wie der Antriebsmaschinenhersteller es vorschreibt. Viele Regler sind mit einer Unterbrechung der Rückführung (compensation cut-off) ausgerüstet. Da diese Unterbrechung bei normalem Betrieb nicht eingreifen soll, muß das Gestänge so eingestellt werden, daß der Reglerausgang bei der niedrigsten, im Betrieb benötigten Füllung (beim Dieselmotor: hohe Drehzahl, keine Last) auf 15 % des Gesamthubes über der Minimum-Endlage steht.

Wenn benötigt, pneumatische, hydraulische und elektrische Leitungen anschließen.

Regleröl

Die Angaben in Tabelle 2-1 dienen als Leitfaden bei der Auswahl eines geeigneten Schmier-/Hydrauliköles. Grundlage bei der Auswahl der Viskositätsklasse ist der Betriebstemperaturbereich des Reglers. Die Angaben können auch bei Ermittlung und Beseitigung allgemeiner Störungen beim Betrieb mechanisch- hydraulischer Regelgeräte der Fa. Woodward, hervorgerufen durch den Einsatz ungeeigneten Öles, eine Hilfe sein. Die in dieser Druckschrift enthaltenen Angaben über Öle dürfen aber in keinem Fall zur Auswahl des Schmieröles für die Antriebsmaschine herangezogen werden.

Wird der Regler vom Schmierölkreislauf der Antriebsmaschine mitversorgt, so ist das vom Hersteller der Antriebsmaschine empfohlene Öl zu verwenden.

Regleröl muß sowohl Schmier- als auch Hydrauliköl sein. Es muß einen Viskositätsindex haben, der zum Betriebstemperaturbereich paßt, und es muß die geeigneten Additive haben, um in diesem Temperaturbereich dauerhaft stabil zu bleiben. Das Öl darf Dichtungsmaterial wie Nitril, Polyacryl und Fluorcarbon nicht angreifen. Viele der in Kraftfahrzeugen, Gasmotoren und in der Industrie eingesetzten Schmieröle und viele andere Mineral- und Synthetiköle erfüllen diese Bedingungen. Woodwardregler sind so ausgelegt, daß sie mit den meisten Ölen mit einer Viskosität zwischen 50 und 3000 SUS (Saybolt Universal Seconds) im Betriebstemperaturbereich stabil arbeiten. Bei normaler Betriebstemperatur sollte die Viskosität zwischen 100 und 300 SUS liegen. Zu langsame Reglerreaktion oder Instabilität kann ein Zeichen dafür sein, daß die Ölviskosität außerhalb dieses Bereiches liegt.

Hoher Verschleiß oder Bruch im Regler kann folgende Ursachen haben:

1. Ungenügende Schmierung durch
 - A. Öl, das in kaltem Zustand, also vor allen Dingen beim Start, zu zähflüssig ist.
 - B. zu wenig oder gar kein Öl im Regler.
2. Ölverunreinigung durch
 - A. schmutzige Behälter.
 - B. ständiges Aufheizen und wieder Abkühlen des Reglers und somit Anfall von Kondenswasser.

3. Öl ungeeignet für Betriebsbedingungen durch
 - A. Änderung der Umgebungstemperatur.
 - B. falschen Ölstand und dadurch Schaum- und Luftblasenbildung

Dauerbetrieb oberhalb der max. Temperaturgrenze kann zu Oxidation des Öles führen. Dies zeigt sich durch Lack- und/oder Schlammablagerungen im Regler. Zur Verringerung der Oxidation ist die Reglertemperatur durch Einsatz eines Wärmetauschers oder eines ähnlichen Gerätes herabzusetzen, oder es ist ein für die Temperatur geeignetes Öl zu verwenden.

**WARNUNG**

Bei Betrieb außerhalb des Viskositätsbereiches 50 bis 3000 SUS kann der Regler zu träge oder instabil werden und dadurch Überdrehzahl hervorrufen.

Tabelle 2-1 zeigt die empfohlenen Einsatzbereiche verschiedener Öle. Es sollte ein überall erhältliches Öl einer guten Marke ausgewählt werden - wobei es keine Rolle spielt, ob es ein Mineral- oder ein Synthetiköl ist - und nur dieses Öl sollte dann ständig verwendet werden. Ein Mischen von Ölsorten sollte in jedem Falle unterbleiben. Öle, die der "API (American Petroleum Institute) engine service classification", Gruppe "S" oder "C" (beginnend mit "SA" oder "CA" bis "SF" oder "CD"), entsprechen, sind für einen Einsatz im Regler geeignet. Öle, die den folgenden Vorschriften entsprechen, sind ebenfalls verwendbar: MIL-L-2104A, MIL-L-2104B, MIL-L-2104C, MIL-L-46152, MIL-L-46152A, MIL-L-46152B, MIL-L-45199B.

Regleröl ist spätestens zu wechseln, wenn es verschmutzt ist. Es sollte ebenfalls gewechselt werden, wenn es für einen instabilen Reglerbetrieb verantwortlich sein könnte. Das Öl sollte abgelassen werden, wenn es heiß, also dünnflüssig und "durchgerührt" ist, also möglichst sofort nach dem Abstellen der Antriebsmaschine. Nach der Entleerung ist der Regler mit einem sauberen, nicht aggressiven Lösungsmittel, das eine leichte Schmierwirkung haben sollte, durchzuspülen, bevor frisches Öl aufgefüllt wird.

Ist die Zeit zum völligen Ablassen oder Verdunsten des Lösungsmittels zu kurz, so daß noch Reste davon im Regler verblieben sein können, so ist, zur Vermeidung von Verdünnung oder Verschmutzung des frischen Öles, der Regler mit der gleichen Ölsorte, die aufgefüllt werden soll, durchzuspülen. Zur Vermeidung einer sofortigen Wiederverschmutzung muß das frische Öl frei von Wasser und Fremdkörpern sein. Es sind sowohl zur Lagerung als auch zum Auffüllen unbedingt saubere Behälter zu verwenden.

Bei einer sorgfältigen Auswahl des Öles bezüglich Betriebsbedingungen und Verträglichkeit mit Reglerteilen ergeben sich lange Ölstandszeiten. Bei Reglern mit idealen Einsatzbedingungen, also staubfreie, trockene Umgebung und Betriebstemperaturen des Öles innerhalb des vorgegebenen Bereiches, verlängern sich die Ölstandszeiten bis zu 2 Jahren und mehr. Falls nötig, hilft eine regelmäßige Ölanalyse bei der Festlegung der Ölwechselintervalle.

Bei dauernden oder immer wiederkehrenden Ölproblemen sollte ein qualifizierter Ölspezialist hinzugezogen werden.

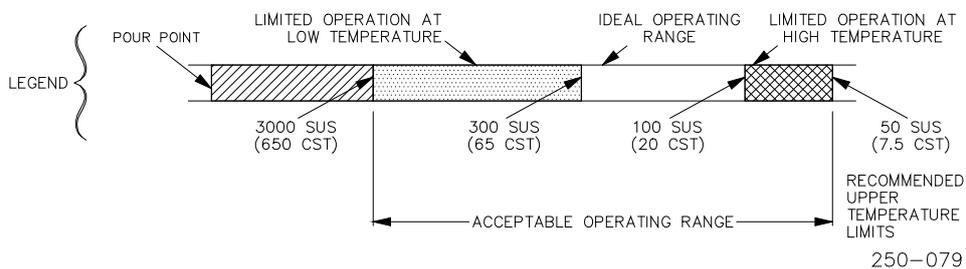
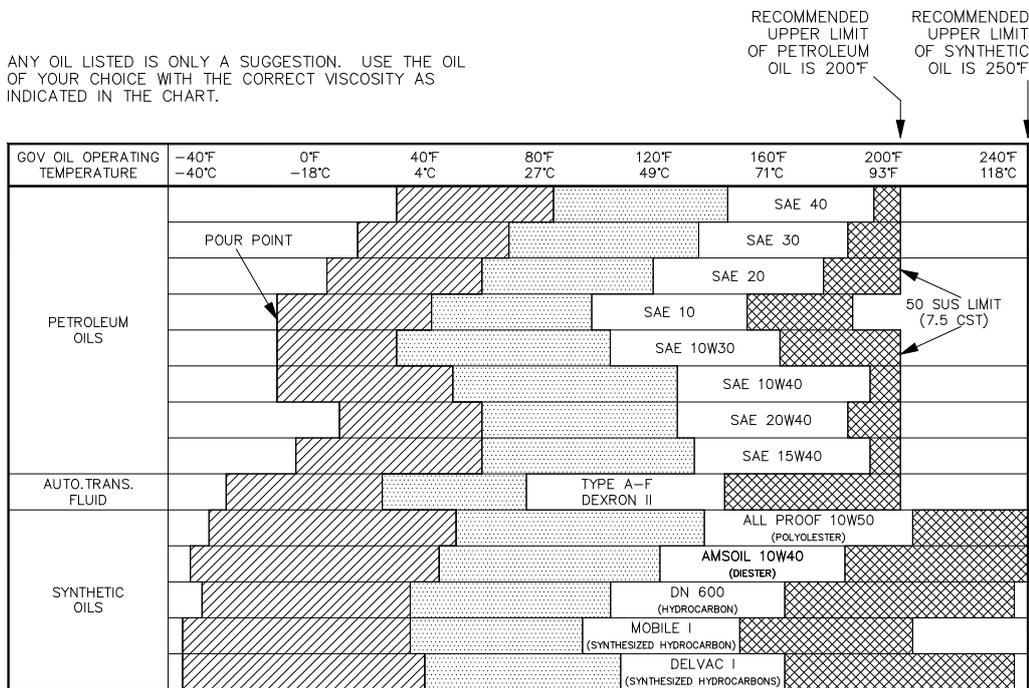
Der empfohlene Dauerbetriebsbereich liegt, je nach Ölsorte, zwischen 60 und 93 °C (140 und 200 °F). Zur Bestimmung der Öltemperatur kann die Reglertemperatur außen, unten am Gehäuse gemessen werden. Die wirkliche Öltemperatur liegt dann ca. 6 °C (10 °F) höher. Die Grenzen der Umgebungstemperatur liegen bei -29 und +93 °C (-20 und +200 °F).

WICHTIG

Die wichtigste Eigenschaft des Öles ist Eignung für den Regler.

Notwendiger Freiraum

Um den Regler herum muß genügend Freiraum sein, um ohne Schwierigkeiten das Regelgestänge einhängen, Rohrleitungen und Stecker anschließen, Öl auffüllen und den Reglerdeckel abnehmen zu können.



250-079

VISKOSITÄTS-UMRECHNUNGSTABELLE				
ZENTISTOKE (cSt, cS oder ctS)	SAYBOLT UNIVERSAL SECONDS (SUS) BEI 100°F (38°C)	SAE-MOTOR (UNGEFÄHR)	SAE-GETRIEBE (UNGEFÄHR)	ISO
15	80	5W		15
22	106	5W		22
32	151	10W	75	32
46	214	10	75	46
68	310	20	80	68
100	463	30	80	100
150	696	40	85	150
220	1020	50	90	220
320	1483	60	115	320
460	2133	70	140	460

Tabelle 2-1. Viskosität und Betriebstemperatur von Ölen

Kapitel 3. Einstellungen

Einführung



Zum Schutz gegen mögliche Sach- und/oder Personenschäden, die durch Überdrehzahl, ausgelöst durch Ausfall irgend eines der zum Drehzahlregelkreis gehörenden Geräte, auftreten können, halte man sich beim Start der Antriebsmaschine unbedingt für die Auslösung eines Notstoppes bereit.

Dieses Kapitel gibt Hinweise für Einstellungen, die nach Reparaturen oder zur Erzielung einer optimalen Arbeitsweise durchgeführt werden können. Es ist wichtig, daß vor jeder Verstellung der Ausgangspunkt notiert oder markiert wird.

Normalerweise ist es bei der Inbetriebnahme eines neuen oder eines überholten Reglers nur nötig zu entlüften und das Nadelventil so einzustellen, daß die Regelung bei allen Betriebszuständen stabil ist. Alle anderen Einstellungen sind bei der Erprobung bei Woodward nach den Angaben des Antriebsmaschinenherstellers durchgeführt worden und sollten keine Nachstellung erfordern.

Ohne gründliche Kenntnisse des Vorgehens und der Auswirkungen dürfen keine Einstellungen im Regler vorgenommen werden.

Einstellung des Nadelventiles

Das Nadelventil ist der einstellbare Teil des Rückführsystems. Da es direkt die Stabilität beeinflusst, dient es zur Anpassung des Reglers an die jeweilige Antriebsmaschine.

1. Bei Antriebsmaschine im Leerlauf, Nadelventil einige Umdrehungen öffnen, bis Reglerausgangswelle zu pendeln beginnt. Tritt allein durch Öffnen des Nadelventiles kein Pendeln auf, so ist es durch Anstoßen des Kraftstoffregelgestänges oder kurzzeitiges, gegebenenfalls taktmäßiges Verändern des Drehzahlsollwertes anzuregen. Regler einige Minuten pendeln lassen, um im hydraulischen System eingeschlossene Luft zu entfernen.
2. Nadelventil langsam schließen, bis Pendeln gerade eben aufhört. Das Nadelventil sollte so weit wie irgend möglich geöffnet bleiben, um zu träges Reglerverhalten zu verhindern. Die Stellung des Nadelventiles kann zwischen 1/16 und 2 Umdrehungen offen variieren. Regler niemals für längere Zeit mit völlig geschlossenem Nadelventil betreiben, da der Regler dann nicht einwandfrei arbeiten kann.

WICHTIG

PGA-Regler können mit einem Standard- oder einem "Low Gain"-Nadelventil ausgerüstet sein. "Low Gain"-Nadelventile müssen wesentlich weiter geöffnet werden, um das gleiche dynamische Reglerverhalten wie mit einem Standard-Nadelventil zu erzielen. Standard-Nadelventile haben einen einfachen, "Low-Gain"-Nadelventile einen Kreuzschlitz.

3. Reglerstabilität durch Anstoßen des Kraftstoffregelgestänges, kurzzeitige Lastzu- und -abschaltung oder Änderung des Drehzahlsollwertes überprüfen. Das Nadelventil ist richtig eingestellt, wenn die Drehzahl der Antriebsmaschine nach einem kurzen Über- oder Unterregulieren auf den vorgegebenen Wert zurückkehrt.

WICHTIG

Stabilisiert sich die Drehzahl der Antriebsmaschine nicht, obwohl das Nadelventil bereits fast geschlossen ist, so sind die Rückführfedern gegen die nächst steiferen auszutauschen.

Einstellung der Drehzahlverstellung

Die pneumatische Drehzahlverstellung arbeitet proportional, d. h. die Drehzahl steigt bei steigendem Steuerluftdruck. Im folgenden wird erklärt, wie bei der Einstellung des Drehzahlbereiches vorgegangen werden muß.

Der empfohlene Drehzahlbereich für PGA-Regler ist 250 bis 1000 1/min, der max. mögliche 200 bis 1600 1/min.

Druckproportionale Drehzahlverstellung

(siehe Abbildung 3-2)

WICHTIG

Einstellungen an der Drehzahlverstellung, vor allen Dingen die, die den Drehzahlbereich gegenüber dem Steuerluftdruckbereich verschieben, sind wechselwirkend, d. h. es kann nicht der eine Endpunkt des Bereiches verschoben werden, ohne daß sich der andere Endpunkt ebenfalls verschiebt. Das bedeutet, daß, wenn eine Änderung der höchsten oder niedrigsten Drehzahl nötig ist, alle Einstellvorgänge vollständig und der Reihe nach durchgeführt werden müssen. Wenn möglich sollte die Einstellung auf einem Reglerprüfstand vorgenommen werden. Wird sie an der Antriebsmaschine durchgeführt, so muß dafür gesorgt sein, daß sie nicht auf Überdrehzahl hochlaufen kann.

1. Ist der Regler mit a) einem Abstellmagneten oder b) einer druckbetätigten Abstellvorrichtung ausgerüstet, so muß
 - a) der Magnet erregt sein, wenn es bei Entregung abstellen würde.
 - b) der anstehende Druck über dem Wert liegen, bei dem Abstellung erfolgen würde, wenn die Vorrichtung so ausgelegt ist, daß sie bei fallendem Druck abstellt.
2. Drehzahlverstellknopf im Gegenuhrzeigersinn drehen, bis die Kupplung im Knopf rutscht (niedrigste Drehzahl).
3. Blockierschraube für maximale Drehzahl, Teil 125, Abb. 3-1, so einstellen, daß ihr oberes Ende mit dem oberen Ende des T-förmigen Drehzahlverstellhebels, Teil 123, bündig ist.
4. Anschlagschraube, Teil 48, Abb. 3-3, soweit herausdrehen, daß der Drehzahlverstellkolben frei geht. (Faustregel: Schraube sollte ca. 12 mm aus dem Drehzahlverstellzylinder herausragen.)

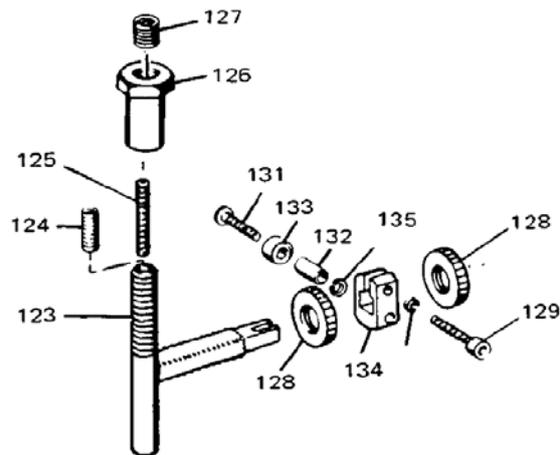


Abbildung 3-1. Explosionsdarstellung der Einstellmöglichkeit für Grunddrehzahl und max. Drehzahl der Handdrehzahlverstellung

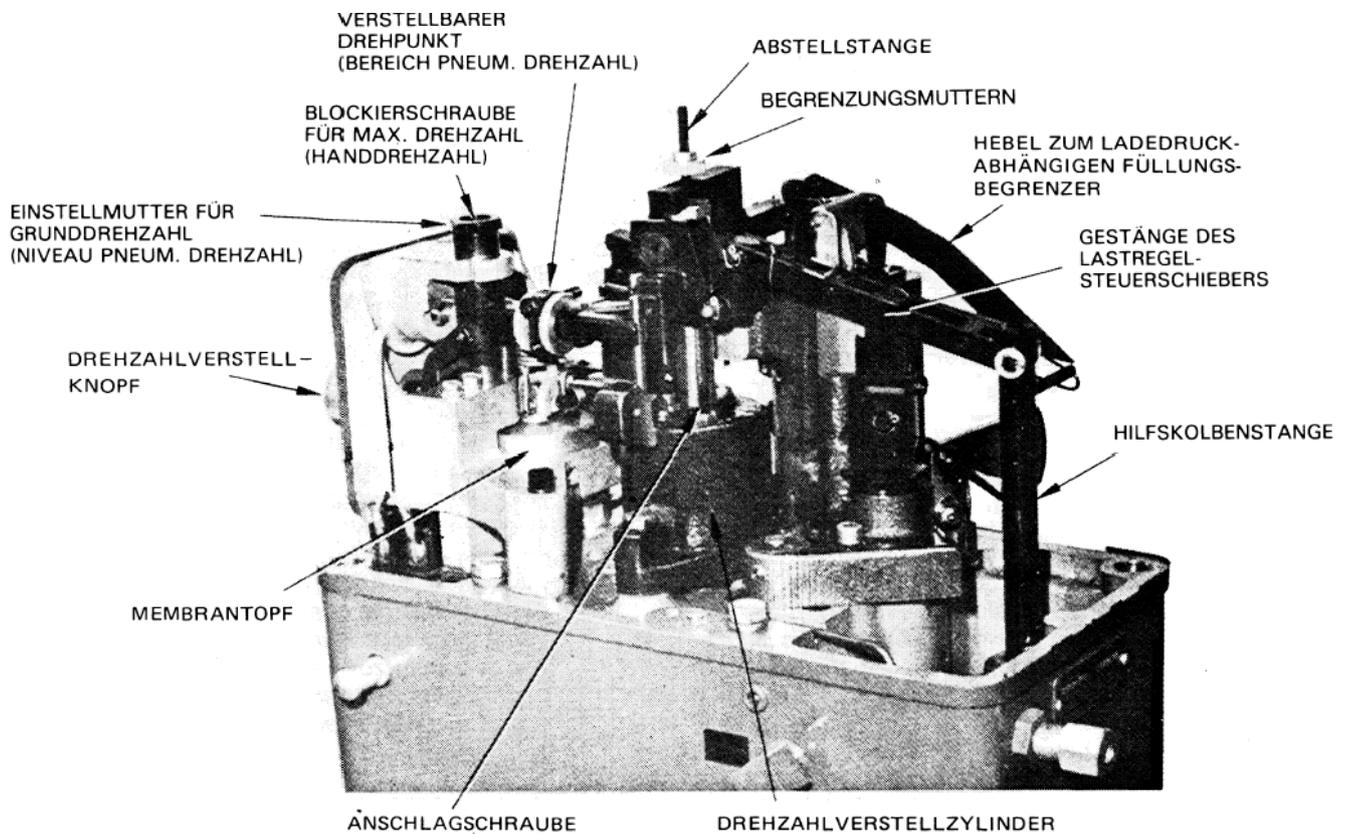


Abbildung 3-2. Blick auf die linke Reglerseite bei abgenommenem Deckel (Regler ausgerüstet mit Lastregelung und 'senkrechtem' Füllungsbegrenzer)

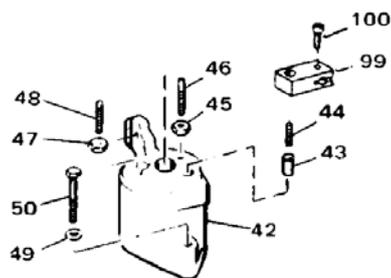


Abbildung 3-3. Explosionsdarstellung des Drehzahlverstellzylinders
(Einstellmöglichkeit für min. und max. Drehzahl)

5. Einstellung der niedrigsten Drehzahl:
 - a) Steuerluftdruck für niedrigste Drehzahl auf den Regler geben.
 - b) Einstellmutter für Grunddrehzahl, Teil 126, Abb. 3-1, verstellen (wenn Drehzahl zu hoch ist, im Uhrzeigersinn; sonst entgegengesetzt), bis Drehzahl den gewünschten Wert erreicht hat.

WICHTIG

Die Blockierschraube für minimale Drehzahl, Teil 109, Abb. 3-4, darf dabei den Stift Teil 106, im Rückführhebel nicht berühren und der Drehzahlverstellkolben darf nicht an der Anschlagsschraube, Teil 48, anliegen.

- c) Nach jeder Verstellung der Einstellmutter für Grunddrehzahl sollte mit einem Plastikhammer leicht auf die Mutter geklopft werden, damit sich das Gestänge setzt.

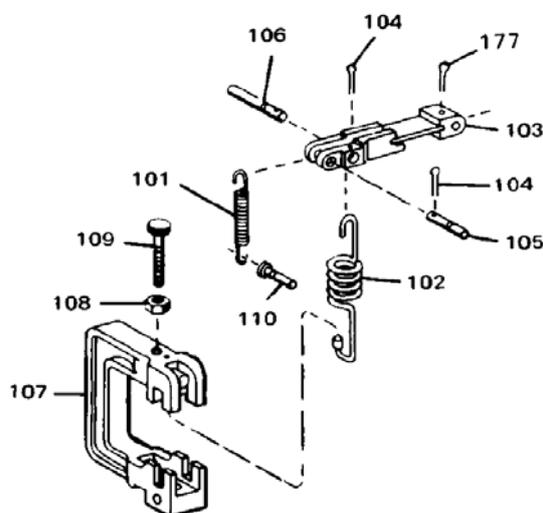


Abbildung 3-4. Explosionsdarstellung der Einstellmöglichkeit für min. Drehzahl

6. Einstellung des Drehzahlbereiches zum Steuerluftdruckbereich:
 - a) Steuerluftdruck langsam auf den Wert für höchste Drehzahl bringen. Dabei vorsichtig vorgehen, damit der Motor nicht auf Überdrehzahl geht.

WICHTIG

Die Ventilbetätigung, Teil 44, Abb. 3-3, darf bei der höchsten Drehzahl das Ventil zur Begrenzung der maximalen Drehzahl, Teil 43, weder berühren noch öffnen.

- b) Wird die gewünschte höchste Drehzahl erreicht, bevor der vorgesehene höchste Steuerluftdruck eingestellt ist, so muß der verstellbare Drehpunkt, Teil 134, Abb. 3-1, in Richtung Drehzahlverstellzylinder verschoben werden. Dadurch wird der Drehzahlbereich im Verhältnis zum vorgegebenen Steuerluftdruckbereich verkleinert.
 - c) Wird der höchste Steuerluftdruck erreicht, bevor die Drehzahl auf dem gewünschten Wert ist, so muß der verstellbare Drehpunkt vom Drehzahlzylinder weg verschoben werden. Dadurch wird der Drehzahlbereich im Verhältnis zum vorgegebenen Steuerluftdruckbereich vergrößert.
 - d) Um den Drehpunkt verschieben zu können, muß die Innensechskantschraube, Teil 129, Abb. 3-1, um ca. 1 Umdrehung gelöst werden. (Erst den Steuerluftdruck verringern, da beim Lösen der Schraube die Drehzahl ansteigt.) Dann Rändelmutter, Teil 128, die in Verschieberichtung frei geht, lösen und durch Verdrehung der anderen den Drehpunkt verschieben. Innensechskantschraube, Teil 129, und freie Rändelmutter wieder anziehen.
7. Nach jeder Verstellung des Drehpunktes muß die niedrigste Drehzahl neu eingestellt werden (siehe Punkt 5.). Die unter Punkt 5. und 6. beschriebenen Vorgänge müssen so lange wiederholt werden, bis die gewünschte niedrigste Drehzahl genau mit dem niedrigsten Steuerluftdruck und die gewünschte höchste Drehzahl genau mit dem höchsten Steuerluftdruck übereinstimmt. Bei richtiger Einstellung muß bereits bei geringfügiger Erhöhung des Steuerluftdruckes über den niedrigsten Wert die Drehzahl ansteigen und bei geringfügiger Absenkung des Steuerluftdruckes unter den höchsten Wert abfallen.
 8. Den höchsten Steuerluftdruck einstellen und warten, bis sich die Drehzahl stabilisiert hat. Die Ventilbetätigung, Teil 44, Abb. 3-3, nun im Uhrzeigersinn verdrehen, bis die Drehzahl gerade eben beginnt abzufallen. Dann von dieser Stellung aus $1/4$ - $1/2$ Umdrehung zurückdrehen, und - falls Kontermutter vorhanden - kontern. Diese Einstellung verhindert, daß der Drehzahlverstellkolben aus irgend einem Grund über die Stellung für höchste Drehzahl hinausgehen kann.
 9. Steuerluftdruck auf niedrigsten Wert absenken.
 10. Anschlagschraube, Teil 48, Abb. 3-3, hineindrehen, bis sie gerade eben den Drehzahlverstellkolben berührt; dann drei volle Umdrehungen (2,4 mm) zurück und mit Mutter, Teil 47, kontern.

WICHTIG

Die Anschlagschraube dient normalerweise dazu, die Aufwärtsbewegung des Drehzahlverstellkolbens beim Abstellvorgang ca. 2,4 mm oberhalb der Stellung für niedrigsten Drehzahlsollwert zu begrenzen. Dadurch wird der Kolbenweg bis zum Freigeben des Steuerschiebers beim Start auf ein Minimum reduziert, der Regler zieht schnell auf Kraftstoff und der Anlaßluftverbrauch ist gering.

In bestimmten Anwendungsfällen, z. B. wenn die niedrigste Drehzahl bei niedrigstem Steuerluftdruck und die niedrigste Drehzahl bei Steuerluftdruckausfall genau gleich sein sollen, muß die Anschlagschraube so eingestellt werden, daß der Drehzahlverstellkolben sich nur bis zur Stellung für den niedrigsten Drehzahlsollwert aufwärts bewegen kann. Dann kann die Antriebsmaschine aber nicht mehr über den Regler abgestellt werden, und es muß außerhalb des Reglers eine Abstellvorrichtung vorgesehen werden.

11. Die Abstellstange vorsichtig anheben, bis sie in vertikaler Richtung gerade eben kein Spiel mehr hat, die Drehzahl aber noch nicht abfällt. Stange in dieser Lage halten. Abstellmutter, Teil 30, so einstellen, daß sie 1,5 mm über dem Anlenkstück, Teil 32 steht und mit der Mutter, Teil 29, kontern.

WICHTIG

Ist ein Abstellen über den Regler nicht vorgesehen, so werden die Abstellmuttern gewöhnlich weggelassen. Sind sie trotzdem eingebaut, so sollten sie am Ende der Abstellstange gekontert werden, damit die möglichst weit vom Anlenkstück entfernt sind.

12. Soll der Regler die Antriebsmaschine bei Steuerluftdruck NULL, also auch bei Steuerluftdruckausfall, abstellen, so sollte die Blockierschraube für minimale Drehzahl, Teil 109, Abb. 3-4, erst einmal so eingestellt werden, daß bei niedrigster Drehzahl zwischen ihrem Kopf und dem Stift, Teil 106, 1 mm Luft ist. Dann Steuerluftdruck auf NULL zurücknehmen und den Motor über den Regler abstellen lassen. Anschließend Blockierschraube für minimale Drehzahl verstellen, bis der Spalt zwischen ihrem Kopf und dem Stift 0,1 mm beträgt.
13. Fällt die Drehzahl zu weit ab, wenn der Steuerluftdruck auf NULL zurückgenommen wird oder ausfällt, so kann die Drehzahl durch Verstellung der Blockierschraube für minimale Drehzahl angehoben werden. Der eingestellte Wert sollte allerdings wenigstens 20 Reglerumdrehungen pro Minute unter der niedrigsten Drehzahl bei niedrigstem Steuerluftdruck liegen. Ist die Differenz geringer, so verschiebt sich die niedrigste Drehzahl bei niedrigstem Steuerluftdruck nach oben.

HINWEIS

Die Kontermutter, Teil 108, Abb. 3-4, für Blockierschraube für minimale Drehzahl, Teil 109, darf nur gelöst oder festgezogen werden, wenn der Regler nicht läuft. Läuft der Regler bei dieser Einstellung, so kann der Steuerschieber für Drehzahlverstellung in seiner rotierenden Büchse fressen.

14. Die Begrenzung der höchsten Drehzahl bei Handverstellung geschieht wie folgt:
 - a) Steuerluftdruck auf NULL zurücknehmen. Stellt der Regler bei Steuerluftdruck NULL ab, so muß vor Zurücknahme der Drehzahlverstellknopf im Uhrzeigersinn gedreht werden, bis die Drehzahl leicht ansteigt.
 - b) Drehzahlverstellknopf im Uhrzeigersinn drehen, bis Motor mit höchster Drehzahl läuft.
 - c) Blockierschraube für maximale Drehzahl, Teil 125, hineindreihen, bis sie den Anschlagstift, Teil 122, gerade berührt. Wird die Schraube zu weit hineingedreht, so fällt die Drehzahl ab.
15. Der Drehzahlverstellknopf muß im Gegenuhrzeigersinn gedreht werden, bis die Kupplung im Knopf rutscht (niedrigste Drehzahl), bevor die Drehzahl wieder pneumatisch verstellt wird.

Einstellung des P-Grades

Normalerweise wird der P-Grad bei Woodward nach den Angaben des Antriebsmaschinenherstellers eingestellt. Die Charakteristik der Antriebsmaschine und/oder der Anlage können geringfügige Nachstellung erforderlich werden lassen. Dazu Klemmschraube Teil 35, Abb. 6-1, lösen und Nocken, Teil 33, verschieben. Verschiebung vom Drehbolzen weg, also Richtung Arbeitszylinder, erhöht den P-Grad und zum Drehbolzen hin verringert den P-Grad. Wenn die Mittelsenkrechte durch den Nocken mit der Mittelachse des Drehbolzens zusammenfällt (P-Grad NULL), arbeitet der Regler "isodrom" (siehe auch Abb. 3-5).

HINWEIS

Der Nocken darf niemals über die Stellung NULL hinaus in Richtung negativer P-Grad verschoben werden (negativer P-Grad bedeutet, daß die Drehzahl steigt, wenn der Arbeitskolben des Reglers in Richtung MEHR FÜLLUNG geht), da der Regler dann instabil wird.

Bei Parallelbetrieb von zwei oder mehr Antriebsmaschinen muß der P-Grad bei allen - oder in Sonderfällen bei allen bis auf eine - gleich und genügend groß sein, um eine einwandfreie Lastverteilung zu gewährleisten.

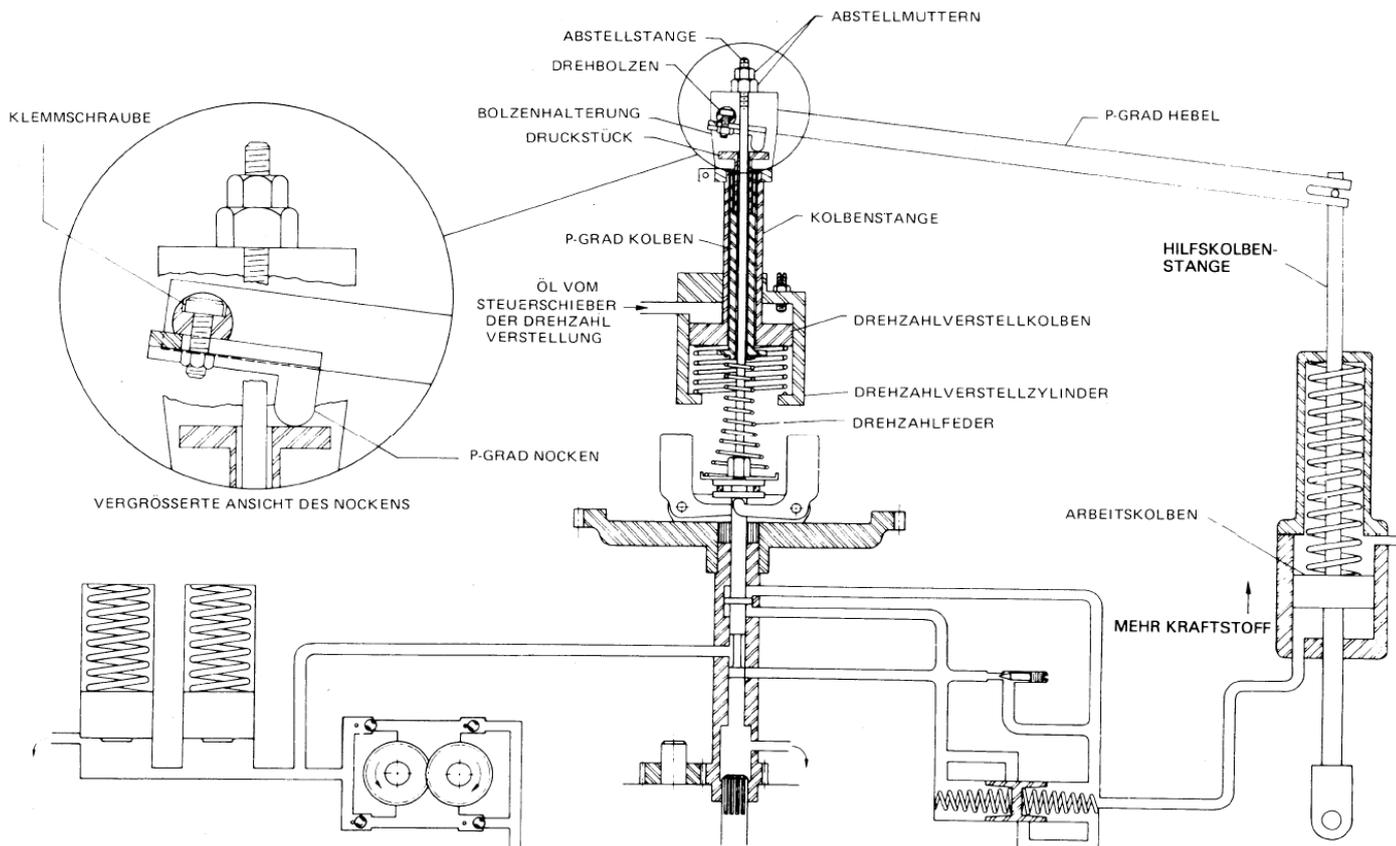


Abbildung 3-5. Schema des P-Grad Gestänges

Abstellrichtungen bei Öl- oder Wasserdruckmangel

Siehe Kapitel 7, Zusatzeinrichtungen, und Druckschriften 36651 und 36652.

Prüfeinrichtungen für Überdrehzahlschutz

Siehe Kapitel 7, Zusatzeinrichtungen.

Abstellmagnet

Siehe Kapitel 7 Zusatzeinrichtungen.

Einstellung des "Schrägen" Aufladedruckabhängigen und des Drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzers

Die folgenden Einstellvorschriften gelten nur für die in Abb. 3-6 dargestellte "schräge" Ausführung des aufgeladedruckabhängigen Füllungsbegrenzers. Einige Regler sind statt mit der "schrägen", mit der in Abb. 7-18 dargestellten "senkrechten" Ausführung ausgerüstet. Da diese Ausführung nur auf einem Prüfstand eingestellt werden kann, enthält diese Druckschrift keine Einstellangaben. Wird eine Ein- oder Nachstellung der "senkrechten" Ausführung notwendig, so sollte Druckschrift 36695, Aufladedruckabhängige Füllungsbegrenzer (Manifold Air Pressure Bias Fuel Limiter), benutzt werden, da in dieser die Vorgehensweise bei der Einstellung auf dem Prüfstand genau beschrieben ist.

In Abb. 3-6 und 3-7 sind alle Einstellmöglichkeiten gekennzeichnet und ihre Auswirkungen dargestellt. Man muß sich allerdings darüber im klaren sein, daß, da zwischen Reglern unvermeidliche Unterschiede bestehen, die Darstellungen der Auswirkungen nur ungefähr sein können. Einstellmöglichkeit C zeigt dies am besten, da die Auswirkung einer Verstellung durch die Nähe eines Gestängedrehpunktes stark beeinflußt wird. In Abb. 3-7 ist die Stellung der Reglerausgangswelle, also Reglerhub, über Aufladedruck bzw. Drehzahlsollwert dargestellt. Die durchgezogene Linie ist dabei der mittlere Einstellwert während die gestrichelten Linien jeweils die Möglichkeiten der Höher- oder Tieferstellung angeben.

Einstellung A

Durch Verstellung dieser Schraube (Teil 1451) wird die Steigung des Nockens und damit die Steigung des schrägen Astes der Begrenzungskurve der ladedruckabhängigen Füllungsbegrenzung geändert.

Nach jeder Verstellung der Schraube muß durch Einstellung C der Ausgangspunkt der Begrenzungskurve wieder auf den gewünschten Wert gebracht werden.

Die graphische Darstellung in Abb. 3-7 zeigt die Auswirkung der Einstellung A nach der Rückstellung auf den Ausgangspunkt.

Einstellung B

Eine Verstellung dieser Schraube (Teil 1073) ändert die Vorspannung der Membran des ladedruckabhängigen Füllungsbegrenzers. Die Vorspannung bestimmt, wie weit der Aufladedruck ansteigen muß, bevor sich der Folgekolben abwärts bewegt und mehr Füllung freigibt.

Eine Verstellung verschiebt also den schrägen Ast der Begrenzungskurve der ladedruckabhängigen Füllungsbegrenzung waagerecht, d. h. parallel zur Abszisse (s. Abb. 3-7).

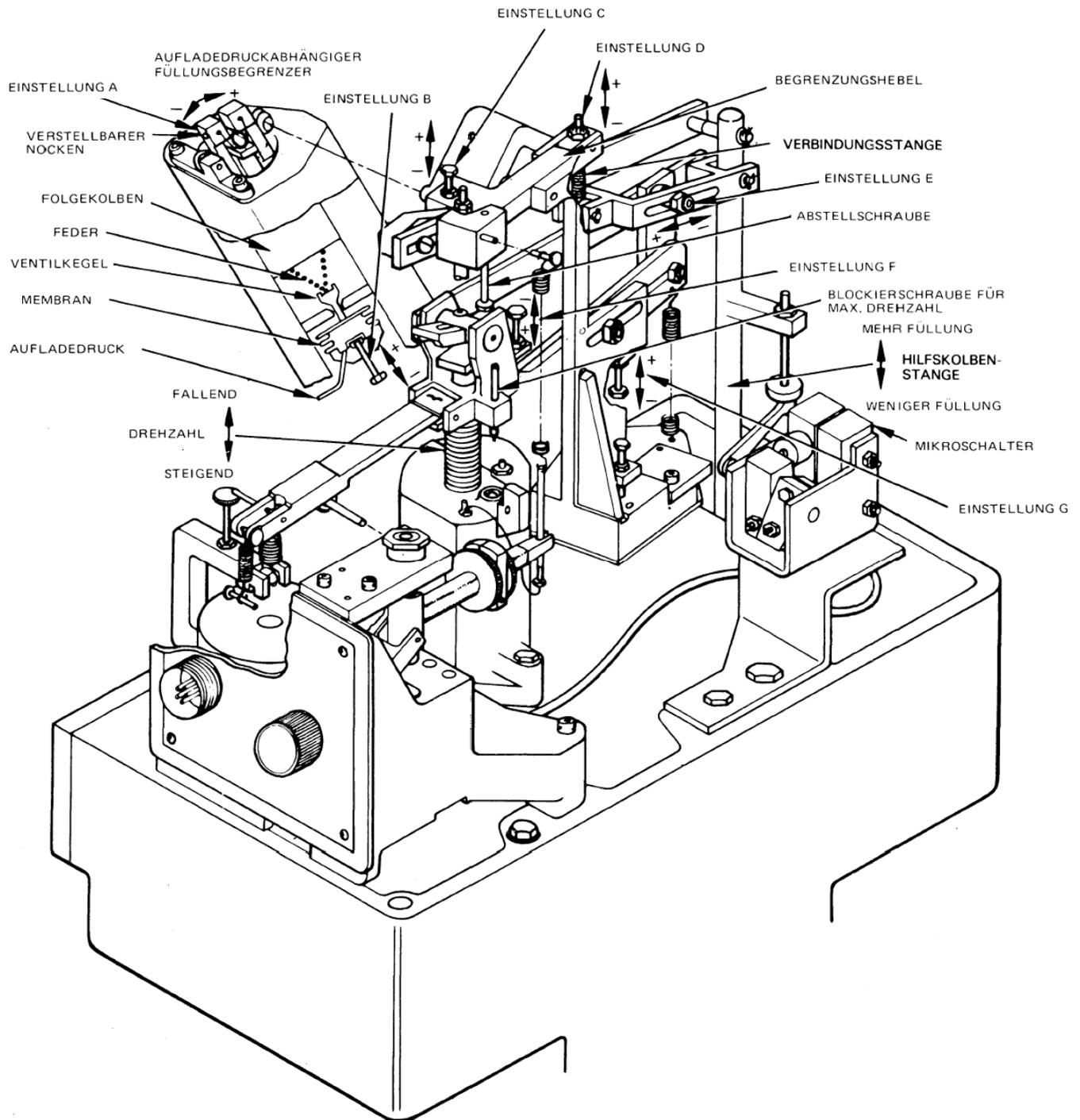


Abbildung 3-6. PGA Governor Fuel Limiter Linkage Adjustment
(Shown with Angle Fuel Limiter with Speed Setting Fuel Limiter)

Einstellung C

Eine Verstellung dieser Schraube (Teil 1406) verschiebt die Begrenzungskurve der ladedruckabhängigen Füllungsbegrenzung senkrecht, d. h. parallel zur Ordinate.

Einstellung D

Eine Verstellung dieser Mutter (1439) verschiebt die Begrenzungskurve der drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzung senkrecht, d. h. parallel zur Ordinate.

Einstellung E

Bei einer Verstellung des Anlenkpunktes (Stellung des Teils 1409 zu Teil 1410) ändern sich die Hebelverhältnisse des Hebels (Teil 1409) und damit, bei gleichem Weg des Drehzahlverstellkolbens, der mögliche Weg des Arbeitskolbens, d. h. mit dieser Einstellung wird die Steigung des schrägen Astes der Begrenzungskurve der drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzung verändert.

Nach jeder Verstellung des Anlenkpunktes muß, durch Einstellung D, der Ausgangspunkt der Begrenzungskurve wieder auf den gewünschten Wert gebracht werden.

Die graphische Darstellung in Abb. 3-7 zeigt die Auswirkung der Einstellung E nach der Rückstellung auf den Ausgangspunkt.

Einstellung F

Bei Drehzahlsollwerten, bei denen diese Schraube (Teil 1450) den Hebel (Teil 1418) des Füllungsbegrenzes nicht berührt, ist die freigegebene Füllung konstant. Eine Verstellung der Schraube verschiebt den Punkt, ab dem mehr Füllung freigegeben wird. Eine Verstellung verschiebt also den schrägen Ast der Begrenzungskurve der drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzung waagerecht, d. h. parallel zur Abszisse.

Einstellung G

Eine Verstellung dieser Schraube (Teil 1427) ändert die bei niedrigen Drehzahlsollwerten, bei denen die Schraube von Einstellung F noch nicht anliegt, freigegebene Füllung, d. h. mit ihr wird der waagerechte Ast der Begrenzungskurve der drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzung senkrecht verschoben.

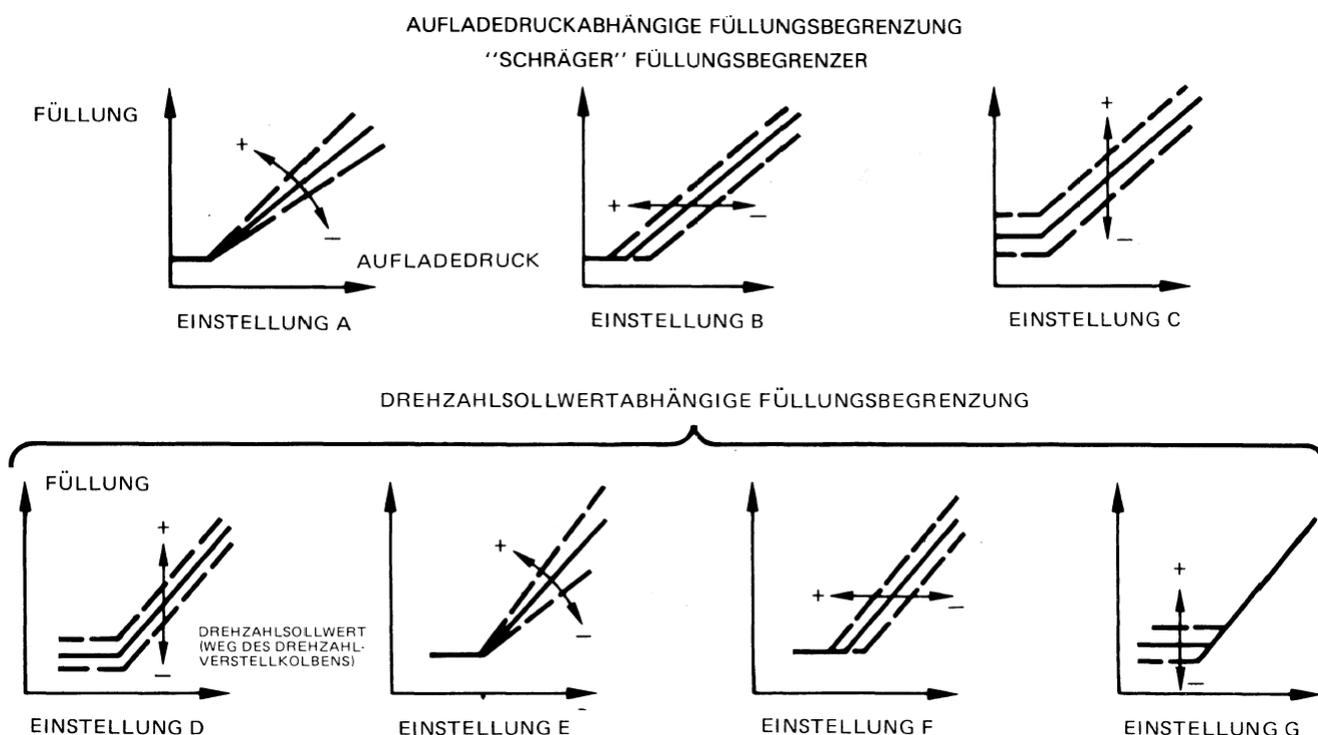


Abbildung 3-7. Graphische Darstellung der Einstellmöglichkeiten der Füllungsbegrenzungen

Kapitel 4. Fehlersuche

Einführung

Es ist unmöglich, alle Fehler, die in einer Anlage auftreten können, vorherzusagen. Im folgenden werden daher nur solche angesprochen, die erfahrungsgemäß häufiger auftreten. Mangelhafte Drehzahlregelung kann ihre Ursache im Regler haben. Genausogut kann die Ursache aber auch in der antreibenden oder der angetriebenen Maschine liegen. Ebenfalls in Betracht gezogen werden müssen alle Zusatzeinrichtungen, die in irgend einer Weise den Regler und/oder die Regelung beeinflussen oder beeinflussen können oder könnten.



Jede Antriebsmaschine muß grundsätzlich zusätzlich zum Drehzahlregler noch mit einer unabhängigen Überdrehzahl- und/oder, wenn aus Sicherheitsgründen erforderlich, Übertemperatur- bzw. Überdruckschutzvorrichtung ausgerüstet sein, um zu verhindern, daß bei Ausfall eines der zum Drehzahlregelkreis gehörenden Geräte unzulässig hohe Drehzahlen, die zu Personen- und/oder Sachschäden führen können, auftreten.

Öl

Bei laufendem Regler muß das Öl zwischen den Markierungen im Ölstandsglas stehen. Der richtige Ölstand ist in Höhe der Teilfuge zwischen Oberteil und Gehäuse, also bei der oberen Markierung im Ölstandsglas und nicht höher. Vorschriften auf Aufklebern in der Nähe des Ölstandsglases sind unbedingt zu befolgen. Schmutziges Öl ist in 50 % aller Fälle die Fehlerursache. Es darf deshalb nur frisches oder gefiltertes Öl verwendet werden. Ölbehälter müssen einwandfrei sauber sein. Wasser vermindert die Schmierfähigkeit des Öles sehr schnell. Die Folgen sind zumindest Schaum- und Rostbildung im Regler.

Nadelventil

Das Nadelventil kann grundsätzlich erst an der Antriebsmaschine optimal eingestellt werden, da die beim Hersteller oder auf dem Reglerprüfstand durchgeführte Einstellung bezogen auf die Einheit Regler und Antriebsmaschine niemals optimal sein kann.

Selbst wenn es bei leerlaufender Antriebsmaschine so aussieht, als ob der Regler zufriedenstellend arbeitete, kann seine Einstellung weit vom Optimum entfernt sein.

Große vorübergehende Drehzahlabweichungen und langsame Rückkehr auf die vorgegebene Drehzahl nach Laständerungen sind zwei Ergebnisse falscher Einstellung des Nadelventiles.

Begriffserklärung

Tabelle 4-1 auf den folgenden Seiten soll dazu dienen, die möglichen Gründe für einen Fehler zu bestimmen und ihn zu beseitigen. Die in der Tabelle verwendeten Begriffe bedeuten:

Pendeln (Hunt)

Gleichmäßige Drehzahländerungen, die durch Blockieren der Reglerausgangswelle beseitigt werden können, aber wieder auftreten, wenn die Blockierung aufgehoben wird.

Sägen (Surge)

Sich regelmäßig wiederholende plötzliche, große Drehzahländerungen, die ebenfalls durch Blockieren der Reglerausgangswelle beseitigt werden können, aber nicht wieder auftreten, wenn die Blockierung aufgehoben wird, sondern erst nach einer Last- und/oder Drehzahlsollwertänderung.

Zappeln (Jiggle)

Hochfrequentes Schwingen von Reglerausgangswelle und Kraftstoffregelgestänge. Nicht zu verwechseln mit normalen Arbeitsbewegungen des Reglers.

Allgemeine Voruntersuchungen

Fehler in der Drehzahlregelung zeigen sich im allgemeinen in Form von Drehzahländerungen der Antriebsmaschine. Daraus folgt aber nicht zwangsläufig, daß der Regler der schuldige Teil ist. Treten unerwünschte Drehzahländerungen auf, so sollten folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

1. Last überprüfen, um sicherzustellen, daß Drehzahländerungen nicht von Laständerungen, vor allen Dingen solchen, die über das Leistungsvermögen der Antriebsmaschine hinausgehen, hervorgerufen werden.
2. Antriebsmaschine überprüfen, um sicherzustellen, daß alle Zylinder richtig zünden und alle Geräte des Kraftstoffeinspritz- bzw. Kraftstoffregelsystems richtig arbeiten und richtig eingestellt sind.
3. Gestänge zwischen Regler und Kraftstoffregelgeräten überprüfen. Es darf weder schwergängig sein noch übermäßig Spiel haben.
4. Einstellung des Nadelventiles überprüfen.
5. Funktion des Regelventiles für den Steuerluftdruck überprüfen.
6. Regleröldruck überprüfen. Prüfanschlüsse befinden sich in zwei Seiten des Reglergehäuses (s. Abb. 1-5 und 1-6).
7. Die häufigste Fehlerquelle bei hydraulischen Regelgeräten ist schmutziges Öl. Schmutzpartikel und andere Verunreinigungen können mit dem Öl in den Regler gelangen oder sich bilden, wenn das Öl zusammenbricht, also seine Schmierfähigkeit verliert oder schlammig wird. Die sich im Regler bewegenden Teile werden dauernd vom Regleröl geschmiert. Schmutzpartikel und andere Verunreinigungen führen also fast zwangsläufig zum Klemmen oder Fressen von Steuerschiebern, Kolben und Ventilen. Tritt dieser Fall auf, so kann, falls der Verschleiß noch nicht zu groß ist und noch kein Fresser eingetreten ist, versucht werden, den Regler durch Spülen mit Dieselöl oder Kerosin wieder funktionsfähig zu machen. Die Verwendung von Lösungsmittel ist nicht zu empfehlen, da sie möglicherweise die Dichtungen angreifen können.

Wenn irgendmöglich sollte zweimal pro Jahr das Regleröl gewechselt und der Regler gespült werden. Ölwechsel sollte bei betriebswarmem Regler durchgeführt werden. Antriebsmaschine abstellen, Reglerdeckel abbauen, Ablaßhahn öffnen und altes Öl ablaufen lassen. Ablaßhahn wieder schließen. Dieselöl oder Kerosin auffüllen, Antriebsmaschine starten und mit niedriger Drehzahl laufen lassen. Nadelventil öffnen (in der Regel 2 bis 3 Umdrehungen) bis Regler pendelt und 1 bis 2 Minuten pendeln lassen. Antriebsmaschine abstellen und Regler entleeren. Frisches Öl einfüllen, Antriebsmaschine starten und den Regler pendeln lassen. Antriebsmaschine abstellen und Regler nochmals entleeren (dient zur Entfernung der Reste des Spüloles). Frisches Öl auffüllen (Öl dabei über alle sichtbaren Innenteile gießen), Antriebsmaschine starten, Regler entlüften und Nadelventil einstellen. (In der Regel so, wie es vor dem Ölwechsel eingestellt war.)

8. 8.Sicherstellen, daß der Regler und sein Antrieb richtig zueinander ausgerichtet sind, der Antrieb nicht rauh läuft oder zuviel Spiel hat.

Tabelle 4-1. Fehlersuche

Fehler	Ursache	Beseitigung
1. Regler pendelt oder sägt.	A. Einstellung des Nadelventils nicht vorschriftsmäßig.	Nadelventil nach Angaben in dieser Druckschrift einstellen.
	B. Rückführfedern zu schwach. Kann bei Inbetriebnahme auftreten, oder bei schon in Betrieb befindlichen Anlagen, wenn sich die Belastungsanforderungen sehr stark ändern.	Stärkere Rückführfedern einbauen (Woodward zu Rate ziehen).
	C. Spiel im Kraftstoffregelgestänge, den Einspritzpumpen oder den Gas-/Dampfventilen.	Gestänge, Pumpen oder Ventile überholen.
	D. Reibung im Kraftstoffregelgestänge, den Einspritzpumpen oder den Gas-/Dampfventilen.	Gestänge, Pumpen oder Ventile überholen und/oder neu ausrichten.
	E. Reglerhubausnutzung zu gering. (Vor allen Dingen bei neuen Anlagen möglich.) Sie sollte zwischen, Vollast und Leerlauf, wenigstens 50 % des vollen Reglerhubes betragen.	Gestänge nachstellen, nacharbeiten oder umkonstruieren, um Hubausnutzung zu vergrößern. (Antriebsmaschinenhersteller und Woodward zu Rate ziehen.)
	F. Ölstand zu niedrig. Ist im Ölstandsglas noch ein Ölstand feststellbar, so ist noch kein Schaden aufgetreten.	Öl langsam bis zum richtigen Stand nachfüllen.
	G. Verschmutztes oder schäumendes Regleröl	Öl ablassen, Regler spülen und frisches Öl der richtigen Sorte auffüllen. Regler entlüften und Nadelventil wie in dieser Druckschrift beschrieben einstellen.

Fehler	Ursache	Beseitigung
1. Regler pendelt oder sägt.	H. Regler verschlissen oder nicht richtig eingestellt.	Reserveregler einsetzen oder verschlissenen reparieren bzw. nachstellen. a) Lagerzapfen und Nadellager der Fliehgewichte auf Verschleiß überprüfen. b) Druckstücke der Fliehgewichte (Daumen) auf Verschleiß und/oder Abplattungen überprüfen. c) Drucklager über den Fliehgewichten und Kugellager im Drehzahlmeßwerk überprüfen. d) Überprüfen ob Steuerschieber schwergängig ist. Wenn nötig, reinigen und polieren. HINWEIS Auf gar keinen Fall Steuerkanten des Steuerschiebers brechen. e) Einstellung des Steuerschiebers überprüfen und wenn nötig nachstellen. f) Alle beweglichen Teile reinigen und polieren, um sicherzustellen, daß sie sich frei und leicht bewegen können.
	I. Feder im elastischen Glied zu schwach.	Stärkere Feder einbauen. Bei normalem Betrieb muß das elastische Glied grundsätzlich starr sein.
	J. Reglerausführung für Antriebsmaschine ungeeignet.	Woodward zu Rate ziehen.
2. Beim Anlassen der Antriebsmaschine zieht der Regler nicht auf Füllung.	A. Regleröldruck zu niedrig.	a) Räder und Gehäuse der Reglerölpumpe auf Verschleiß untersuchen. Reparatur nicht möglich. Verschlossene Teile müssen ausgetauscht werden. b) Regler entleeren, ausspülen und mit sauberem Öl auffüllen, um Schmutz aus den Rückschlagventilen zu entfernen. c) Wenn Rückschlagventile nicht mehr dicht sind, neue einbauen.
	B. Anlaßdrehzahl zu niedrig.	Booster-Servomotor anbauen. (Woodward zu Rate ziehen.)
	C. Booster Servomotor (wenn angebaut) arbeitet nicht einwandfrei.	a) Hauptanlaßventil und Boosteransteuerung überprüfen. b) Luft- und Ölschlüsse überprüfen.
	D. Abstellmagnet falsch eingestellt.	Verdrahtung kontrollieren. Bei Magneten mit Abstellung bei Entregung muß beim Anlassen Spannung anliegen.
	E. Abstellmutter falsch eingestellt.	Muttern lösen und Motor anlassen. Muttern bei niedrigster Drehzahl neu einstellen.
	F. Drehzahlsollwert- und/oder ladedruckabhängige Füllbegrenzung zu niedrig eingestellt.	Anlaßfüllung vergrößern. (Antriebsmaschinenhersteller bezüglich richtiger Einstellung zu Rate ziehen.)

Fehler	Ursache	Beseitigung
3. Reglerausgang zappelt.	A. Rauh laufender Reglerantrieb.	Reglerantrieb überprüfen: a) Ausrichtung der Antriebszahnräder überprüfen. b) Überprüfen, ob Zähne beschädigt sind, Zahnräder unrund sind oder unrund laufen, oder ob Zahnspiel zu groß ist.
		c) Keile, Muttern und Einstellschrauben, die die antreibenden Räder auf den Wellen halten, überprüfen. d) Spannung der Kette (wenn vorhanden) zwischen Kurbel- und Nockenwelle überprüfen. e) Motorschwingungsdämpfer (wenn vorhanden) überprüfen. f) Wenn Regler kerbverzahnte Antriebswelle hat, Verzahnung von Welle und Antriebsbüchse auf Abnutzungüberprüfen.
	B. Defekt im elastischen Antrieb des Fliehkraftträgers.	Drehzahlmeßwerk ausbauen, zerlegen und reinigen. Federkupplung, Teil 242, überprüfen und, wenn nötig, neue einbauen. Kupplung so einstellen, daß Fliehkraftträger in beiden Richtungen gleich weit verdreht werden kann.
	C. Regler auf der Antriebsmaschine nicht richtig ausgerichtet.	Befestigungsschrauben lösen, Gestänge aushängen, Rohrleitungen lösen und Stecker abziehen. Regler einige Male auf seiner Auflage um 45° nach rechts und links verdrehen und wieder festschrauben.
4. Lastverteilung nicht gleichmäßig (bei zwei oder mehr Antriebsmaschinen, die über Getriebe auf eine Welle arbeiten). Alle Regler mit P-Grad.	A. P-Grad eines oder mehrerer Regler zu niedrig.	a) Überprüfen, ob Reglerhub zwischen Leerlauf und Vollast größer 50 % des Gesamthubes ist. Wenn nötig, Reglerhub, z. B. durch Verkürzung des Hebels auf der Reglerausgangswelle, vergrößern. b) P-Grad jedes Reglers nachstellen, bis Lastverteilung gleichmäßig ist. c) Erhöhung des P-Grades bedeutet, daß die entsprechende Antriebsmaschine weniger Last übernimmt. d) Verringerung des P-Grades bedeutet, daß die entsprechende Antriebsmaschine mehr Last übernimmt.
	B. Pneumatische Drehzahlverstellung der Regler nicht gleichmäßig.	a) Steuerluftdruck an allen Reglern mit Feinmessmanometern überprüfen. b) Überprüfen, ob alle Drehzahlverstellknöpfe in Stellung für niedrigste Drehzahl stehen. c) Wenn die Lastdifferenz über den gesamten Drehzahlbereich gleich groß ist, Lastverteilung mit Einstellmutter für Grunddrehzahl, Teil 126, verändern. Verdrehen im Uhrzeigersinn verringert die übernommene Last und umgekehrt. d) Wenn sich die Lastdifferenz mit der Drehzahl verändert, Verstellschlitten, Teil 134, neu einstellen. Angaben in dieser Druckschrift beachten.

Fehler	Ursache	Beseitigung
5. Antriebsmaschine kommt nach Laständerungen zu langsam auf die vorgegebene Drehzahl zurück oder reagiert zu langsam auf Änderungen des Drehzahlsollwertes.	A. Falsche Rückführfedern im Regler eingebaut.	Richtige Rückführfedern einbauen. (Woodward zu Rate ziehen.)
	B. Regleröldruck zu niedrig.	Siehe Punkt 2. A. in dieser Tabelle.
	C. Ungenügende Kraftstoffversorgung.	Kraftstofffilter und -leitungen reinigen.
	D. Antriebsmaschine überlastet.	Last verringern.
	E. PG-Regler mit pneumatischer Drehzahlverstellung sind mit einer Zeitverzögerung bei Erhöhung des Drehzahlsollwertes ausgerüstet. Sollte die Verzögerungszeit zu lang sein, so stehen Austauschteile zur Verkürzung zur Verfügung.	Woodward zu Rate ziehen. Änderungen vor Ort können in der Regel nur von einem Woodwardspezialisten vorgenommen werden.
	F. Bei Lastzuschaltungen kommt Aufladegruppe nicht schnell genug nach, d. h. es steht zuwenig Luft zur Verbrennung der erhöhten Kraftstoffmenge zur Verfügung.	Abhilfe vor Ort mit einfachen Mitteln kaum möglich. Aufladegruppe überholen oder Antriebsmaschinenhersteller und Woodward zu Rate ziehen.
6. Antriebsmaschine kommt nicht auf Vollast.	A. Kraftstoffregelgeräte öffnen nicht weit genug.	a) Anschläge überprüfen und wenn nötig, nachstellen. b) Gestänge zwischen Regler und Kraftstoffregelgeräten überprüfen und wenn nötig, nachstellen. c) PG-Regler können mit Füllungsbegrenzern ausgerüstet sein. Diese Begrenzer können vor Vollast in Eingriff kommen. Wenn nötig, nachstellen. d) Regleröldruck zu niedrig. Siehe Punkt 2. A dieser Tabelle.
	B. Ungenügende Kraftstoffversorgung.	Siehe Punkt 5. C dieser Tabelle.
	C. Aufladegruppe liefert nicht genügend Luft.	Aufladegruppe überholen.
	D. Kupplung (wenn vorhanden) zwischen Antriebsmaschine und Last rutscht durch.	Betriebsanleitung der Kupplung einsehen.
7. Motor kommt nicht auf volle Drehzahl und/ oder volle Last.	A. Steuerluftdruck am Regler zu niedrig.	Pneumatische Drehzahlverstellung und Luftleitungen auf Leckagen untersuchen.
	B. Maximale Drehzahlbegrenzung zu niedrig eingestellt.	Bei maximalem Steuerluftdruck darf Einstellschraube, Teil 44, Begrenzungsventil, Teil 43, gerade eben noch nicht öffnen.
	C. Drehzahl zu niedrig.	Drehzahlbereich anheben. Dazu Einstellmutter für Grunddrehzahl, Teil 126, im Gegenuhrzeigersinn verdrehen.
	D. Nur maximale Drehzahl zu niedrig.	Verstellschlitten, Teil 134, nach Angaben in dieser Druckschrift neu einstellen.
	E. Membran undicht.	Neue Membran, Teil 118, einbauen.
	F. Reglerausgang am Maximumschlag (10 Strich).	a) Einstellung des Füllungsgestänges überprüfen. b) Kraftstoffleitungen und -filter überprüfen.
	G. Drehzahlsollwert- und/oder ladedruckabhängige Füllungsbegrenzung zu niedrig eingestellt.	Einstellungen A, B, usw. oder G, siehe Kapitel 3, verändern. (Motorhersteller zu Rate ziehen.)
	H. Propeller zu groß	Werft zu Rate ziehen.
8. Gleichmäßige Lastpendelungen zwischen Motoren, die über Getriebe auf eine Welle arbeiten. Regler pendeln gegenläufig.	Resonanz zwischen Anlageneigenfrequenz und der 0,5. bzw. 1. Ordnung der Motorschwingungen.	Motorhersteller und Woodward zu Rate ziehen. Veränderungen im Regler können die Pendelungen evtl. verringern. Es kann aber auch möglich sein, daß die elastischen Kupplungen zwischen Motor und Getriebe gegen solche mit größerer Steifigkeit oder höherer Dämpfung ausgetauscht werden müssen.

Fehler	Ursache	Beseitigung
9. Motor geht beim Anlassen durch	A. Regler zu langsam.	Nadelventil so weit wie möglich öffnen. Wenn möglich, schwächere Rückführfedern einbauen. Kraftstoffregelgestänge auf Reibung und Lose untersuchen.
	B. Drehzahlsollwert zu hoch.	Drehzahlsollwert verringern. Möglichst niedrigsten Drehzahlsollwert einstellen.
	C. Regler gibt zu viel Füllung.	a) Hub des Booster-Servomotors verringern. b) Drehzahlsollwert- und/oder ladedruckabhängige Füllungsbegrenzung auf niedrigere Anlaßfüllung einstellen. (Motorhersteller zu Rate ziehen.)
	D. Überströmbohrung der Rückführung wird zu spät geöffnet.	Kürzere Rückführkolben einbauen.
10. Motor bleibt stehen, wenn Drehzahlsollwert auf niedrigste Drehzahl verringert wird.	A. Regler zu langsam.	Nadelventil so weit wie möglich öffnen. Wenn möglich, schwächere Rückführfedern einbauen. Versuchsweise kürzeren Rückführkolben einbauen.
	B. Niedrigste Drehzahl zu klein.	Niedrigste Drehzahl anheben.
	C. Unterbrechung der Rückführung greift nicht ein.	Rücksprache mit Woodward zur Klärung, wie Regler ausgerüstet ist.

Kapitel 5.

Funktionsbeschreibung

Einführung

Zur Vereinfachung, und um die Funktion klarer beschreiben zu können, wird der PGA-Regler in drei Hauptgruppen aufgeteilt:

- Regelteil
- Drehzahlverstellung
- P-Grad-Gestänge

Eine Schemazeichnung (Abbildung 5-3) dient zur Veranschaulichung der folgenden Abschnitte:

Aufbau des Regelteiles

Der Regelteil besteht aus einer Ölpumpe, zwei Druckspeichern, einer Drehzahlfeder, einem Axiallager, einem Fliehkraftträger mit zwei Fliehkraften, einem Steuerschieber, einer Steuerbüchse, einem Rückführsystem und einem Arbeitszylinder.

Die durch die Regler-Grundplatte geführte Antriebswelle treibt die Ölpumpe und die Steuerbüchse an. Die Pumpe versorgt den gesamten hydraulischen Teil des Reglers, also auch die Drehzahlverstellung und die Füllungsbegrenzer, mit Drucköl. Ausgenommen sind externe Lastregelsysteme, da in diesem Fall der Lastregelsteuerschieber im Regler von außen, in der Regel von der Antriebsmaschine, mit Drucköl versorgt wird. Um die Ölpumpe klein zu halten, sind zwei Druckspeicher eingebaut. Bei schnellen Regelbewegungen liefern sie das benötigte Drucköl und werden anschließend wieder von der Pumpe gefüllt. Sind sie voll, so geben ihre Kolben Überströmbohrungen frei und das von der Pumpe weiterhin geförderte Öl fließt direkt in den Sumpf zurück.

Bei Arbeitsöldrücken über 6,9 bar (siehe Tabelle 1-1) ist im Gehäuse ein Druckreduzierventil eingebaut, das den Öldruck für die Drehzahlverstellung und die Füllungsbegrenzer herabsetzt. Je zwei Rückschlagventile auf Druck- und Saugseite der Ölpumpe erlauben Rechts- und Linkslauf der Antriebswelle, ohne daß Änderungen am oder im Regler vorgenommen werden müssen.

WICHTIG

Es gibt Regler ohne Rückschlagventile. Diese dürfen nur in der vorgeschriebenen Richtung angetrieben werden.

Funktion des Regelteiles

Drehzahlmesswerk und Steuerbüchse

Am oberen Ende der Steuerbüchse befindet sich der Fliehkraftträger. Das bedeutet, daß die Fliehkraften direkt von der Antriebsmaschine angetrieben werden. Das Axiallager wandelt die Drehbewegung der Fliehkraften in die geradlinige Bewegung des Steuerschiebers um und ermöglicht die Kombination stehender Schieber in rotierender Büchse. Die Relativbewegung der beiden Teile zueinander verringert die Reibung auf ein Minimum.

Es gibt zwei Typen von Fliehkraftträgern und es hängt von der Güte des Antriebes ab, welcher verwendet werden kann.

Ist der Antrieb verhältnismäßig torsionsschwingungsfrei, kann ein starrer Fliehgewichtsträger verwendet werden.

Treten im Antrieb starke Torsionsschwingungen auf, muß ein elastisch gelagerter, ölgedämpfter Fliehgewichtsträger verwendet werden, um zu verhindern, daß sich die Schwingungen auf die Fliehgewichte übertragen. Werden die Schwingungen nicht "ausgefiltert", so wirken sie wie Drehzahländerungen und der Regler wird ständig die Kraftstoffmenge verändern, weil er versucht, die Drehzahl konstant zu halten. Auch wenn die Schwingungen, was meistens der Fall ist, ihren Ursprung nicht im Antrieb haben, werden sie über den Antrieb auf den Regler übertragen.

Steuerschieber

Die Kraft der Fliehgewichte versucht den Steuerschieber anzuheben, während die Kraft der Drehzahlfeder ihn herunterdrücken möchte. Sind die Kräfte nicht im Gleichgewicht, bewegt sich der Steuerschieber. Wenn die Antriebsmaschine mit einer konstanten Drehzahl läuft, sind die Kräfte gleich und die Fliehgewichte stehen senkrecht. In dieser Stellung überdeckt der Steuerbund des Steuerschiebers die Steuerbohrungen in der Steuerbüchse. Außer über Leckagen fließt kein Öl zum oder vom Rückführsystem und damit auch nicht zum oder vom Arbeitszylinder. Jede Änderung des Kräftegleichgewichtes führt zu einer Bewegung des Steuerschiebers.

Der Steuerschieber wird heruntergedrückt,

1. wenn eine zusätzliche Belastung die Drehzahl der Antriebsmaschine somit die des Reglers und somit die Kraft der Fliehgewichte verringert. (Keine Änderung der Drehzahleinstellung.)
2. wenn durch Änderung der Drehzahleinstellung in Richtung MEHR DREHZAHL die Kraft der Drehzahlfeder vergrößert wird.

Umgekehrt wird der Steuerschieber angehoben,

1. wenn durch eine Entlastung die Drehzahl der Antriebsmaschine somit die des Reglers und somit die Kraft der Fliehgewichte steigt. (Ebenfalls keine Änderung der Drehzahleinstellung.)
2. wenn durch Änderung der Drehzahleinstellung in Richtung WENIGER DREHZAHL die Kraft der Drehzahlfeder verringert wird.

Wenn der Steuerschieber heruntergedrückt ist (Drehzahl zu niedrig), fließt Drucköl zum Rückführsystem und zum Arbeitszylinder, der Arbeitskolben bewegt sich nach oben und vergrößert die Kraftstoffmenge.

Ist der Steuerschieber angehoben (Drehzahl zu hoch), läuft Öl vom Rückführsystem und vom Arbeitszylinder in den Sumpf, der Arbeitskolben bewegt sich abwärts und verringert die Kraftstoffmenge.

Rückführsystem

Das in der hydraulischen Verbindung von Steuerschieber und Arbeitszylinder angeordnete Rückführsystem besteht aus Kolben, Federn und Nadelventil. Das System stabilisiert den Regler und verringert Unter- und Überregulieren bei Drehzahl- oder Laständerungen. Es erzeugt ein vorübergehendes, der Verschiebung des Steuerschiebers entgegengesetzt gerichtetes Signal (vorübergehender P-Grad) in Form eines Differenzdruckes, der auf den Rückführbund des Steuerschiebers wirkt. Der Ölfluß zum oder vom Rückführsystem verschiebt den Rückführkolben in Flußrichtung. Dadurch wird eine Feder zusammengedrückt und die andere entlastet. Nimmt man zur Veranschaulichung an, daß nun der Ölfluß durch Schließen der Steuerbohrungen unterbrochen würde, so würde der Rückführkolben außerhalb seiner Mittellage stehenbleiben. Ein Stehenbleiben setzt aber voraus, daß die Kräfte, die von beiden Seiten auf den Kolben wirken, gleich sind. Dies ist nur möglich, wenn auf der Seite, auf der die Feder zusammengedrückt ist, der Öldruck geringer ist als auf der Seite mit der entlasteten Feder. Ein Verschieben des Rückführkolbens ergibt also immer, ganz gleich, ob der Kolben wie oben vorausgesetzt steht, oder ob er sich noch bewegt, zwei unterschiedliche

Öldrücke. Diese Drücke wirken auf die beiden Seiten des Rückführbundes und erzeugen eine aufwärts oder abwärts gerichtete Kraft, die nach einer Regelbewegung zusammen mit der Kraft der Fliehgewichte oder der der Drehzahlfeder den Steuerschieber wieder in Mittellage bringt.

Erhöhung des Drehzahlsollwertes oder der Last

Eine Erhöhung des Drehzahlsollwertes oder der Belastung der Antriebsmaschine hat, wie bereits erwähnt, auf den Regler die gleichen Auswirkungen. In beiden Fällen bewegen sich die Fliehgewichte nach innen, und zwar weil sich bei Anhebung des Drehzahlsollwertes die Kraft der Drehzahlfeder erhöht, während die Fliehkraft etwa gleich bleibt und bei Anhebung der Belastung der Antriebsmaschine die Fliehkraft mit der Drehzahl der Antriebsmaschine abfällt, während die Kraft der Drehzahlfeder etwa gleich bleibt. Die Drehung der Fliehgewichte wird in eine Abwärtsbewegung des Steuerschiebers umgesetzt, die Steuerbohrungen werden geöffnet, Drucköl fließt ins Rückführsystem und verschiebt den Rückführkolben in Richtung Arbeitszylinder. Das Öl, das dabei durch den Rückführkolben verdrängt wird, verschiebt den Arbeitskolben nach oben und die über Gestänge mit ihm verbundenen Geräte auf MEHR KRAFTSTOFF. Die unterschiedlichen Öldrücke von den beiden Seiten des Rückführkolbens wirken auf die beiden Seiten des Rückführbundes am Steuerschieber, und zwar der höhere Druck auf die Unterseite. Der Unterschied der beiden Öldrücke ist proportional zur Auslenkung des Rückführkolbens und hängt von der Federsteife der Pufferfedern, vom Hub des Arbeitskolbens und von der Stellung des Nadelventiles ab. Die auf den Rückführbund wirkenden Öldrücke erzeugen eine aufwärts gerichtete Kraft, die sich mit der Kraft der Fliehgewichte addiert. Die Differenz zur Kraft der Drehzahlfeder wird dadurch ausgeglichen, der Steuerschieber angehoben und die Steuerbohrungen geschlossen, bevor die inzwischen steigende Drehzahl der Antriebsmaschine den vorgegebenen Wert erreicht hat. Der Regler verhindert also kurz vor Erreichen der eingestellten Drehzahl oder der geforderten Last eine weitere Erhöhung der Kraftstoffmenge, die sich nur noch als höhere Beschleunigung auswirken würde. Beim weiteren langsamen Ansteigen der Drehzahl verringert sich die Kraft auf dem Rückführbund in gleichem Maße, wie die Fliehkraft größer wird. Die Steuerbohrungen bleiben dabei geschlossen. Erreicht wird dieser Vorgang dadurch, daß über das Nadelventil, an dem derselbe Differenzdruck wie am Rückführbund ansteht, Öl mit höherem Druck in das System mit niedrigerem Öldruck fließt, der Rückführkolben also in Richtung Mittellage wandert, wodurch sich der Differenzdruck und mit ihm die Kraft am Rückführbund verringert. Bei optimaler Einstellung des Nadelventiles ist der Ölfluß über das Nadelventil proportional zur momentanen Beschleunigung der Antriebsmaschine. Das bedeutet, daß, wie bereits erwähnt, die Kraft auf dem Rückführbund in gleichem Maße absinkt, wie die Fliehkraft steigt. Erreicht die Kraft der Fliehgewichte die der Drehzahlfeder, dann ist die Druckdifferenz und damit die Kraft auf dem Rückführbund gleich Null. Die eingestellte Drehzahl wird geringfügig oder gar nicht überschritten und der Regler kehrt schnell zum "stabilen" Betrieb zurück. Das Nadelventil gibt die Möglichkeit, die Zeit, in der sich die Kraft am Rückführbund abbaut, zu verändern und so den Regler an die Charakteristik des Motors anzupassen.

Bei großen Drehzahl- oder Laständerungen gibt der Pufferkolben nach einer bestimmten Auslenkung Überströmbohrungen frei. Das Öl fließt dann direkt von den Steuerbohrungen zum Arbeitskolben und dieser bewegt sich schneller. Durch diese Maßnahme wird aber auch der Differenzdruck und damit die Kraft am Rückführbund begrenzt. Dies bedeutet, daß bei großen Drehzahl- oder Laständerungen die eingestellte Drehzahl etwas mehr als sonst über- oder unterschritten werden kann.

Verringerung des Drehzahlsollwertes oder der Last

Eine Verringerung des Drehzahlsollwertes oder eine Entlastung der Antriebsmaschine hat auf den Regler die gleichen Auswirkungen. Sie löst allerdings im Regler Bewegungsvorgänge aus, die entgegengesetzt zu den im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen verlaufen. Die Fliehgewichte bewegen sich nach außen (Drehzahl zu hoch) und heben den Steuerschieber an. Dadurch kann Öl vom Rückführsystem zum Sumpf abfließen. Der Rückführkolben verschiebt sich vom Arbeitszylinder weg, Öl von der Unterseite der Arbeitskolben kann abfließen und der Arbeitskolben bewegt sich abwärts in Richtung WENIGER KRAFTSTOFF. Die unterschiedlichen Öldrücke auf den beiden Seiten des Rückführbundes erzeugen eine abwärts gerichtete Kraft, die sich zur Kraft der Drehzahlfeder addiert. Der Steuerschieber wird abgesenkt und verschließt die Steuerbohrungen, bevor die inzwischen abfallende Drehzahl der Antriebsmaschine den vorgegebenen Wert erreicht hat. Die Bewegung des Arbeitskolbens wird dadurch in der Stellung beendet, die der Kraftstoffmenge für die geringere Last oder Drehzahl entspricht. Der Abbau der Rückführkraft verläuft wie oben beschrieben, nur das hier die vorgegebene Drehzahl nur geringfügig oder gar nicht unterschritten wird.

Bei großen Drehzahl- oder Lastverringerungen geht der Arbeitskolben auf Stellung MINIMUM und verschließt die Verbindung zwischen Arbeitszylinder und Nadelventil. Dies verhindert, daß sich der Differenzdruck im Rückführsystem abbauen kann. Der Rückführkolben bleibt außerhalb seiner Mittellage stehen und der höhere Öldruck, der in diesem Falle auf die obere Seite des Rückführbundes wirkt, bleibt konstant. Die Kraft auf dem Rückführbund addiert sich zur Kraft der Drehzahlfeder und erhöht vorübergehend den Drehzahlsollwert. Fällt die Drehzahl der Antriebsmaschine unter diesen neuen Drehzahlsollwert, beginnt der Regler zu arbeiten. Der Arbeitskolben bewegt sich aufwärts und zieht so schnell Kraftstoff, daß die Drehzahl kaum unterschritten wird. Gibt er bei seiner Aufwärtsbewegung die Verbindung zwischen Arbeitszylinder und Nadelventil wieder frei, so arbeitet die Rückführung wieder und die Drehzahl der Antriebsmaschine kehrt auf den vorgegebenen Wert zurück.

Aufbau und Funktion der Drehzahlverstellung

Die Drehzahlverstellung (s. Abb. 5-3) besteht aus einer Membran in einem Topf, einem Steuerschieber, einer rotierenden Steuerbüchse, einem einwirkenden Drehzahlverstellkolben mit Rückstellfeder, einem Rückführhebel, der über eine Feder und einen C-förmigen Hebel mit dem Steuerschieber verbunden ist und einer Handbetätigung.

Die Drehzahlverstellung ist direkt proportional zum Steuerluftdruck, d. h. der Drehzahlsollwert steigt, wenn der Steuerluftdruck steigt. Eine Erhöhung des Steuerluftdruckes drückt die Membran zusammen, bewegt also den Steuerschieber abwärts (Erhöhung des Drehzahlsollwertes).

Die Drehzahl, die der Regler hält, wird durch die Kraft bestimmt, die die Drehzahlfeder auf die Fliehgewichtsdaumen ausübt. Die Größe dieser Kraft richtet sich bei festliegender Federkennlinie nach der Stellung des Drehzahlverstellkolbens und diese wiederum nach der Ölmenge, die im Drehzahlverstellzylinder eingeschlossen ist. Flußrichtung und -menge vom oder zum Drehzahlverstellzylinder wird vom Steuerschieber, der mechanisch mit der Membran verbunden ist, bestimmt.

Ein Anstieg des Steuerluftdruckes drückt die Membran zusammen und verschiebt den mit ihr verbundenen Steuerschieber nach unten. Dadurch wird die Oberkante eines Schlitzes in der Steuerbüchse freigegeben und es kann Drucköl zum Verstellzylinder fließen. Der Verstellkolben wird nach unten verschoben, spannt die Drehzahlfeder weiter vor und vergrößert somit den Drehzahlsollwert. Wird der Steuerschieber z. B. durch Absinken des Steuerluftdruckes angehoben, so gibt er die Unterkante des Schlitzes in der Steuerbüchse und damit einen Weg zum Reglerölsumpf, frei. Der Druck des eingeschlossenen Öles wird zu Null und die Rückholfeder kann den Verstellkolben nach oben drücken. Die Drehzahlfeder wird entspannt, der Drehzahlsollwert also verringert.

Die Abwärtsbewegung des Drehzahlverstellkolbens ist zeitlich verzögert. Diese Verzögerung wird dadurch erreicht, daß eine Drosselbohrung in der Steuerbüchse nur einmal pro Umdrehung die Druckölzuströmbohrung im Gehäuse überdeckt, also ein stoßweiser Ölfluß erzeugt wird. Der Drucköllufluß durch die Steuerbohrung zum Drehzahlverstellzylinder wird dadurch verringert. Der Durchmesser der Drosselbohrung bestimmt die Abwärtsgeschwindigkeit des Kolbens. Die für einen vollen Hub benötigte Zeit kann zwischen 1 und 50 Sekunden liegen. Durch die gewählte Drosselbohrung liegt die Hochlaufzeit der Drehzahl fest. Unterschiedliche Hochlaufzeiten für Normal- und Notmanöver sind im Regler nicht zu verwirklichen. Die längeren Zeiten werden grundsätzlich bei aufgeladenen Motoren angewendet. Sie ermöglichen es der Aufladegruppe, gemeinsam mit dem Motor zu beschleunigen.

Die Aufwärtsbewegung des Drehzahlverstellkolbens über seinen vollen Hub (von Nenndrehzahl auf niedrigste Drehzahl) kann ebenfalls verzögert werden, um bei aufgeladenen Motoren ein Pumpen der Aufladegruppen zu verhindern. Die Verzögerungszeit kann dabei zwischen 1 und 15 Sekunden liegen. Der Steuerschieber hat dann einen zusätzlichen Bund (in Abb. 5-3 nicht dargestellt), der die Abflußbohrung überdeckt. Eine senkrechte Nut in diesem Bund gibt die Abflußbohrung nur einmal pro Umdrehung frei. Dadurch wird die Flußmenge vom Drehzahlverstellzylinder zum Sumpf verringert. Die Breite der Nut bestimmt die Zeit, die die Abflußbohrung pro Umdrehung offen ist und damit die Zeit, die der Drehzahlverstellkolben für eine Aufwärtsbewegung benötigt.

Proportionale Pneumatische Drehzahlverstellung

WICHTIG

Soll die Drehzahl pneumatisch verstellt werden, so muß vorher der Drehzahlverstellknopf so lange im Gegenuhrzeigersinn gedreht werden, bis die Rutschkupplung anspricht, damit sich der Drehzahlverstellhebel in der höchsten Stellung (niedrigste Drehzahl) befindet. Steht der Verstellhebel in irgend einer anderen Stellung, so liegt die niedrigste Drehzahl, die pneumatisch gefahren werden kann, höher als normal.

Die Kräfte von Membran und Rückführfeder bilden ein Gleichgewichtssystem. Sie sind durch einen C-Hebel miteinander und mit dem Steuerschieber verbunden. Die durch den Steuerluftdruck in der Membran erzeugte abwärtsgerichtete Kraft wirkt auf den unteren Schenkel des C-Hebels, die entgegengesetzt gerichtete Kraft der Rückführfeder auf den oberen Schenkel. Außer bei Drehzahländerungen sind die Kräfte gleich groß. Bei "Gleichgewicht" verschließt der Steuerbund des Steuerschiebers den Schlitz in der Steuerbüchse und, außer über Leckagen, fließt kein Öl vom oder zum Drehzahlverstellzylinder. Eine Änderung des Steuerluftdruckes stört das Kräftegleichgewicht und führt zu einer Änderung des Drehzahlsollwertes.

Durch Anhebung des Steuerluftdruckes (Erhöhung des Drehzahlsollwertes) wird die auf die Membran wirkende Kraft größer als die der Rückführfeder und die Membran wird zusammengedrückt. Der C-Hebel und damit der Steuerschieber bewegen sich abwärts, Drucköl fließt stoßweise zum Verstellzylinder und verschiebt den Verstellkolben nach unten. Dadurch wird die Drehzahlfeder weiter vorgespannt, also ein höherer Drehzahlsollwert vorgegeben. Wenn sich der Verstellkolben abwärts bewegt, dreht er den mit seinem rechten Ende an der Kolbenstange befestigten Rückführhebel im Uhrzeigersinn um den verstellbaren Drehpunkt am Drehzahlverstellhebel. Die Drehung des Rückführhebels im Uhrzeigersinn erhöht die Vorspannung der an der linken Seite angehängten Rückführfeder und damit ihre Kraft proportional. Der C-Hebel überträgt die Kraft auf die Membran, drückt sie aufwärts und hebt den Steuerschieber an. Ist die Kraft der Rückführfeder so weit angestiegen, daß sie gleich der Kraft des Steuerluftdruckes auf die Membran ist, dann ist die Membran und mit ihr der Steuerschieber in die Ausgangslage zurückgekehrt und der Steuerbund verschließt den Schlitz in der Steuerbüchse. Es fließt kein weiteres Drucköl zum Verstellzylinder und der Verstellkolben bleibt stehen. Die Drehzahlfeder hat jetzt die dem höheren Steuerluftdruck entsprechende höhere Vorspannung. Die Belastungsfeder sorgt dafür, daß der Rückführhebel ständig am verstellbaren Drehpunkt anliegt.

Bei fallendem Steuerluftdruck (Verringerung des Drehzahlsollwertes) wird die Kraft auf die Membran geringer als die der Rückführfeder, und die Rückführfeder drückt die Membran auseinander. Dadurch wird der C-Hebel und mit ihm der Steuerschieber angehoben, Öl fließt vom Verstellzylinder zum Sumpf ab, der Verstellkolben bewegt sich aufwärts, verringert die Vorspannung der Drehzahlfeder und damit den Drehzahlsollwert. Durch die Aufwärtsbewegung des Verstellkolbens dreht sich der Rückführhebel in Gegenurzeigersinn, die Kraft der Rückführfeder verringert sich proportional, die Membran zieht sich wieder auf ihre Ausgangslänge zusammen und drückt den Steuerschieber abwärts. Eine Verringerung des Steuerluftdruckes verringert die Abwärtskraft der Membran. Ist die Aufwärtskraft der Rückführfeder wieder gleich der Abwärtskraft der Membran, so schließt der Steuerbund des Schiebers den Schlitz in der Steuerbüchse wieder ab. Es fließt kein weiteres Öl mehr vom Verstellzylinder zum Sumpf und der Verstellkolben bleibt stehen. Die Drehzahlfeder hat jetzt die dem niedrigeren Steuerluftdruck entsprechende geringere Vorspannung.

Die Kraftdifferenz der Rückführfeder zwischen zwei definierten Stellungen des Verstellkolbens kann durch Verschiebung des verstellbaren Drehpunktes, also durch Veränderung der Hebelarme des Rückführhebels, vergrößert oder verkleinert werden. Wird der Hebelarm zwischen Kolbenstange und Drehpunkt verkürzt, so verkleinert sich der Drehzahlbereich bei einem vorgegebenen Steuerluftdruckbereich. Wird der Hebelarm verlängert, wird der Drehzahlbereich bei vorgegebenem Steuerluftdruckbereich größer.

Meistens ist vorgeschrieben, daß der Regler, bei Unterbrechung oder Ausfall des Steuerluftdruckes oder Abfall des Steuerluftdruckes unter den zur Drehzahlverstellung benötigten Minimalwert (niedrigster Steuerluftdruck), etwa die niedrigste Drehzahl halten soll. In diesem Fall muß die Blockierschraube für min. Drehzahl so eingestellt werden, daß bei niedrigstem Steuerluftdruck zwischen ihr und dem aus dem Rückführhebel herausragenden Stift ein Abstand von max. 3/100 mm vorhanden ist. Fällt der Steuerluftdruck dann aus oder unter seinen niedrigsten Wert ab, so hebt die Rückführfeder den Steuerschieber an bis die Blockierschraube den Stift im Rückführhebel berührt. Öl vom Verstellzylinder fließt zum Sumpf ab, der Verstellkolben bewegt sich aufwärts, drückt aber gleichzeitig mechanisch den Steuerschieber wieder nach unten. In dem Augenblick, in dem der Verstellkolben die Stellung für ca. niedrigste Drehzahl erreicht, verschließt der Steuerbund am Steuerschieber den Schlitz in der Steuerbüchse und verhindert ein weiteres Abfließen des Öles. Wird der Regler so eingestellt, daß er bei Steuerluftausfall die niedrigste Drehzahl hält, so wird eine zusätzliche Einrichtung zur Abstimmung des Motors benötigt.

Soll der Regler beim Ausfall des Steuerluftdruckes den Motor abstellen, so muß die Blockierschraube für min. Drehzahl so eingestellt werden, daß sie den Stift im Rückführhebel nicht berührt, wenn der Steuerluftdruck Null ist. In diesem Fall kann der sich beim Abfallen des Steuerluftdruckes aufwärts bewegende Verstellkolben den Steuerschieber nicht über den Stift im Rückführhebel nach unten drücken. Der Schlitz in der Steuerbüchse bleibt geöffnet, weiteres Öl vom Verstellzylinder fließt zum Sumpf ab und der Verstellkolben geht über die Stellung niedrigste Drehzahl hinaus auf Stoppstellung. (Siehe hierzu den folgenden Abschnitt.)

Normaler Abstellvorgang

Die Abstelleinrichtung besteht aus einer Abstellstange mit zwei Muttern an ihrem oberen Ende. Die Stange ist mit dem Steuerschieber des Regelteiles verbunden und führt durch die Kolbenstange des Drehzahlverstellkolbens nach oben. Wird der Steuerluftdruck auf Null zurückgenommen, so bewegt sich der Verstellkolben aufwärts. Ca. 1,6 mm oberhalb der Stellung für niedrigste Drehzahl berührt das an seinem oberen Ende montierte Anlenkstück die untere Mutter an der Abstellstange und zieht Muttern, Abstellstange und Steuerschieber hoch. Dadurch kann das Öl vom Arbeitskolben zum Sumpf abfließen und der Kolben bewegt sich abwärts, in Stellung Kraftstoff NULL.

In einigen Fällen, z. B. wenn die niedrigste Drehzahl mit Steuerluftdruck genau gleich der bei Steuerluftdruckausfall sein soll, kann es nötig sein, daß die Anschlagsschraube im Drehzahlverstellzylinder als Anschlag für niedrigste Drehzahl verwendet wird. Dann kann der Motor nicht mehr über den Regler abgestellt werden, die Abstellmuttern entfallen normalerweise und es muß eine Abstelleinrichtung außerhalb des Reglers vorgesehen werden.

Handdrehzahl Verstelleinrichtung

Die Handbetätigung besteht aus einem Verstellknopf, einer Rutschkupplung, einer geführten Mutter die über Winkelhebel mit einem Gleitstück verbunden ist, einer Einstellmutter für die Grunddrehzahl, einer Blockierschraube für max. Drehzahl, einem Anschlagstift, einem T-förmigen Drehzahlverstellhebel und einem verschieblichen Kuggellager (verstellbarer Drehpunkt). Der Verstellknopf dient zur Einstellung der Drehzahl wenn kein Steuerluftdruck vorhanden ist oder eine pneumatische Verstellung nicht gewünscht wird.

Handdrehzahlverstellung

Bei Ausfall des Steuerluftdruckes zieht die Rückführfeder die Blockierschraube für min. Drehzahl gegen den Stift im Rückführhebel. Der Rückführhebel ist dann über den C-Hebel direkt mit dem Steuerschieber verbunden. Wird nun der Verstellknopf im Uhrzeigersinn (Erhöhung des Drehzahlsollwertes) gedreht, so bewegt sich die geführte Mutter auf der Spindel nach links und das mit ihr über Winkelhebel verbundene Gleitstück nach unten. Der Verstellhebel und die auf seinem senkrechten Teil aufgeschraubte Einstellmutter für Grunddrehzahl werden von der Belastungsfeder über den Rückführhebel und den verstellbaren Drehpunkt abwärts gedrückt, wobei die Einstellmutter auf dem Gleitstück anliegt, bis die Blockierschraube für max. Drehzahl den Anschlagstift berührt. Von diesem Punkt an ändert eine weitere Verdrehung des Verstellknopfes die Lage des Verstellhebels nicht mehr, führt also, zu keiner weiteren Drehzahlsteigerung. Der Knopf kann meist noch um einige Umdrehungen weiter verdreht werden, bis ein Endanschlag erreicht wird.

Wenn sich der Drehzahlverstellhebel nach unten in eine neue Stellung bewegt, drückt der Rückführhebel, dessen linkes Ende von der Belastungsfeder abwärts gezogen wird, über die Blockierschraube für min. Drehzahl und den C-Hebel den Steuerschieber abwärts. Der Schlitz in der Steuerbüchse wird freigegeben, Drucköl fließt zum Verstellzylinder, der Verstellkolben bewegt sich abwärts, spannt die Drehzahlfeder weiter vor und erhöht so den Drehzahlsollwert. Die Bewegung des Verstellkolbens dreht den Rückführhebel im Uhrzeigersinn um den verstellbaren Drehpunkt. Da die vorgespannte Rückführfeder die Blockierschraube für max. Drehzahl am Anschlagstift im Rückführhebel hält, wird der Steuerschieber wieder angehoben. Verschließt sein Steuerbund den Schlitz in der Steuerbüchse, so ist die Abwärtsbewegung des Verstellkolbens beendet, d. h. ein höherer Drehzahlsollwert ist erreicht.

Wird der Verstellknopf im Gegenuhrzeigersinn (Verringerung des Drehzahlsollwertes) verdreht, bewegt sich die geführte Mutter auf der Spindel nach rechts und das Gleitstück nach oben. Die Einstellmutter für Grunddrehzahl und mit ihr der Drehzahlverstellhebel werden angehoben und drücken über den verstellbaren Drehpunkt das linke Ende des Rückführhebels und somit den Steuerschieber nach oben. Öl aus dem Drehzahlverstellzylinder fließt zum Sumpf ab, der Verstellkolben bewegt sich aufwärts und verringert den Drehzahlsollwert. Die Bewegung des Verstellkolbens dreht den Rückführhebel im Gegenuhrzeigersinn bis der Steuerbund den Schlitz in der Steuerbüchse wieder abdeckt. Damit ist ein niedrigerer Drehzahlsollwert vorgegeben.

Ventil zur Begrenzung der max. Drehzahl

Im oberen Teil des Drehzahlverstellzylinders ist ein Rückschlagventil zur Begrenzung der max. Drehzahl angeordnet. Eine verstellbare Betätigung an der Kolbenstange öffnet dieses Ventil, wenn der Drehzahlverstellkolben seine Stellung für den max. Drehzahlsollwert (dieser Wert sollte ungefähr 5 1/min über der höchsten Drehzahl, die gefahren werden soll, liegen) erreicht. Wird das Ventil geöffnet, so fließt über den noch geöffneten Schlitz in der Steuerbüchse zulaufendes Drucköl direkt wieder zum Sumpf und der Verstellkolben bewegt sich nicht weiter abwärts. Das Ventil arbeitet bei Hand- und pneumatischer Verstellung der Drehzahl.

Anschlagschraube für den Drehzahlverstellkolben

Die Anschlagschraube sollte so eingestellt sein, daß, falls der Regler zum Abstellen der Antriebsmaschine verwendet wird, der Kolben ca. 2,4 mm oberhalb seiner Stellung für niedrigsten Drehzahlsollwert zum Anliegen kommt. Sie begrenzt dann die Aufwärtsbewegung des Drehzahlverstellkolbens und verringert damit Ölmenge und Zeit, die beim Starten der Antriebsmaschine benötigt wird, um den Verstellkolben so weit abwärts zu drücken, daß der Regler Kraftstoff freigibt.

Wird der Regler nicht zum Abstellen der Antriebsmaschine verwendet, so kann die Anschlagschraube so eingestellt werden, daß der Kolben schon bei niedrigstem Drehzahlsollwert zum Anliegen kommt.

Temperaturkompensation

In älteren Reglern beinhaltet der Rückführhebel einen Bimetallstreifen zur Kompensation unterschiedlicher Wärmedehnung der Bauteile und Änderung der Federsteifigkeit bei Temperaturänderungen. Neue Regler sind mit einer temperaturkompensierten (rückläufiger Wärmedehnungskoeffizient) Drehzahlfeder anstelle des Bimetalles ausgerüstet. Die Drehzahlverstellung ist dadurch stabiler und das Driften der Drehzahl bei Änderungen der Umgebungs- und/oder Reglertemperatur auf ein Minimum reduziert.

P-Grad-Gestänge

Definition des P-Grades

P-Grad bedeutet ein Abfallen der Drehzahl bei einer Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens bzw. ein Ansteigen der Drehzahl bei einer Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens. Abfall bzw. Anstieg sind proportional zur Kolbenbewegung. P-Grad erhöht die Stabilität des Reglers und ermöglicht eine einwandfreie Lastverteilung zwischen Antriebsmaschinen, die gemeinsam auf eine Welle arbeiten. Normalerweise wird der P-Grad in Prozent angegeben. Die Prozentzahl ergibt sich aus der Drehzahldifferenz zwischen Leerlauf und Vollast (bei konstantem Drehzahlsollwert) bezogen auf die Nenndrehzahl.

Funktion des Gestänges

Wenn sich der Arbeitskolben aufwärts bewegt, verringert das P-Grad-Gestänge automatisch den Drehzahlsollwert durch Verringerung der Federvorspannung der Drehzahlfeder. Umgekehrt erhöht es die Federvorspannung, wenn sich der Arbeitskolben abwärts bewegt.

Das Gestänge besteht aus einem Anlenkstück am oberen Ende der Kolbenstange des Drehzahlverstellkolbens, einem Drehzapfen, der im Anlenkstück gelagert ist, einem Hebel zwischen Drehzapfen und Hilfskolbenstange (Hebel und Drehzapfen sind fest miteinander verbunden), einem verschieblich am Drehzapfen angebrachten Nocken und einem P-Grad Kolben in der Kolbenstange des Drehzahlverstellkolbens. Die Bewegung des Arbeitskolbens wird über den Hebel auf den Nocken übertragen. Der Nocken bewegt den P-Grad-Kolben und verändert, da das untere Ende des Kolbens gleichzeitig der obere Federteller der Drehzahlfeder ist, die Vorspannung der Drehzahlfeder. Die Stellung des Nockens in Bezug auf seine Drehachse bestimmt das Verhältnis zwischen Hebel- und P-Grad-Kolbenbewegung. Steht der Nocken so, daß seine Berührungslinie auf der Druckplatte des P-Grad-Kolbens genau mit der Drehachse des Zapfens zusammenfällt, so wird keine Hebelbewegung übertragen. Bei einer solchen Einstellung ($P\text{-Grad} = 0$) hält der Regler die Drehzahl unabhängig von der Last konstant (Isodrombetrieb). Wird der Nocken von der Drehachse weg in Richtung Arbeitskolben verschoben, so wird mit steigender Verschiebung immer mehr Hebelbewegung auf den P-Grad-Kolben übertragen (P-Grad-Betrieb). Die genaue Stellung des Nockens wird von der Reglerbestückung, dem Betriebsverhalten der Antriebsmaschine und vom Lastanteil, den die Antriebsmaschine übernehmen soll, bestimmt. Der Nocken darf auf gar keinen Fall so verschoben werden, daß seine Berührungslinie hinter der Drehachse, also in Richtung Drehzahlverstellung, liegt, da der dann eingestellte negative P-Grad (Drehzahl steigt mit steigender Last) grundsätzlich instabilen Betrieb hervorruft.

Arbeitszylinder

16 J (12 ft-lb) Arbeitsvermögen

Alle Arbeitszylinder haben dasselbe Grundprinzip: Der Arbeitskolben bewegt sich in ihnen linear (hin und her). Als Alternative sind Arbeitszylinder mit drehender Ausgangswelle erhältlich. Welche Ausführung letztlich zum Einsatz kommt, hängt von den Konstruktionsgegebenheiten an der Antriebsmaschine ab. Wie in Abbildung 5-1 dargestellt, kann Drucköl nur dann zum Arbeitskolben strömen, wenn der Steuerschieber abgesenkt wird und der Steuerbund die Steuerbohrungen freigibt. Zum Arbeitskolben strömendes Öl verschiebt nur den Rückführkolben und erst das von diesem verdrängte Öl drückt den Arbeitskolben nach oben in Richtung MEHR KRAFTSTOFF.

Um den Arbeitskolben nach unten in Richtung WENIGER KRAFTSTOFF zu verschieben, muß der Steuerschieber angehoben werden. Der Steuerbund öffnet die Steuerbohrungen und verbindet das im Rückführsystem eingeschlossene Öl mit dem Sumpf. Der Öldruck auf der linken Seite des Rückführkolbens wird annähernd Null und die Rückholfeder kann den Arbeitskolben nach unten, also in Richtung WENIGER KRAFTSTOFF drücken.

39 J (29 ft-lb) Arbeitsvermögen (Drehender Ausgangswelle)

Bei Arbeitszylindern mit drehender Ausgangswelle wird, wie bereits erwähnt, die grundsätzlich vorhandene Hin- und Herbewegung des Arbeitskolbens in eine Drehbewegung umgesetzt. Eine Bewegung des Arbeitskolbens nach oben ergibt hier ebenfalls mehr Kraftstoff (siehe Abb. 5-2).

Öl, um den Arbeitskolben nach oben zu verschieben, ist dann vorhanden, wenn der Steuerschieber unterhalb seiner Mittelstellung steht. Durch die Steuerbohrungen fließt dann Drucköl zum Rückführkolben, verschiebt ihn und das dadurch auf der Gegenseite des Rückführkolbens verdrängte Öl verschiebt den Arbeitskolben nach oben in Richtung MEHR KRAFTSTOFF.

Damit sich der Arbeitskolben nach unten bewegen kann, muß der Steuerschieber oberhalb seiner Mittelstellung stehen. Das Öl auf der Unterseite des Kolbens kann dann zum Sumpf abfließen und das ständig auf der Oberseite des Kolbens anstehende Drucköl verschiebt ihn in Richtung WENIGER KRAFTSTOFF.

Unterbrechung der Rückführung

Bei starken Verringerungen des Drehzahlsollwertes oder großen schlagartigen Lastabwürfen bewegt sich der Arbeitskolben bis an seinen Minimumanschlag, verschließt dabei die Verbindung zwischen Arbeitszylinder und Nadelventil und verhindert so den normalerweise auftretenden Ausgleich der Druckdifferenz im Rückführsystem. Der Rückführkolben wird in der ausgelenkten Stellung gehalten oder noch etwas weiter verschoben und der Öldruck auf der Oberseite des Rückführbundes wird konstant gehalten, oder noch etwas erhöht. Die dadurch am Rückführbund entstehende Kraft addiert sich zur Kraft der Drehzahlfeder, erhöht also vorübergehend den Drehzahlsollwert. Fällt die Drehzahl der Antriebsmaschine unter diesen Drehzahlsollwert, so beginnt der Regler wieder zu arbeiten. Der Arbeitskolben bewegt sich aufwärts und die Antriebsmaschine erhält frühzeitig wieder Kraftstoff. Damit wird ein großes Unterschwingen der Drehzahl verhindert. Der beschriebene Vorgang wird "Unterbrechung der Rückführung" genannt. Gibt der Arbeitskolben bei seiner Aufwärtsbewegung die Verbindung zwischen Arbeitszylinder und Nadelventil wieder frei, so arbeitet die Rückführung wieder normal und die Drehzahl der Antriebsmaschine kehrt auf den vorgegebenen Sollwert zurück.

WICHTIG

Bedingt durch die Lage der Unterbrechungsbohrung im Arbeitszylinder muß das Kraftstoffregelgestänge am Regler so eingehängt werden, daß sich bei niedrigster Drehzahl ohne Last bei Reglern mit hin- und hergehender Ausgangswelle an der Arbeitskolbenstange ein Luftspalt von kleiner 26 mm (33/32") ergibt, bzw. bei drehender Ausgangswelle die Anzeige über 1,5 Strich (4° des Gesamtwinkels) steht.

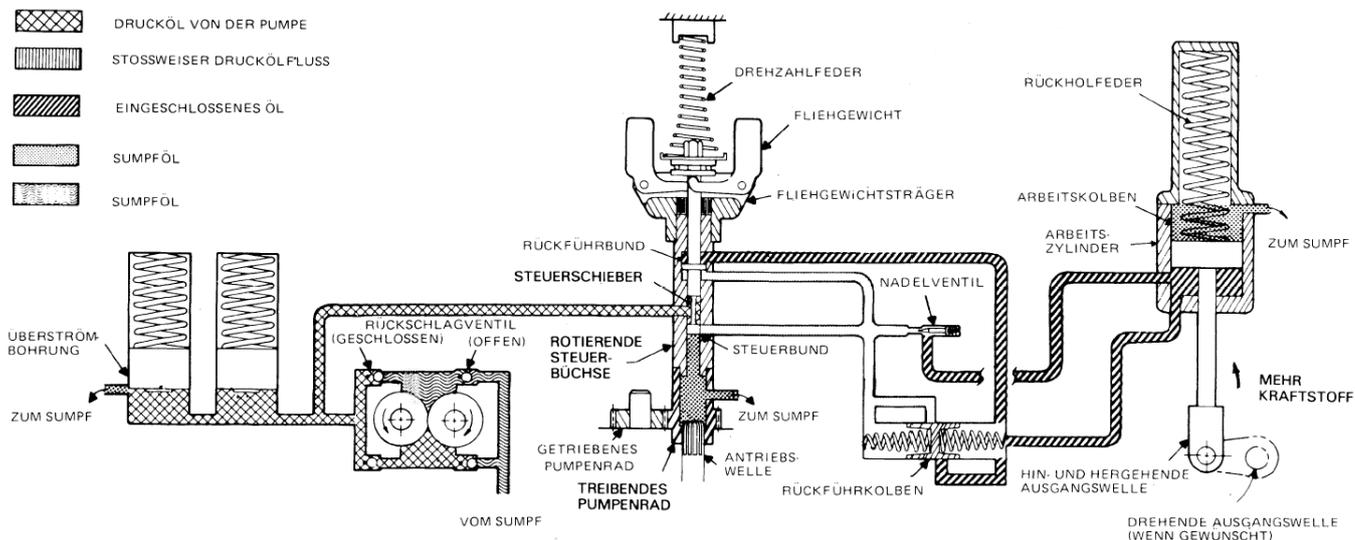


Abbildung 5-1. Schema eines PGA-Reglers mit 16 J Arbeitskolben mit Federrückstellung

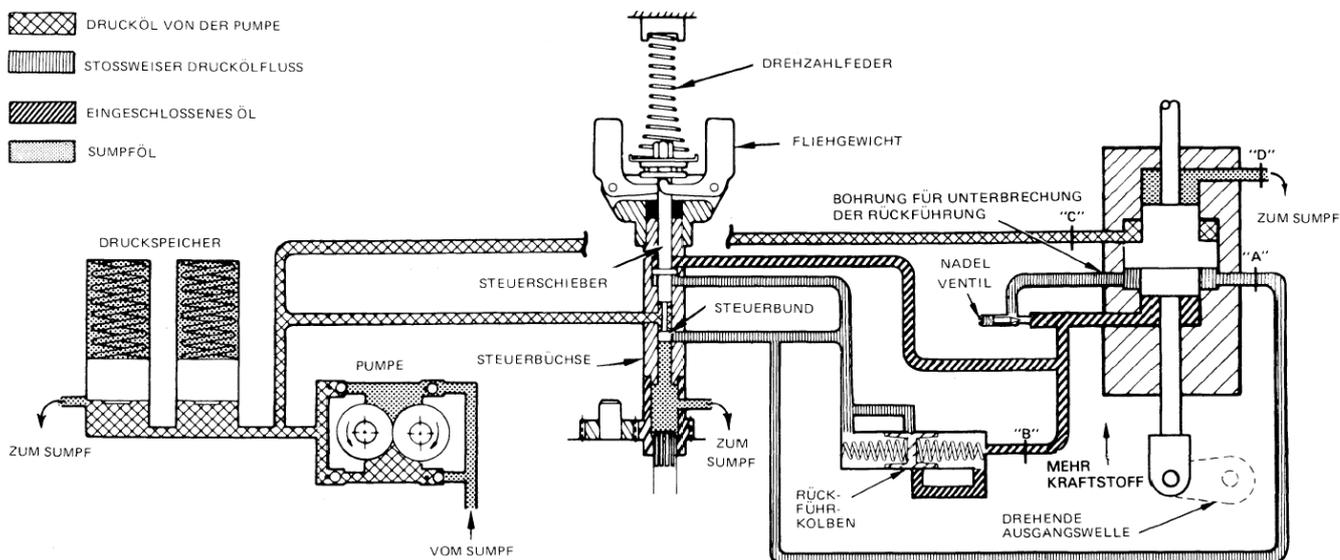


Abbildung 5-2. Schema eines PGA-Reglers mit 78 J Differentialkolben und drehender Ausgangswelle

Kapitel 6. Ersatzteile

Ersatzteilbestellung

Dieses Kapitel dient als Hilfe bei der Bestellung von Ersatzteilen für PGA-Regler. Jede Ersatzteilbestellung muß folgende Angaben beinhalten:

- Die im Typenschild des Reglers eingeschlagene Serien- und Teilnummer.
- Die Nummer der benutzten Druckschrift. (Diese Druckschrift hat die Nummer 36604.)
- Die laufende Nummer in der Liste der Teile und die Bezeichnung oder eine Beschreibung des Teiles.



WARNUNG

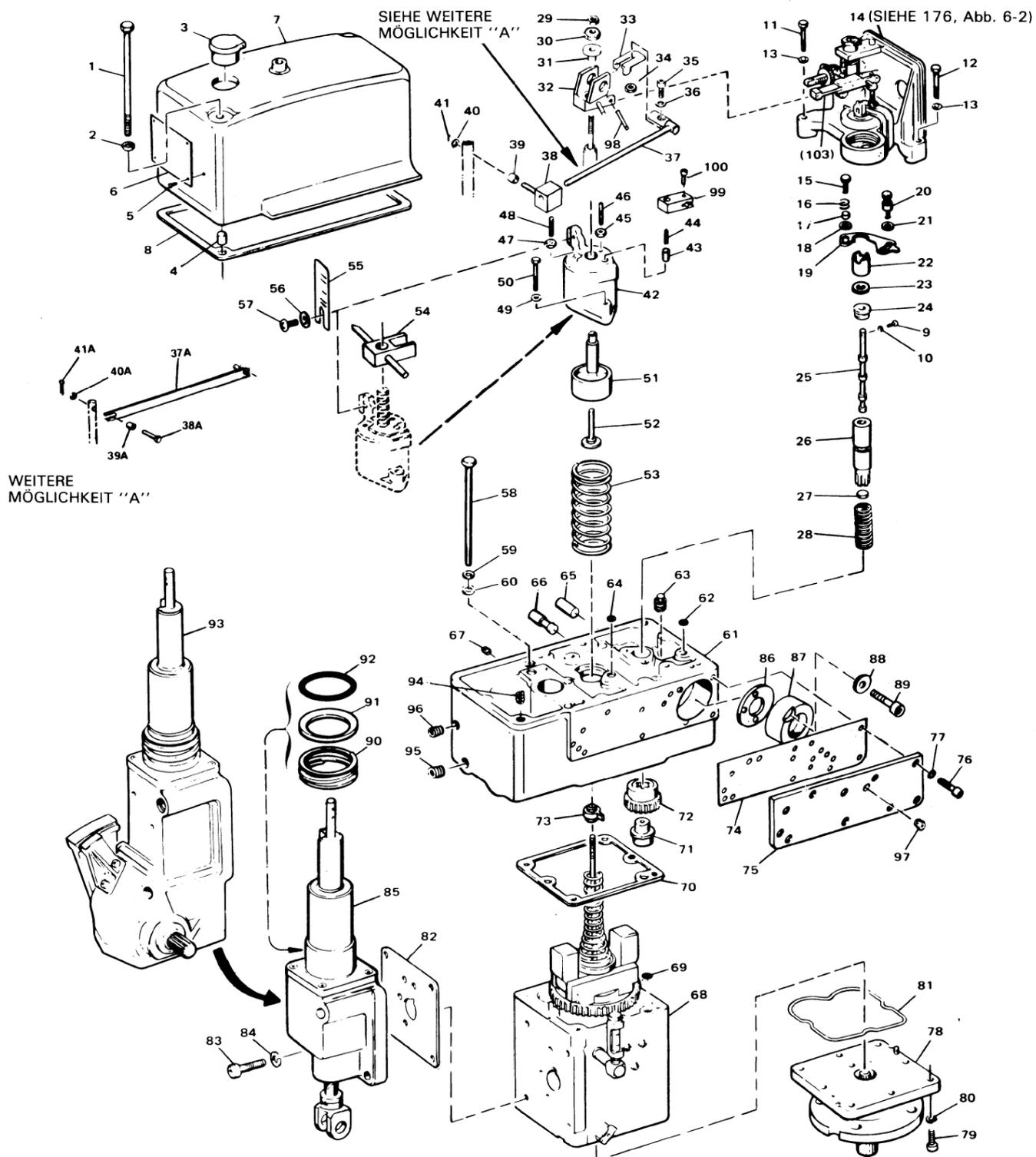
Zum Schutz gegen mögliche Sach- und/oder Personenschäden, die durch Überdrehzahl, ausgelöst durch Ausfall irgend eines der zum Drehzahlregelkreis gehörenden Geräte, auftreten können, halte man sich beim Start der Antriebsmaschine unbedingt für die Auslösung eines Notstoppes bereit.

Liste der Teile von Abbildung 6-1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1	Sechskantschraube mit Sicherungsloch.....	2
	5/16-24 x 6,25"	
36604-2	Unterlegscheibe, 5/16 x 1/2 x 1/32".....	2
36604-3	Öleinfüllstutzen (einpreßbar)	1
36604-4	Hülse zur Deckelzentrierung (einpreßbar).....	2
36604-5	Kerbnagel, Nr. 2 x 3/16"	4
36604-6	Typenschild	1
36604-7	Deckel	1
36604-8	Deckeldichtung	1
36604-9	Innensechskantschraube, 5-40 x 1/2"	1
36604-10	Federring, Nr. 5	1
36604-11	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 2"	1
36604-12	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,25".....	1
36604-13	Federring, 1/4"	2
36604-14	Halter (s. Abb. 6-2)	1
36604-15	Sechskantschraube, 1/4-28 x 0,75"	1
36604-16	Feder	1
36604-17	Distanzbüchse	1
36604-18	Unterlegscheibe, 0,328 x 0,562 x 0,75"	1
36604-19	Regulierbüchsenhalter.....	1
36604-20	Sechskantschraube	1
36604-21	Unterlegscheibe, 0,265 x 0,500 x 0,032"	1
36604-22	Regulierbüchse.....	1
36604-23	Distanzscheibe	1
36604-24	Drucklager	1
36604-25	Steuerschieber (Drehzahlverstellung)	1
36604-26	Steuerbüchse (Drehzahlverstellung)	1
36604-27	Stopfen (einpreßbar)	1
36604-28	Belastungsfeder zur Teil 26.....	1
36604-29	Mutter	1
36604-30	Mutter	1
36604-31	Druckplatte	1
36604-32	Anlenkstück	1
36604-33	P-Grad-Nocken.....	1
36604-34	Mutter	1
36604-35	Schraube	1
36604-36	Unterlegscheibe.....	1
36604-37	P-Grad-Hebel	1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-37A	P-Grad-Hebel	1
36604-38	Endstück mit Drehzapfen	1
36604-38A	Kopfstift	1
36604-39	Distanzbüchse	1
36604-39A	Distanzbüchse	1
36604-40	Unterlegscheibe	1
36604-40A	Unterlegscheibe	1
36604-41	Splint	1
36604-41A	Splint	1
36604-42	Drehzahlverstellzylinder	1
36604-43	Begrenzungsventil für max. Drehzahl	1
36604-44	Einstellschraube (Ventilbetätigung)	1
36604-45	Mutter, 10-32	1
36604-46	Führungsstift	1
36604-47	Mutter, 10-32	1
36604-48	Stiftschraube mit Innensechskant	1
36604-49	Federring, 1/4"	2
36604-50	Sechskantschraube, 1/4-28 x 1,375"	2
36604-51	Drehzahlverstellkolben	1
36604-52	P-Grad-Kolben	1
36604-53	Rückholfeder zu Teil 51	1
36604-54	Anlenkstück (Wenn kein P-Grad-gestänge eingebaut ist)	1
36604-55	Skala	1
36604-56	Unterlegscheibe	1
36604-57	Schraube	1
36604-58	Sechskantschraube, 5/16-24 x 5"	4
36604-59	Federring, 5/16"	4
36604-60	Unterlegscheibe, 5/16"	4
36604-61	Oberteil (Teil 94 ist eingebaut)	1
36604-62	O-Ring, 3/8"	1
36604-63	Verschlussstopfen	1
36604-64	O-Ring, 3/8"	1
36604-65	Verschlussstopfen	1
36604-66	Verschlussstopfen für Innenbohrung	1
36604-67	Verschlussstopfen, 1/8"	wie benötigt
36604-68	Standardgehäuse (s. Abb. 6-3)	1
36604-69	Dichtring	1
36604-70	Dichtring zwischen Oberteil und Gehäuse	1
36604-71	Lagerzapfen (einpreßbar)	1
36604-72	Zahnrad	1
36604-73	Federteller	1
36604-74	Dichtung	1
36604-75	Seitenplatte	1
36604-76	Innensechskantschraube	10
36604-77	Federring	10
36604-78	Grundplatte	1
36604-79	Sechskantschraube, 5/16-18 x 1"	8
36604-80	Federring, 5/16"	8
36604-81	Dichtung	1
36604-82	Dichtung zwischen Arbeitszylinder und Gehäuse	1
36604-83	Innensechskantschraube, 3/8-16 x 1"	4
36604-84	Federring, 3/8"	4
36604-85	Arbeitszylinder, 16 J, mit hin- und hergehender Ausgangswelle und Rückholfeder (s. Abb. 6-6)	1
36604-86	Dichtung	1
36604-87	Büchse	1
36604-88	Unterlegscheibe, 0,250 x 0,490 x 0,031"	1
36604-89	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 0,375"	1
36604-90	Feder	1
36604-91	Auflage für Teil 92	1
36604-92	O-Ring	1
36604-93	Arbeitszylinder, 16 J, mit drehender Ausgangswelle und Rückholfeder (s. Abb. 6-7)	1
36604-94	Heli-Coil-Einsatz, in Teil 61 eingebaut	2
36604-95	Verschlussstopfen	2
36604-96	Verschlussstopfen	2
36604-97	Verschlussstopfen	1
36604-98	Stift	1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604- 99	Klemmstück	1
36604-100	Innensechskantschraube	1



Liste der Teile von Abbildung 6-2

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-101	Belastungsfeder	1
36604-102	Rückführfeder	1
36604-103	Rückführhebel	1
36604-104	Splint, 1/16 x 3/8"	wie benötigt
36604-105	Stift	1
36604-106	Anschlagstift (min. Drehzahl).....	1
36604-107	C-Hebel	1
36604-108	Mutter, 10-32	1
36604-109	Rändelschraube (Einstellung min. Drehzahl)	1
36604-110	Kopfstift	1
36604-111	Membrankupplung.....	1
36604-112	Stiftschraube mit Innensechskant, 5-40 x 1/4"	1
36604-113	Innensechskantschraube mit aufgebohrten Schaft.....	1
36604-114	Weichkupferdichtung.....	1
36604-115	Dichtung	1
36604-116	Stiftschraube mit Innensechskant, 5-40 x 1/4"	1
36604-117	Sicherungsring, 1,650" Außen.....	1
36604-118	Membran	1
36604-119	O-Ring, 1,5" Außen	1
36604-120	Membrantopf	1
36604-121	Gleitstück.....	1
36604-122	Anschlagstift (max. Drehzahl).....	1
36604-123	Drehzahlverstellhebel.....	1
36604-124	Heli-Coil, Mid-Grip, 10-32 x 3/8"	1
36604-125	Stiftschraube mit Innensechskant, 10-32 x 1"	1
36604-126	Mutter zur Einstellung der Grunddrehzahl.....	1
36604-127	Heli-Coil, Mid-Grip, 7/16-20 x 7/16"	1
36604-128	Rändelmutter.....	2
36604-129	Innensechskantschraube, 10-32 x 1,125"	1
36604-130	Federring, Nr. 10	1
36604-131	Halbrundschaube mit Innensechskant 10-32 x 1"	1
36604-132	Distanzbüchse	1
36604-133	Kugellager	1
36604-134	Verstell Schlitten	1
36604-135	Federring, Nr. 10	1
36604-136 bis -148	.....	nicht belegt
36604-149	Abstellmagnet.....	1
36604-150	Dichtung	1
36604-151	Steckdose.....	1
36604-152	Unterlegscheibe	4
36604-153	Schraube	4
36604-154	Biegefeder.....	1
36604-155	Frontplatte	1
36604-156	Dichtung	1
36604-157	Kreuzschlitzschraube, 6-32 x 3/8"	4
36604-158	Unterlegscheibe, 25/64 x 5/8 x 1/16"	1
36604-159	Stiftschraube mit Innensechskant 8-32 x 3/8"	1
36604-160	Heli-Coil, Mid-Grip, 8-32 x 1/4"	1
36604-161	Gelenkstift	4
36604-162	Schloßmutter	1
36604-163	Federscheibe.....	1
36604-164	Druckstück.....	1
36604-165	Winkelhebel.....	1
36604-166	Spindel	1
36604-167	Spannstift, 3/32 x 5/8"	1
36604-168	Drehfeder	1
36604-169	Drehzahlverstellknopf.....	1
36604-170	Tellerfeder	1
36604-171	Selbstsichernde Mutter, 1/4-28.....	1
36604-172	Heli-Coil, Mid-Grip, 8-32 x 1/4"	1
36604-173	Federhalterung.....	1
36604-174	Paßstift	2
36604-175	Distanzscheibe	4
36604-176	Halter	1
36604-177	Splint	1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-178	Dioden	1
36604-179	Schraube	1
36604-180	Innensechskantschraube, 10-32 x 1/4"	1
36604-181 bis -200		nicht belegt

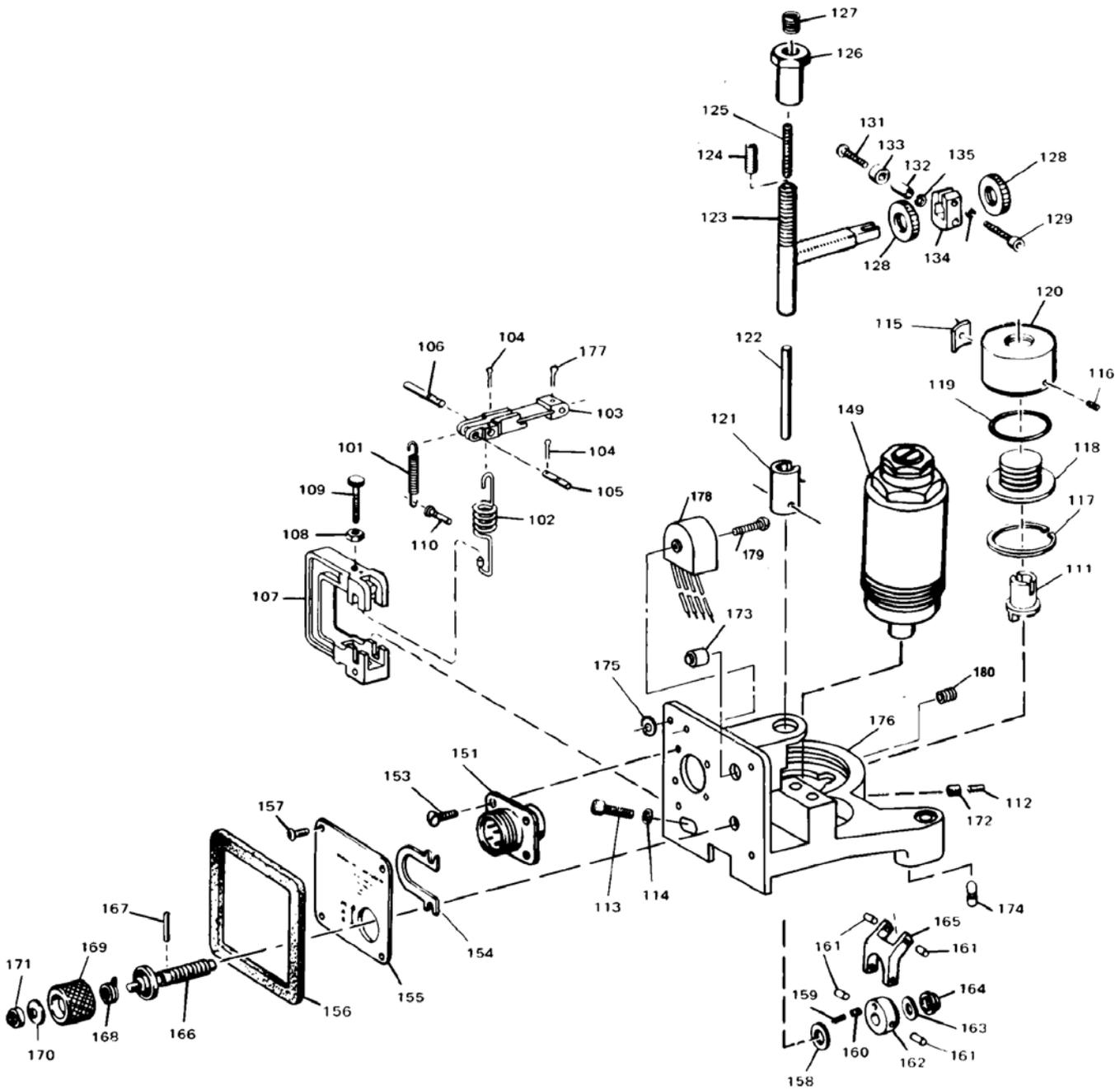


Abbildung 6-2. Explosionsdarstellung der PGA Drehzahlverstelleinrichtung

Liste der Teile von Abbildung 6-3

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-201	Verschlußstopfen, 1/8"	4
36604-202	Verschlußstopfen, 1/16"	2
36604-203	Paßstift	2
36604-204	Hinweisschild.....	2
36604-205	Kerbnagel.....	6
36604-206	Gehäuse.....	1
36604-207	Innere Speicherfeder.....	2
36604-208	Äußere Speicherfeder	2
36604-209	Sicherungsring	2
36604-210	Federteller	2
36604-211	Federsitz.....	1
36604-212	Rückführfeder.....	2
36604-213	Rückführkolben	1
36604-214	Verschlußstopfen	1
36604-215	O-Ring.....	1
36604-216	Sicherungsring	1
36604-217	Ölstandsglas.....	1
36604-218	Winkelverschraubung.....	1
36604-219	Ablaßhahn.....	1
36604-220	Speicherkolben.....	2
36604-221	Sicherungsring	2
36604-222	Lagerzapfen	1
36604-223	angetriebenes Zahnrad	1
36604-224	antreibendes Zahnrad	1
36604-225	Rückschlagventil	2
36604-226	Rückschlagventil mit Feder	2
36604-227	Sicherungsring	1
36604-228	Stopfen.....	1
36604-229	Federteller	1
36604-230	Feder.....	1
36604-231	Fliehgewichtsantrieb mit Steuerbüchse.....	1
36604-232	Dichtring	1
36604-233	Kugellager	1
36604-234	Steuerschieber	1
36604-235	Büchse	1
36604-236	Sicherungsring	1
36604-237	Lagerzapfen	4
36604-238	Splint	8
36604-239	Fliehgewichtsträger	1
36604-240	Federring, Nr. 5	8
36604-241	Schlitzschraube, 5-40 x 9/32".....	8
36604-242	Federkupplung	1
36604-243	Federring, Nr. 8	1
36604-244	Halbrundschrabe, 8-32 x 5/16".....	1
36604-245	Fliehgewicht	2
36604-246	Nadellager	4
36604-247	Feder.....	1
36604-248	Unterlegscheibe	1
36604-249	Drucklager	1
36604-250	Federteller	1
36604-251	Splint	1
36604-252	Mutter mit Sicherungsloch.....	1
36604-253	Drehzahlfeder.....	1
36604-254	Federteller	1
36604-255	.....	nicht belegt
36604-256	Abstellstange.....	1
36604-257	Abstellmutter	2
36604-258	Stuerbüchse (möglich)	1
36604-259	Fliehgewichtsträger starr (möglich)	1
36604-260	Distanzbüchse.....	1
36604-261	Büchse des Druckreduzierventiles	1
36604-262	Reduzierventil.....	1
36604-263	Sicherungsring, 0,103" Innen	1
36604-264	Feder.....	1
36604-265	Stift, 0,062 x 0,438"	1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-266	Federteller	1
36604-267	Feder	1
36604-268 bis -280		nicht belegt

ACHTUNG

Bei schlagartiger Entspannung der vorgespannten Federn 207 und 208 besteht Verletzungsgefahr. Bei Ausbau sind daher geeignete Vorrichtungen zu verwenden.

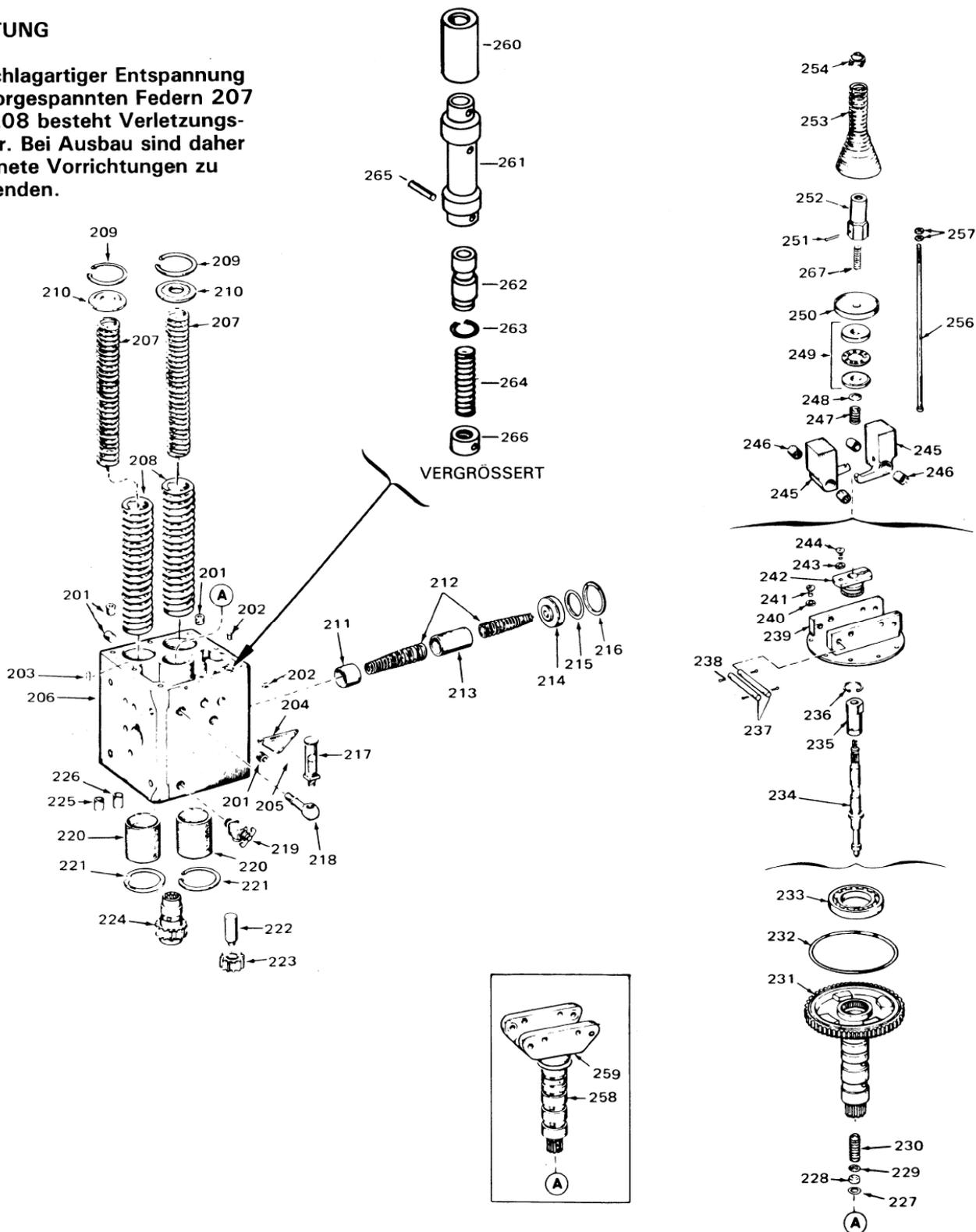


Abbildung 6-3. Explosionsdarstellung des PGA-Gehäuses

Liste der Teile von Abbildungen 6-4

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-281	Sicherungsdraht	wie benötigt
36604-282	Sechskantschraube mit Sicherungsloch, 1/4-28 x 5/8"	3
36604-283	Lagerhalter	1
36604-284	Dichtung	1
36604-285	Dichtringhalter	1
36604-286	Dichtring	1
36604-287	Sicherungsring	1
36604-288	Kugellager	1
36604-289	Antriebswelle	1
36604-290	Paßstift	2
36604-291	Grundplatte	1
36604-292	Federring	8
36604-293	Sechskantschraube	8
36604-294 bis -300		nicht belegt

Liste der Teile von Abbildung 6-5

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-301	Sicherungsdraht	wie benötigt
36604-302	Sechskantschraube mit Sicherungsloch, 1/4-28 x 5/8"	3
36604-303	Lagerhalter	1
36604-304	Splint	1
36604-305	Kronenmutter, 5/8"-18	1
36604-306	Distanzbüchse	1
36604-307	Kugellager	1
36604-308	Paßfeder	1
36604-309	Antriebswelle (Nut und Paßfeder)	1
36604-310	Sicherungsring	1
36604-311	Antriebswelle (kerbverzahnt oder Keilwelle)	1
36604-312	Dichtringhalter	1
36604-313	Dichtring	1
36604-314	Dichtung	1
36604-315	Stopfen	1
36604-316	Paßstift	2
36604-317	PG - UG8 - Grundplatte	1
36604-318	PG - UG8 - 90° - Grundplatte	1
36604-319	PG - UG40 - Grundplatte	1
36604-320	Quadratische PG-Grundplatte verlängerte Ausführung	1
36604-321	Federring	8
36604-322	Sechskantschraube	8
36604-323	Federring	8
36604-324	Sechskantschraube	8
36604-325	Federring	8
36604-326	Sechskantschraube	8
36604-327	Federring	8
36604-328	Sechskantschraube	8
36604-329 und -330		nicht belegt

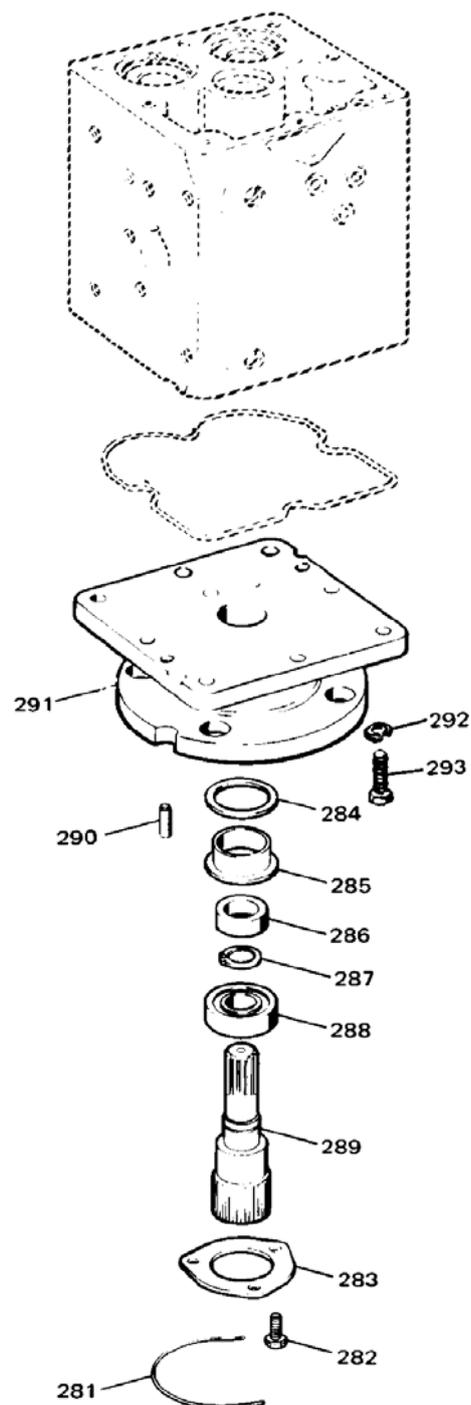


Abbildung 6-4. Explosionsdarstellung der normale PG Grundplatte mit Antriebswelle

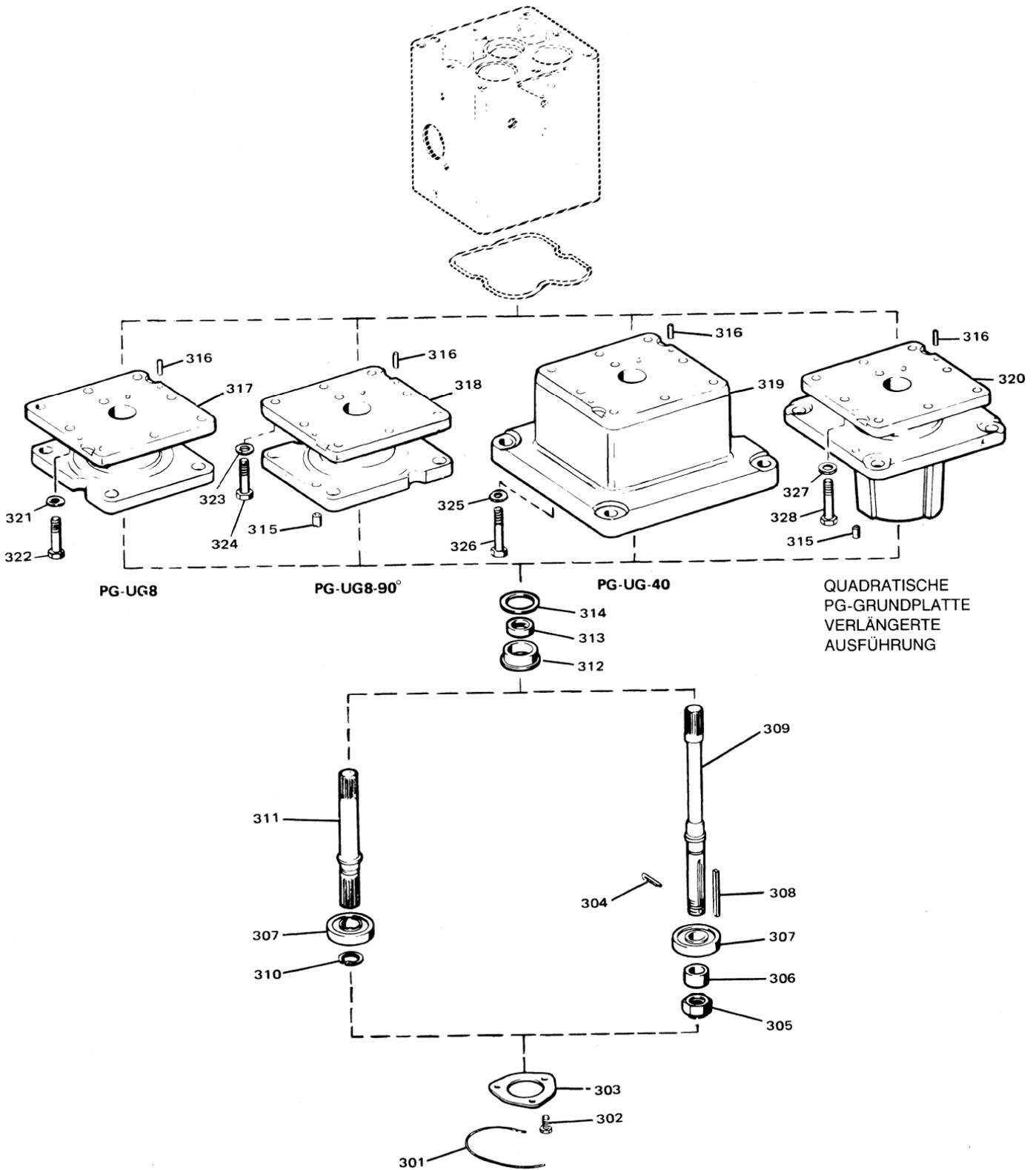


Abbildung 6-5. Explosionsdarstellung der in Abbildung 1-7 gezeigten Grundplattensonderausführungen

Liste der Teile von Abbildung 6-6

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-331	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 3/4"	4
36604-332	Federring	4
36604-333	Federführung	1
36604-334	Rückholfeder	1
36604-335	Dichtung	1
36604-336	Stift	1
36604-337	Hilfskolbenstange	1
36604-338	Selbstsichernde Mutter	1
36604-339	Mutter zum Einhängen von Teil 337	1
36604-340	Zahnscheibe	1
36604-341	Arbeitskolben mit Kolbenstange	1
36604-342	Arbeitszylinder für hin- und hergehende Ausgangswelle... 1	
36604-343	Dichtring	1
36604-345	.....	nicht belegt
36604-346	Gabelkopf	1
36604-347	.....	nicht belegt
36604-348	Kegelstift	1
36604-349	.....	nicht belegt
36604-350	Gewindestange	1
36604-351	Mutter	1
36604-352	Skala	1
36604-353	Federring	2
36604-354	Kreuzschlitzschraube	2
36604-355	Feder	1
36604-356	Auflage für Teil 357	1
36604-357	O-Ring	1
36604-358	Dichtung	1
36604-359	Federring	4
36604-360	Innensechskantschraube	4
36604-361	O-Ring	1
36604-362	Nadelventil	1
36604-363 bis -470	.....	nicht belegt

ACHTUNG

Bei schlagartige Entspannung der vorgespannten Feder 334 besteht Verletzungsgefahr. Bei Ausbau sind daher geeignete Vorrichtungen zu verwenden

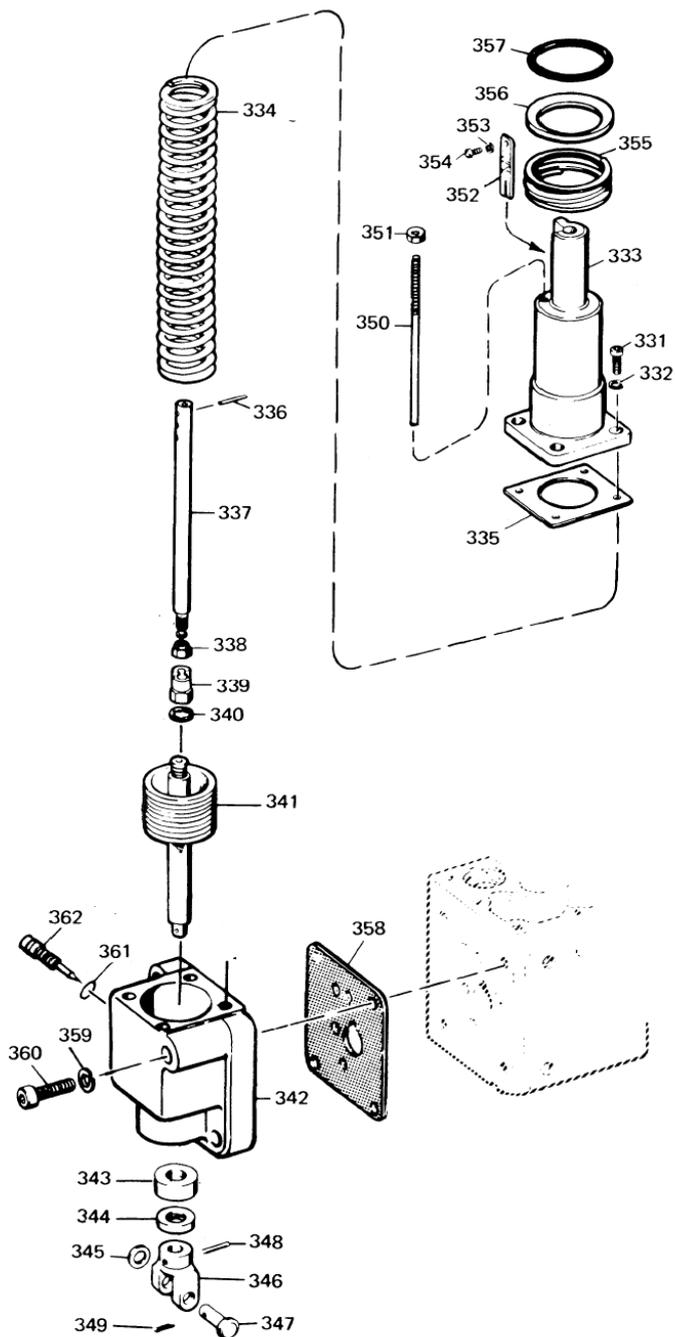


Abbildung 6-6. Explosionsdarstellung des 16 J Arbeitszylinders mit hin- und hergehender Ausgangswelle

Liste der Teile von Abbildung 6-7

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-471	O-Ring	1
36604-472	Auflage für Teil 471	1
36604-473	Feder	1
36604-474	Federring	2
36604-475	Kreuzschlitzschraube	2
36604-476	Skala	1
36604-477	Federführung	1
36604-478	Innensechskantschraube	4
36604-479	Federring	4
36604-480	Dichtung	1
36604-481	Rückholfeder	1
36604-482	Stift	1
36604-483	Hilfskolbenstange	1
36604-484	Selbstsichernde Mutter	1
36604-485	Mutter zum Einhängen von Teil 483	1
36604-486	Zahnscheibe	1
36604-487	Arbeitskolben	1
36604-488	Arbeitszylinder für drehende Ausgangswelle	1
36604-489	Nadellager (groß)	1
36604-490	Dichtring (groß)	1
36604-491	Ausgangswelle	1
36604-492	Skalensegment	1
36604-493	Skala	1
36604-494	Kerbnagel	1
36604-495	Innensechskantschraube	1
36604-496	Federring	1
36604-497	Halter für Anzeiger	1
36604-498	Anzeiger	1
36604-499	Schraube	1
36604-500	Federring	2
36604-501	Innensechskantschraube	2
36604-502	Kolbenstangenbolzen	1
36604-503	Mutter, 7/16"-20	1
36604-504	Gelenkstück	2
36604-505	Sicherungsring	2
36604-506	Bolzen für Umlenkhebel	1
36604-507	Sicherungsring	2
36604-508	Umlenkhebel	1
36604-509	Innensechskantschraube	2
36604-510	Federring	2
36604-511	Dichtung	1
36604-512	Deckel	1
36604-513	Verschlußstopfen	1
36604-514	Innensechskantschraube	8
36604-515	Federring	8
36604-516	Dichtung	1
36604-517	Nadellager (klein)	1
36604-518	Dichtring (klein)	1
36604-519	Nadelventil	1
36604-520	O-Ring	1
36604-521	Innensechskantschraube	4
36604-522	Federring	4
36604-523 bis -600	.....	nicht belegt

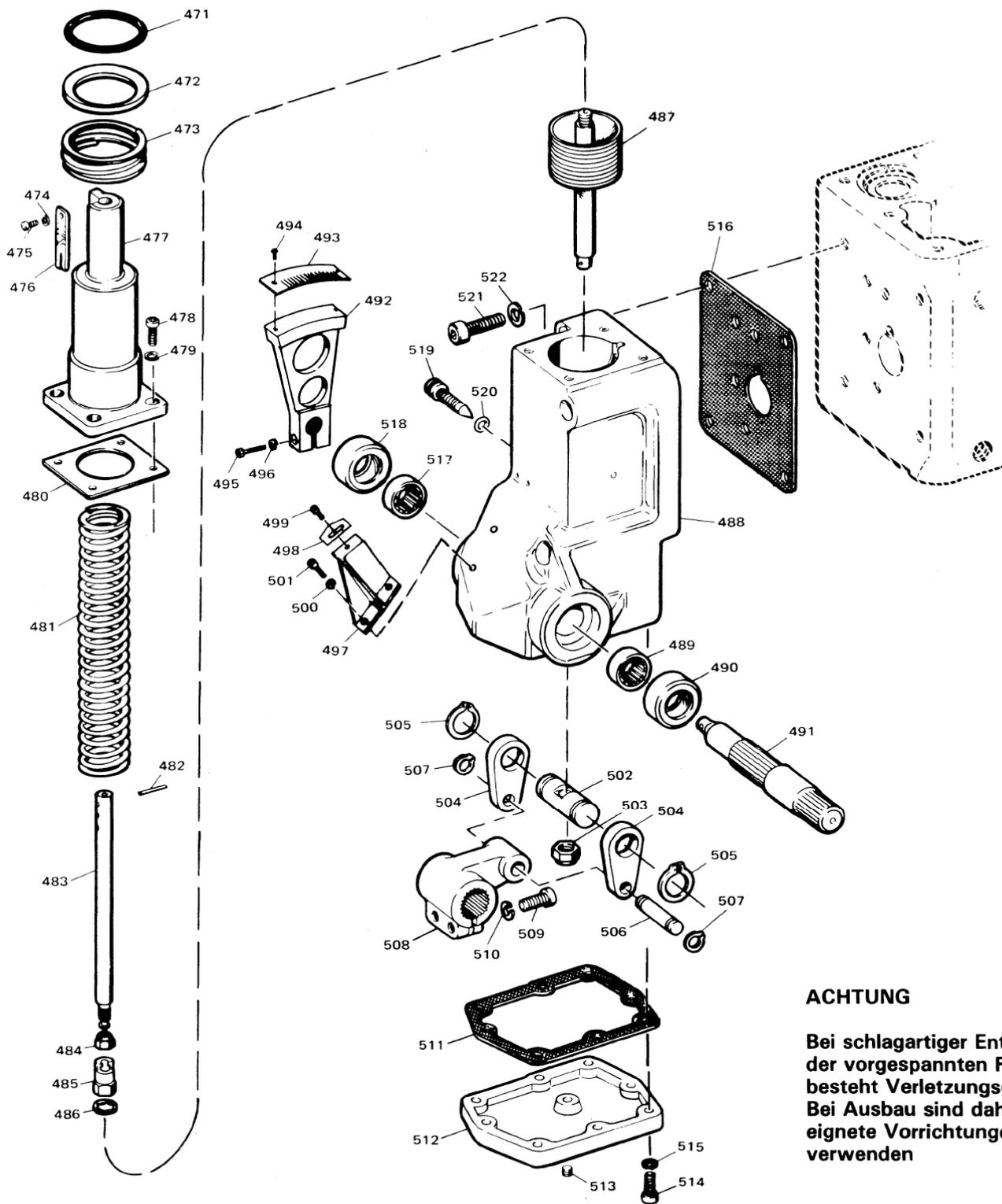
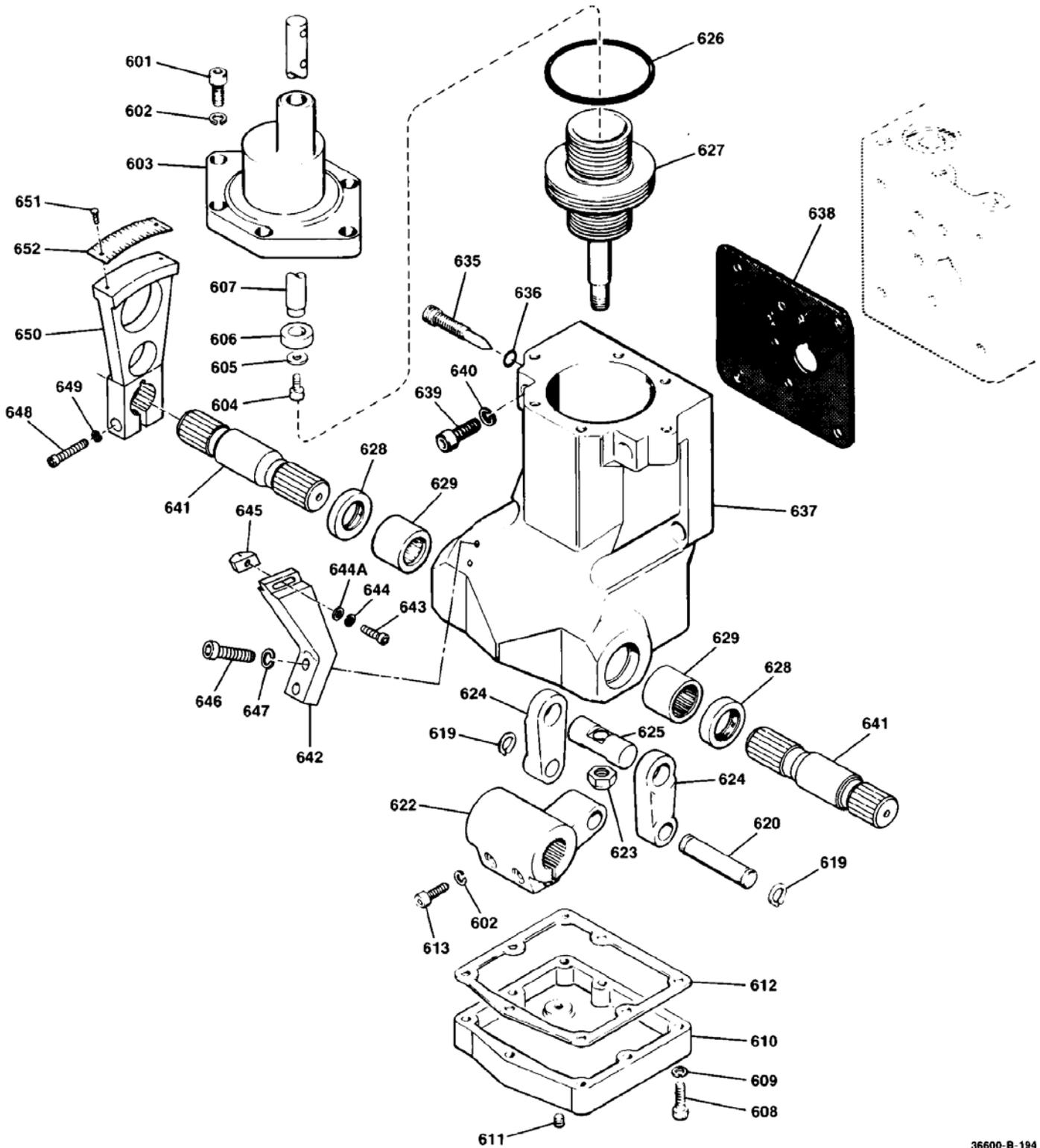


Abbildung 6-7. Explosionsdarstellung des 16J Arbeitszylinders mit drehender Ausgangswelle

Liste der Teile von Abbildungen 6-8

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-601	Innensechskantschraube, 5/16-24 x 3/4"	6
36604-602	Federring, 5/16"	8
36604-603	Deckel des Arbeitszylinders	1
36604-604	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1/2"	1
36604-605	Unterlegscheibe, 17/64 x 9/16 x 1/16"	1
36604-606	Auflage für Teil 607	1
36604-607	Hilfskolbenstange	1
36604-608	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 7/8"	8
36604-609	Federring, 1/4"	8
36604-610	Deckel	1
36604-611	Verschlußstopfen, 1/8"-27 NPT	1
36604-612	Dichtung	1
36604-613	Innensechskantschraube, 5/16-18 x 1"	2
36604-614	Schlitzschraube, 10-32 x 5/8"	1
36604-615	Kegelstift, Nr. 2 x 3/4"	1
36604-616	Skalensegment.....	1
36604-617	Kerbnagel	2
36604-618	Skala	1
36604-619	Sicherungsring	2
36604-620	Bolzen für Umlenkhebel	1
36604-621	Ausgangswelle	1
36604-622	Umlenkhebel	1
36604-623	Mutter, 7/16"-20.....	1
36604-624	Gelenkstück.....	2
36604-625	Kolbenstangenbolzen	1
36604-626	O-Ring	1
36604-627	Arbeitskolben.....	1
36604-628	Dichtring	1
36604-629	Nadellager	1
36604-630	Dichtring	1
36604-631	Nadellager	1
36604-632	Innensechskantschraube, 8-32 x 1/4"	2
36604-633	Federring, Nr. 8	2
36604-634	Anzeiger	1
36604-635	Nadelventil.....	1
36604-636	O-Ring, 0,438" Außen	1
36604-637	Arbeitszylinder	1
36604-638	Dichtung	1
36604-639	Innensechskantschraube	4
36604-640	Federring	4
36604-641	bis -700.....	nicht belegt



36600-B-194

Abbildung 6-8. Explosionsdarstellung des 39/78 J Arbeitszylinders mit drehender Ausgangswelle

Kapitel 7. Zusatzeinrichtungen

Einführung

Es ist möglich, PGA-Regler mit einer Reihe von Zusatzeinrichtungen auszurüsten. Die Einrichtungen können einzeln oder zu mehreren gemeinsam eingebaut werden. Sie versetzen den Regler in die Lage, Zweitfunktionen zu übernehmen, wie Lastbegrenzung, Lastregelung (dabei wird die vom Motor abgegebene Leistung für die jeweilige Drehzahl konstant gehalten), Startfüllungsbegrenzung, gesteuerte Freigabe von Überlast, Abstimmung bei Druckmangel usw.

Da es nicht immer einfach ist, die Zusatzeinrichtungen nachträglich in den Regler einzubauen, sollte sich der Kunde schon im Projektstadium mit dem Hersteller der Antriebsmaschine oder direkt mit Woodward in Verbindung setzen, um festzulegen, wie der Regler ausgerüstet werden soll. Wird ein nachträglicher Einbau nötig oder gewünscht, wendet sich der Kunde am besten an Woodward.

Die folgenden Abschnitte geben eine kurze Beschreibung der Zusatzeinrichtungen. Falls umfangreichere Beschreibungen existieren, sind die Nummern der Druckschriften, die diese enthalten, angegeben.

Häufig Eingesetzte Zusatzeinrichtungen

Abstellmagnet

Diese Einrichtung ermöglicht eine manuelle oder automatische Fernabstimmung des Motors. Die Abstimmung erfolgt wahlweise bei Erregung oder bei Entregung des Magneten. Da Überwachungsanlagen häufig mit Gleichspannung arbeiten, sind die Magnete für Gleichspannung ausgelegt. Steht nur Wechselspannung zur Verfügung, so werden die Regler mit eingebauten Dioden (Gleichrichtern) geliefert. Die Magnete sind für alle gängigen Spannungen erhältlich und haben grundsätzlich eine Einschaltdauer von 100%.

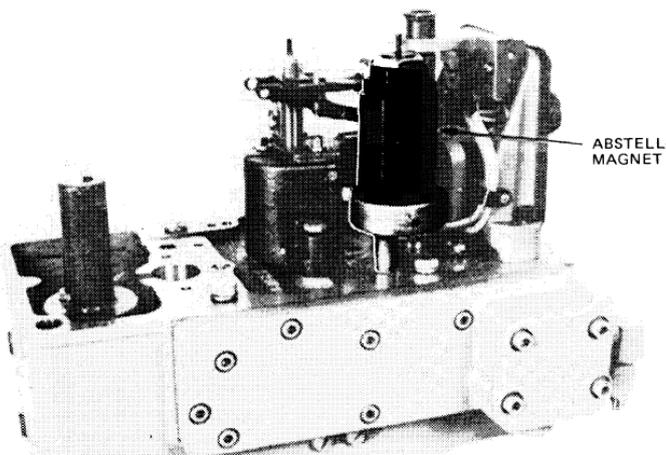


Abbildung 7-1. PGA-Regler mit Abstellmagnet

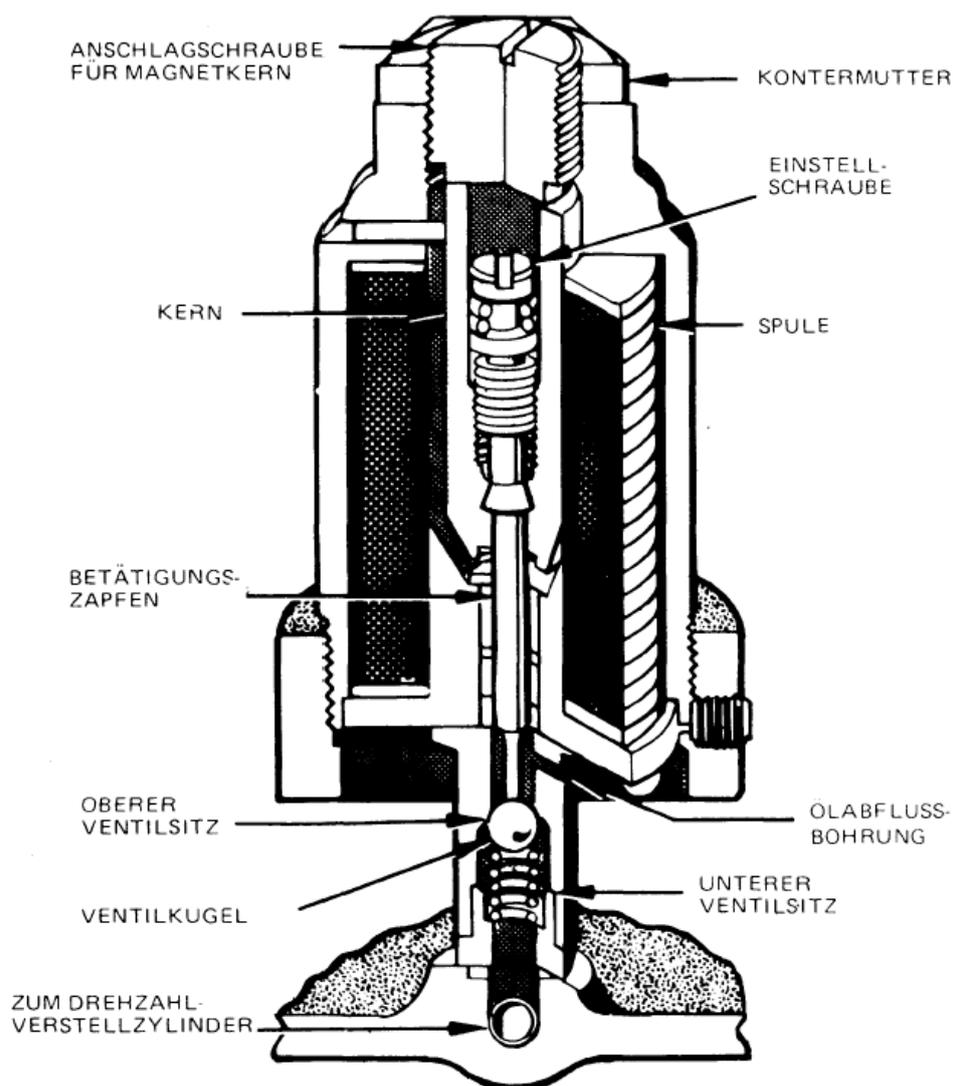


Abbildung 7-2. Schnitt durch einen Abstellmagneten

Beschreibung

Der in Abbildung 7-2 gezeigte Abstellmagnet kann in alle PG-Regler eingebaut werden, bei denen der Drehzahlverstellkolben hydraulisch betätigt wird. (Also nicht nur in den in dieser Druckschrift beschriebenen, sondern auch in PG-Regler mit elektrischer Drehzahlverstellung, mit Drehzahlverstellung durch Magnete usw.) Die Betätigung kann, wie bereits erwähnt, durch Kontaktgabe der Überwachungsanlage oder durch Schalter von Hand erfolgen. Der Magnet löst dann die im folgenden Abschnitt beschriebenen Vorgänge im Regler aus, die dazu führen, daß der Reglerausgang und damit Kraftstoff auf NULL geht.

Arbeitsweise

Wie das Schema Abbildung 7-3 zeigt, besteht die Abstelleinrichtung im wesentlichen aus dem Magneten und einem Rückschlagventil. Das Ventil ist im hydraulischen Teil der Drehzahlverstellung zwischen Steuerschieber und Drehzahlverstellzylinder eingebaut. Wenn es betätigt wird, so wird für das im Drehzahlverstellzylinder eingeschlossene Öl ein Weg zum Sumpf frei und die Rückstellfeder kann gemeinsam mit der Drehzahlfeder den Drehzahlverstellkolben nach oben verschieben, bis die Kolbenstange die Abstellmuttern berührt und diese die Abstellstange und den mit ihr verbundenen Steuerschieber anheben. Wie bereits beschrieben, bewegt sich der Arbeitskolben bei angehobenem Steuerschieber abwärts und zieht das Kraftstoffgestänge auf NULL.

Die Abbildungen 7-2 und 7-3 zeigen, daß das Rückschlagventil zwei Ventilsitze hat. Bei Magneten mit Abststellung bei Erregung wird beim Betrieb die Ventilkugel durch die Feder gegen den oberen Ventilsitz gedrückt. Das Ventil ist also geschlossen. Bei Erregung drückt der Magnetkern über den Betätigungszapfen die Kugel nach unten und öffnet das Ventil. Bei Magneten mit Abststellung bei Entregung ist der Betätigungszapfen so eingestellt, daß die Ventilkugel beim Betrieb, also bei erregtem Magneten, gegen den unteren Ventilsitz gedrückt wird. Bei Entregung drückt die Feder die Kugel und den Magnetkern nach oben und öffnet das Ventil. Eine Anschlagschraube für den Magnetkern verhindert, daß die Kugel von der Feder gegen den oberen Sitz gedrückt werden kann.

Einstellungen

Abbildung 7-2 beachten und bei der Einstellung von Magneten für Abststellung bei Erregung wie folgt vorgehen:

Kontermutter und Anschlagschraube für Magnetkern entfernen. Magnet erregen. Antriebsmaschine anlassen. Einstellschraube im Uhrzeigersinn verdrehen, bis Öl aus der Abflußbohrung der Magnetgrundplatte zu fließen beginnt. Einstellschraube noch 1 1/4 Umdrehung im Uhrzeigersinn über diese Stellung hinaus verdrehen. Antriebsmaschine stellt ab. Magnet entregen. Anschlagschraube einschrauben, bis sie gerade den Magnetkern berührt, dann 2 Umdrehungen zurückdrehen und in dieser Stellung mit Kontermutter festsetzen.

Bei Abststellung bei Entregung wie folgt vorgehen:

Kontermutter und Anschlagschraube für Magnetkern entfernen. Magnet erregen. Einstellschraube im Uhrzeigersinn verdrehen, bis die Ventilkugel den unteren Ventilsitz berührt und dann noch 1/4 Umdrehung weiter (Magnetkern bewegt sich nach oben). Anschlagschraube einschrauben, bis sie den Magnetkern berührt, dann 2 Umdrehungen zurückdrehen und in dieser Stellung mit Kontermuttern festsetzen.

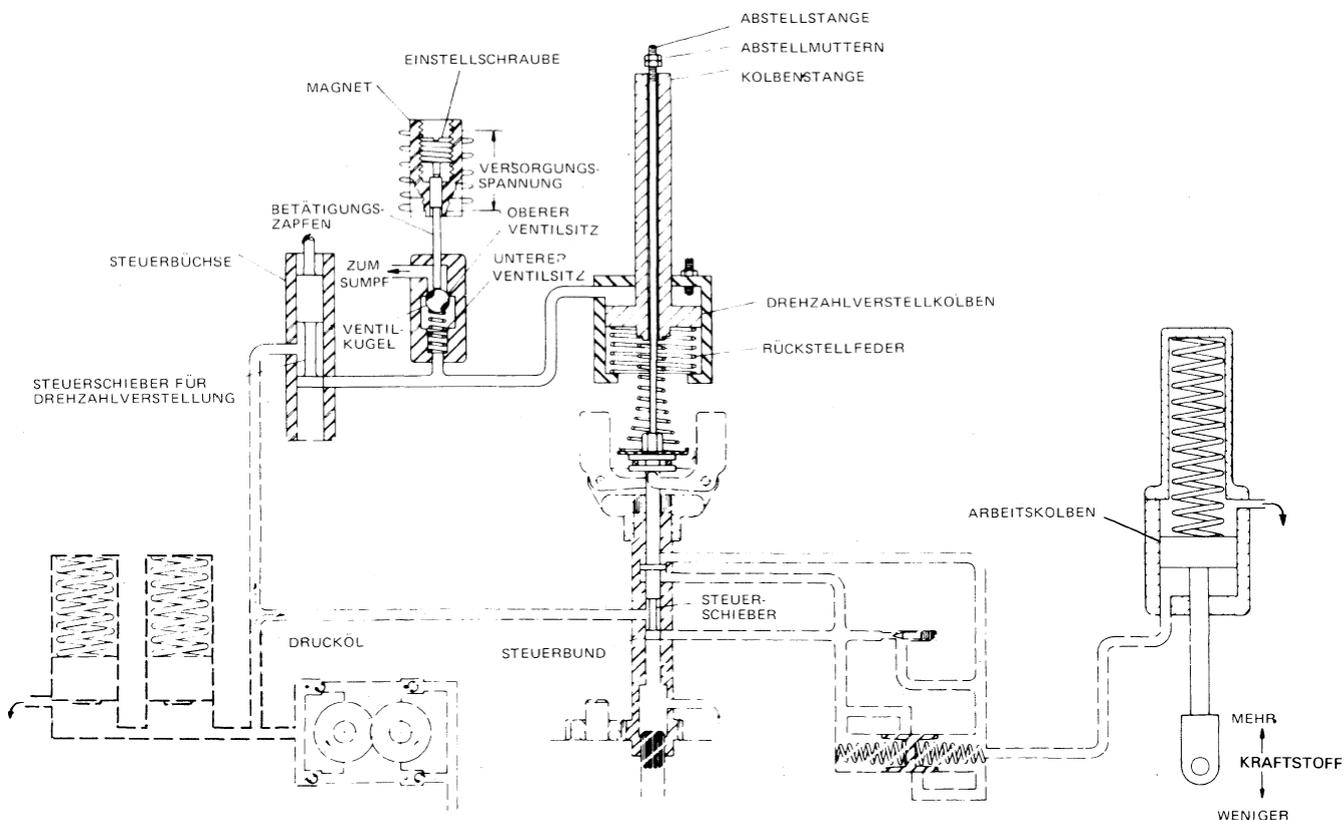


Abbildung 7-3. Schema eines PGA-Reglers mit Abstellmagnet

Liste der Teile von Abbildung 7-4

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-701	Kontermutter.....	1
36604-702	Anschlagschraube.....	1
36604-703	Sicherungsstift.....	1
36604-704	Magnetgehäuse.....	1
36604-705	Belastungsfeder.....	1
36604-706	Isolierpapier.....	1
36604-707	Magnetspule.....	1
36604-708	Teflonscheibe.....	2
36604-709	O-Ring.....	2
36604-710	Einstellschraube.....	1
36604-711	Magnetkern.....	1
36604-712	Unterlegscheibe.....	1
36604-713	Betätigungszapfen.....	1
36604-714	Führungsbüchse.....	2
36604-715	Grundplatte.....	1
36604-716	Löthülse.....	2
36604-717	Verdrehsicherung.....	1
36604-718	Stahlkugel, 1/4" Durchmesser.....	1
36604-719	Ventilfeder.....	1
36604-720	Ventilsitz.....	1
36604-721	Betätigungsknopf.....	1
36604-722	Spannstift.....	1
36604-723	Feder.....	1
36604-724	Lagerstopfen.....	1
36604-725	Betätigungsstück.....	1
36604-726	Anschlagschraube.....	1
36604-727	Kopfstift.....	1
36604-728	Steckdose.....	1
36604-729	Stecker (wenn gewünscht).....	1
36604-730	Kabelklemme (wenn gewünscht).....	1
36604-731	Distanzscheibe.....	4
36604-732	Frontplatte.....	1
36604-733	Schraube, 6-32 x 3/8".....	4
36604-734	Dichtung.....	1
36604-735	Schraube, 4-40 x 1/4".....	4
36604-736	O-Ring.....	1
36604-737	Dioden.....	1
36604-738 bis -740	.....	nicht belegt

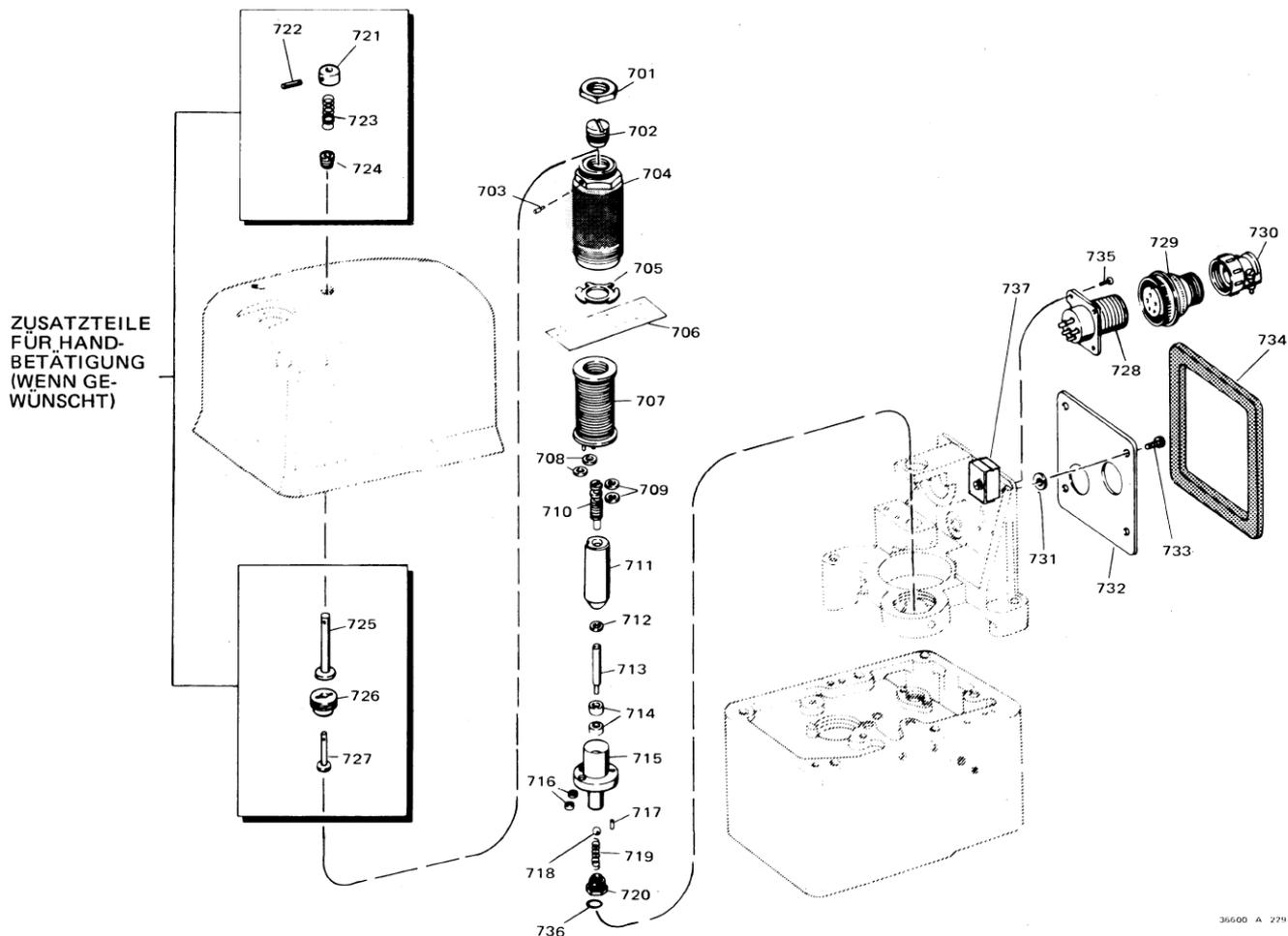


Abbildung 7-4. Explosionsdarstellung des Abstellmagneten

Prüfeinrichtung für Überdrehzahl-Schutz

(siehe Abbildung 7-5 und 7-6)

Beschreibung

Die Prüfeinrichtung für Überdrehzahlschutz, siehe Abbildung 7-5, bietet die Möglichkeit, den Drehzahlsollwert über den durch die Drehzahleinstellung maximal möglichen Wert anzuheben, um an der Antriebsmaschine vorhandene Überdrehzahlschutzvorrichtungen auf einwandfreie Funktion zu kontrollieren. Die Prüfeinrichtung kann an allen PG-Reglern, die mit einer Abstellstange ausgerüstet sind, angebaut werden. Ein nachträglicher Anbau ist leicht möglich. Regler zum nachträglichen Anbau der Prüfeinrichtung an Woodward rückliefern.

Arbeitsweise

Bei Prüfung der Überdrehzahlschutzvorrichtungen sollte wie folgt vorgegangen werden: Haube der Prüfeinrichtung, Teil 753, abnehmen und den an ihr angebrachten Stift in die Bohrung des Nockens, Teil 750, stecken. Nocken langsam in Richtung Überdrehzahl verdrehen. Dabei drückt der Betätigungsstift, Teil 743, die Abstellstange und den Steuerschieber nach unten, öffnet damit die Steuerbohrungen, der Arbeitskolben bewegt sich nach oben, zieht mehr Kraftstoff und die Antriebsmaschine beschleunigt auf Drehzahlen, bei denen der Überdrehzahlschutz eingreifen sollte.

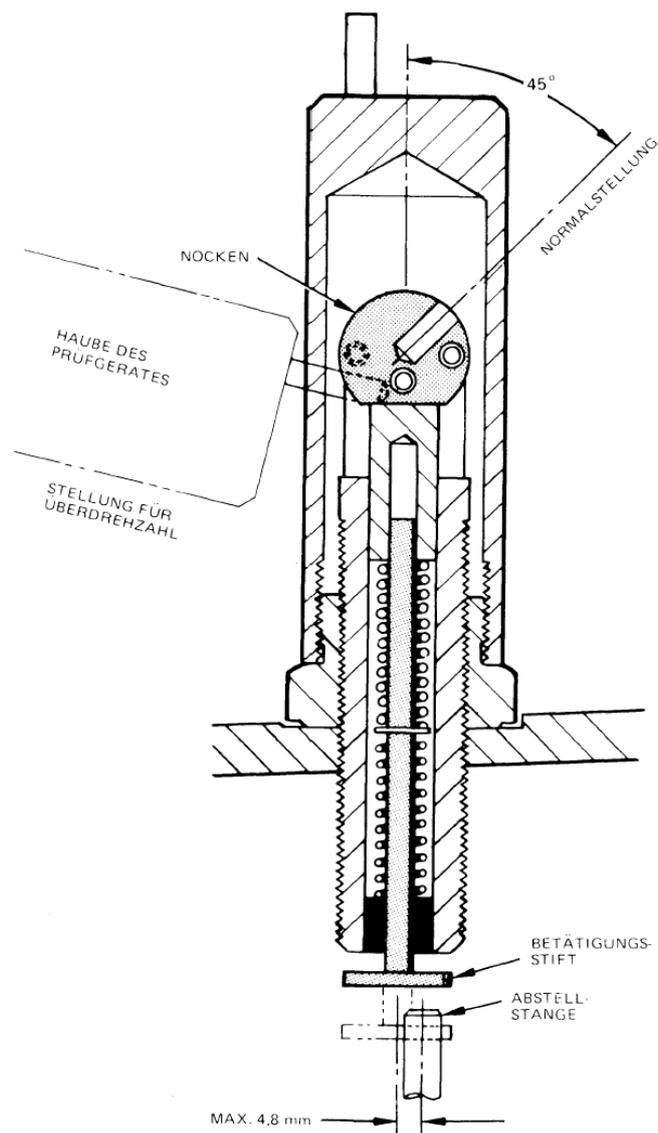


Abbildung 7-5. Prüfgerät für Überdrehzahlschutz

Liste der Teile von Abbildung 7-6

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-741	Reglerdeckel	1
36604-742	Kontermutter	1
36604-743	Betätigungsstift	1
36604-744	Selbstschmierende Büchse, 0,314" Außen	1
36604-745	Feder	1
36604-746	Sicherungsring	1
36604-747	Feder	1
36604-748	Gleithülse	1
36604-749	Einstellhülse	1
36604-750	Nocken	1
36604-751	Spannstift, 0,125 x 0,625"	1
36604-752	Spannstift, 0,135 x 0,500"	1
36604-753	Haube	1
36604-754 bis -820	.....	nicht belegt

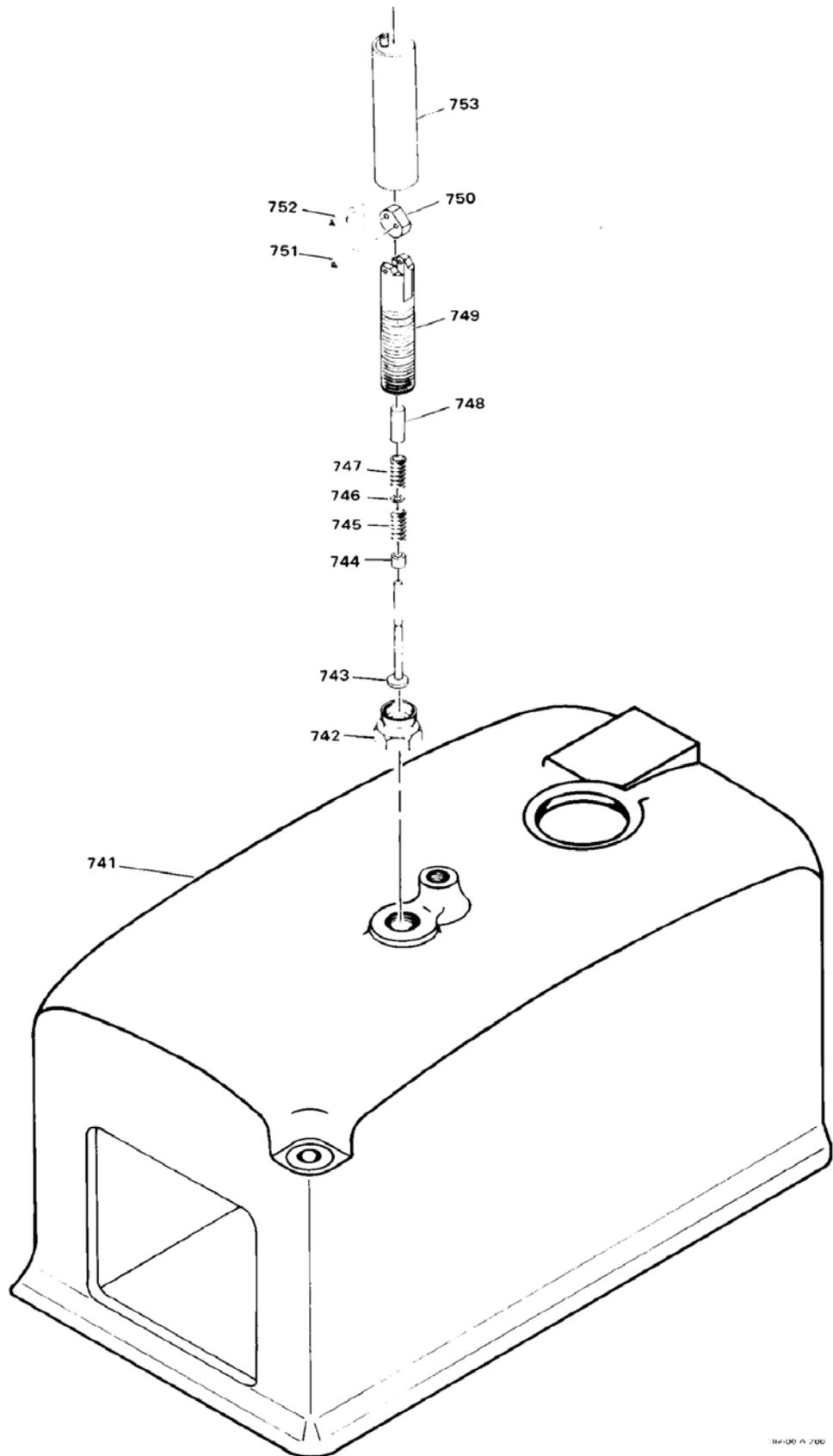


Abbildung 7-6. Explosionsdarstellung des Prüfgerätes für Überdrehzahlenschutz

! WARNUNG

Zum Schutz gegen mögliche Sach- und/oder Personenschäden, die durch Überdrehzahl, ausgelöst durch Ausfall irgend eines der zum Drehzahlregelkreis gehörenden Geräte, auftreten können, halte man sich beim Start der Antriebsmaschine unbedingt für die Auslösung eines Notstopes bereit.

Schalter für Lastanzeige

(siehe Abbildung 7-7 und 7-8)

Der Schalter für Lastanzeige dient zur Anzeige der Stellung der Hilfskolbenstange. Er schaltet also bei einer bestimmten Stellung der Stange, damit der Reglerausgangswelle und damit der Kraftstoffregelgeräte.

Der Schalter wird durch die an der Hilfskolbenstange angebrachte Rändelschraube (Teil 825) mechanisch betätigt. Die Schaltung erfolgt, wenn sich die Hilfskolbenstange bei Vergrößerung der Kraftstoffmenge über die Einstellung nach oben bewegt. Der Schalter kann zur Auslösung eines akustischen oder optischen Alarms verwendet werden. Die Anschlüsse müssen entsprechend den Angaben in den Betriebsanleitungen des Antriebsmaschinenherstellers erfolgen. Bei Laststeigerungen über die Einstellwerte hinaus schließt der Schalter.

Der Anbau eines Schalters zur Anzeige der Stellung des Lastregelsteuerschiebers ist ebenfalls möglich. Dieser Schalter wird nicht mehr nur bei einer bestimmten Stellung der Hilfskolbenstange betätigt, sondern dann, wenn die Hilfskolbenstange und der Drehzahlverstellkolben eine bestimmte Stellung zueinander haben.

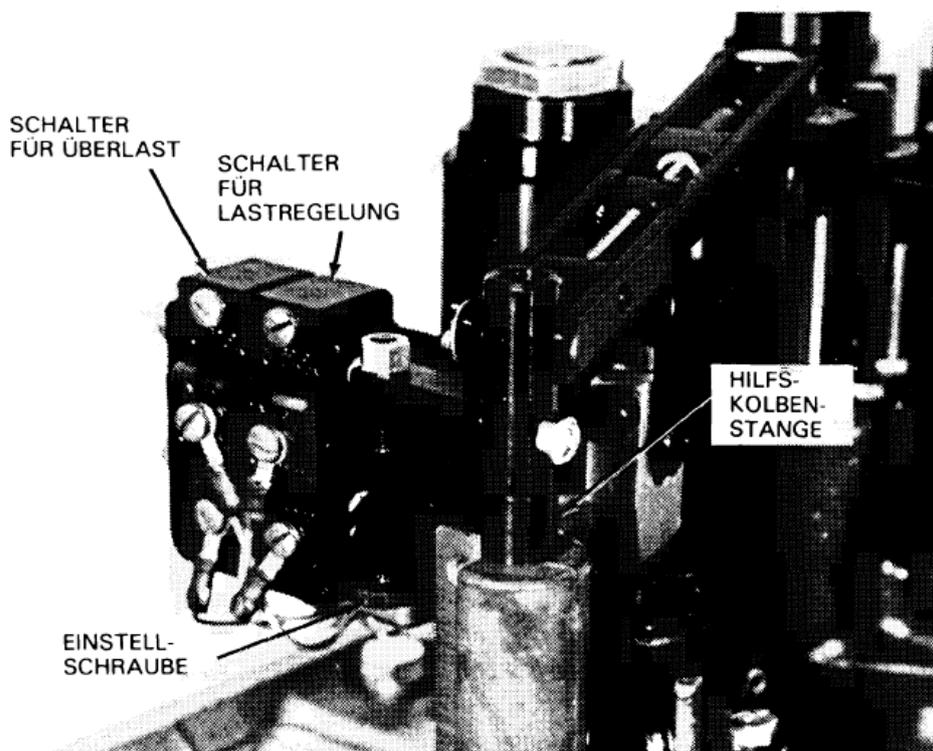


Abbildung 7-7. Schalter für Lastanzeige

Liste der Teile von Abbildung 7-8

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-821	Sechskantschraube, 10-32 x 7/8"	1
36604-822	Zahnscheibe, Nr. 10	1
36604-823	Arm	1
36604-824	Mutter, 10-32	1
36604-825	Rändelschraube	1
36604-826	Selbstsicherende Mutter, 6-32	2
36604-827	Halbrundschraube, 6-32 x 1,875"	2
36604-828	Mikroschalter	2
36604-829	Mutter, 10-32	2
36604-830	Zahnscheibe, Nr. 10	2
36604-831	Sechskantschraube, 10-32 x 3/4"	2
36604-832	Sechskantschraube, 10-32 x 1/2"	2
36604-833	Zahnscheibe, Nr. 10	2
36604-834	Sicherungsring	1
36604-835	Betätigungshebel	1
36604-836	Distanzbüchse	1
36604-837	Welle	1
36604-838	Klemmstück (Schalterbetätigung)	1
36604-839	Mutter, 10-32	1
36604-840	Stiftschraube mit Innensechskant, 10-32 x 5/8"	1
36604-841	Klemmstück (Schalterbetätigung)	1
36604-842	Rückstellfeder für Teil 837	1
36604-843	Anschlagstift, 1/4 x 7/16"	1
36604-844	Büchse, 1/4 x 3/8"	2
36604-845	Konsole	1
36604-846	Halbrundschraube, 8-32 x 3/8"	1
36604-847	Zahnscheibe, Nr. 8	1
36604-848	Kabelklemme	1
36604-849 bis -1000		nicht belegt

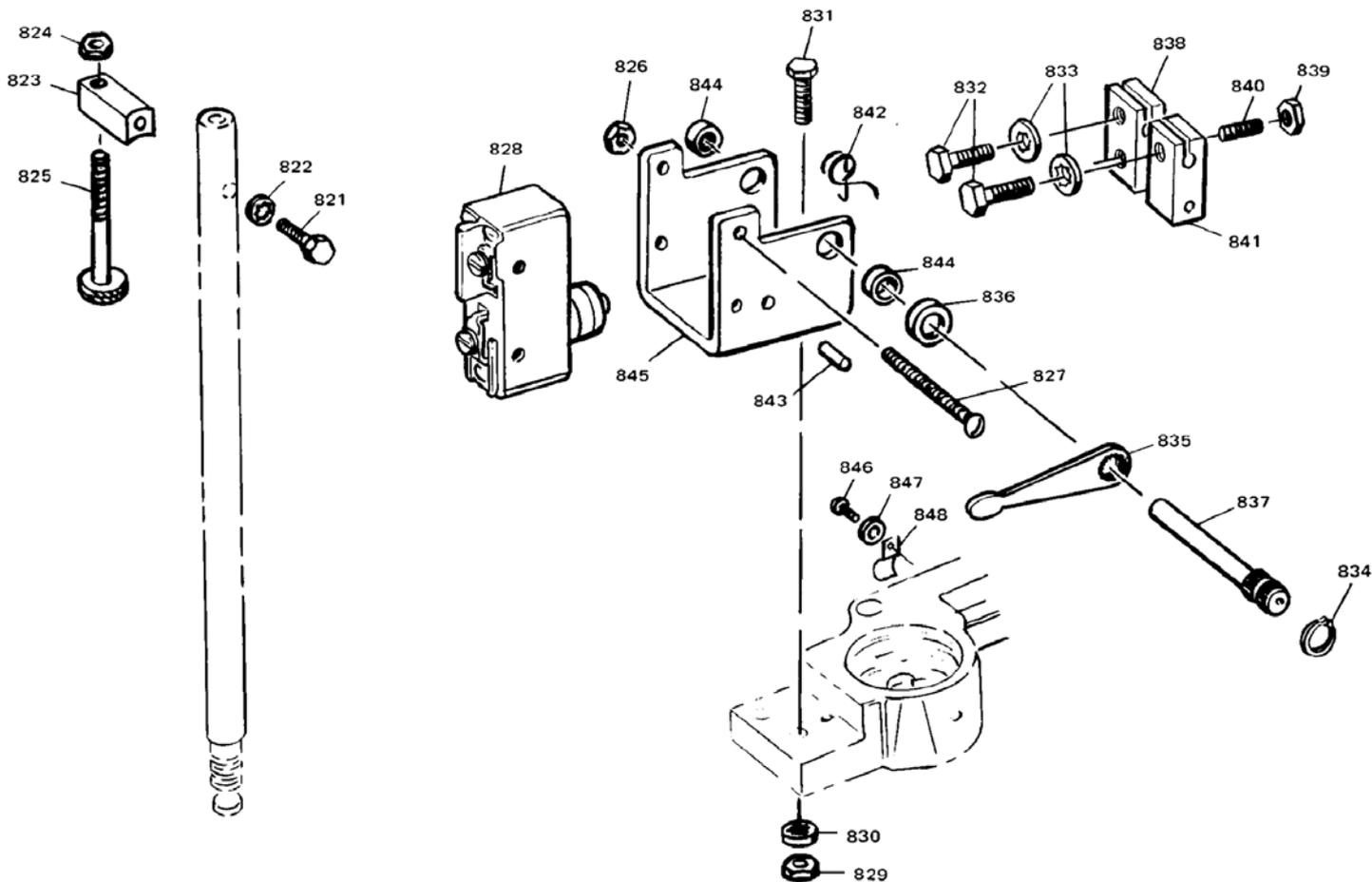


Abbildung 7-8. Explosionsdarstellung der Schalter für Lastanzeige

Einstellung

Abbildung 7-8 und folgende Angaben beachten:

1. Rändelschraube (825) so einstellen, daß auf beiden Seiten des Armes (823) ca. gleichviel Gewindegänge sichtbar sind.
2. Reglerausgangswelle und damit die Hilfskolbenstange, entsprechend Angaben des Antriebsmaschinenherstellers, in die Stellung bringen, bei der Schalter für Lastregelung betätigt werden soll.
3. Klemmstück (841) so einstellen, daß Schalter (828) gerade betätigt wird. Klemmstück (841) mit Schraube festsetzen.
4. Reglerausgangswelle und damit die Hilfskolbenstange in die Stellung bringen, bei der Schalter für Lastanzeige betätigt werden soll. Klemmstück (838) so einstellen, daß Schalter (828) gerade betätigt wird. Klemmstück (838) mit Schraube (832) festsetzen. (Diese Einstellung hat ebenfalls entsprechend Angaben des Antriebsmaschinenherstellers zu erfolgen.)

Aufladedruckabhängiger Füllungsbegrenzer

("schräge" Ausführung)

In dieser Druckschrift werden zwei Ausführungen eines aufladedruckabhängigen Füllungsbegrenzers beschrieben. Die "schräge" Ausführung findet sich meist in älteren PGA-Reglern oder in neueren, in denen sie dann zusammen mit einem drehzahlsollwertabhängigen Füllungsbegrenzer, oder anderen Zusatzeinrichtungen, die den Einbau der "senkrechten" Ausführung unmöglich machen, eingebaut ist.

Die "senkrechte" Ausführung ist, wenn irgend möglich, vorzuziehen. Sie beinhaltet nämlich einen Verstärker, der die geringe Kraft am Ausgang des Druckumsetzers in eine hohe Kraft zur Überwindung der Kräfte im Steuerschieber/Drehzahlfedersystem umformt. Eine ausführliche Beschreibung der "senkrechten" Ausführung befindet sich in diesem Kapitel weiter hinten.

Die "schräge" Ausführung des Füllungsbegrenzers ändert die max. mögliche Stellung der Reglerausgangswelle mit sich änderndem Ladeluftdruck. Da der Regler wesentlich schneller auf Füllung zieht als die Aufladegruppe in der Drehzahl hochläuft, wird bei großen Laststeigerungen normalerweise mehr Kraftstoff eingespritzt als mit der von der Aufladegruppe gelieferten Luft verbrannt werden kann. Das Ergebnis ist nicht nur schlechte Verbrennung und stark sichtbares Abgas, sondern auch mangelhaftes Beschleunigungsverhalten des Motors.

Der aufladedruckabhängige Füllungsbegrenzer paßt, durch Begrenzung der Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens in Abhängigkeit vom Aufladedruck, die eingespritzte Kraftstoffmenge der jeweils zur Verfügung stehenden Luftmenge an. Dadurch wird eine einwandfreie Verbrennung gewährleistet.

Der Füllungsbegrenzer besteht im wesentlichen aus einem Druckumsetzer, einem Nocken und einem Übertragungshebel (siehe Abb. 7-10).

Das eine Ende des Übertragungshebels ist mit der Hilfskolbenstange verbunden, wird also vom Arbeitskolben auf und ab bewegt. Die Stellung des anderen Endes wird durch die Stellung des Nockens beeinflusst. Der Übertragungshebel ist so unter dem Begrenzungshebel durchgeführt, daß er diesen bei Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens oder des Nockens über die Begrenzungsschraube anhebt. Dadurch wird über die Abstellstange, da diese die Verlängerung des Steuerschiebers ist, auch der Steuerschieber angehoben. Wenn der Steuerschieber unterhalb seiner Mittelstellung steht, bewegt sich der Arbeitskolben nach oben und vergrößert die Kraftstoffmenge. Die Kraftstoffmenge wird so lange vergrößert, bis der Arbeitskolben über den Übertragungshebel den Steuerschieber wieder auf Mittelstellung anhebt. Die Stellung der Nocke bestimmt dabei, wie weit sich der Arbeitskolben aufwärts bewegen kann, bevor er über den Übertragungshebel den Steuerschieber wieder anhebt. Das bedeutet, daß die max. mögliche Kraftstoffmenge zu jedem Zeitpunkt von der Stellung des Nockens abhängt.

Der Nocken ist an einem hydraulisch betätigten Folgekolben angebaut, dessen Stellung sich proportional zum Aufladedruck ändert. Die Steigung des Nockens ist verstellbar. Der in der Membran anstehende Aufladedruck versucht den Ventilkegel weiter von seinem Sitz zu drücken. Der Membrankraft entgegen gerichtet ist die Kraft der Feder zwischen Ventilkegel und Folgekolben. Auf der Oberseite des Folgekolbens steht ständig der volle Regleröldruck von 6,9 bar an. (Bei Reglern mit höherem Arbeitsöldruck ist ein Reduzierventil eingebaut.) Die Unterseite dagegen wird über ein Labyrinth mit Drucköl versorgt. Außer bei Änderungen des Aufladedruckes, wird die Membrankraft, die versucht, den Ventilkegel aufzudrücken, von der Federkraft auf der Gegenseite des Ventilkegels ausgeglichen. Der Ventilkegel "schwimmt" normalerweise auf seinem Sitz. Dadurch läuft immer gerade die Ölmenge zum Sumpf ab, die über das Labyrinth zuläuft. Ist die Membrankraft größer als die Federkraft, so wird der Ventilkegel nach oben gedrückt, das Ventil öffnet und es kann mehr Öl von der Kolbenunterseite zum Sumpf abfließen. Das Drucköl auf der Oberseite schiebt den Kolben nach unten und vergrößert dabei die Kraft der Feder, bis sie wieder gleich der Membrankraft ist. Fällt der Aufladedruck, so verringert sich auch die Kraft der Membran und die Feder drückt den Ventilkegel auf seinen Sitz. Der dadurch ansteigende Öldruck auf der Unterseite verschiebt den Kolben aufwärts und die Federkraft verringert sich so lange, bis sie wieder gleich der Membrankraft ist.

Die Vorspannung der Feder in der Membran bestimmt unterhalb welchem Aufladedruck die freigegebene Kraftstoffmenge konstant bleibt. (Kurvenast R - S in Abbildung 7-9) Die Vorspannung ist über die Schraube im Membrangehäuse einstellbar. Die Einstellung erfolgt bei Woodward. Die Form der Nocke bestimmt die Steigung des Kurvenastes S - T in Abbildung 7-9.

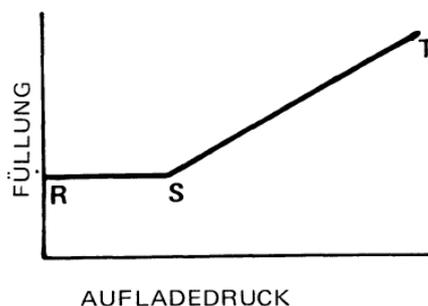


Abbildung 7-9. Begrenzungskurve Füllung über Aufladedruck

Da der Füllungsbegrenzer auch bei niedrigstem Drehzahlsollwert arbeitet, muß er von Grund auf so eingestellt werden, daß auch beim Start genügend Füllung frei ist. Abbildung 7-10 ist die Explosionsdarstellung des "schrägen" Begrenzers.

Druckschalter

Der Druckschalter wird in Verbindung mit dem nachfolgend beschriebenen Schalter für Füllbegrenzer eingesetzt. Er unterbindet automatisch Fehlalarme, wenn Antriebsmaschine und Regler normal abgestellt werden.

Liste der Teile von Abbildung 7-10

Teil Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1001	Gehäuse	1
36604-1002	Ventilsitz	1
36604-1003	Ventilteller	1
36604-1004	Federteller	1
36604-1005	Feder	1
36604-1006	Federteller	1
36604-1007	Folgekolben	1
36604-1008		Nr. nicht benutzen
36604-1009	Kopfstift	1
36604-1010	Kolbenbüchse	1
36604-1011	Nockenführung	1
36604-1012	Schraube	2
36604-1013	Federscheibe	1
36604-1014	Labyrinthgehäuse	1
36604-1015	Unterlegscheibe	2
36604-1016	Dichtring	33
36604-1017	Drosselplatte	32
36604-1018	Belastungsfeder	1
36604-1019	Unterlegscheibe	1
36604-1020	Sicherungsring	1
36604-1021	Rückschlagventil	1
36604-1022	O-Ring	2
36604-1023	Stopfen und Filter	1
36604-1024	Membran	1
36604-1025	O-Ring	1
36604-1026	Sicherungsring	1
36604-1027	Drehzahlverstellzylinder	1
36604-1028	Winkelhebel	1
36604-1029	Stift	1
36604-1030	Stiftschraube mit Innensechskant	1
36604-1031	Innensechskantschraube	1
36604-1032	Federring	1
36604-1033	Kugellager	1
36604-1034	Mutter	1
36604-1035	Sechskantschraube	1
36604-1036 bis -1056		Nrn. nicht benutzen
36604-1057	Abstellstange	1
36604-1058 bis -1067		Nrn. nicht benutzen
36604-1068	Sechskantschraube	1
36604-1069	Mutter	1
36604-1070	Klemmstück	1
36604-1071	Federring, 1/4"	2
36604-1072	Sechskantschraube	2
36604-1073	Sechskantschraube, 1/4"-28	2
36604-1074	Sicherungsring	1
36604-1075		Nr. nicht benutzen
36604-1076	Kugellager	1
36604-1077	Kopfstift	1
36604-1078	Kupferrohr	1
36604-1079 bis -1100		Nrn. nicht benutzen
36604-1401	Übertragungshebel	1
36604-1402	Kopfstift, 0,185 x 1,094"	1
36604-1403	Splint, 1/16 x 3/8"	5
36604-1404	Unterlegscheibe, 0,203 x 0,438 x 0,032"	5
36604-1405	Distanzbüchse	1
36604-1406	Einstellschraube, 10-32 x 1,000"	1
36604-1407	Hebel mit Langloch	1

Teil Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1408	Mutter	2
36604-1409	Anlenkstift	1
36604-1410	Hebel	1
36604-1411	Unterlegscheibe	1
36604-1412	Unterlegscheibe, 0,265 x 0,500 x 0,032"	2
36604-1413	Selbstsichernde Mutter, 1/4"-20	2
36604-1414	Splint	1
36604-1415	Anschlag	1
36604-1416	Begrenzungshebel	1
36604-1417	Gelenkstift	1
36604-1418	Hebel	1
36604-1419	Schraube, 6-32 x 1,000"	1
36604-1420	Mutter, 10-32	1
36604-1421	Druckzapfen	1
36604-1422	Feder	1
36604-1423	Sechskantschraube	1
36604-1424	Führungsstift	1
36604-1425	Platte	1
36604-1426	Federhalterung	1
36604-1427	Sechskantschraube	1
36604-1428	Anlenkstück	1
36604-1429	Halter	1
36604-1430	Selbstsichernde Mutter	1
36604-1431	Distanzbüchse	1
36604-1432	Sicherungsring, 1/4" Innen	2
36604-1433	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,000"	1
36604-1434	Unterlegscheibe	1
36604-1435	Mutter, 10-32	1
36604-1436	Federring, Nr. 10	1
36604-1437	Splint	1
36604-1438	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,750"	1
36604-1439	Selbstsichernde Mutter, 10-32	1
36604-1440	Ballige Unterlegscheibe	1
36604-1441	Drehzapfen	1
36604-1442	Feder	1
36604-1443	Feder	1
36604-1444	Kopfstift	1
36604-1445	Einstellbare Anlenkschraube	1
36604-1446	Distanzstück	1
36604-1447	O-Ring	1
36604-1448	Gelenkstück	1
36604-1449		Nr. nicht benutzen
36604-1450	Sechskantschraube	1
36604-1451	Einstellschraube, 8-32 x 0,375"	1
36604-1452	Torsionsfeder	1
36604-1453	Nockenteil	1
36604-1454	Nockenteil	1
36604-1455	Schraube, 4-40 x 0,562"	2
36604-1456	Schalterbetätigung	1
36604-1457	Mikroschalter	1
36604-1458	Montageplatte	1
36604-1459	Unterlegscheibe, 0,203 x 0,438 x 0,064"	1
36604-1460	Mutter, 10-32	1
36604-1461	Druckschalter	1
36604-1462	Adapter	1
36604-1463	O-Ring, 0,239 Innen x 0,070"	1
36604-1464	Leitung rot, Nr. 20	1
36604-1465	Leitung grün, Nr. 20	1
36604-1466	Leitung orange, Nr. 20	1
36604-1467	Innensechskantschraube 10-32 x 0,250"	1
36604-1468	Kabelschuh	3
36604-1469	Schrumpfschlauch, 0,125 x 0,625"	3
36604-1470	Stift	1
36604-1471	Rückschlagventil	1
36604-1472	bis -1500	nicht belegt

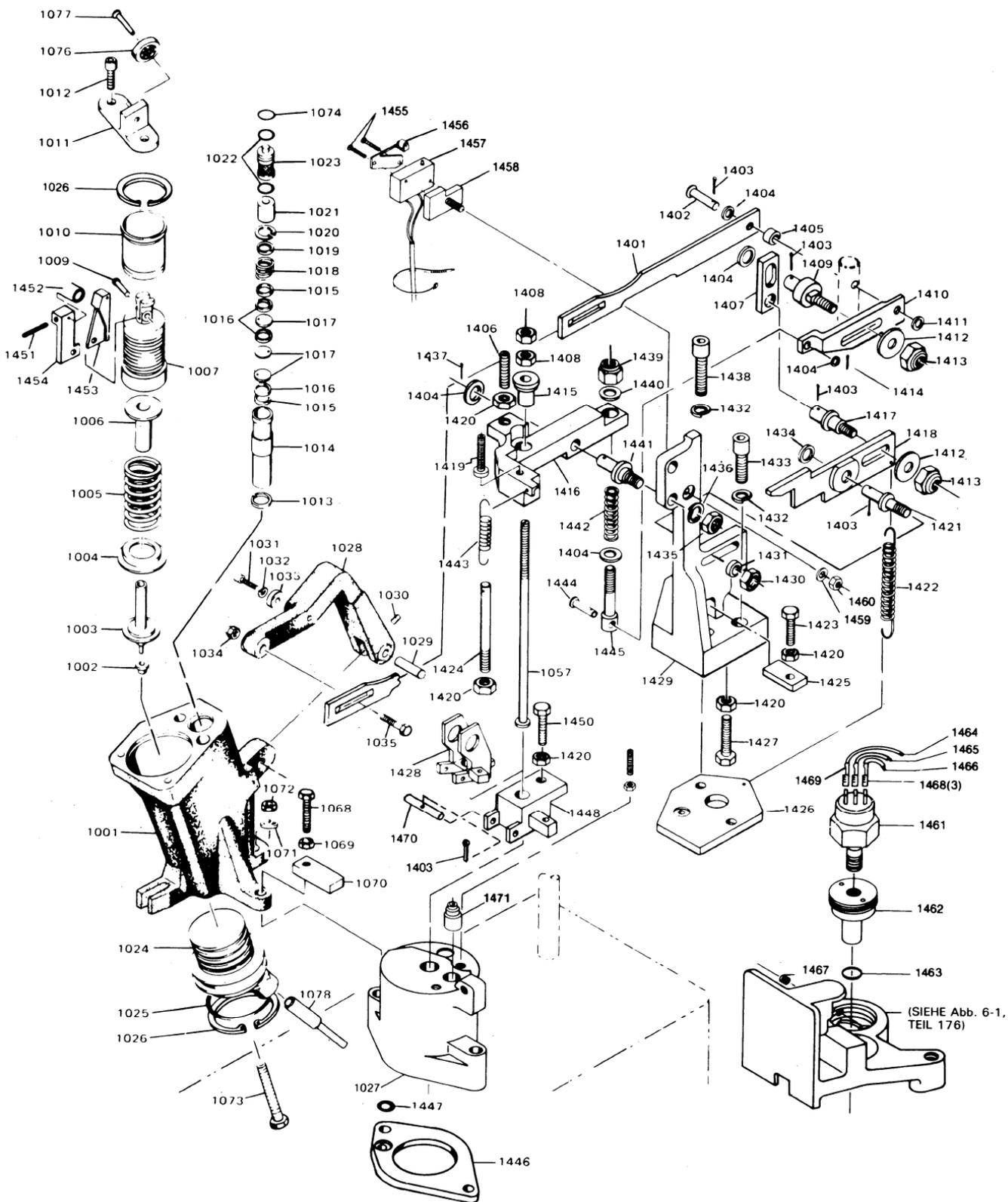


Abbildung 7-10. Explosionsdarstellung der drehzahlwert- und des 'schrägen' aufladedruckabhängigen Füllbegrenzers mit Druck und Microschalter

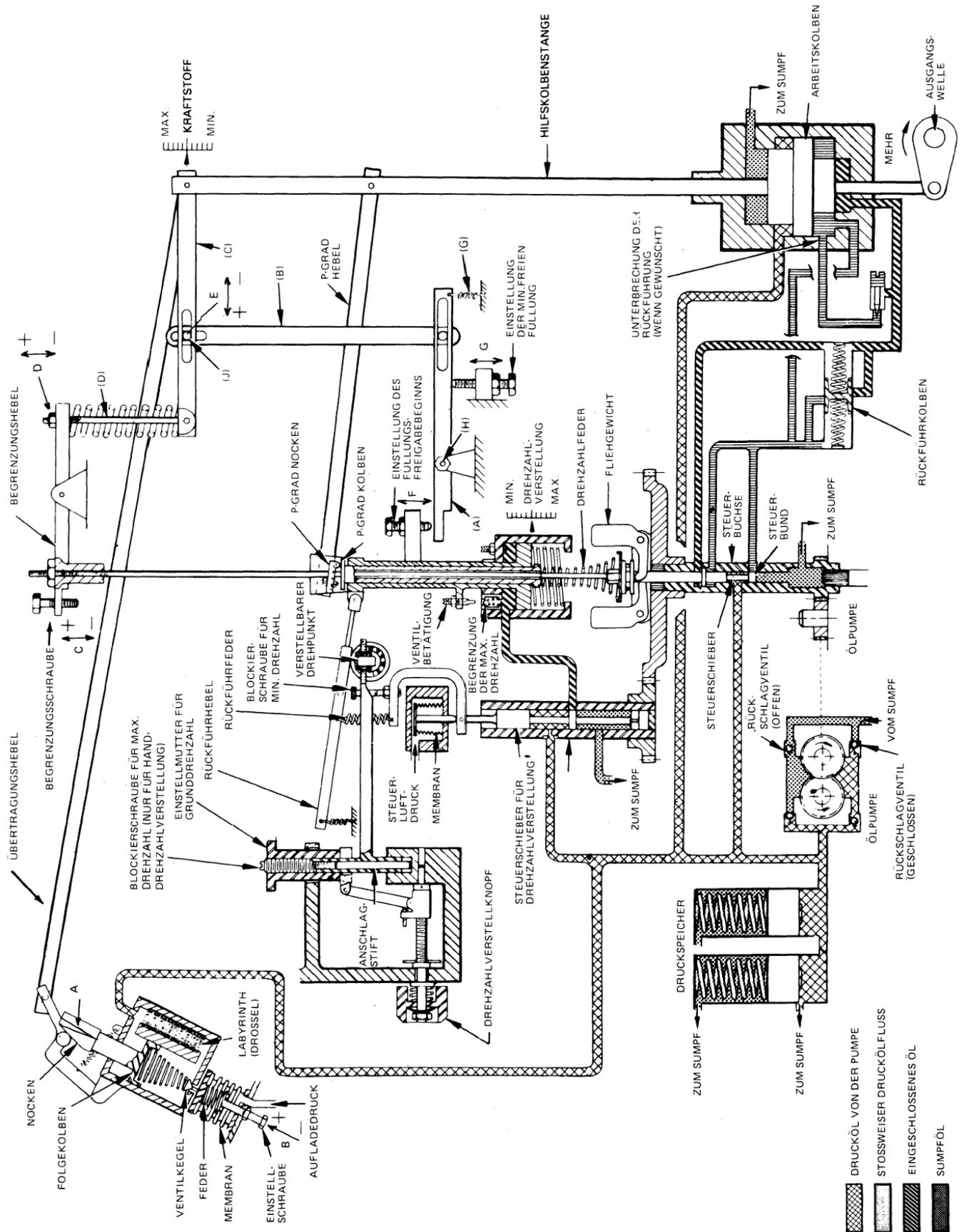


Abbildung 7-11. Schema eines PGA-Reglers mit aufladedruck- und drehzahlollwertabhängigem Füllungsbegrenzer

Schalter für Füllungsbegrenzer

(siehe Abbildung 7-10)

Der Schalter (1457) wird in Verbindung mit aufladedruck- und drehzahlsollwertabhängigem Füllungsbegrenzer eingesetzt. Er ermöglicht eine Anzeige, wenn die Reglerausgangswelle, entweder durch den Drehzahlsollwert- oder den Aufladedruckbegrenzer, an einer Bewegung in Richtung mehr Kraftstoff gehindert wird.

Wenn der Begrenzungshebel (1416) die Stellung erreicht, bei der er den Steuerschieber in seine Mittellage zurückgebracht hat, schaltet der Schalter um und löst einen optischen oder akustischen Alarm aus.

Zur Einstellung des Schalters Mutter, (1460) lösen und Montageplatte (1458) mit Schalter (1457) in die gewünschte Lage verschieben.

Drehzahlsollwertabhängiger Füllungsbegrenzer

Die Begrenzung erfolgt hier abhängig von der Stellung des Drehzahlverstellkolbens, also abhängig vom Reglerdrehzahlsollwert. Abbildung 7-12 zeigt schematisch, wie das Gestänge in einem PG-Regler ohne weitere Zusatzeinbauten angeordnet ist.

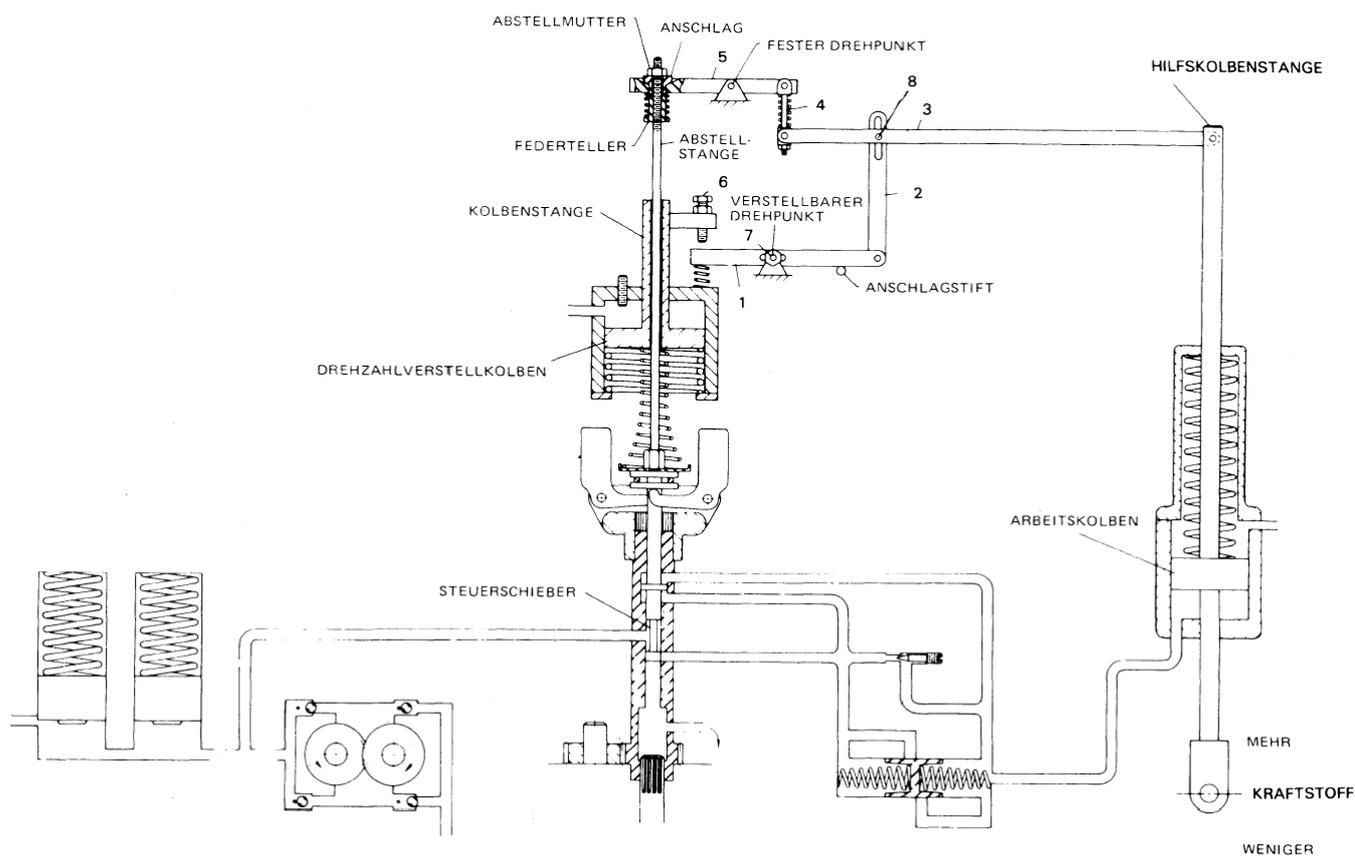


Abbildung 7-12. Schema eines PGA-Reglers mit drehzahlsollwertabhängigem Füllungsbegrenzer

Der Drehzahlverstellkolben verändert die Stellung des linken Endes des Hebels (1). Bewegt sich der Drehzahlverstellkolben abwärts, so drückt die Schraube (6) ab einer bestimmten Kolbenstellung das linke Ende des Hebels (1) nach unten. Hebel (1) dreht sich um Punkt (7), sein rechtes Ende hebt Hebel (2) an und bringt das Langloch am oberen Ende von Hebel (2) in eine, von der Lage des Drehpunktes (7) abhängige, Stellung.

Da das rechte Ende des Hebels (3) mit der Hilfskolbenstange verbunden ist, ist seine Stellung abhängig von der Stellung des Arbeitskolbens, also der Kraftstoffmenge. Das linke Ende des Hebels (3) hängt an der verstellbaren Verbindungsstange (4). Bewegt sich die Hilfskolbenstange nach oben, so wird auch der verstellbare Anlenkstift (8) angehoben bis er das obere Ende des Langloches in Hebel (2) erreicht. Hebel (3) dreht sich nun um Stift (8), d. h. sein linkes Ende bewegt sich nach unten. Dadurch bewegt sich auch die Verbindungsstange (4) nach unten und zieht das rechte Ende des Begrenzungshebels (5) abwärts. Das rechte Ende des Hebels (5) bewegt sich nach oben und hebt, über die Abstellstange, den Steuerschieber bis in Mittelstellung an. Da nun kein Drucköl mehr zum Arbeitskolben fließen kann, bleibt er stehen. Die max. mögliche Stellung des Arbeitskolbens und damit der Füllung oder Kraftstoffmenge ist also eine Funktion der Stellung des Drehzahlverstellkolbens.

Ein typischer Verlauf der Begrenzungskurve ist in Abbildung 7-13 dargestellt.

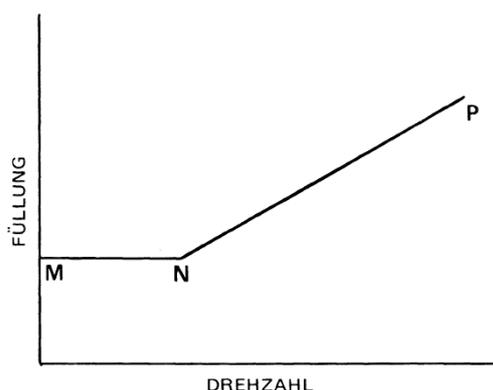


Abbildung 7-13. Begrenzungskurve Füllung über Drehzahl

Der waagerechte Kurvenast M - N entsteht, solange Schraube (6) das linke Ende des Hebels (1) noch nicht berührt.

Die Steigung des Kurvenastes N - P wird durch die Stellung des Anlenkstiftes (8) in Hebel (3) bestimmt.

Lastregelung

Einführung

Die Hauptaufgabe des Reglers ist es, die Kraftstoffmenge so zu verändern, daß bei sich ändernder Belastung der Antriebsmaschine die Drehzahl möglichst konstant bleibt. Treibt die Antriebsmaschine einen Verstellpropeller an, so kann dem Regler die zusätzliche Aufgabe zufallen, durch Änderung der Propellersteigung zu jedem Drehzahlswert eine bestimmte Belastung der Antriebsmaschine einzustellen bzw. zu verhindern, daß bei jedem Drehzahlswert bestimmte Belastungen überschritten werden. Hierzu kann der Regler mit einem sogenannten Lastregelsteuerschieber ausgerüstet werden, der entweder einen am Regler angebauten Drehflügelmotor beaufschlagt oder Öldrucksignale aus dem Regler ausspeist. Die Lastregelung regelt die Belastung der Antriebsmaschine bei jedem Drehzahlswert des Reglers auf einen durch Einstellung vorgegebenen Wert.

Arbeitseise (siehe Abbildung 7-18)

Der Lastregelsteuerschieber hängt an einem Hebel, dessen Enden mit der Kolbenstange des Drehzahlverstellkolbens und der Hilfskolbenstange am Arbeitskolben verbunden sind. Jede Kolbenbewegung bewegt den Schieber in seiner nicht angetriebenen Büchse auf oder ab.

Das vom Schieber gesteuerte Drucköl wird bei angebautem Drehflügelmotor aus dem Druckölsystem des Reglers entnommen (bei 9,0 bzw. 12,8 bar Regelöldruck über ein Reduzierventil, das den Druck auf 6,9 bar herabsetzt), oder, bei vom Regler abgesetzten Drehflügelmotor bzw. anderen Betätigungseinrichtungen, vom Propellerverstellsystem oder Schmierölsystem der Antriebsmaschine in den Regler eingespeist. Der Schieber hat zwei Steuerbünde, um sowohl bei Überlastung als auch bei zu geringer Last jeweils eine Leitung mit dem Drucköl und die andere mit dem Sumpf verbinden zu können. Die meisten Verstellpropellerhersteller nutzen nur das Signal vom oberen Steuerbund, also das zur Verringerung der Propellersteigerung bei Überschreitung einer vorgegebenen max. Last der Antriebsmaschine. An diesen Reglern ist dann der Anschluß für das Signal zur Steigerungserhöhung blind verschlossen.

Einige Propellerhersteller bevorzugen für die Regelung der Steigung den am Regler angebauten Drehflügelmotor (siehe Abb. 7-14 und 7-18). Auf der Ausgangswelle des Drehflügelmotors wird dann eine Nockenscheibe montiert, die ein pneumatisches Feinregelventil betätigt. Je nach der Stellung des Drehflügels speist dieses einen Druck aus, dessen Höhe die Rückstellgeschwindigkeit des Propellers bestimmt.

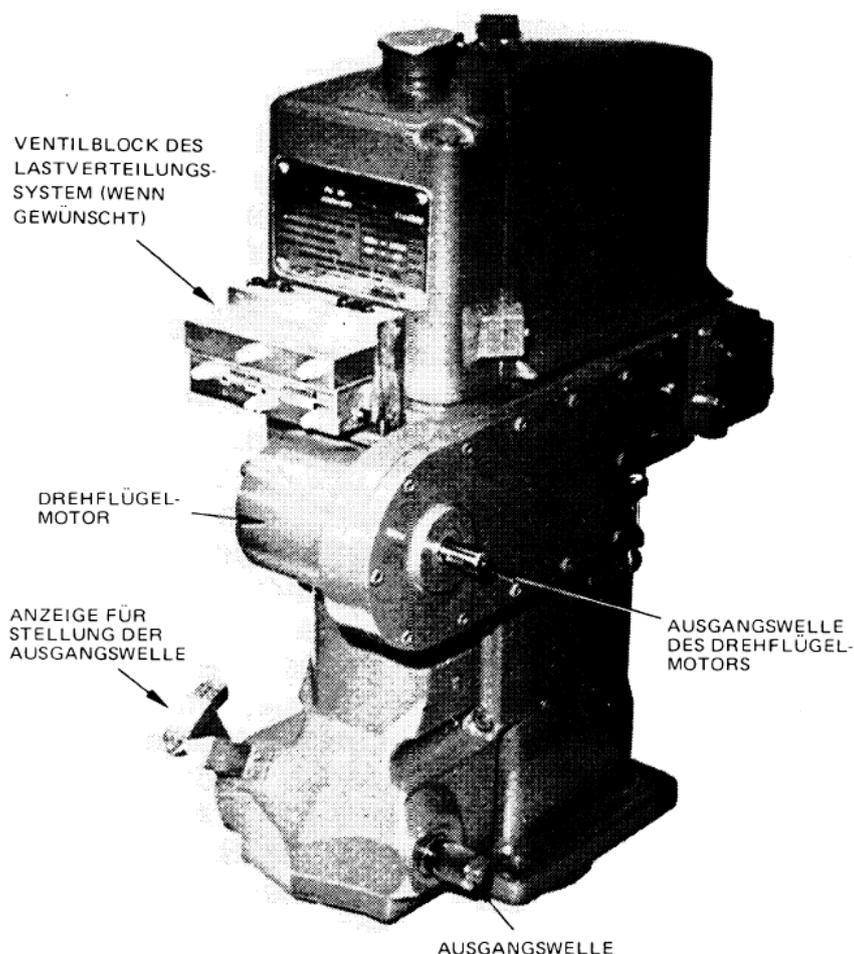


Abbildung 7-14. PGA-Regler mit Drehflügelmotor

Der Drehflügelmotor wird, wie bereits erwähnt, über ein Reduzierventil und den Lastregelsteuerschieber mit Öl beaufschlagt. Beim Start, also bei Öldrücken unterhalb des Nenndruckes, verhindert das Reduzierventil eine Versorgung des Drehflügelmotors, damit die gesamte von der Pumpe geförderte Ölmenge zum Arbeitszylinder fließen kann und der Regler so schnell wie möglich Kraftstoff gibt.

Da der Lastregelsteuerschieber in den meisten Fällen nur dazu verwendet wird, die Propellersteigung und damit die Last zu begrenzen, wird nachfolgend nur die Arbeitsweise für diesen Anwendungsfall beschrieben. Aus dem Schema, Abbildung 7-18, ist zu ersehen, daß der Lastregelsteuerschieber nur dann die Steuerbohrungen abschließt, wenn der Drehzahlverstell- und der Arbeitskolben jeweils in bestimmter Stellung zueinander stehen. Ändert ein Kolben seine Stellung, so muß der andere es ebenfalls tun, wenn die Bohrungen geschlossen bleiben sollen. Die Beziehung dieser Stellungsänderungen zueinander ist linear. Benötigt die Antriebsmaschine bei einer bestimmten Stellung des Drehzahlverstellkolbens, also bei einem bestimmten Drehzahlsollwert, mehr Kraftstoff als die Einstellung des Lastregelsteuerschiebers gestattet, so wird der Schieber vom Arbeitskolben soweit angehoben, daß er die oberen Steuerbohrungen öffnet und ein Drucksignal ausgespeist wird. Dieses Drucksignal löst eine Rückstellung der Propellersteigung aus. Dadurch sinkt die benötigte Kraftstoffmenge und der Arbeitskolben senkt den Steuerschieber wieder ab, bis die Steuerbohrungen geschlossen sind und das Signal erlischt. Wird der Drehflügelmotor eingesetzt, so dreht er eine Nockenscheibe, die ein, vom Propellerhersteller auszubauendes pneumatisches Regelventil betätigt. Das Ventil gibt ein an den Verstellmechanismus angepaßtes Drucksignal zur Verringerung der Steigung ab.

Durch den Einbau von Nocken und Gleitstücken ist es möglich, nichtlineare Begrenzungskurven zu erzeugen. Woodward gibt gerne über die vorhandenen Möglichkeiten Auskunft.

Einstellung

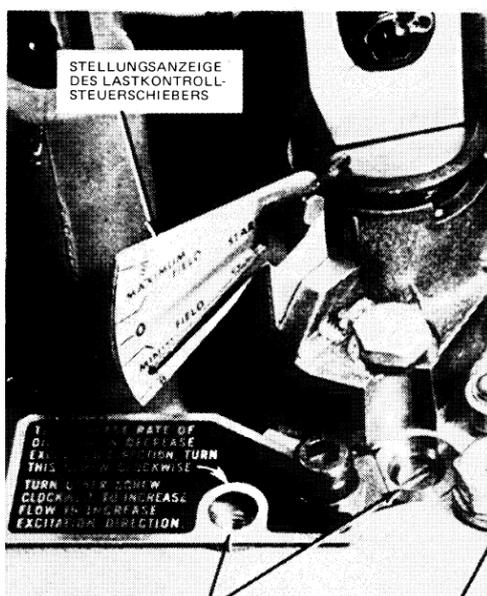
Das Gestänge der Lastregelung beinhaltet zwei Einstellmöglichkeiten: Die Spindel (1109) und den Exzenter (1103). Mit der Spindel kann die Steigung der Kurve verändert werden. Eine Verschiebung des Anhängepunktes des Lastregelsteuerschiebers zum Arbeitskolben macht die Kurve flacher, der Regler ermöglicht also höhere Lasten bei niedrigerem Drehzahlsollwerten. Eine Verstellung des Exzenters verschiebt die Kurve parallel auf- oder abwärts, ändert also die Belastungsmöglichkeit über den gesamten Drehzahlsollwertbereich. Eine Verstellung der Steigung bedingt normalerweise auch eine Nachstellung des Exzenters.

Verzögerungsventile

Verzögerungsventile können bei angebautem Drehflügelmotor im Regler eingebaut (siehe Abb. 7-15) oder bei separatem Drehflügelmotor außen am Regler angebaut (siehe Abb. 7-16) sein.

In beiden Fällen ist die Funktion dieselbe:

Die Ventile begrenzen die Drehgeschwindigkeit des Drehflügelmotors in beiden Richtungen. Sie sind separat einstellbar, d. h. die Drehgeschwindigkeiten KÖNNEN in beiden Richtungen wie benötigt vorgegeben werden.



VERZÖGERUNGSVENTILE

Abbildung 7-15. Verzögerungsventile für eingebauten Drehflügelmotor



Abbildung 7-16. Verzögerungsventile für vom Regler abgesetzt angebaute Drehflügelmotor

Liste der Teile von Abbildung 7-17

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1151	Rohr 3/8" mit Überwurfmutter	1
36604-1152	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1"	2
36604-1153	Federring, 1/4"	2
36604-1154	Schlitzschraube, 8-32 x 1/4"	2
36604-1155	Abdeckblech	1
36604-1156	Einstellschraube	2
36604-1157	O-Ring, 0,338" Außen	4
36604-1158	Sicherungsring	2
36604-1159	Verschlußstopfen	2
36604-1160	Feder	2
36604-1161	Stahlkugel, 1/4" Durchmesser	2
36604-1162	45° Winkelschraubung 1/4" NPTF - 3/8" Rohr	1
36604-1163	90° Winkelverschraubung 1/4" NPTF - 3/8" Rohr	1
36604-1164	Verschlußstopfen, 1/16"-27 NPTF	1
36604-1165	Kerbnagel, Nr. 2 x 3/16"	4
36604-1166	Hinweisschild	1
36604-1167	Ventilgehäuse	1
36604-1168 bis -1180		nicht belegt

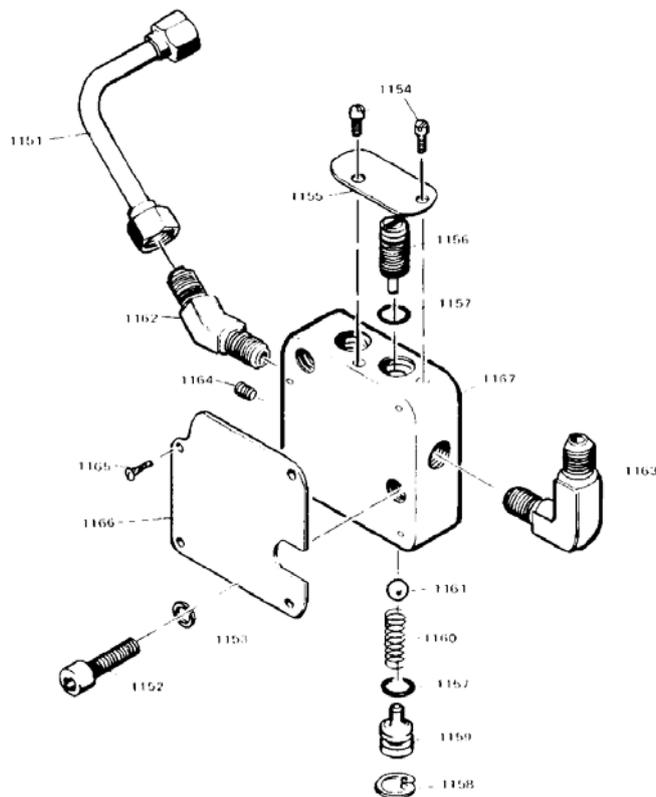


Abbildung 7-17. Explosionsdarstellung der extern angebauten Verzögerungsventile

Aufladedruckabhängiger Füllbegrenzer ("senkrechte" Ausführung)

Dieser Begrenzer (siehe Abb. 7-18) besteht im wesentlichen aus einem Verbindungshebel, einem Winkelhebel, einem Druckumsetzer mit Nocken, einem Kraftverstärker mit Rückführung und einem Begrenzungshebel. Das rechte Ende des Verbindungshebels ist mit der Hilfskolbenstange am Arbeitskolben, das linke mit dem rechten Ende des Rückführhebels des Kraftverstärkers verbunden und er dreht um das obere Ende des Winkelhebels. Die Stellung des Winkelhebels und damit die des Anlenkpunktes am Verbindungshebel, wird durch die Stellung des Nockens bestimmt. Eine Anhebung des Anlenkpunktes, durch Absenken des Nockens bei steigendem Ladedruck, gestattet eine proportional größere Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens, bevor der Begrenzer eingreift.

Der Drucksetzer arbeitet nach dem Prinzip des Kräftegleichgewichts. Er besteht aus einem Rückschlagventil, einem Labyrinth, einem Folgekolben mit angebautem Nocken, einer Rückführfeder und einem Plattenventil und ist entweder mit Membranen für Absolutdruck oder mit einer Membran für Überdruck ausgerüstet. Der Folgekolben und damit der Nocken, nimmt bei jedem Aufladedruck eine bestimmte Stellung ein. Die Form der Begrenzungskurve (Aufladedruck zu freigegebener Füllung) hängt also ausschließlich von der Form und der Neigung des Nockens ab und kann, je nach der Charakteristik des Motors und der Aufladegruppe, linear oder nichtlinear sein.

Der Kraftverstärker ist einfachwirkend. Er liefert die Kräfte, die nötig sind, um den Steuerschieber über Abstellmutter und -stange gegen die Drehzahlfeder anzuheben, um am Begrenzungspunkt die Steuerbohrungen abzuschließen und eine weitere Aufwärtsbewegung des Arbeitskolbens zu verhindern.

Arbeitsweise

Über ein Rückschlagventil wird dem Druckumsetzer Drucköl zugeführt. Das Drucköl wirkt direkt auf die Oberseite des Folgekolbens und über das Labyrinth gedrosselt auf die Unterseite. Die Fläche der Oberseite ist kleiner als die der Unterseite. Das Rückschlagventil verhindert ein Leerlaufen des Umsetzers bei stehendem Regler. Dadurch entfällt die Zeitverzögerung zur Wiederbefüllung von Labyrinth und Zylinder, der Begrenzer ist also beim Start sofort funktionsfähig und verhindert zu hohe Füllungs freigabe. Das Plattenventil reguliert den Ölabfluß von der Unterseite des Folgekolbens zum Sumpf in Abhängigkeit vom Ladedruck. Ist die abfließende Menge größer als die über das Labyrinth zufließende, so bewegt sich der Folgekolben nach unten. Umgekehrt bewegt sich der Folgekolben nach oben, wenn die abfließende Ölmenge geringer als die zufließende ist. Ist Zuflußmenge gleich Abflußmenge, so steht der Folgekolben.

Der Druckumsetzer ist entweder mit einer oder mit zwei Membranen ausgerüstet. Mit einer Membran arbeitet er mit Überdruck, also absolutem Druck minus Luftdruck; mit zwei, wobei eine luftleer ist, mit absolutem Druck. Jede Membranbewegung wird über einen Stift direkt auf das Plattenventil übertragen. Die Kraft der Membran versucht das Ventil zu öffnen, während die Rückführfeder es schließen will. Sind die Kräfte im Gleichgewicht, so ist das Ventil gerade soweit geöffnet, daß die abfließende Ölmenge genau der zufließenden entspricht, d. h. daß das Ölvolumen im Raum unterhalb des Folgekolbens konstant ist.

Es wird nun angenommen, daß die Belastung des Motors sehr stark gesteigert wird. Der Arbeitskolben bewegt sich aufwärts, um möglichst viel Füllung zu ziehen und den Motor möglichst schnell zu beschleunigen. Da der Aufladedruck aber nur verzögert ansteigt, verharrt der Begrenzungs-nocken erst einmal in der gleichen Stellung. Der sich aufwärts bewegende Arbeitskolben dreht also den Verbindungshebel um den Anlenk-punkt des Winkelhebels und drückt so das rechte Ende des Rückführhebels und damit den Steuerschieber des Kraftverstärkers nach unten. Dadurch kann Reglerdrucköl unter den Kolben des Verstärkers fließen und ihn anheben. Der Kolben hebt dabei sowohl das linke Ende des Rückführhebels, als auch das des Begrenzungshebels an. Der Begrenzungshebel greift unter die Abstellmutter und zieht über die Abstellstange den Steuerschieber des Arbeitskolbens aufwärts. Gleichzeitig hebt der Rückführhebel den Steuerschieber des Kraftkolbens an. Beide Steuerschieber schließen im selben Augenblick die Steuerbohrungen ab, verhindern einen weiteren Druckölabfluß zu den Kolben und begrenzen bei richtiger Einstellung die Füllung so, daß mit der dem Motor zur Verfügung stehenden Luft eine optimale Verbrennung möglich ist. Obwohl in diesem Augenblick die Kräfte der Fliehgewichte geringer sind als die Kraft der Drehzahlfeder, weil die Drehzahl den vorgegebenen Sollwert noch nicht erreicht hat, bewegt sich der Arbeitskolben nicht weiter aufwärts, ehe nicht der Aufladedruck steigt. Mit steigender Last steigt, wenn auch verzögert, der Aufladedruck an. Dadurch wird die Kraft auf die Membran größer und das Kräftegleichgewicht zwischen Membran und Rückführfeder gestört. Die Membran drückt das Plattenventil weiter auf, wodurch mehr Öl zum Sumpf abströmen kann als über das Labyrinth zuläuft. Der Öldruck auf der Unterseite des Folgekolbens sinkt ab, der Kolben und mit ihm der Nocken bewegt sich abwärts und spannt die Rückführfeder weiter vor, bis der Anstieg der Membrankraft ausgeglichen ist. Dadurch werden Membran und Ventil in die Ausgangslage zurückgedrückt, die abfließende Ölmenge ist wieder gleich der zufließenden und der Folgekolben bleibt stehen.

Eine Abwärtsbewegung des Folgekolbens und damit des Begrenzungsnockens, aufgrund einer Erhöhung des Aufladedruckes, bewirkt eine Verdrehung des Winkelhebels im Uhrzeigersinn. Dadurch wird das linke Ende des Verbindungshebels angehoben und die Feder unter dem Steuerschieber des Kraftverstärkers drückt den Schieber nach oben. Die Feder unter dem Steuerschieber des Kraftverstärkers wirkt als Belastungsfeder und schaltet jegliches Spiel zwischen Steuerschieber, Rückführhebel, Winkelhebel und Nocken aus. Wird der Steuerschieber angehoben, so werden die Steuerbohrungen freigegeben und der Raum unter dem Kolben des Kraftverstärkers wird mit dem Sumpf verbunden. Der Öldruck unter dem Kolben sinkt und eine weitere, auf den Begrenzungshebel wirkende Belastungsfeder drückt ihn nach unten. Das Öl fließt dabei über eine Bohrung im Steuerschieber ab. Die Bohrung drosselt den Ölstrom und verzögert die Abwärtsbewegung des Kolbens. Dadurch wird das Begrenzungssystem stabilisiert und ein Pendeln vermieden. Eine Abwärtsbewegung des Kolbens ist gleichbedeutend mit einer Abwärtsbewegung des linken Endes des Begrenzungshebels. Die Abstellstange und der Steuerschieber werden abgesenkt, die Steuerbohrungen geöffnet und der Arbeitskolben kann sich aufwärts bewegen und mehr Füllung ziehen.

Die oben beschriebenen Vorgänge laufen selbstverständlich in schneller Folge nacheinander ab. Die normale Funktion des Reglers wird während des Beschleunigens außer Kraft gesetzt und die Füllung wird, unabhängig vom Drehzahlswert, nur durch den Aufladedruck freigegeben. Um nach dem Hochlauf eine Beeinträchtigung der Drehzahlregelung durch die aufladedruckabhängige Füllungsbegrenzung zu verhindern, muß die Begrenzungskurve genügend weit über den bei stationären Zuständen benötigten Füllungswerten liegen.

Beim Absinken des Aufladedruckes verlaufen die Vorgänge im Druckumsetzer entgegen den oben beschriebenen. Folgekolben und Nocken bewegen sich nach unten und drehen den Winkelhebel im Gegenuhrzeigersinn. Das linke Ende des Verbindungshebels wird heruntergezogen, drückt den Rückführhebel und damit den Steuerschieber des Kraftverstärkers abwärts, Drucköl fließt zur Unterseite des Kolbens und hebt diesen an. Dadurch wird über den Begrenzungshebel und die Abstellstange der Steuerschieber des Arbeitskolbens angehoben, Öl fließt vom Arbeitszylinder zum Sumpf, der Arbeitskolben bewegt sich abwärts und nimmt die Füllung zurück. Durch die Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens dreht sich der Verbindungshebel um den Anlenkpunkt des Winkelhebels im Uhrzeigersinn und der Steuerschieber des Kraftverstärkers kann sich wieder nach oben bewegen. Gibt er die Steuerbohrung zum Sumpf frei, fließt Öl über die Bohrung im Steuerschieber ab und der Kolben, der Begrenzungshebel, die Abstellstange und der Steuerschieber für den Arbeitskolben bewegen sich nach unten, bis der Schieber die Steuerbohrungen abschließt und so die Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens beendet.

Tabelle 7-1. Fehlersuche im aufladedruckabhängigen Füllungsbegrenzer

Fehler	Ursache	Beseitigung
Harte Zündungen und/oder kurzzeitige, extreme Abgastrübung beim Anlassen nach relativ langer Stillstandzeit.	Rückschlagventil im Begrenzer undicht. Folgekolben geht beim Anlassen in max. Stellung und kehrt erst in Normalstellung zurück, wenn das Begrenzungsgehäuse wieder mit Öl gefüllt ist.	Rückschlagventil austauschen.
Extreme Abgastrübung beim Belasten.	Labyrinth verschmutzt. Folgekolben geht in max. Stellung und verharrt dort.	Regleröl ablassen. Regler mit Dieselöl oder Kerosin spülen. Sauberes Öl auffüllen und Regler kurzzeitig betreiben. Öl ablassen und erneut sauberes Öl auffüllen. Wenn nötig, Labyrinth ausbauen, zerlegen und reinigen.
	Begrenzer nicht richtig eingestellt.	Einstellung muß auf einem Prüfstand durchgeführt werden.
	Füllungsgestänge nicht richtig eingestellt.	Gestänge entsprechend Angaben des Motorherstellers nachstellen.
	Rückführfeder ermüdet oder gebrochen.	Rückführfeder austauschen.
Motor beschleunigt zu langsam oder bleibt hängen.	Begrenzer nicht richtig eingestellt.	Begrenzer nachstellen (s. o.).
	Füllungsgestänge nicht richtig eingestellt.	Gestänge nachstellen (s. o.).
Ruckartige Begrenzerfunktion.	Verschmutzte oder schäumendes Öl. Schlammabildung.	Regleröl ablassen. Regler mit Dieselöl oder Kerosin spülen. Sauberes Öl auffüllen und Regler kurzzeitig betreiben. Öl ablassen und erneut sauberes Öl auffüllen. Wenn nötig, Begrenzer ausbauen und reinigen.
	Reglerölstand zu niedrig, dadurch Luft im Öl.	Öl auffüllen, bis es bis zur oberen Markierung im Ölstandsglas steht. Regler auf Leckagen untersuchen, besonders Dichtungen an der Reglerantriebswelle. Luftleitung zum Begrenzer auf Öl untersuchen. Öl in der Leitung deutet auf defekte Membran.
	Leckagen in Luftzuleitung oder ihren Verschraubungen.	Leckagen beseitigen.
	Leckage in Begrenzermembran	Membran austauschen.
Keine Begrenzerfunktion am oberen oder unteren Ende des Ladedruckbereiches.	Hub des Folgekolbens nicht an Ladedruckbereich angepaßt.	Begrenzer auf Prüfstand nachstellen oder umrüsten

Zerlegung

Die Vorgehensweise bei Ausbau und Zerlegung des Begrenzers ist abhängig von weiteren vorhandenen Zusatzeinrichtungen und den notwendigen Wartungsarbeiten. Ein vollständiger Ausbau bedingt eine Teilzerlegung des restlichen Reglers. Beim Ausbau ist entsprechend der folgenden Anleitung Punkt 1 bis 6 und bei Zerlegung entsprechend Punkt 7 und 8 vorzusehen. Die in Klammern aufgeführten Nummern entsprechen denen der Teile in Explosionsdarstellung 7-21. Ausgebaute O-Ringe, Kupferdichtungen, Sicherungsringe, Splinte usw. dürfen nicht weiterverwendet, sondern müssen durch neue ersetzt werden.

WICHTIG

Nicht auf den entsprechenden Begrenzer zutreffende Schritte sind zu übergehen. Grundsätzlich nur so weit zerlegen, wie unbedingt notwendig.

1. Teile der Lastregelung aus Begrenzergehäuse (1280) ausbauen.
2. Drehzahlverstelleinrichtung abbauen.
3. Begrenzungshebel mit daran befindlichen Teilen (1218 bis 1221) abbauen.
4. Verbindungshebel mit daran befindlichen Teilen (1222 bis 1224) abbauen. Gelenk (1225) bei Abbau des Hebels in seiner Stellung halten und dann, zusammen mit Einstellschraube (1226) herausnehmen. Rückführhebel (1227) entfernen.
5. Überwurfmutter (1228) lösen und Durchgangsverschraubung (1231) so weit aus dem Oberteil herausdrehen, daß Rohrleitung von der Membran (1267) freigeht. Rohrleitung beim Ausbau des Begrenzers weder abknicken noch verbiegen.
6. Schrauben (1232 und 1233) und Federringe (1234) entfernen. Begrenzer (1235 bis 1280) vom Oberteil abheben. O-Ring (1282) aus der Ansenkung im Oberteil herausnehmen.
7. Begrenzer in der Reihenfolge der in Abbildung 7-21 angegebenen Teilnummern zerlegen.
8. Anschlag (1278) ist in Gehäuse (1280) eingepreßt.

HINWEIS

Die Einstellung des Reglers nach Zerlegung des Begrenzers kann ungeheuer schwierig und zeitaufwendig sein, wenn der Regler nicht von der Antriebsmaschine abgebaut und auf einen Prüfstand eingestellt werden kann.

Reinigung

Alle Teile in Lösungsmittel legen und mit Ultraschall oder durch Bewegung waschen. Schlitze und Bohrungen mit Druckluft oder Wurzelbürste (auf gar keinen Fall Drahtbürste) reinigen. Teile nach Reinigung mit sauberer, trockener Preßluft trocknen.

Labyrinth mit sauberem Lösungsmittel mit Druck spülen. Bei Verstopfung oder Schlamm Bildung, Labyrinth zur Reinigung zerlegen.

Alle gereinigten und zum Wiedereinbau hergerichteten Teile mit einem leichten Ölfilm überziehen. Teile bis zum Zusammenbau in staubdichten und feuchtigkeitsgeschützten Behältern lagern.

Überprüfung der Teile

Alle Teile einer Sichtprüfung unterziehen. Dabei ist auf folgendes besonders zu achten:

1. Laufflächen sich bewegender Teile müssen frei von Rissen, Kratzern, Kerben oder anderen Beschädigungen sein.
2. Schrauben, Gewindestopfen und Innengewinde müssen frei von Korrosion, Rissen, Spitzenverschleiß und beschädigten Gewindegängen sein.
3. Alle Gewinde, Öffnungen und Kanäle müssen frei von Schmutz sein.
4. Alle Gestänge müssen frei von Korrosion sein und sich frei aber ohne zu großes Spiel bewegen lassen.

5. Folgekolben (1251), Verstärkerkolben (1246) und Verstärkersteuerschieber (1244) auf Freßriefen, Narben oder Verschleiß untersuchen. Werden Riefen oder Narben festgestellt, so ist die Führungsbohrung des jeweiligen Teiles auf gleiche Beschädigungen zu untersuchen. Teile mit Riefen oder Narben sind auf jeden Fall auszutauschen. Verschleiß (Laufspiegel) an polierten Flächen ist akzeptabel, wenn nur ca. 1/3 der Gesamtlänge der Fläche betroffen ist. Wird größerer Verschleiß festgestellt, so ist das Teil im verschlissenen Bereich auf Unrundheit zu überprüfen. Kolben austauschen, wenn Unrundheit im verschlissenen Bereich größer als 0,025 mm (0,001") ist. Steuerschieber austauschen, wenn Unrundheit im verschlissenen Bereich des Steuerbundes größer als 0,013 mm (0,0005") ist.
6. Steuerkanten müssen scharf sein. Steuerschieber austauschen, wenn die Kanten des Steuerbundes eingekerbt oder über irgend einen Bereich abgerundet sind.
7. Kolben und Schieber müssen sich in ihren Bohrungen frei bewegen lassen.
8. Ventilplatte (1254) muß eben sein. Max. erlaubte Unebenheit: 1 mm (0,040"). Bei Beschädigungen wie Kerben, Knicken oder anderen Verformungen, Kratzern von mehr als 0,025 mm (0,001") Tiefe usw. im inneren Plattenbereich, ist ein Austausch unbedingt erforderlich.
9. Membran (1267) auf Verformungen, Brüche oder andere Beschädigungen untersuchen. Die Länge der Membran ohne Übertragungsbügel (1270), gemessen in Membranmittellachse, und der Barometerstand zur Zeit des Einbaues im Werk, sind auf der Oberseite der Membran angegeben. Wird bei einem Barometerstand entsprechend dem angegebenen eine Verlängerung der Membran um mehr als 0,4 mm (0,015") festgestellt, so ist der luftleere Teil der Membran undicht und die Membraneinheit muß komplett ausgetauscht werden. Rohrleitung dicht verschließen und Membran in heißes Wasser (93°C/200°F) legen. Steigen Luftblasen auf, so ist der ladedruckbeaufschlagte Teil der Membran undicht und die Membraneinheit muß komplett ausgetauscht werden.
10. Nadellager (1242) auf freies Drehen überprüfen. Wird rauher Lauf festgestellt, Nadellager austauschen.

Reparatur oder Austausch

Teile sollten nur dann repariert werden, wenn Kratzer, Kerben oder Korrosion auf den Laufflächen nur geringfügig sind. Korrodierte Flächen leicht mit Schleifpapier oder -leinen (600er Körnung) und Öl überpolieren. Größere Nacharbeiten oder Reparaturen sind undurchführbar und das Teil muß ausgetauscht werden.

HINWEIS

Wichtige Teile mit größter Vorsicht behandeln um Beschädigungen an Laufflächen und -kanten zu verhindern. Scharfe Kanten an Steuerbunden, Kolbennuten, Steueröffnungen usw. unbedingt belassen. Abrundungen, Kerben oder andere Beschädigungen der Kanten führen zu großen inneren Leckagen und verzögern die Ansprechempfindlichkeit des Reglers.

Schmierung

Metallteile vor dem Wiederausammenbau großzügig mit Öl schmieren. O-Ringe vor dem Einbau mit Petroleum schmieren.

Wiederausammenbau

Wiederausammenbau in staubfreier Umgebung durchführen. Wiederausammen- und -einbau des Begrenzers und der Lastregelung in umgekehrter Reihenfolge der Zerlegungsvorschrift durchführen. Dabei folgendes unbedingt beachten:

1. Neue O-Ringe, Dichtungen, Dichtringe, Sicherungsringe, Splinte usw. als Ersatz für die ausgebauten verwenden.
2. Sicherungsringe mit der scharfen Kante in Krafrichtung einbauen.
3. Ist das Labyrinth zerlegt worden, wechselweise Dichtringe (1262) und Drosselplatten (1263) einbauen. Sicherstellen, daß an beiden Enden zwischen der Drosselplatten und der Unterlegscheiben ein Dichtring eingebaut wird. Drosselplatten müssen so eingebaut werden, daß ihre Drosselbohrungen jeweils um 180° versetzt sind.

Liste der Teile von Abbildung 7-19

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1101	Exzenterhalter	1
36604-1102	Innensechskantschraube 8-32 x 0,875"	1
36604-1103	Exzenter	2
36604-1104	Splint, 0,060 x 0,375"	2
36604-1105	Lasche	1
36604-1106	Verschiebliches Gelenk	1
36604-1107	Kopfstift	1
36604-1108	Splint, 0,060 x 0,375"	1
36604-1109	Spindel	1
36604-1110	Feder	1
36604-1111	Verstellknopf	1
36604-1112	Federstift	1
36604-1113	Splint 1/16 x 5/8"	1
36604-1114		Nr. nicht benutzen
36604-1115		Nr. nicht benutzen
36604-1116	Schwimmender Hebel	1
36604-1117	bis -1135	Nrn. nicht benutzen
36604-1136	Unterlegscheibe	1
36604-1137	Gelenkstück	1
36604-1138	Kontermutter	1
36604-1139	Einstellschraube, 1/4-20 x 2,375"	1
36604-1140	Gelenkstück	1
36604-1141	Drehzahlverstellzylinder	1
36604-1142	Mutter, 10-32	1
36604-1143	Schraube, 10-32 x 1,750"	1
36604-1144	Führungsstift	1
36604-1145	Drehzahlverstellkolben und Abstellstange	1
36604-1146	Anlenkstück	1
36604-1147	Druckplatte	1
36604-1148	P-Grad-Hebel	1
36604-1149	Abstellmutter	1
36604-1150	Abstellmutter	1
36604-1151	bis -1180	s. Abb. 7-17
36604-1181	Innensechskantschraube	1
36604-1182	Sicherungsring	1
36604-1183	Hebel	1
36604-1184	P-Grad-Nocken	1
36604-1185	Mutter	1
36604-1186	Hebel	1
36604-1187	Ventilbetätigung	1
36604-1188	Begrenzungsventil für max. Drehzahl	1
36604-1189	Gelenkstück (wahlweise)	1
36604-1190	Stift mit Nuten (wahlweise)	1
36604-1191	Sicherungsring, 0,145" (wahlweise)	4
36604-1192	Stift mit Nuten (wahlweise)	1
36604-1193	bis 1200	nicht belegt

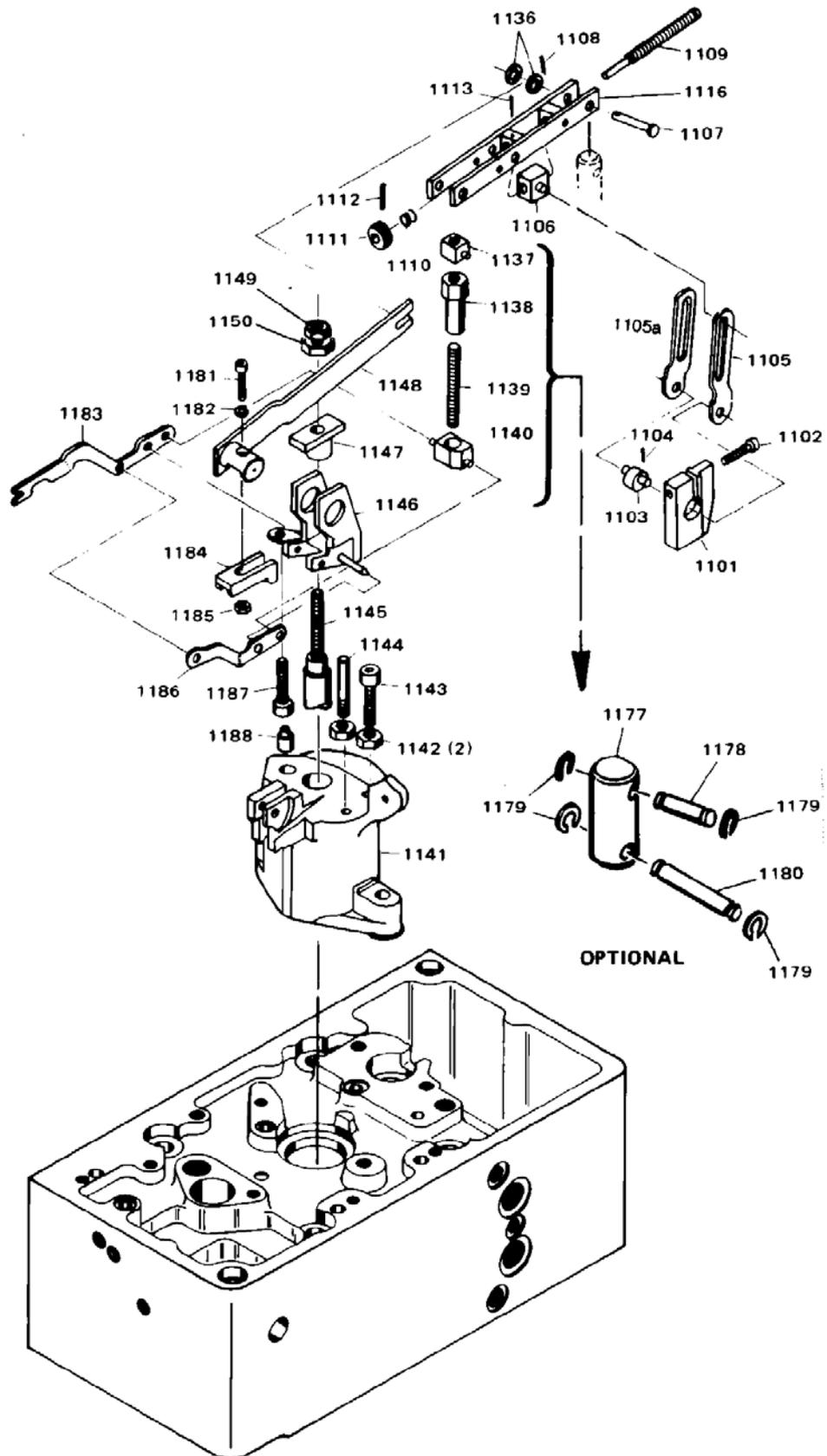


Abbildung 7-19. Explosionsdarstellung des Lastregelgestanges

Liste der Teile von Abbildung 7-20

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1501	Halter	1
36604-1502	Anzeigescheibe mit Zeiger komplett.....	1
36604-1503	Unterlegscheibe, 13/64 x 7/16 x 1/32"	1
36604-1504	Kreuzschlitzschraube, 10-32 x 1/4"	1
36604-1505	Verschlußstopfen, 1/4"-28	2
36604-1506	Federring, 17/64"	2
36604-1507	Sechskantschraube, 1/4-28 x 1,000"	2
36604-1508	Übersteuerungskolben	1
36604-1509	Federteller	2
36604-1510	Kontermutter, 5/16"-24	2
36604-1511	Innere Feder	1
36604-1512	Äußere Feder	1
36604-1513	Federteller	1
36604-1514	Sicherungsring	1
36604-1515	Betätigungscheibe für -1502.....	1
36604-1516	Anschlag für Übersteuerungskolben.....	1
36604-1517	Dichtring	1
36604-1518	Dichtring	1
36604-1519	Distanzring (wenn keine Dichtringe eingebaut sind).....	1
36604-1520	Lastregelsteuerschieber	1
36604-1521	Feder	1
36604-1522	Steuerbüchse	1
36604-1523	Sicherungsring	1
36604-1524	Verschraubung, 3/8" NPT.....	2
36604-1525	Oberteil.....	1
36604-1526	Winkelverschraubung 3/8" NPT.....	2
36604-1527	bis -1600	nicht belegt

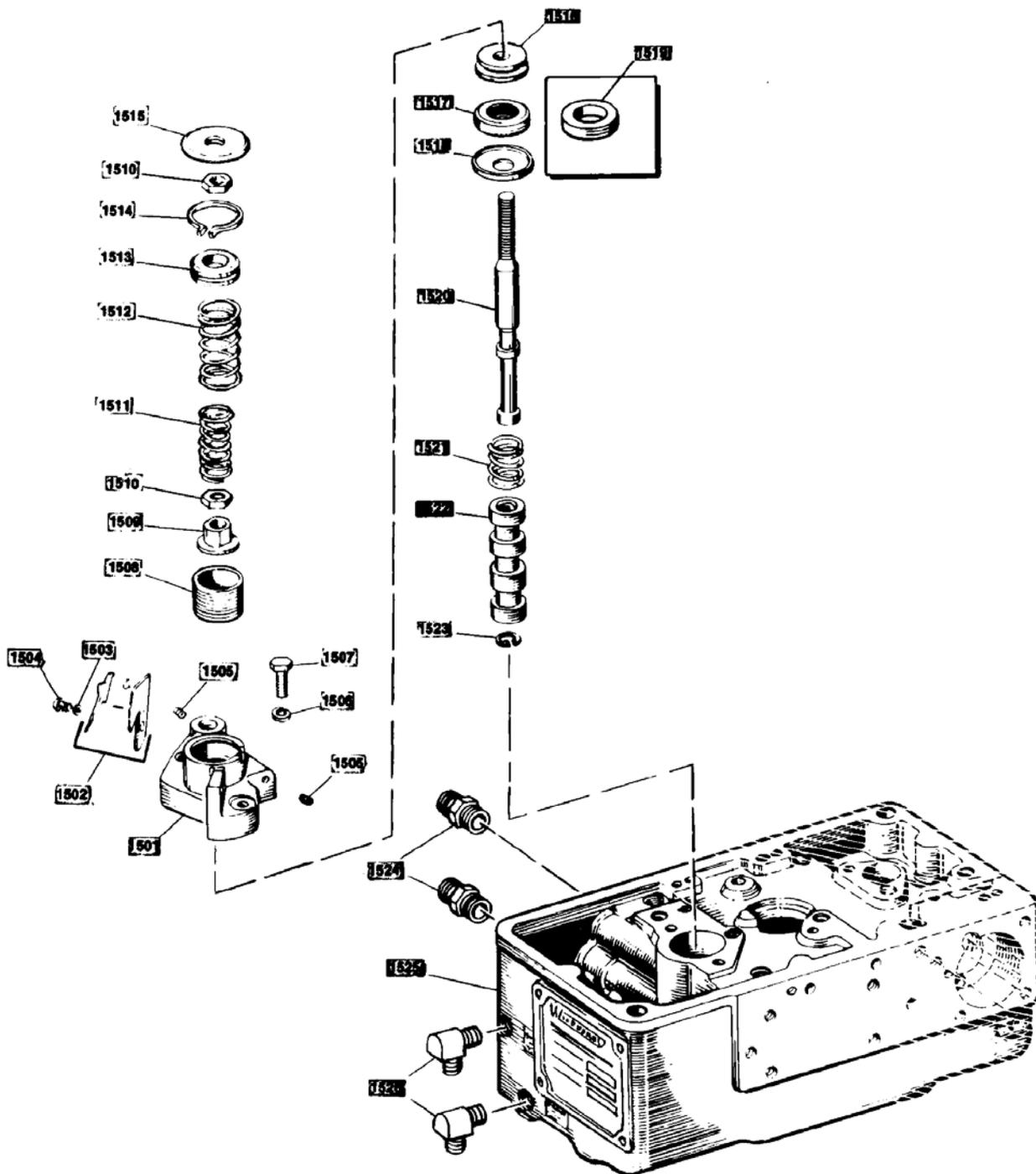


Abbildung 7-20. Explosionsdarstellung des Lastregelsteuerschiebers

Liste der Teile von Abbildung 7-21

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1201 bis -1213		Nrn. nicht benutzen
36604-1214	Mutter, 8-32	1
36604-1215	Mutter, 5/16"-24	1
36604-1216	Mutter, 5/16"-24	1
36604-1217	Büchse zur Abstellstange	1
36604-1218	Splint, 1/16 x 5/8"	1
36604-1219	Stift	1
36604-1220	Belastungsfeder	1

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1221	Begrenzungshebel	1
36604-1222	Splint, 1/16 x 3/8"	1
36604-1223	Sicherungsring	1
36604-1224	Schwimmender Hebel	1
36604-1225	Gelenk	1
36604-1226	Einstellschraube (Innensechskant)	1
36604-1227	Rückführhebel	1
36604-1228	Überwurfmutter, 1/2"-20	1
36604-1229	Schneidring für 1/4"-Rohr	1
36604-1230	Mutter, 1/2"-20	1
36604-1231	Durchgangs-Rohrverschraubung für 1/4"-Rohr	1
36604-1232	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,125"	1
36604-1233	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,750"	1
36604-1234	Federring, 1/4"	2
36604-1235	Innensechskantschraube, 10-32 x 1/2"	2
36604-1236	Innensechskantschraube, 10-32 x 1,500"	2
36604-1237	Federring, Nr. 10	3
36604-1238	Splint, 1/16 x 5/8"	2
36604-1239	Stift	1
36604-1240	Winkelhebel	1
36604-1241	Stift	1
36604-1242	Nadellager	1
36604-1243	Konsole	1
36604-1244	Steuerschieber für Kraftverstärker	1
36604-1245	Belastungsfeder	1
36604-1246	Kraftverstärkerkolben	1
36604-1247	Kolbenbüchse	1
36604-1248	Halbrundscharbe mit Innensechskant 8-32 x 3/8"	1
36604-1249	Spannstift, 1/8 x 3/8"	1
36604-1250	Nocken	1
36604-1251	Folgekolben	1
36604-1252	Feder	1
36604-1253	Federteller	1
36604-1254	Ventilplatte	1
36604-1255	Stopfen und Filter	1
36604-1256	O-Ring, 0,5" Außen	2
36604-1257	Rückschlagventil	1
36604-1258	Sicherungsring	1
36604-1259	Unterlegscheibe, 3/64 x 3/8 x 1/16"	1
36604-1260	Belastungsfeder	1
36604-1261	Unterlegscheibe, 3/15 x 38 x 1/16"	2
36604-1262	Dichtring	33
36604-1263	Drosselplatte	32
36604-1264	Labyrinthgehäuse	1
36604-1265	.....Nr. nicht benutzen	
36604-1266	Halbrundscharbe mit Innensechskant 8-32 x 3/8"	1
36604-1267	Membran	1
36604-1268	O-Ring, 1,250" Außen	1
36604-1269	Distanzbüchse	1
36604-1270	Übertragungsbügel	1
36604-1271	Druckstift, 0,059 x 0,082 x 0,782"	1
36604-1272	Sicherungsring	1
36604-1273	Sechskantschraube, 1/4-28 x 3/4"	1
36604-1274	Weichkupferdichtung, 1/4 x 1/2 x 1/32"	1
36604-1275	Exzenter	1
36604-1276	Kupferdichtung	1
36604-1277	Ventilsitz	1
36604-1278	Oberer Anschlag für Übersteuerungs-Kolben	1
36604-1279	Verschlußstopfen	9
36604-1280	Gehäuse	1
36604-1281	Stift	1
36604-1282	O-Ring, 0,338" Außen	1
36604-1283	Mutter mit Sicherungsloch für Abstellstange	1
36604-1284	Belastungsfeder	1
36604-1285	Federteller	1
36604-1286	bis -1300	nicht belegt

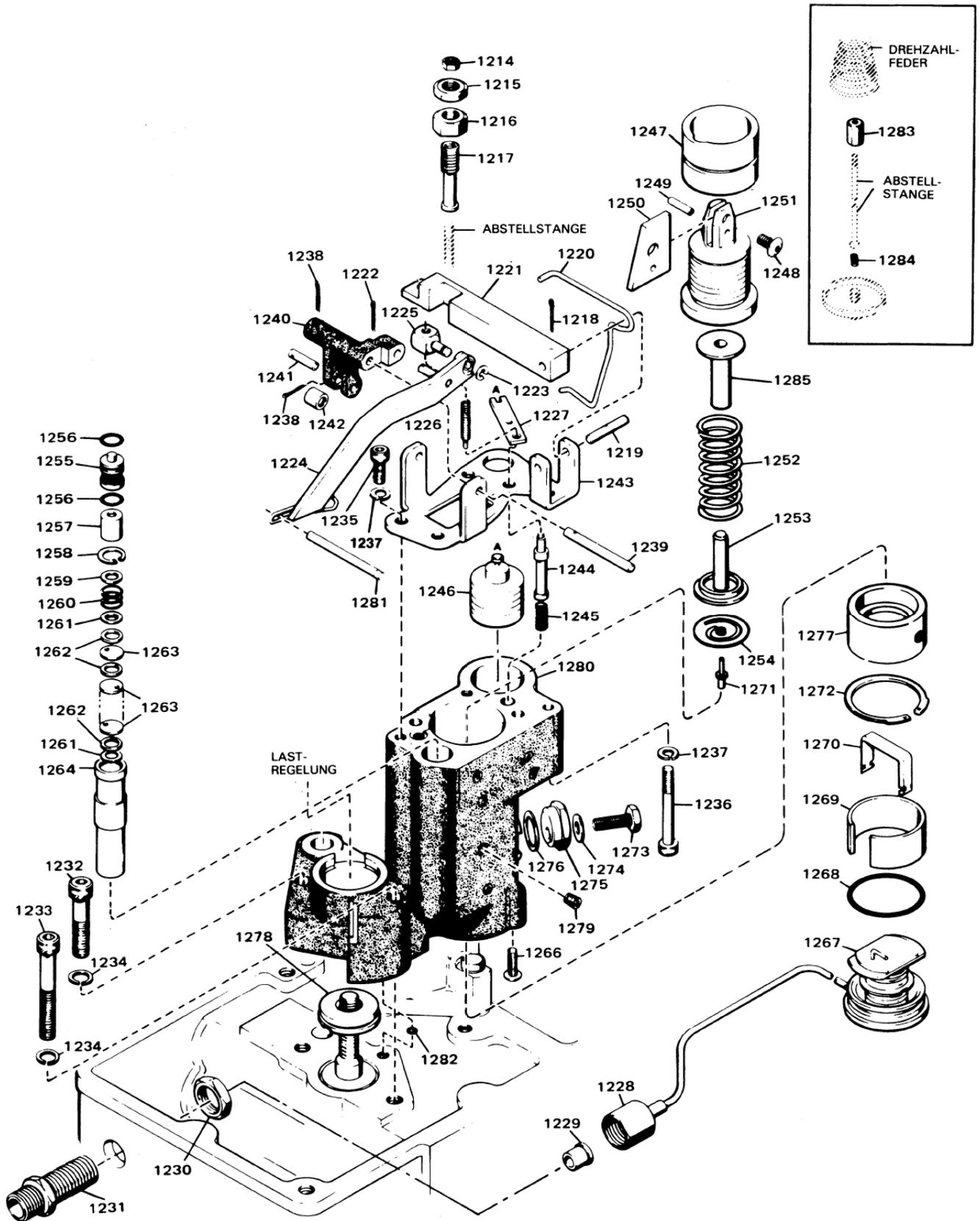


Abbildung 7-21. Explosionsdarstellung des 'senkrechten' Füllungsbegrenzers

Weitere Zusatzeinrichtungen

Einführung

Es gibt viele weitere Zusatzeinrichtungen, die einzeln oder zu mehreren gemeinsam im PGA-Regler eingebaut werden können. Mit ihnen kann der Regler weitere Zweitfunktionen erfüllen, wie z. B. Lastbegrenzung, Lastregelung für konstante Last bei jeweiligen Drehzahlsollwerten. Startfüllungsbegrenzung, zeitweise Freigabe von Überlast, Abstimmung bei Ausfall von Hilfseinrichtungen oder Schmieröldruckmangel usw. Da auch diese Zusatzeinrichtungen nicht nachträglich eingebaut werden sollten, sollte sich der Kunde schon im Projektstadium mit dem Motorhersteller oder direkt mit Woodward in Verbindung setzen, um die Ausrüstung des Reglers festzulegen. Wird ein nachträglicher Einbau nötig oder gewünscht, wendet sich der Kunde am besten an Woodward.

Die folgenden Abschnitte geben eine kurze Beschreibung einiger weiterer Zusatzeinrichtungen. Die jeweils angegebenen Druckschriften enthalten ausführlichere Informationen.

Booster Servomotor

(siehe Druckschrift 36684)

Der Booster Servomotor hilft dem Regler beim Anlassen der Antriebsmaschine schnell zu reagieren. Er versorgt den Regler im selben Augenblick, in dem Anlaßluft auf die Antriebsmaschine gegeben wird, mit Drucköl. Der Regler kann also sofort auf Kraftstoff ziehen.

Verkürzbare Hilfskolbenstange

(siehe Druckschrift 36640)

Diese "Verkürzung" kann in mit Füllungsbegrenzern ausgerüsteten Reglern eingebaut werden. Sie ermöglicht eine gesteuerte Freigabe von Überlasten.

Ölkühler

(siehe Druckschrift 36641)

Ist der Regler in der Nähe von Motorteilen angeordnet, die sehr viel Strahlungswärme abgeben, oder ist die Reglerantriebszahl sehr hoch, so kann ein Kühler erforderlich sein. Er verhindert, daß das Regleröl zu heiß und damit zu dünnflüssig wird. Der Kühler kann im Regler eingebaut, am Regler angebaut oder vom Regler abgesetzt sein.

Abstelleinrichtungen

Es gibt verschiedene, in den Regler einbaubare Einrichtungen, die bei Ausfall von Hilfseinrichtungen für die Antriebsmaschine Alarm geben, oder eine Anstellung auslösen. Sie eignen sich für viele Anwendungsfälle, vor allen Dingen bei Anlagen, bei denen automatische Sicherheitseinrichtungen benötigt werden.

Zur Anpassung an unterschiedliche Verhältnisse, sind folgende Ausführungen von Abstelleinrichtungen erhältlich:

Druckbetätigte Abstelleinrichtung (siehe Druckschrift 36651)

Diese Einrichtung, erhältlich für die Betätigungsmedien Luft, Öl oder Wasser, arbeitet im Prinzip wie der weiter vorne beschriebene Abstellmagnet. Abstellung erfolgt entweder bei Druckabfall oder Druckanstieg.

Abstelleinrichtung für Schmieröldruckmangel (siehe Druckschrift 36652)

Diese Einrichtung schützt die Antriebsmaschine bei Schmieröldruckab- oder -ausfall. Sie überwacht den Schmieröldruck und ist so ausgelegt, daß der Schmieröldruck mit steigendem Drehzahlsollwert ansteigen muß, wenn eine Abstellung vermieden werden soll. Dies läßt bei kleiner Drehzahl einen Betrieb mit relativ niedrigem Öldruck zu, während bei höheren Drehzahlen auch höhere Öldrücke nötig sind. Wenn gewünscht, kann die Einrichtung so erweitert werden, daß sie auch den Unterdruck auf der Saugseite der Schmierölpumpe überwacht. Eine Abstellung erfolgt dann auch, wenn der Unterdruck ansteigt. Eine eingebaute Verzögerung (einstellbar im Bereich 15 - 40 Sekunden) gestattet ein Anfahren ohne Öldruck, verhindert jedoch gleichzeitig einen Betrieb mit zu niedrigem Öldruck über die eingestellte Zeit hinaus. Bei Betrieb mit Drehzahlen über der niedrigsten ist die Verzögerung normalerweise ausgeschaltet, so daß bei Störungen in der Schmierölversorgung sofort abgestellt wird.

Lastverteilungseinrichtung**Pneumatische Lastverteilung** (siehe Druckschrift 36686)

Für PGA-Regler ist eine pneumatische Lastverteilungseinrichtung erhältlich. Diese Einrichtung sollte eingesetzt werden, wenn zwei oder mehr Antriebsmaschinen auf eine Welle z. B. eine Propellerwelle arbeiten. Sie verteilt die Lasten gleichmäßig auf alle eingekuppelten Antriebsmaschinen und ist vor allen Dingen dann nötig, wenn über große Last- und Drehzahlbereiche gefahren wird.

Ventilblock (siehe Druckschrift 36687)

Ein wichtiger Teil der Lastverteilungseinrichtung ist der Ventilblock am Regler. Er ermöglicht den Anschluß der Einrichtung an die Motorfernbedienung

Liste der Teile von Abbildung 7-22

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1301	Mutter, 1/4"-28	2
36604-1302	Zahnscheibe, 1/4"	2
36604-1303	Gewindestift	2
36604-1304	Deckel	1
36604-1305	Stift	2
36604-1306	Verschußdeckel (einpreßbar)	1
36604-1307	Innensechskantschraube	2
36604-1308	Federring	2
36604-1309	Unterlegscheibe	2
36604-1310	Nadellager	1
36604-1311	O-Ring, 2,664" Außen	1
36604-1312	Gehäuse des Drehflügelmotors	1
36604-1313	Paßstift	2
36604-1314	Innensechskantschraube, 8-32 x 0,500"	2
36604-1315	Federring, 0,281" Außen	2
36604-1316	Anschlag	1
36604-1317	Blattfeder	2
36604-1318	Gleitstück	2
36604-1319	Drehwelle	1
36604-1320	Nadellager	1
36604-1321	O-Ring, 2,664" Außen	1
36604-1322	Stift	1
36604-1323	Zwischenplatte	1
36604-1324	Unterlegscheibe	2

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1325	Federring, 1/4"	2
36604-1326	Innensechskantschraube	2
36604-1327	Stift	4
36604-1328	O-Ring	1
36604-1329	Stift, 0,0638" Außen	1
36604-1330	Woodruff-Keil	1
36604-1331	Ausgangswelle	1
36604-1332	O-Ring	1
36604-1333	Dichtung	1
36604-1334	Seitenplatte	1
36604-1335	Innensechskantschraube	8
36604-1336	Kugellager	1
36604-1337	Dichtung	1
36604-1338	Abdeckplatte	1
36604-1339	Innensechskantschraube, 1/4-28 x 1,500"	4
36604-1340	Dichtring, 1,125" Außen	1
36604-1341	Innensechskantschraube, 1/4-20 x 0,625"	8
36604-1342	Federring, 1/4" Innen	22
36604-1343 bis -1380		nicht belegt

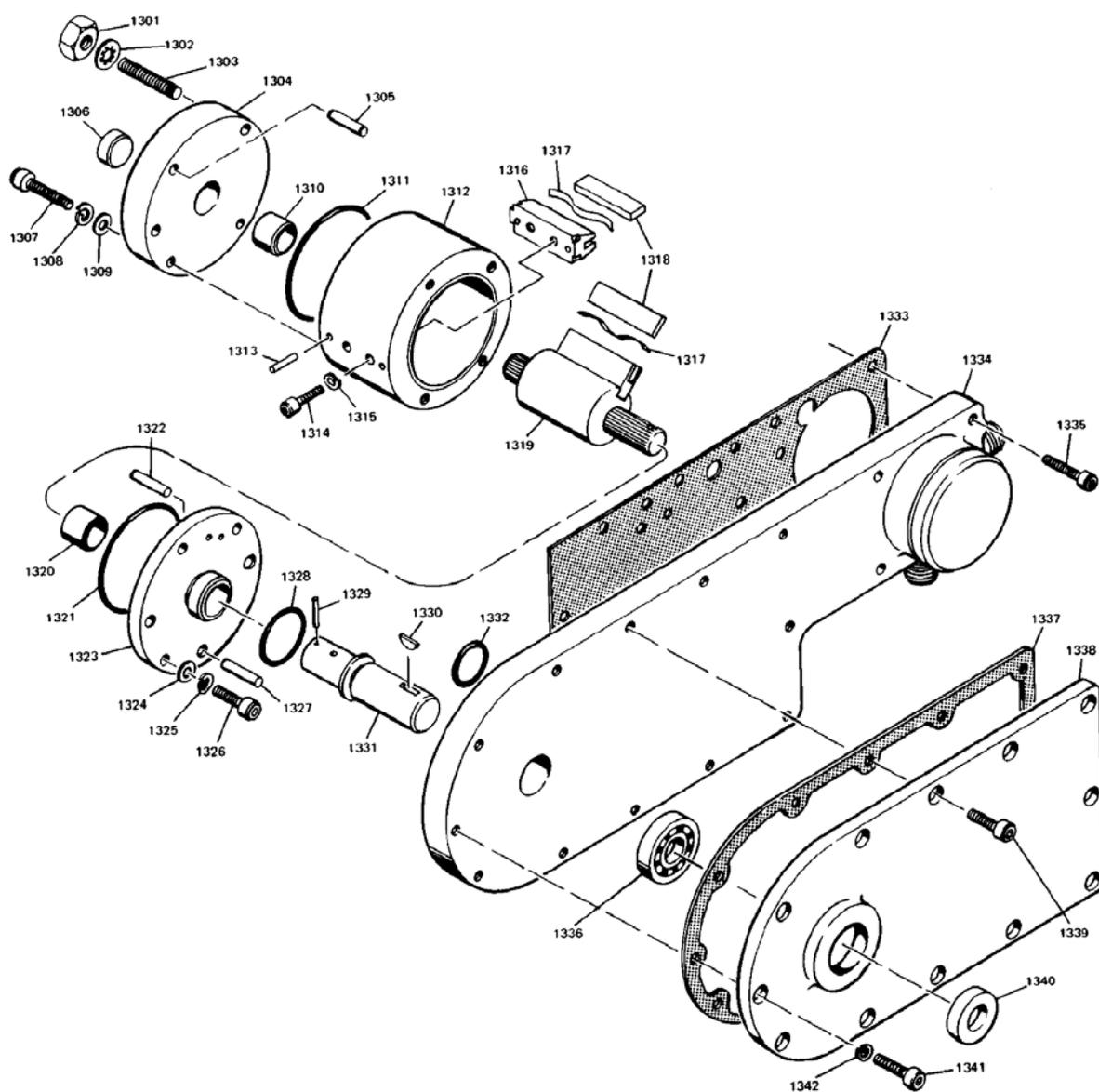


Abbildung 7-22. Explosionsdarstellung des Drehflügelmotors

Liste der Teile von Abbildung 7-23

Teil-Nr.	Bezeichnung	Stückzahl
36604-1381	Innensechskantschraube 1/4-28 x 2,750"	3 oder 4
36604-1382	Federring, 1/4"	3 oder 4
36604-1383	O-Ring, 7/16" Außen	2
36604-1384	Verschlußschraube und Filter	1
36604-1385	O-Ring, 1,250" Außen	1
36604-1386	O-Ring, 11/16" Außen	1
36604-1387	Verschlußstopfen	1
36604-1388	Kupferdichtung	1
36604-1389	Gehäuse für 3 x Teil 1001	1
36604-1390	Gehäuse für 4 x Teil 1001	1
36604-1391 bis -1400		nicht belegt

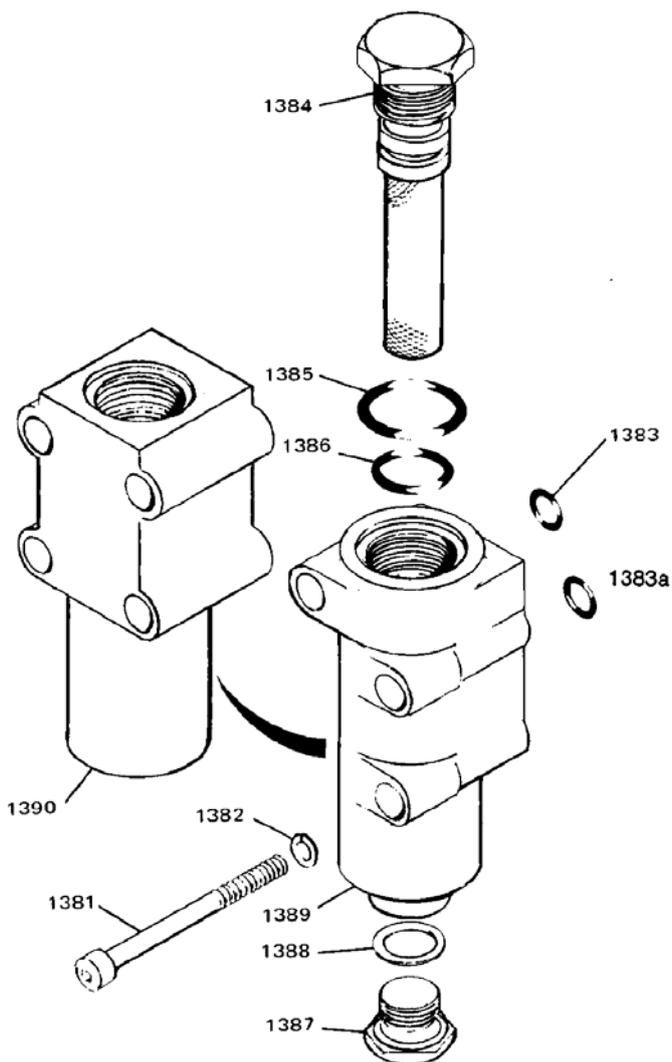


Abbildung 7-23. Explosionsdarstellung des Filters für aufladedruckabhängige Füllungsbegrenzer

Kapitel 8.

Service-Optionen

Produkt-Service-Optionen

Auf der Grundlage der jeweils zum Zeitpunkt des Produktkaufs bei Woodward oder der Durchführung des Service geltenden Produkt- und Service-Standardgarantie von Woodward (5-01-1205) stehen für die Wartung von Woodward-Produkten folgende Werksoptionen zur Auswahl:

- Ersatz/Austausch (24-Stunden-Service)
- Reparatur zum Festbetrag
- Aufarbeitung zum Festbetrag

Wenn Sie Probleme beim Einbau haben oder die Leistung eines eingebauten Systems unbefriedigend ist, dann stehen die folgenden Optionen zur Verfügung:

- Fehlersuchanleitung im Handbuch
- Sie wenden sich an den technischen Support von Woodward (siehe „Woodward kontaktieren“ weiter unten in diesem Kapitel) und besprechen das Problem. In den meisten Fällen kann das Problem über das Telefon behoben werden. Falls nicht, können Sie wählen, auf welche Weise Sie vorgehen wollen, basierend auf den zur Verfügung stehenden Serviceleistungen, die in diesem Abschnitt aufgelistet sind.

Ersatz/Austausch

Ersatz/Austausch ist ein Bonus-Programm für den Benutzer, der unverzüglich Service benötigt. Damit können Sie eine Ersatzanlage anfordern, die so gut wie neu ist und die Sie innerhalb kürzester Zeit (normalerweise innerhalb von 24 Stunden ab Anfrage) unter der Voraussetzung erhalten, dass eine passende Anlage zum Zeitpunkt der Anfrage zur Verfügung steht. Auf diese Weise werden teure Ausfallzeiten minimiert. Dies ist ebenfalls ein Programm mit Festpreisstruktur und umfasst die vollständige Standard-Produktgarantie von Woodward (Woodward Product and Service Warranty 5-01-1205).

Bei dieser Option haben Sie die Möglichkeit, bei einem unerwarteten Ausfall oder im Fall einer geplanten Abschaltung eine Ersatzregelanlage anzufordern. Falls die Anlage zum Zeitpunkt des Anrufs zur Verfügung steht, kann sie normalerweise innerhalb von 24 Stunden ausgeliefert werden. Sie tauschen Ihre Regelanlage vor Ort mit der neuwertigen Austauschanlage und senden Ihre Anlage an ein Werk von Woodward ein, wie unten erläutert (s. Abschnitt „Einsendung von Geräten zur Reparatur“ weiter unten in diesem Kapitel).

Die Kosten für den Ersatz/Austausch-Service basieren auf einem Festbetrag plus Frachtkosten. Sie erhalten eine Rechnung über den Festbetrag für den Ersatz/Austausch plus einer so genannten Kerneinlage zu dem Zeitpunkt, zu dem die Ersatzanlage ausgeliefert wird. Wenn die Anlage (Anlage vor Ort) an Woodward innerhalb von 60 Tagen zurückgegeben wird, wird Ihnen von Woodward die Kerneinlage gutgeschrieben. [Die Kerneinlage entspricht dem durchschnittlichen Unterschied zwischen dem Festbetrag für Ersatz/Austausch und dem aktuellen Listenpreis einer neuen Anlage.]

Autorisierungsetikett zur Rückgabe der Lieferung Um einen ungehinderten Empfang des Kerns zu gewährleisten und zusätzliche Gebühren zu verhindern, muss das Paket richtig gekennzeichnet sein. Ein Etikett zur Autorisierung der Rücksendung wird mit jeder Ersatz-/Austauschanlage, die Woodward verlässt, mitgeliefert. Der Kern sollte neu verpackt und das Autorisierungsetikett an der Außenseite des Pakets angebracht werden. Ohne das Autorisierungsetikett könnte der Empfang des zurückgegebenen Kerns verzögert und zusätzliche Gebühren erhoben werden.

Reparatur zum Festbetrag

Reparatur zum Festbetrag steht für die Mehrzahl der Standardprodukte vor Ort zur Verfügung. Dieses Programm bietet Ihnen einen Reparaturservice für ihre Produkte, wobei Sie den Vorteil haben, dass Sie von vornherein wissen, wie hoch die Kosten sein werden. Für alle Reparaturarbeiten gilt die Standard-Servicegarantie von Woodward für Ersatzteile und Arbeit (Produkt- und Servicegarantie von Woodward 5-01-1205).

Aufarbeitung zum Festbetrag

Die Option Aufarbeitung zum Festbetrag entspricht zum Großteil der Option Festbetrag Reparatur, mit der Ausnahme, dass die Anlage in „neuwertigem“ Zustand an Sie zurückgegeben wird und für sie die vollständige Standard-Produktgarantie von Woodward gilt (Produkt- und Servicegarantie von Woodward (5-01-1205). Diese Option trifft nur auf mechanische Produkte zu.

Einsendung von Geräten zur Reparatur

Wenn ein Teil des elektronischen Reglers an Woodward zur Reparatur eingeschickt werden muss, wenden Sie sich bitte vorher an Woodward, um eine Autorisierungsnummer zur Rückgabe zu erhalten. Bei der Einsendung der Teile/des Teils ist ein Zettel mit den folgenden Informationen anzubringen:

- Name und Standort, an dem der Regler installiert ist
- Name und Telefonnummer der Kontaktperson;
- Vollständige Teilenummer(n) und Seriennummer(n) von Woodward
- Beschreibung des Problems
- Anweisungen, die die gewünschte Art der Reparatur beschreiben.

HINWEIS

Um Schäden an elektronischen Komponenten zu vermeiden, die durch unsachgemäße Behandlung verursacht werden können, sind die Vorkehrungen im Woodward-Handbuch 82715, *Guide for Handling and Protection of Electronic Controls, Printed Circuit Boards, and Modules (Handbuch zur Handhabung und zum Schutz von elektronischen Reglern, gedruckten Schaltkreiskarten und Modulen)* zu lesen und zu beachten.

Verpackung des Reglers

Bei Rückgabe eines Reglers folgende Materialien verwenden:

- Schutzkappen auf allen Verbindungen
- Antistatische Schutzhüllen an allen elektronischen Modulen
- Verpackungsmaterial, das die Oberfläche der Anlage nicht beschädigt
- Mindestens 100 mm (4 Zoll) dicht verpacktes, industriegenehmigtes Verpackungsmaterial
- Doppelwandigen Verpackungskarton
- Starkes Klebeband um die Außenseite des Kartons zur weiteren Verstärkung.

Rücksendeautorisierungsnummer

Wenn Geräte an Woodward eingesandt werden, bitte die Kundendienstabteilung anrufen [in Nordamerika 1 (800) 523-2831 oder +1 (970) 482-5811]. Die Mitarbeiter werden dabei helfen, die Bearbeitung Ihrer Bestellung über unsere Lieferanten oder Service-Einrichtungen zu beschleunigen. Um den Reparaturablauf zu beschleunigen, Woodward im Voraus kontaktieren, um eine Autorisierungsnummer für die Rückgabe zu erhalten, und die Ausgabe eines Auftrags für die zu reparierenden Elemente zu vereinbaren. Die Arbeit kann erst nach Eingang eines Auftrags beginnen.

WICHTIG

Es wird dringend empfohlen, Rücksendungen im Voraus zu arrangieren. Wenden Sie sich an einen Vertreter des Kundendienstes von Woodward unter 1 (800) 523-2831 in Nordamerika oder +1 (970) 482-5811, um Anweisungen und eine Autorisierungsnummer zur Einsendung zu erhalten.

Ersatzteile

Wenn Ersatzteile für Regler bestellt werden, sind folgende Angaben erforderlich:

- Auf dem Namensschild des Gehäuses befindliche Teilenummer(n) (XXXX-XXXX)
- Seriennummer der Anlage, die sich ebenfalls auf dem Namensschild befindet.

Woodward kontaktieren

In Nordamerika ist für Lieferungen oder Korrespondenz folgende Adresse zu verwenden:

Woodward Governor Company
PO Box 1519
1000 East Drake Rd
Fort Collins CO 80522-1519, USA

Telefon: +1 (970) 482-5811 (24h täglich)
Gebührenfrei (in Nordamerika): 1 (800) 523-2831
Fax: +1 (970) 498-3058

Außerhalb von Nordamerika rufen Sie bitte eine der folgenden internationalen Niederlassungen von Woodward an. Dort erhalten Sie Adresse und Telefonnummer des Ihnen nächstliegenden Werks, bei dem Sie Informationen und Service erhalten.

Niederlassung Telefon
Brasilien+55 (19) 3708 4800
Indien+91 (129) 4097100
Japan+81 (476) 93-4661
Niederlande+31 (23) 5661111

Angaben zur nächstliegenden Servicestelle oder zum nächsten Woodward-Distributor können Sie in unserem weltweiten Verzeichnis (www.woodward.com) ersehen. Sie erhalten diese auch vom Woodward-Kundenservice.

Technischer Dienst

Der technische Dienst von Woodward Industrial Controls erbringt folgende Kundendienstleistungen für Woodward-Produkte. Diese Serviceleistungen können Sie per Telefon, per E-Mail oder über die Website von Woodward anfordern.

- Technische Unterstützung
- Produktschulung
- Technischer Außendienst

Kontaktdaten

Telefon: +1 (970) 482-5811

Gebührenfrei (in Nordamerika): 1 (800) 523-2831

E-Mail: icinfo@woodward.com

Website: www.woodward.com

Technische Unterstützung ist je nach Produkt an vielen unserer Standorte weltweit oder bei unseren autorisierten Vertriebspartnern erhältlich. Dieser Service kann Sie während der üblichen Geschäftszeiten bei technischen Fragen oder Problemlösungen unterstützen. Außerhalb der Geschäftszeiten ist auch ein Notdienst unter unserer gebührenfreien Nummer erreichbar, wo Sie anrufen und die Dringlichkeit Ihres Problems schildern können. Wenn Sie technische Unterstützung wünschen, rufen Sie uns bitte an, schreiben Sie uns eine E-Mail oder gehen Sie auf unsere Website zu **Customer Services** und anschließend zu **Technical Support**.

Produktschulungen werden an vielen unserer weltweiten Standorte angeboten (Standardkurse). Wir bieten auch spezielle Kurse an, die auf Ihre Bedürfnisse abgestimmt und an einem unserer Standorte oder bei Ihnen im Haus abgehalten werden können. Mit diesen von erfahrenem Personal durchgeführten Schulungen wird sichergestellt, dass Sie in der Lage sind, die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Systems aufrecht zu erhalten. Wenn Sie Informationen zu unseren Schulungen wünschen, rufen Sie uns bitte an, schreiben Sie uns eine E-Mail oder gehen Sie auf unsere Website zu **Customer Services** und anschließend zu **Product Training**.

Technische Unterstützung vor Ort ist je nach Produkt und Standort über eine unserer weltweiten Niederlassungen oder durch unsere autorisierten Vertriebspartner erhältlich. Die Kundendienstingenieure haben nicht nur Erfahrung mit Produkten von Woodward sondern auch mit vielen nicht von Woodward stammenden Anlagen, die mit unseren Produkten zusammenarbeiten. Wenn Sie technische Unterstützung vor Ort wünschen, rufen Sie uns bitte an, schreiben Sie uns eine E-Mail oder gehen Sie auf unsere Website zu **Customer Services** und anschließend zu **Technical Support**.

Technische Unterstützung

Wenn Sie anrufen, um technische Unterstützung zu erhalten, halten Sie folgende Angaben bereit. Bitte notieren Sie die Angaben hier, bevor Sie anrufen:

Allgemeine Angaben

Ihr Name _____

Ort _____

Telefonnummer _____

Faxnummer _____

Informationen zum Antriebsaggregat

Nummer des Motor-/Turbinenmodells _____

Hersteller _____

Anzahl der Zylinder (falls zutreffend) _____

Art des Treibstoffs (Gas, gasförmig, Dampf usw.) _____

Nennleistung _____

Anwendung _____

Angaben zur Steuerung/Regelung

Bitte alle Woodward-Regler, Stellglieder und elektronischen Regler auflisten, die sich in Ihrem System befinden:

Woodward Teilenummer und Revisionsbuchstabe

Reglerbeschreibung oder Reglertyp

Seriennummer

Woodward Teilenummer und Revisionsbuchstabe

Reglerbeschreibung oder Reglertyp

Seriennummer

Woodward Teilenummer und Revisionsbuchstabe

Reglerbeschreibung oder Reglertyp

Seriennummer

Wenn Sie einen elektronischen oder programmierbaren Regler haben, dann notieren Sie bitte die Anpassungseinstellungen oder die Menüeinstellungen und halten Sie diese Angaben für den Anruf bereit.

Wir schätzen Ihre Anmerkungen zum Inhalt unserer Veröffentlichungen.

Bitte Anmerkungen schicken an: icinfo@woodward.com

Geben Sie dabei bitte Handbuchnummer – siehe Deckblatt dieser Ausgabe – an.



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, USA
Phone +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058
Email und Website—www.woodward.com

Woodward hat eigene Standorte, Niederlassungen und Zweigstellen sowie anerkannte Vertragshändler und andere anerkannte Wartungs- und Verkaufseinrichtungen in aller Welt.

Deren Adressen, Tel.- und Faxnummern und E-Mail-Adressen finden Sie auf unserer Webseite.