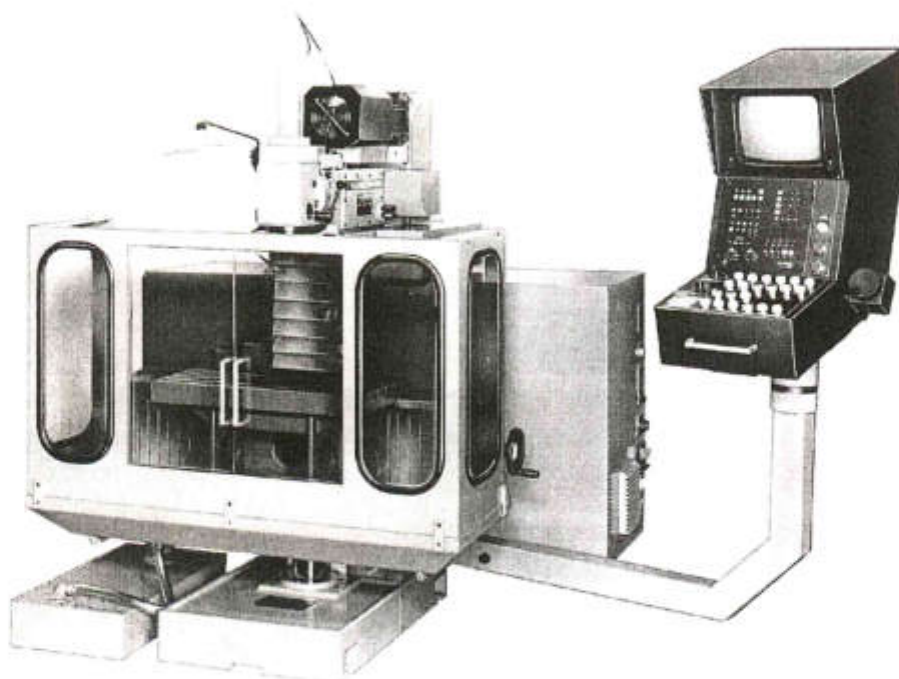


KUNZMANN

Universal- Fräs- und Bohrmaschine
WF5 TNC155



Maschinen- Nr.:
Baujahr:

Blatt 1	Inhaltsverzeichnis
Blatt 2	Vorwort
Blatt 2	Betriebssicherheit 1
Blatt 3	Betriebssicherheit 1/1
Blatt 4	
Blatt 5	Transportanleitung
Blatt 6	Aufstellung der Maschine
Blatt 7	Abmessungen und Platzbedarf
Blatt 8	
Blatt 9	Elektrischer Anschluss
Blatt 10	
Blatt 11	Technische Daten
Blatt 12	
Blatt 13	Bezeichnungen und Bedienungen
Blatt 14	
Blatt 15	Horizontalfräsen mit Gegenhalter
Blatt 16	Umrüsten Horizontal – Vertikal
Blatt 17	Kühlmitteleinrichtung
Blatt 18	
Blatt 19	
Blatt 20	Maschinenschmierplan
Blatt 21	Schmierstoff-Empfehlung
Blatt 22	
Blatt 23	Antriebs-Schema
Blatt 24/1	Hydr. Werkzeugspannung (Leitung)
Blatt 24/2	Hydr. Werkzeugspannung (Pumpenaggregat)
Blatt 24/3	Hydr. Werkzeugspannung (Arbeitsspindel)
Blatt 24/4	Steilkegelvarianten
Blatt 24/4/1 bis 24/4/7	Werkzeugspanner
Blatt 24/5	Hydraulikschema
Blatt 25	Wartung Vorschubmotor
Blatt 26	Wartung Vorschubmotor
Blatt 27	Wartung Vorschubmotor
Blatt 28	Steuerpult
Blatt 29	Bedienelemente am Schaltschrank
Blatt 30	Bedienungshinweise
Blatt 31	Bedienungshinweise
Blatt 32	
Blatt 33	
Blatt 34	
Blatt 35	
Blatt 36	
Blatt 37	Elektrische Geräteliste
Blatt 38	Schaltpläne

Zubehör:

Montageanleitung für Messsysteme
 Kühlmittelpumpe
 Vorschubmotor
 Regler für Vorschubmotor

Sehr geehrter Kunde,

wir freuen uns, dass Sie sich für eine KUNZMANN-Maschine entschieden haben.
Mit dieser Maschine haben Sie ein hochwertiges Qualitätsprodukt erworben.

Um effektiv mit der Maschine arbeiten zu können, lesen Sie bitte, bevor Sie die Maschine starten, unsere Bedienungsanleitung und beachten Sie zu Ihrer eigenen Sicherheit die Hinweise zur Betriebssicherheit (Seite 1).

Die Bedienungsanleitung sollte immer griffbereit bei der Maschine liegen!

Wichtig sind auch die allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften Ihrer Berufsgenossenschaft! Sollten diese in Ihrem Betrieb nicht ausgehängt sein, so fragen Sie die zuständige Sicherheitsfachkraft.

Es ist möglich, dass sich Ihre KUNZMANN-Maschine in einigen Details von den Abbildungen, welche in unserer Bedienungsanleitung aufgeführt sind, unterscheidet. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Bedienung der Maschine!

Anderungen in der Konstruktion, Ausstattung und Zubehör behalten wir uns vor.
Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen können daher keine Ansprüche geltend gemacht werden.

Irrtümer vorbehalten.

Ihr KUNZMANN-Team

Für Rückfragen zur Bedienungsanleitung bzw. zur Bedienung der Maschine erreichen Sie uns wie folgt:
(Um Fehler zu vermeiden, bitte immer Maschinen-Nummer angeben)

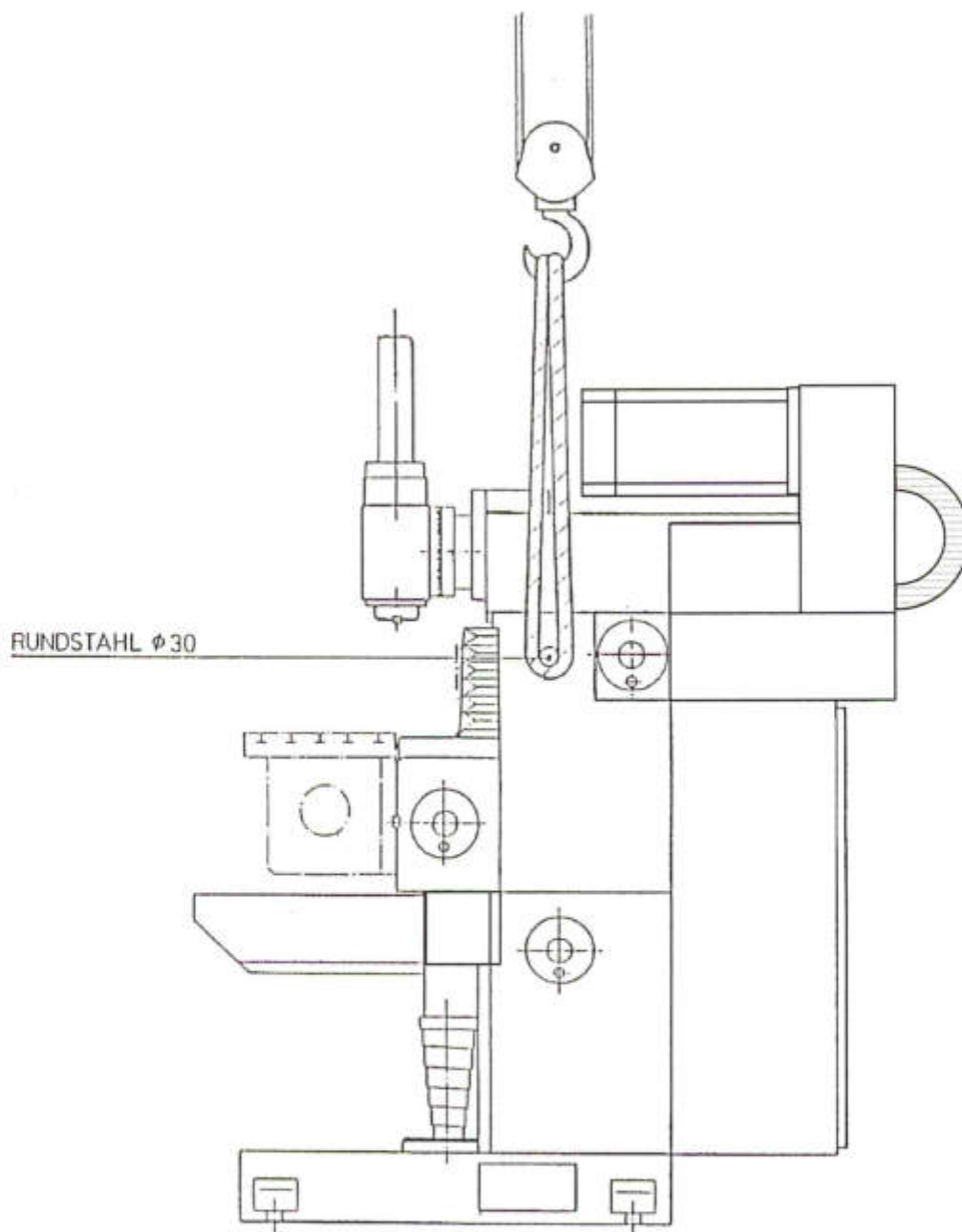
Anschrift:

© KUNZMANN Maschinenbau GmbH
Tullastraße 29-31
D-75196 Remchingen-Nöttingen

Tel.: +49 (0) 7232 3674-0
Fax: +49 (0) 7232 3674-74

Service-Hotline
Tel.: +49 (0) 7232 3674-6250 Mechanik
Tel.: +49 (0) 7232 3674-6260 Elektrik
Fax: +49 (0) 7232 3674-6290

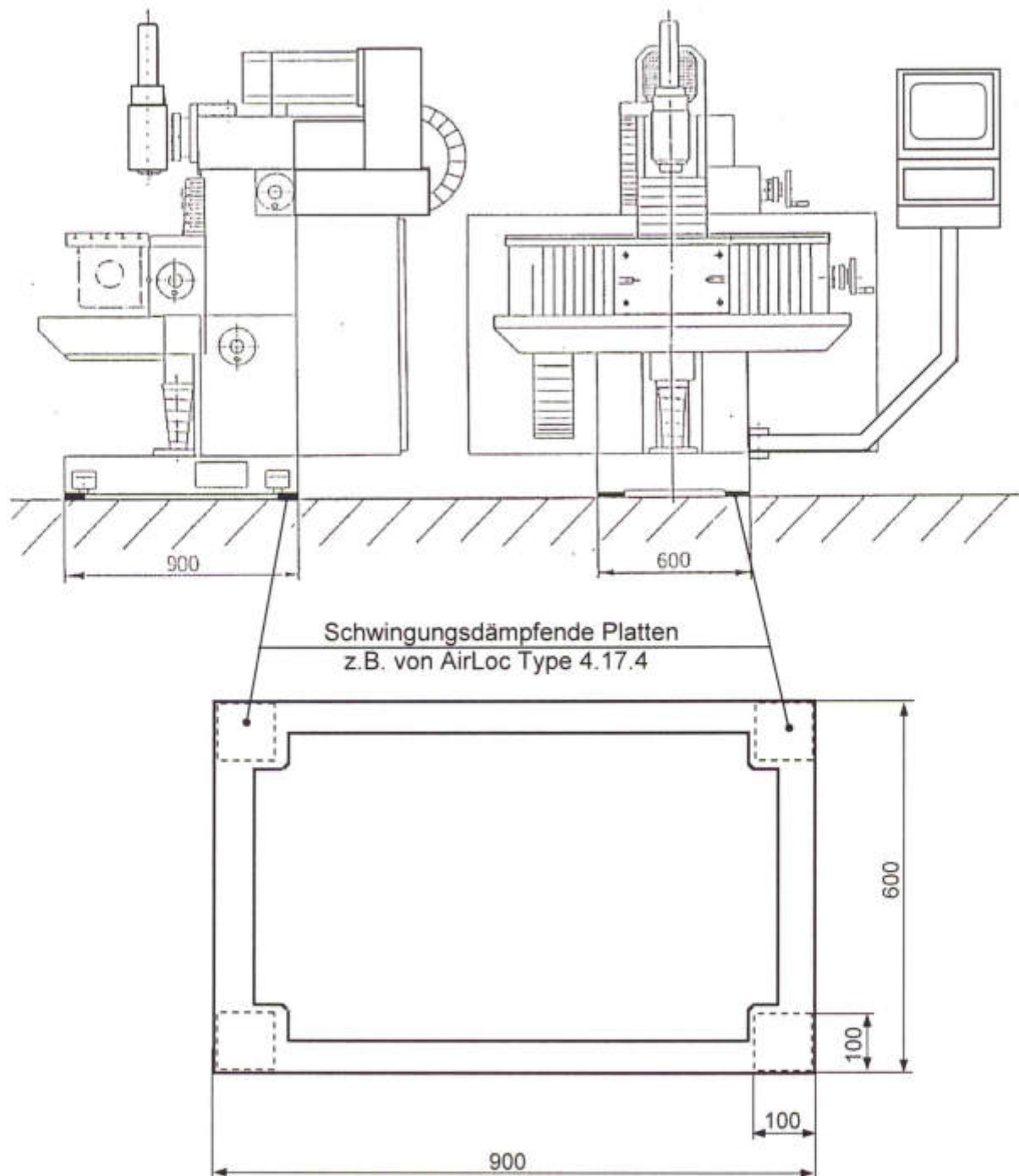
E-Mail: info@kunzmann-fraesmaschinen.de
Internet: www.kunzmann-fraesmaschinen.de



FÜR DEN TRANSPORT ERFORDERLICH:

1 STÜCK RUNDSTAHL $\phi 30$ mm 600mm lang

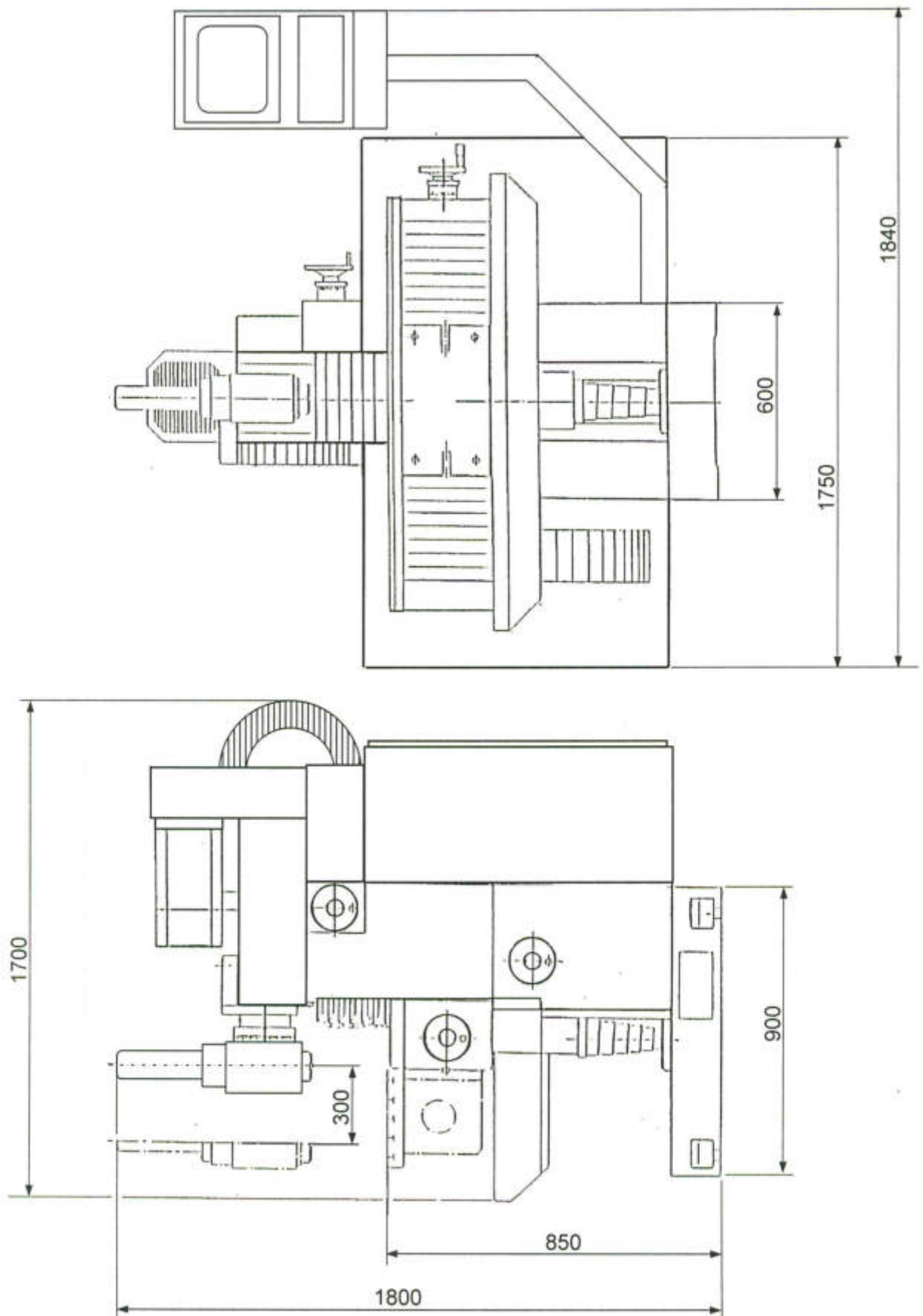
1 TRANSPORTSEIL ZUL. BELASTUNG MIND. 1500 KG



Die Maschine kann auf jeden gut fundierten glatten Boden aufgestellt werden. Ein Maschinenfundament ist dann nicht notwendig.

Zu empfehlen ist die Aufstellung der Maschine auf schwingungsdämpfendem Plattenmaterial. Dadurch werden alle inneren und äußeren Vibrationen weitgehend abgebaut.

Es ist zweckmäßig, die Maschine mit einer Maschinenwasserwaage auszurichten. Das Ausrichten erfolgt in Längs- und Querrichtung durch Unterlegen von Blechen, die mit dem Fußboden fest verbunden sind. (z.B. geklebt)
Die Wasserwaage kann dabei auf die Tischoberfläche gelegt werden.



Die Fräsmaschine wird von Hersteller für die bei der Bestellung angegebene Betriebsspannung ausgerüstet.

Der Netzanschluß i.d.R. 380/220 V 50 Hz, SL erfolgt über PG-Verschraubung von Schaltschrank-Unterseite auf Schraubklemmen, die nach VDE gekennzeichnet sind.

Die kundenseitige Netzspannung ist auf die elektrischen Anschlußbedingungen vor Anschluß der Maschine zu überprüfen.

Leiterquerschnitt der Zuleitung: 5 x 2,5 mm Cu

Kundenseitige Vorsicherung: 3 x 20 A träge Schmelzsicherung

Anschluß:

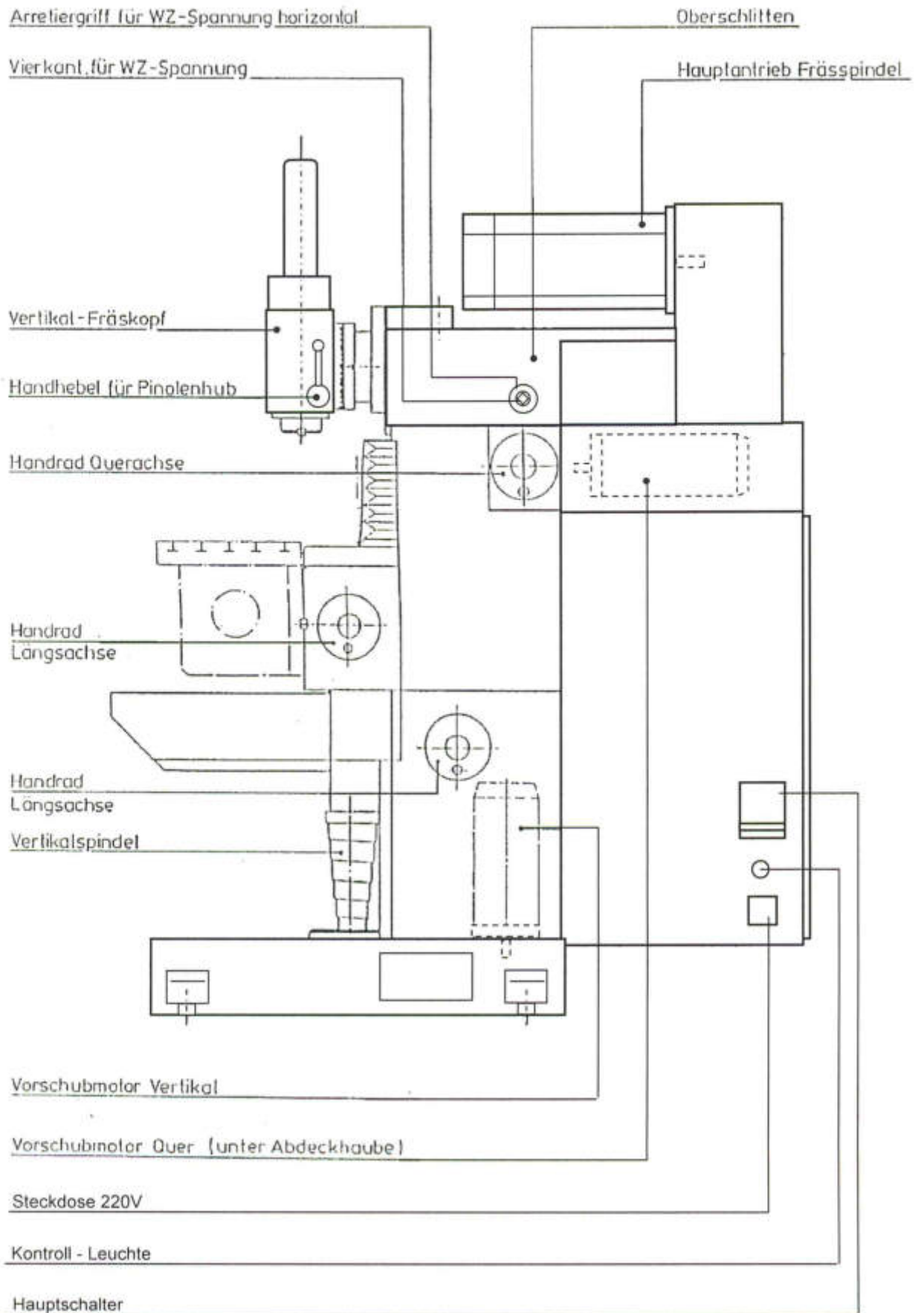
1. Prüfen ob die drei Phasen L1, L2 und L3 Strom führen.
2. Drehfeld auf Richtigkeit prüfen.
Wenn Drehfeld nicht i.O. dann Phase L1 und L2 tauschen.

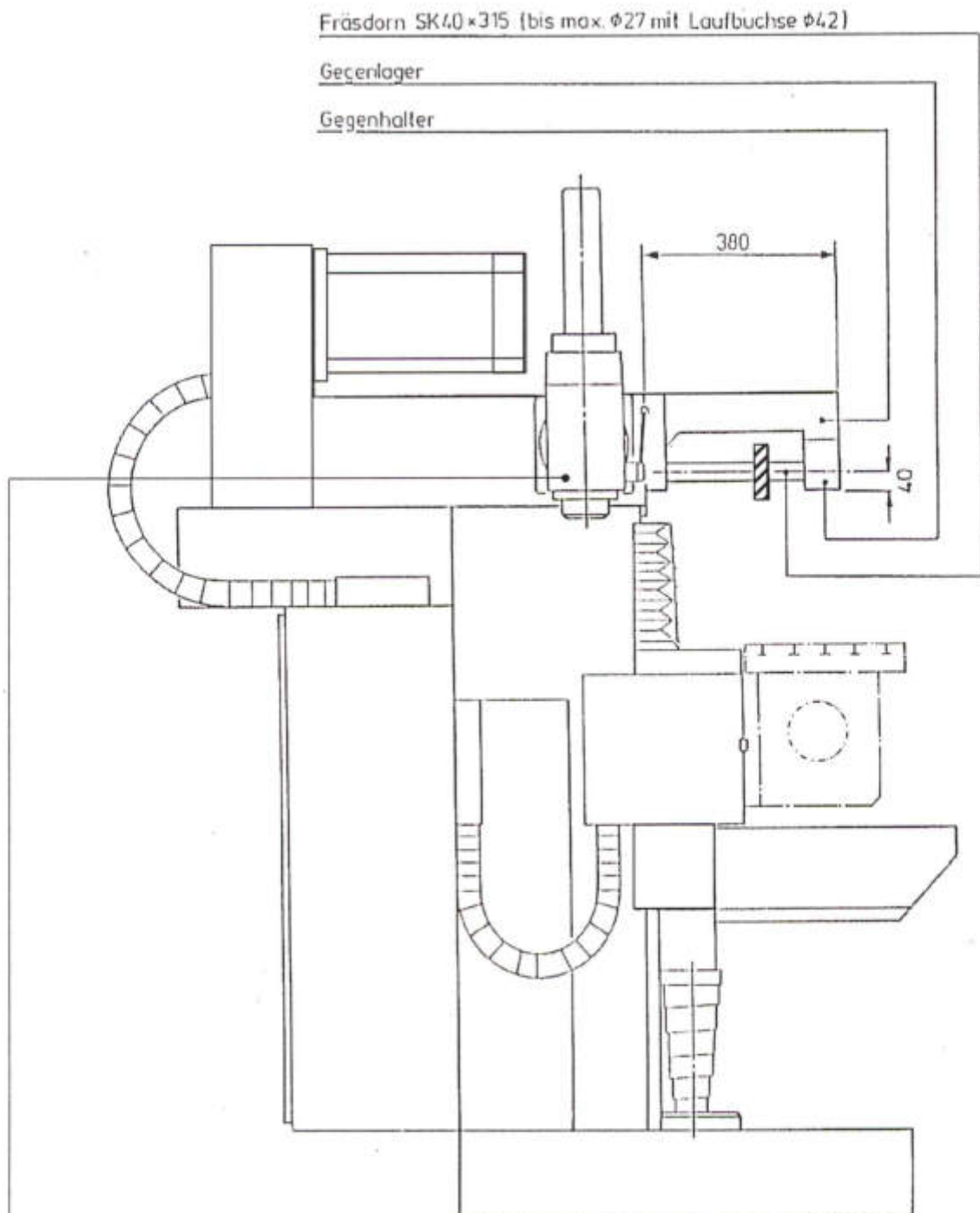
Vorsicht!

Die Frässpindel darf vor dem Drehrichtungstest nicht über die CNC-Steuerung gestartet werden.

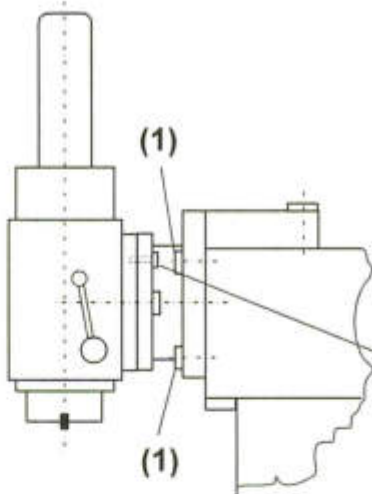
Bei vorhandener Kühlmiteleinrichtung ist das Drehfeld über den Pumpenmotor prüfbar. Nach Einschalten der Kühlmiteleinrichtung kann an der Motorwelle zwischen Motor und Pumpenfuß die Drehrichtung (siehe Pfeil auf Pumpenmotor) festgestellt werden.

Frästisch	Aufspannfläche Aufspan-Nuten Nutenbreite Nutenabstand	700x350 mm 5 14H7 mm 63 mm
Arbeitsbereich (manuell)	Längs (X-Achse) Quer (Y-Achse) Vertikal (Z-Achse)	500 mm 300 mm 400 mm
Max. Abstände	Tischoberkante bis Horizontalspindelmitte Tischoberkante bis Vertikalkopfunterkante	140 – 540 mm 430 mm
Frässpindel	Werkzeugaufnahme Drehzahlen horizontal Drehzahlen vertikal Pinolenhub Vertikalkopf beidseitig schwenkbar	SK40 1 – 3000 min-1 1 – 3000 min-1 60 mm 90°
Vorschub Eilgang Vorschub Eilgang	Längs und Quer Vertikal Längs und Quer Vertikal	2000 mm/min 4000 mm/min 2000 mm/min 3000 mm/min
Antriebsleistung	3000 min-1	ca. 5 kW
Gewicht	Maschine einschließlich Schaltschrank und Schwenkpult	1500 kg
Abmessungen (Verpackungsmaße)	Länge x Tiefe x Höhe	2 m x 2 m x 2m





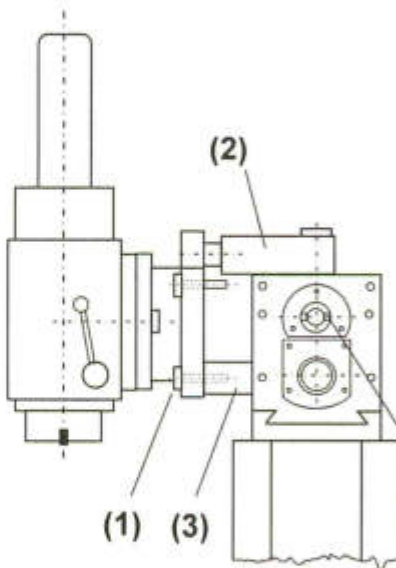
Bei Maschinen mit Werkzeugwechsler wird der Fräskopf auf die andere Seite geschwenkt!



Vertikal – Fräskopf angeflanscht!

Der Vertikalfräskopf ist mit 4 Schrauben M12 (1) mit dem Oberschlitten verbunden. Der Antrieb erfolgt vom Oberschlitten über Kegelräder zur Vertikalfrässpindel.

Absteckstift für senkrechte 0 - Stellung

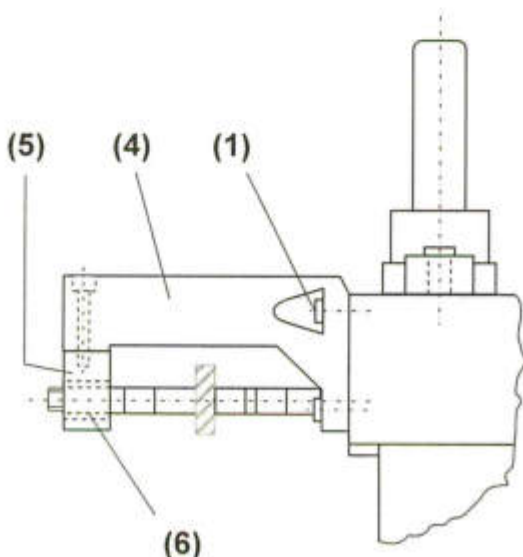


Vertikal – Fräskopf weggeschwenkt!

Das Wegschwenken erfolgt:

1. Lösen der 4 Schrauben M12 (1)
2. Der Vertikalfräskopf wird bis zum Anschlag aus der Führung (2) herausgezogen.
3. Der frei am Schwenkarm hängende Fräskopf wird auf die linke Seite geschwenkt und mit einer Schraube M12 an der Aufnahme (3) befestigt.

Hier Fettfüllung

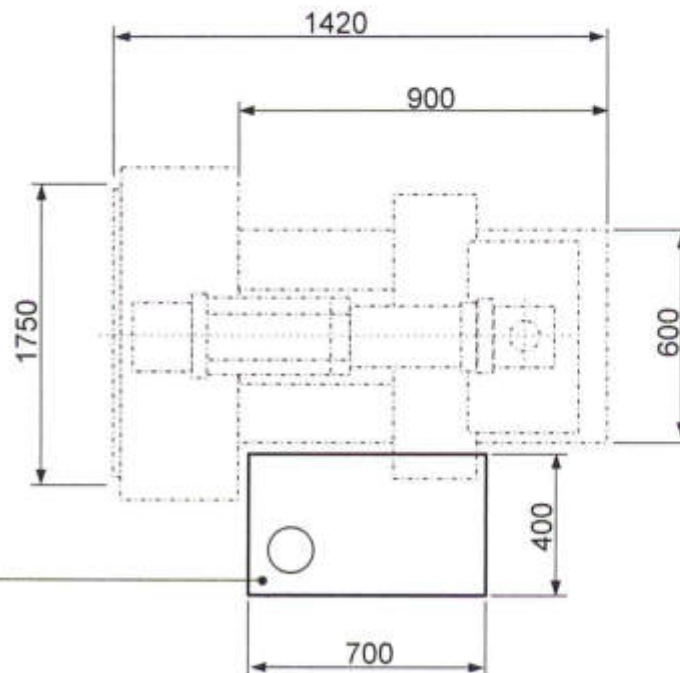
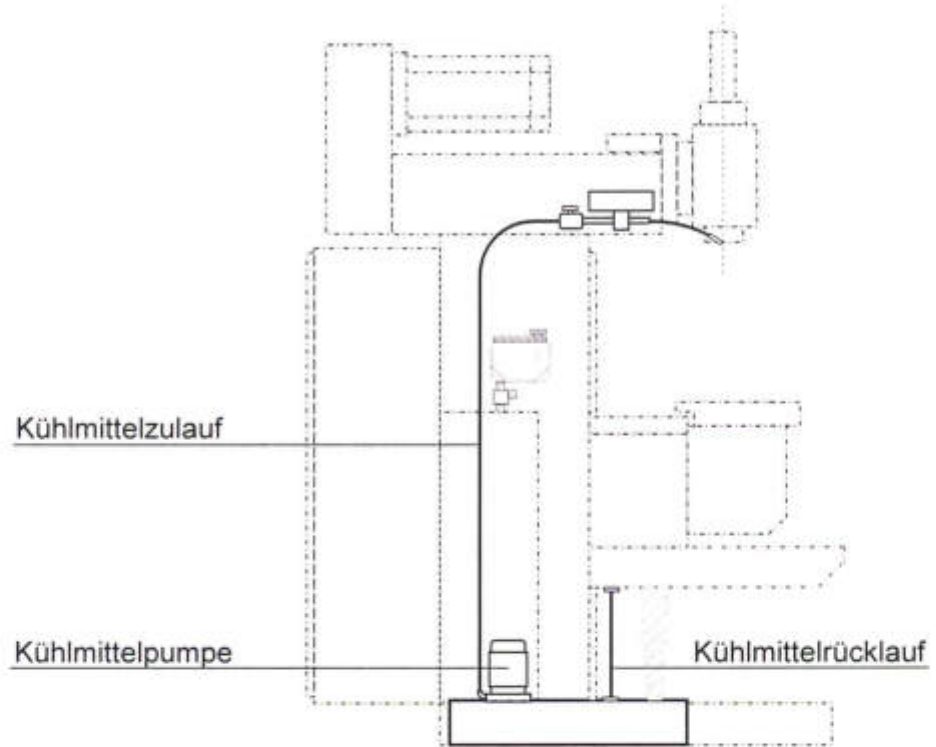


Gegenhalter angeflanscht!

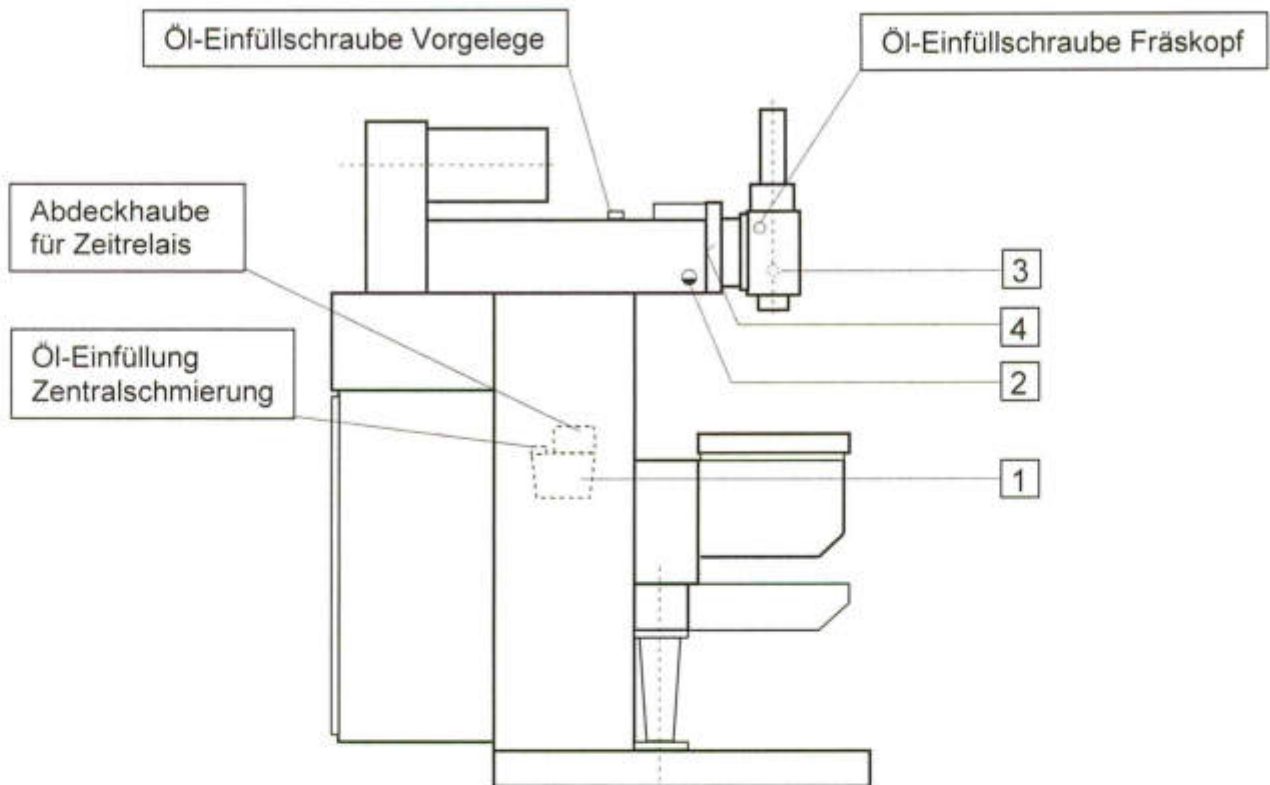
Der Gegenhalter (4) wird mit 4 Schrauben M12 (1) am Oberschlitten befestigt. Bei Fräserwechsel wird das Gegenhalterlager (5) für den Fräsdorn, nach Lösen der Schrauben, nach vorne abgezogen. Nach dem Einsetzen des Fräasers auf den Fräsdorn wird das Gegenhalterlager wieder aufgesetzt und befestigt.

Das Gegenhalterlager (6) kann mit Nadellagerung Ø42, oder mit nachstellbarer Gleitbuchse Ø42 ausgerüstet werden.

Bei größerer Spanleistung empfehlen wir ein Lager mit Gleitbuchsen zu verwenden.



Kühlmittelbehälter für Kühlemulsion oder Schneidöl
Deckel mit Kühlmittelpumpe sind zum Reinigen und Nachfüllen abnehmbar

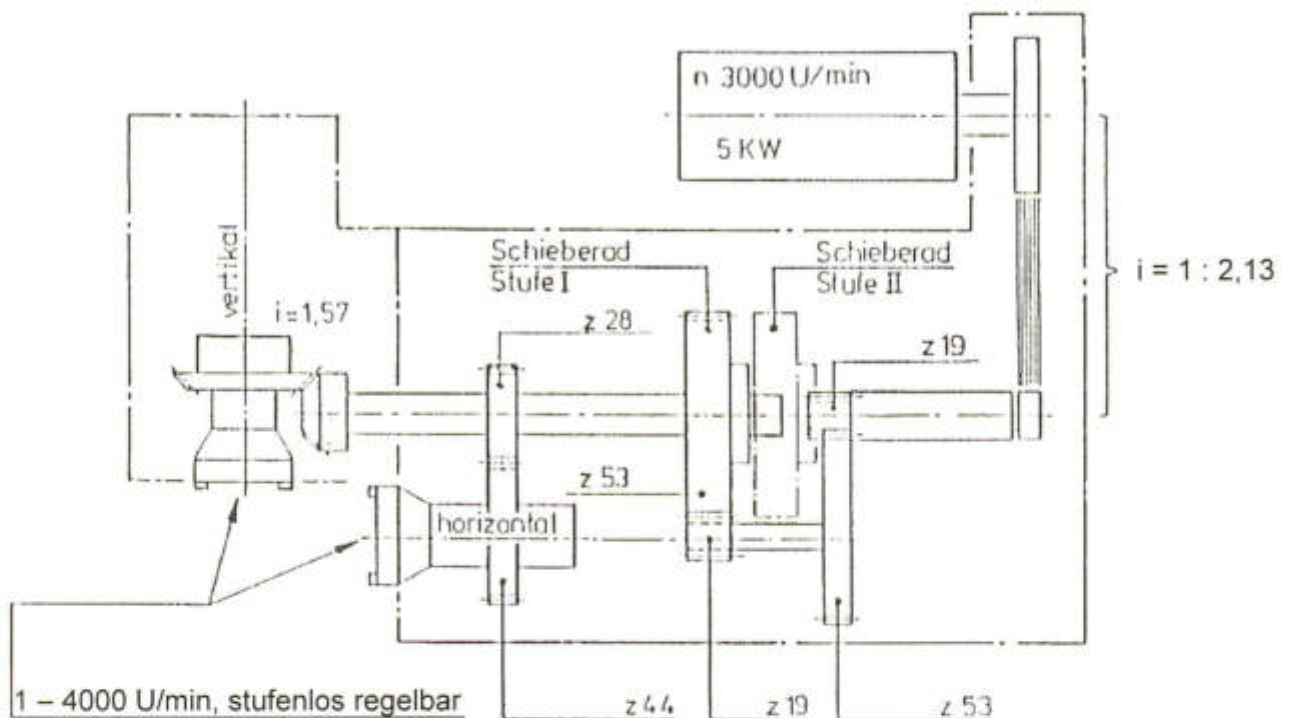


Schmierstelle	Schmierhäufigkeit	Schmierart	Menge	nach DIN
1 Zentralschmierung	Wöchentlich kontrollieren	*	ca. 2,5l	CGLP 220
2 Vorgelege	Ölwechsel jährlich	Nach Bedarf befüllen	ca. 0,75l	CL 46
3 Zahnräder Fräskopf	Wöchentlich kontrollieren	Nach Bedarf befüllen	ca. 50ml	SAE 90
4 Mitnehmer Fräskopf	Nach ca. 100 Betriebsstunden erneuern	Fettfüllung in Mitnehmernut bei abgeschwenktem Fräskopf	Nut Komplett einfetten	Klüber Altemp Q NB50

- * Bei Unterschreiten der Mindestmenge im Ölbehälter schaltet die Niveau-Überwachung die Maschine aus.
Nach Auffüllen des Behälters ist die Maschine wieder betriebsbereit.

Schmierstoff – Empfehlung:

	DIN	CASTROL	KLÜBER	TEXACO	BLASER
Gleitbahnen (Zentralschmierung)	CGLP 220	MAGNA- GLIDE D220		Way Lubricant X 220	
Werkzeugspannung + Hydraulik	CL 46	VARIO HDX		Alcor DD-Z 46	
Frässpindelantrieb - Getriebe	CL 46	VARIO HDX		Alcor DD-Z 46	
Vertikalfräskopf – Wälzlager			ISOFLEX NBU15		
Vertikalfräskopf - Kegelräder				GearTex EP A85W-90	
Wälzlager allgemein			ISOFLEX NBU15		
Mitnehmer – Vertikalkopf			ALTEMP Q NB 50		
Kühlschmierstoff	DIN	CASTROL	KLÜBER	TEXACO	BLASER
Stahlbearbeitung		SYNTILO R		Wiolan K701	
Alubearbeitung				Wiolan BFA 3000 – E 084	BLASOCUT 2000



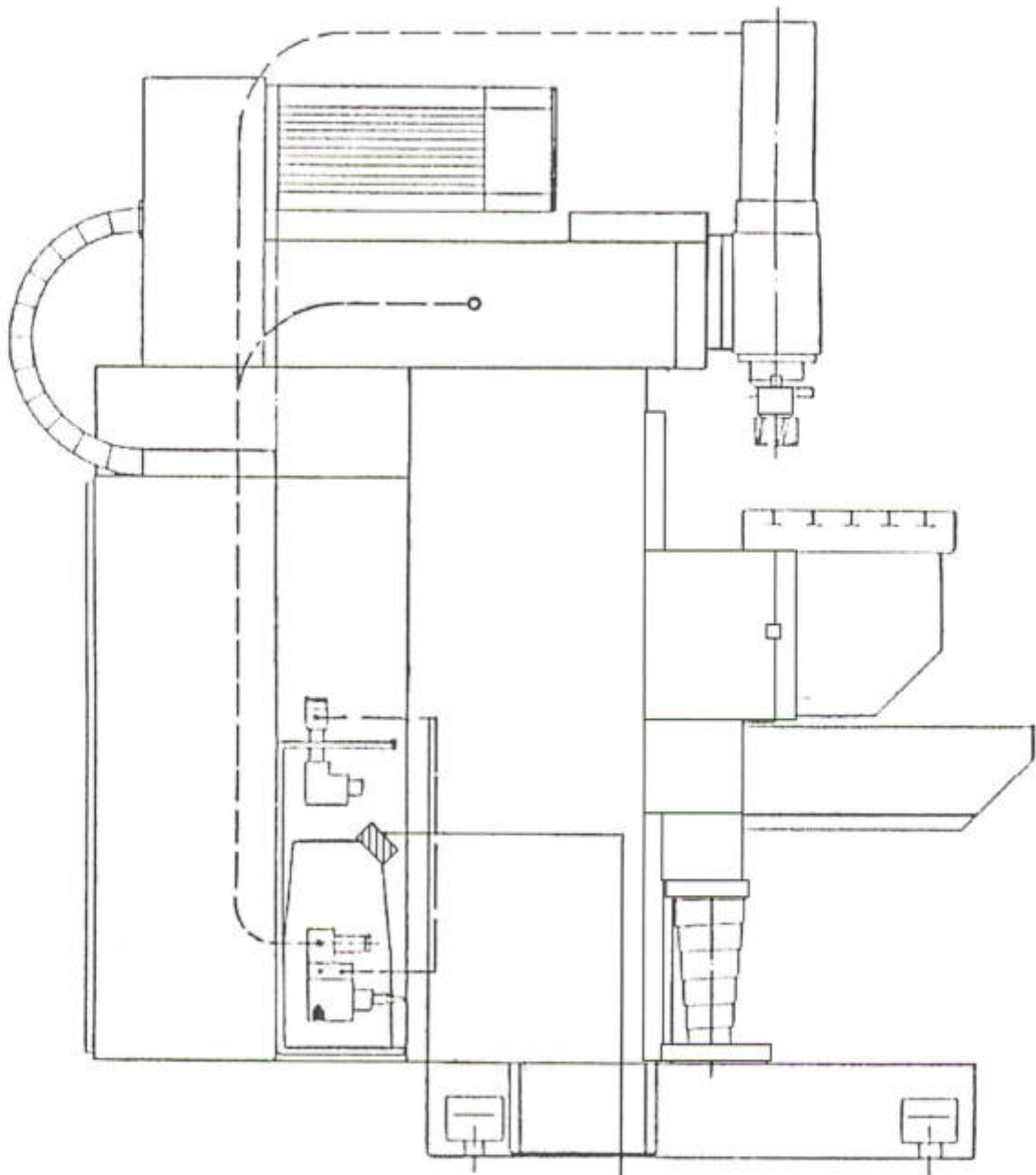
Der Hauptspindeltrieb erfolgt über einen stufenlos regelbaren Drehstrom-Servomotor mit konstantem Drehmoment vom Stillstand bis zur Nenndrehzahl.

Mit einer festen Übersetzungsstufe (Poly-V-Keilrippenriemen 813 J 20) werden die Drehzahlen in den Getriebekasten übertragen.

Ein automatisch geschaltetes Schieberad ermöglicht zwei Drehzahlreihen. Bei Schaltstufe I können Drehzahlen von 1 - 510 U/min und in Stufe II Drehzahlen von 511 - 4000 U/min gefahren werden.

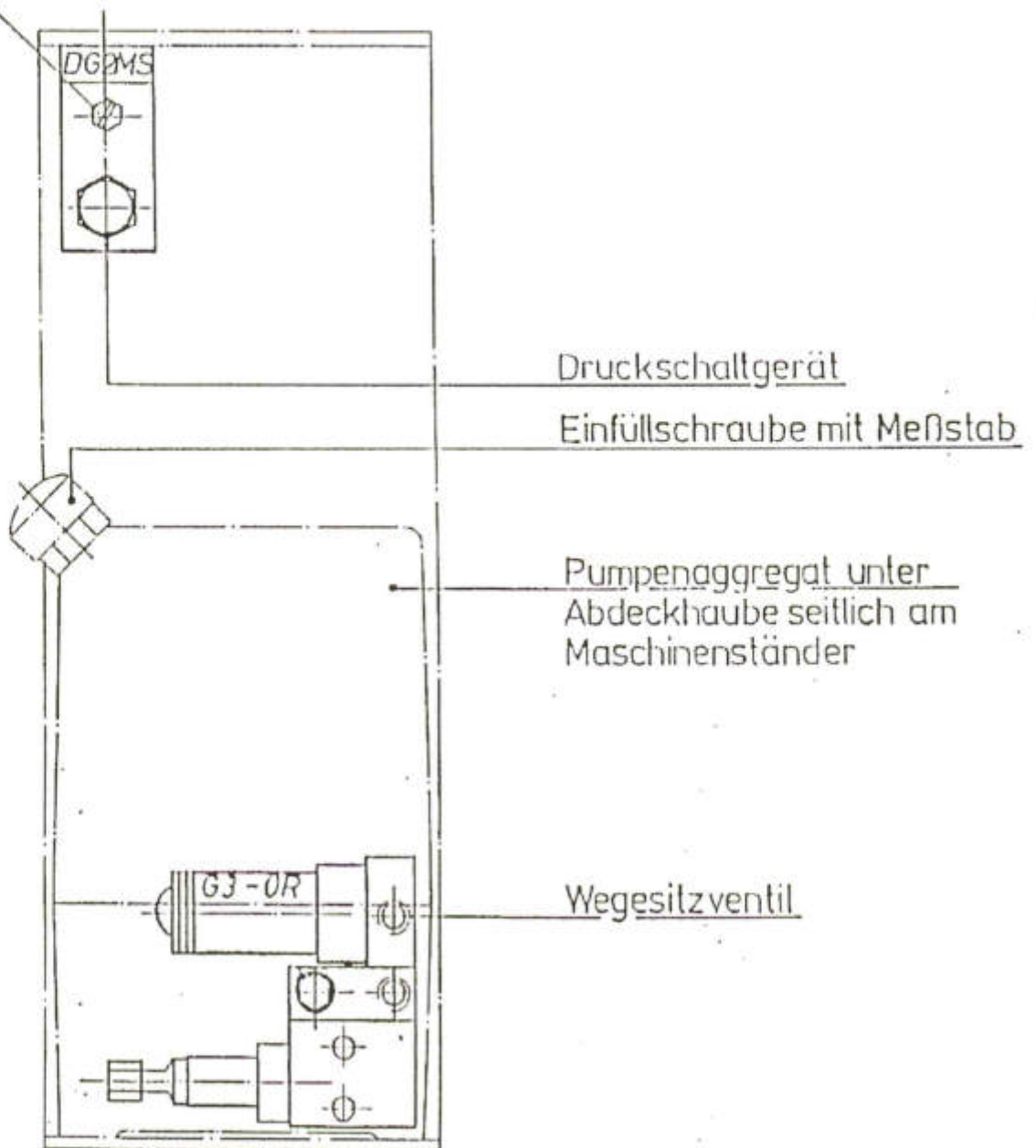
Die Drehzahlen werden im Hand- und Automatikbetrieb durch die S-Funktion angewählt. Ein Override-Potentiometer erlaubt eine Beeinflussung von -50% und +20% der programmierten Drehzahl.

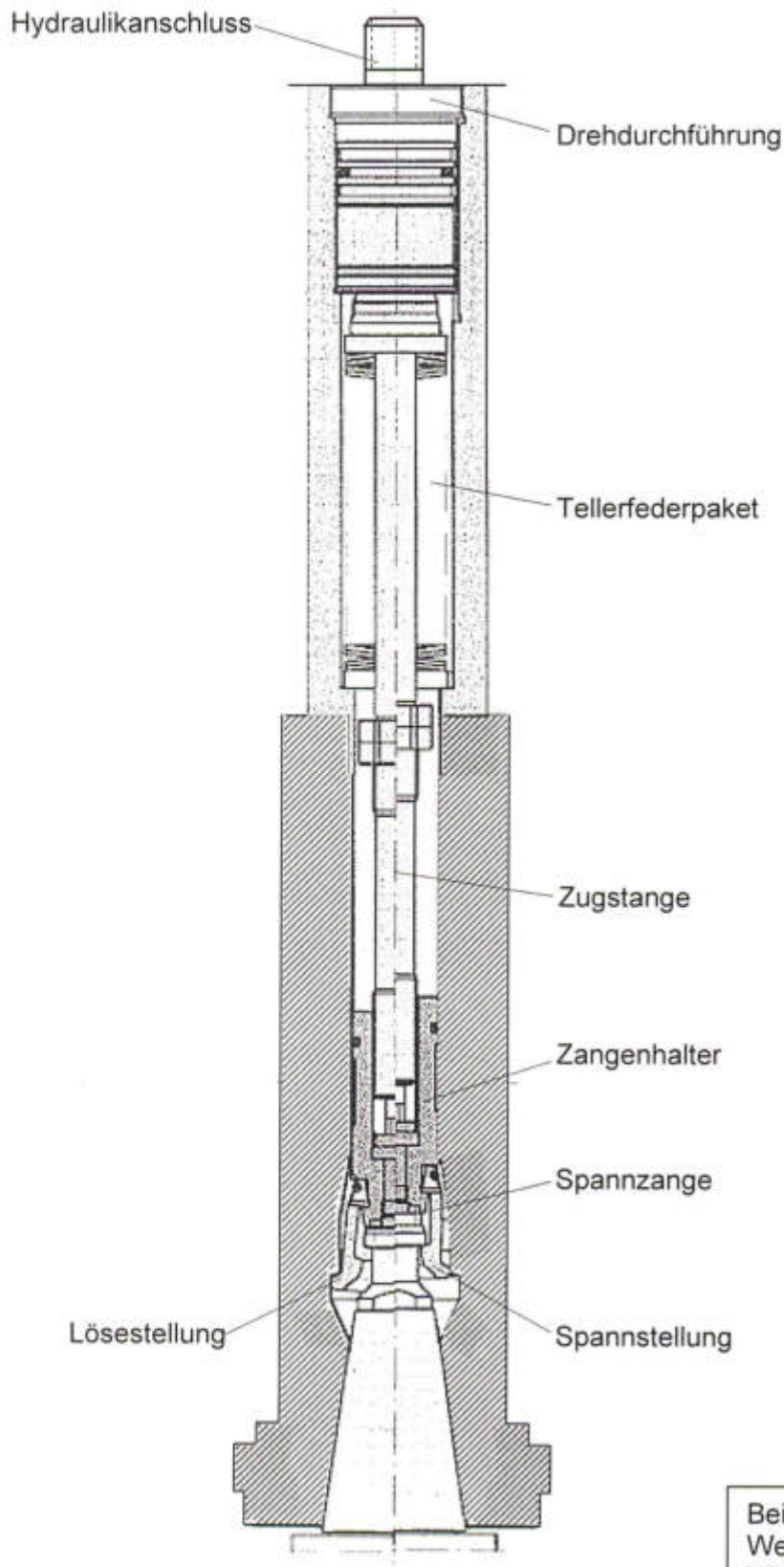
Alle Zahnräder einschließlich des Kegelradsatzes im Vertikal-Fräskopf laufen im Ölbad.



Einfüllschraube mit Messstab
Hydrauliköl ISO VG 22 o.ä. verwenden

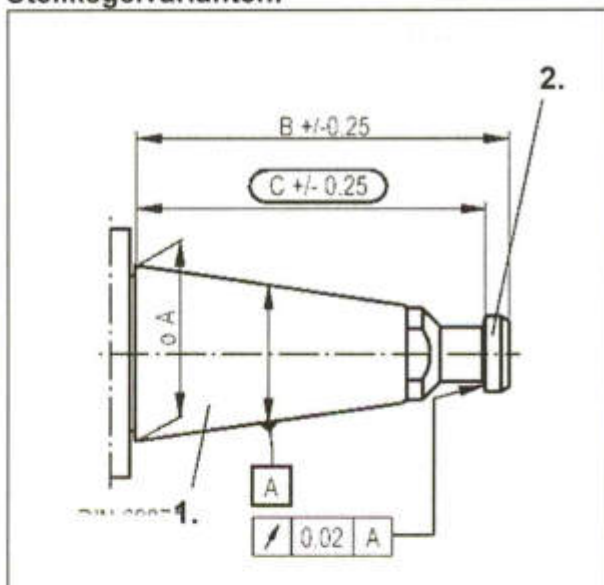
Öldruck auf ca. 100 bar eingestellt.



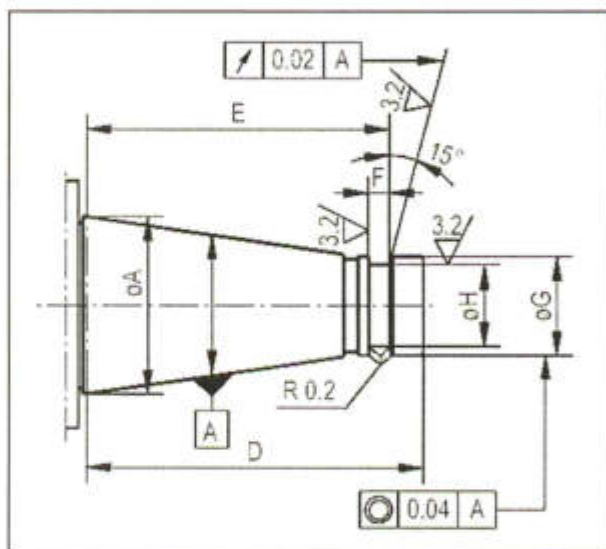


Bei Maschinen mit automatischen Werkzeugwechsler können nur Werkzeugaufnahmen nach DIN 69871 Form A mit Anzugsbolzen nach DIN 69872 verwendet werden.

Steilkegelvarianten:



1. Steilkegel DIN69871 ISO/DIS 7388/1
2. Anzugbolzen DIN69872 ISO/DIS 7388/2 Typ A



Steilkegel DIN 2080 mit „OTT-Rille“

Ein – und Ausspannen der Werkzeuge:

Beim Einspannen wird der Werkzeugschaft zuerst in die Spindel geschoben und gegen den inneren Anschlag gehalten.

Beim Betätigen der Taste „Werkzeugspannung“ wird der Werkzeugschaft automatisch nach innen gezogen und gespannt.

Es ist beim Einsetzen des Schaftes darauf zu achten, dass die Mitnehmersteine der Spindel in die Nuten des Schaftes kommen.

Beim Ausspannen muss das Werkzeug festgehalten werden bevor die Taste „Werkzeugspannung“ gedrückt wird. Während die Taste gedrückt ist kann das Werkzeug aus der Spindel genommen werden.

Nach dem Ausschalten der Frässpindel ist, aus Sicherheitsgründen, wegen des Spindelauslaufs das Ausspannen des Werkzeuges erst nach tatsächlichem Anhalten der Spindel möglich.

Das Einschalten der Frässpindel erfolgt bei Maschinen mit Hydr. Werkzeugspannung über zwei Taster. Beide Taster, „Fräser ein“ und „Start“ müssen dazu gleichzeitig gedrückt werden.

1. Werkzeug wird nicht
eingezogen

- Einstellmaß falsch eingestellt bzw. verstellt
- falsche Zange
- falsche Innenkontur der Spindel
- Hub zu gering
- Werkzeug nicht in Einzugsposition, wird nicht nachgeführt
- Anzugsbolzen zu dick bzw. außer Mitte

Ursachen

- Einstellmaß falsch, Konterung hat sich gelöst
- falsche Zange eingebaut (Werkzeugnorm)
- Bearbeitungsmaße der Spindel bzw. Lagetoleranzen nicht eingehalten
- Tellerfeder gebrochen, Schmutz in der Spindel im Getriebe
- Werkzeug wird nicht "nachgeführt", Einzugsposition falsch
- Form und Lagetoleranzen nicht eingehalten

Abhilfe

- Einstellmaß überprüfen, neu einstellen
- Zange auswechseln
- Spindelinnenkontur überprüfen
- Spanner ausbauen
- Werkzeugwechsel überprüfen
- Werkzeug auswechseln

2. Werkzeug wird nicht
gelöst

- Kolbendichtring defekt
- Drehdurchführung undicht
- kein Hydraulikdruck bzw. Hydraulikdruck nicht ausreichend

Ursachen

- Schmutz in Hydrauliköl
- zu hohe Lagerbelastung
- Hydraulikdruck wird nicht vollständig abgebaut
- Betriebsdruck wird nicht erreicht
- Werkzeug über längere Zeit in der Spindel (Passungsrost)

Abhilfe

- Hydrauliköl filtern, Kolben mit Dichtring ersetzen
- flexibler Schlauch als Ölzuführung, neue Drehdurchführung
- Hydraulikaggregat überprüfen
- Hydraulikaggregat überprüfen
- mittels Handpumpe oder Druckspeicher Druck erhöhen (ca. 160 bar)

3. Werkzeug wird während
des Arbeitsvorganges
herausgezogen

- Zange gebrochen
- Wurmfeder gebrochen
- Anzugsbolzen zu lang oder zu kurz

Ursachen

- Werkzeug falsch eingeführt
- Anzugsbolzen Lage-Rundlauf-toleranz
- Werkzeug falsch eingeführt
- Werkzeugspanner liegt außerhalb des Arbeitsbereichs (Einzugskraft wird nicht erreicht)

Abhilfe

- Zange mit Halter ausbauen und ersetzen
- Werkzeug überprüfen
- Zange mit Halter ausbauen, Wurmfeder ersetzen
- neuer Anzugsbolzen, Toleranzen beachten

Anwendung:

Der OTT-Werkzeugspanner kann bei Verwendung von Arbeitsspindeln mit Steilkegel-Werkzeugaufnahme nach DIN 2079 ein- oder angebaut werden. Für den Eingriff der Zange ist am Steilkegelwerkzeug nur eine Nut vorzusehen, so daß auch Werkzeuge anderer Maschinen direkt austauschbar bleiben.

Funktion:

Ein Tellerfederpaket (20) zieht das Werkzeug über Keilgetriebe, Zugstange (21) und Spannzanze (22) in die Arbeitsspindel. Die Haltekraft wird durch das Keilgetriebe um ein Vielfaches größer als die Spannkraft beim Einziehen des Werkzeuges. Auch bei Ausfall der Energieversorgung befindet sich das Werkzeug fest in Spannstellung. Das Lösen des Werkzeuges erfolgt über die Maschinenhydraulik.

Der Kolben (23) wird vom Druck beaufschlagt und drückt das Tellerfederpaket über Druckbolzen (24) zusammen. Die Zugstange wird in Richtung Steilkegel verschoben. Sobald die Spannzanze die Kante (25) passiert, öffnet sie sich selbsttätig.

Sollte sich das Werkzeug nicht von selbst aus der Aufnahme lösen, erfolgt das Ausstoßen über die Zugstange.

Hierauf ist der Spanner bereit für die Aufnahme des neuen Werkzeuges.

Achtung:

Bei Betrieb ohne Werkzeug ist darauf zu achten, daß periodisch Lösehübe zwischengeschaltet werden, da sonst Zerstörung der Dichtung an Drehdurchführung eintritt (Dichtung läuft trocken!)

Des Weiteren ist darauf zu achten, daß während der Drehung des Werkzeugspanners kein Hydraulikdruck ansteht (auch hier würde die Dichtung zerstört).

1. Vormontage der Zange mit Halter

- a) Auf den Zangenhalter (1) wird durch leichtes Spreizen das Füllstück (2) in die Ringnut eingesetzt.
- b) In die Gewindebohrung des Zangenhalters wird der Gewindestift (3) montiert.
- c) Die Wurmfeder (4) wird über das Füllstück geschoben.
- d) Die 4 Segmente der Spannzange (5) werden unter der Wurmfeder zwischen die Abstandhalter des Füllstückes eingesetzt.

2. Montage der kompletten Zange

- a) Der Spanner wird in Lösestellung gebracht.
- b) An dem geschlitzten Ende der Zugstange (6) wird mit etwas Fett die Kugel (7) eingestetzt.
- c) Die komplette Zange wird nun mit Hilfe des Steckschlüssels (8) in die Spindel eingeführt und auf die Zugstange geschraubt.

3. Einstellung

- a) Das vorgegebene Einstellmaß "x" (siehe Datenblatt) ist mit einer maximalen Abweichung von 0.1 mm in Lösestellung einzustellen.
- b) Das Fixieren dieser Stellung erfolgt durch Festziehen des Gewindestiftes (3) mittels Stiftschlüssel (9) und gleichzeitigem Festhalten des Zangenhalters durch Steckschlüssel (8)

Achtung!

Bei einem eventuellen Bruch eines Segmentes der Spannzange müssen alle 4 Segmente ausgetauscht werden.

Pos.	Menge	Benennung	OTT- Bestellnummer	Klassif. H
1	1	Drehdurchführung	95.100.232.4.2	II
2	1	O-Ring $\varnothing 34 \times 2$	0.926.010.030	I
3	1	Kolben komplett	95.100.393.4.2	II
4				I
5				
6	1	Tellerfedersäule	95.100.144.4.2	III
7				
8	1	Zange mit Halter (bestehend aus)	95.100.052.3.2	
9	1	Zange	95.100.151.4.1	I
10	1	Zangenhalter	95.100.040.3.1	II
11	1	Füllstück	95.100.047.5.1	II
12	1	Wurmfeder	95.000.188.5.1	II
13	1	Kugel \varnothing III	0.005401.010	II
14				
15				
16				
17				

Montagewerkzeug:

	1	Steckschlüssel	95.100.027.4.2	II
	1	Stiftschlüssel	0.974.062.006	II
	1	Einführhülle f. Koll.	95.101.009.4.1	II

Klassifikation:

I = Lagerhaltung empfehlenswert (Verschleißteil)

II = Lagerhaltung begrenzt erforderlich

III = Bei Ausfall eines Teiles kpl. Überholung des Gerätes erforderlich (nur durch Hersteller)

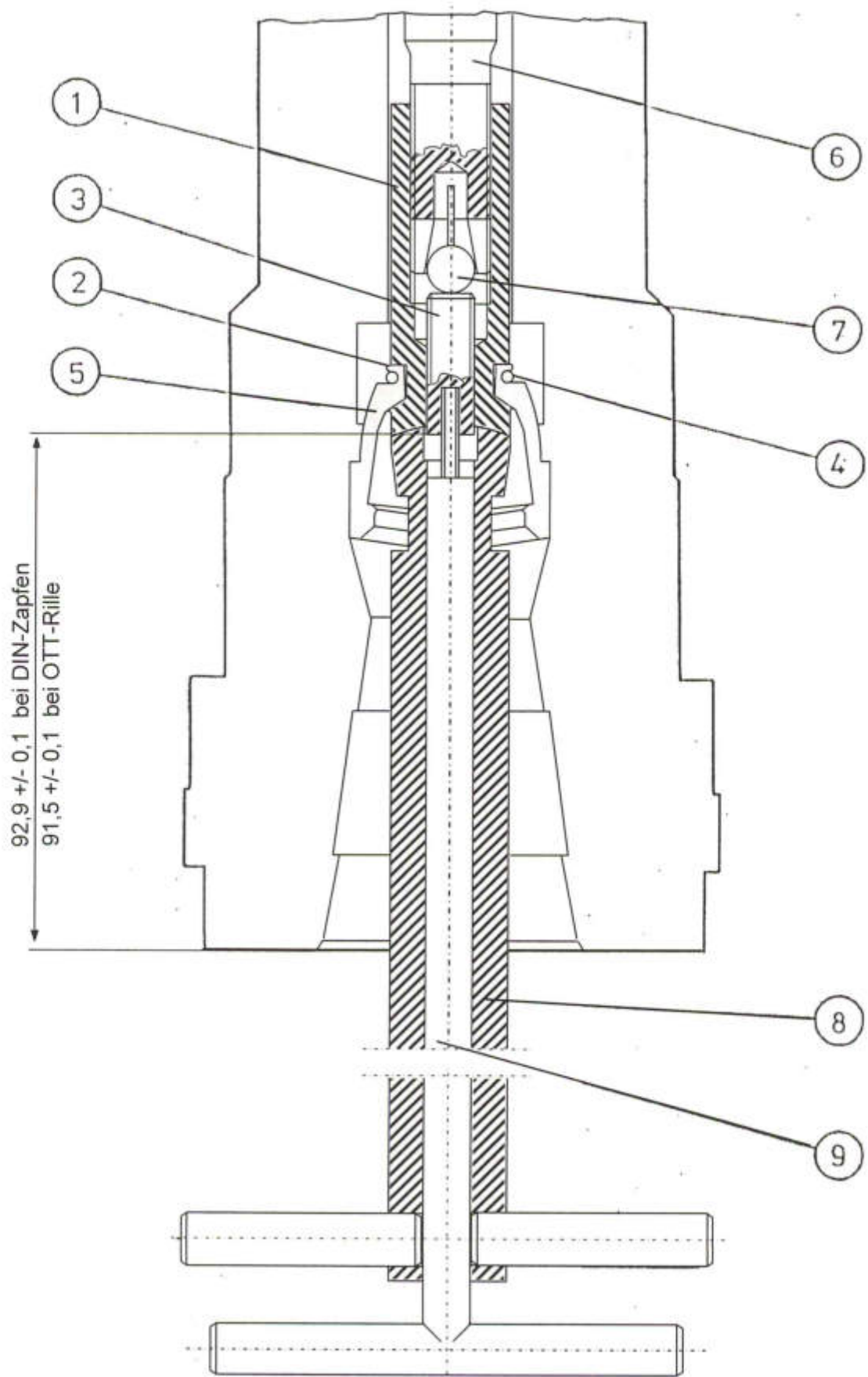
Einbau:

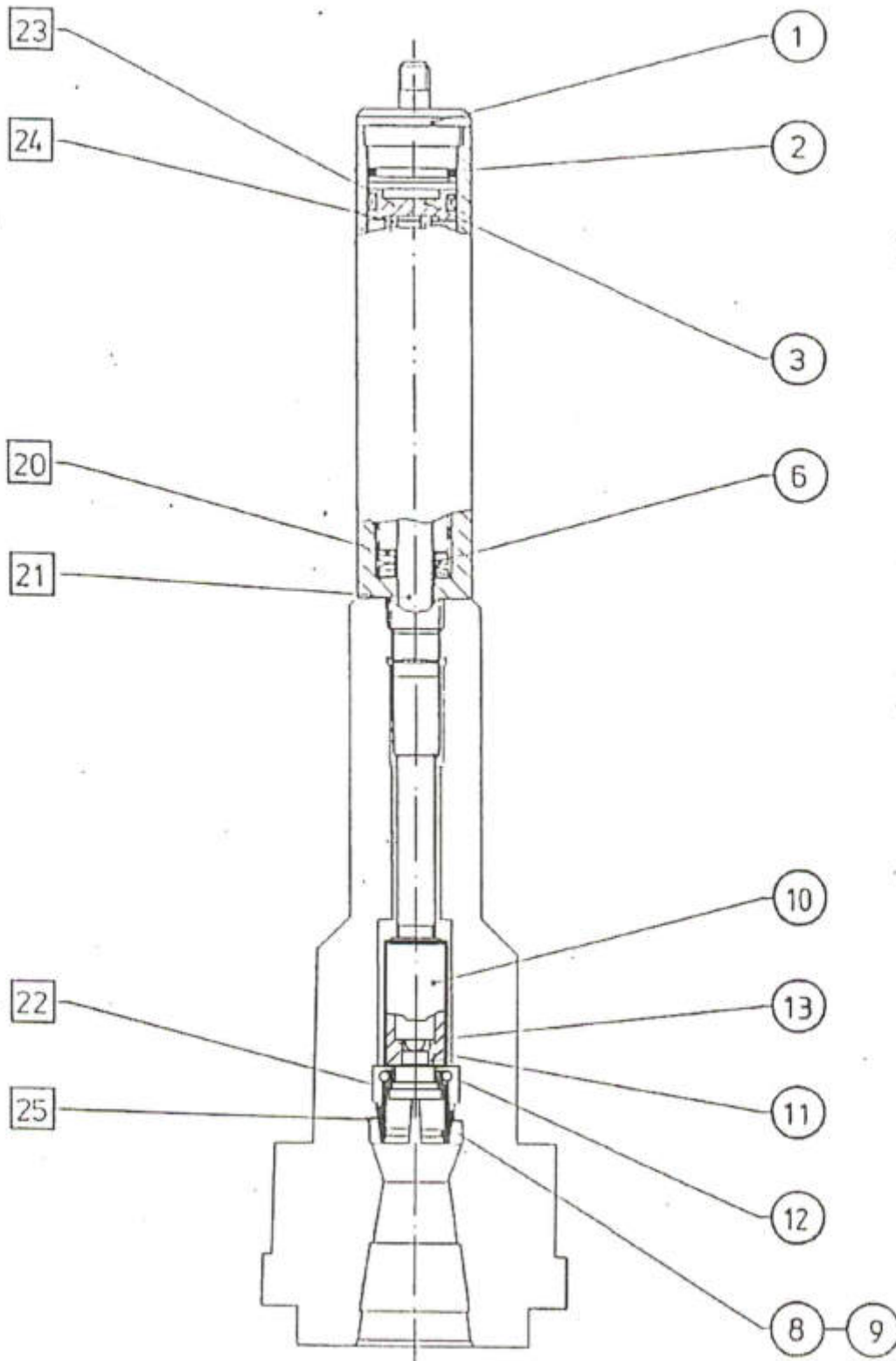
Bei dem Einbau des OTT-Werkzeugspanners sind folgende Punkte zu beachten:

1. Spindel reinigen
2. Spannzange kpl. abschrauben
3. Anschlußgewinde des Spanners reinigen
4. Einige Tropfen Loctite Nr. 242 auf Anschlußgewinde des Spanners
5. Spanner in die Spindel einschrauben und fest anziehen
6. Maschinenhydraulik anschließen
7. Zange einbauen (siehe Montage und Einstellung der Spannzange Blatt Nr. 9)
8. Hydraulik entlüften
9. Werkzeugspanner ist betriebsbereit

Bedienung:

1. Einsetzen des Werkzeuges nur bei Stillstand der Arbeitsspindel
2. Beim Einsetzen des Werkzeuges ist unbedingt zu beachten, daß ein Nachschieben des Werkzeuges erfolgen muß, bis der Spannvorgang abgeschlossen ist.

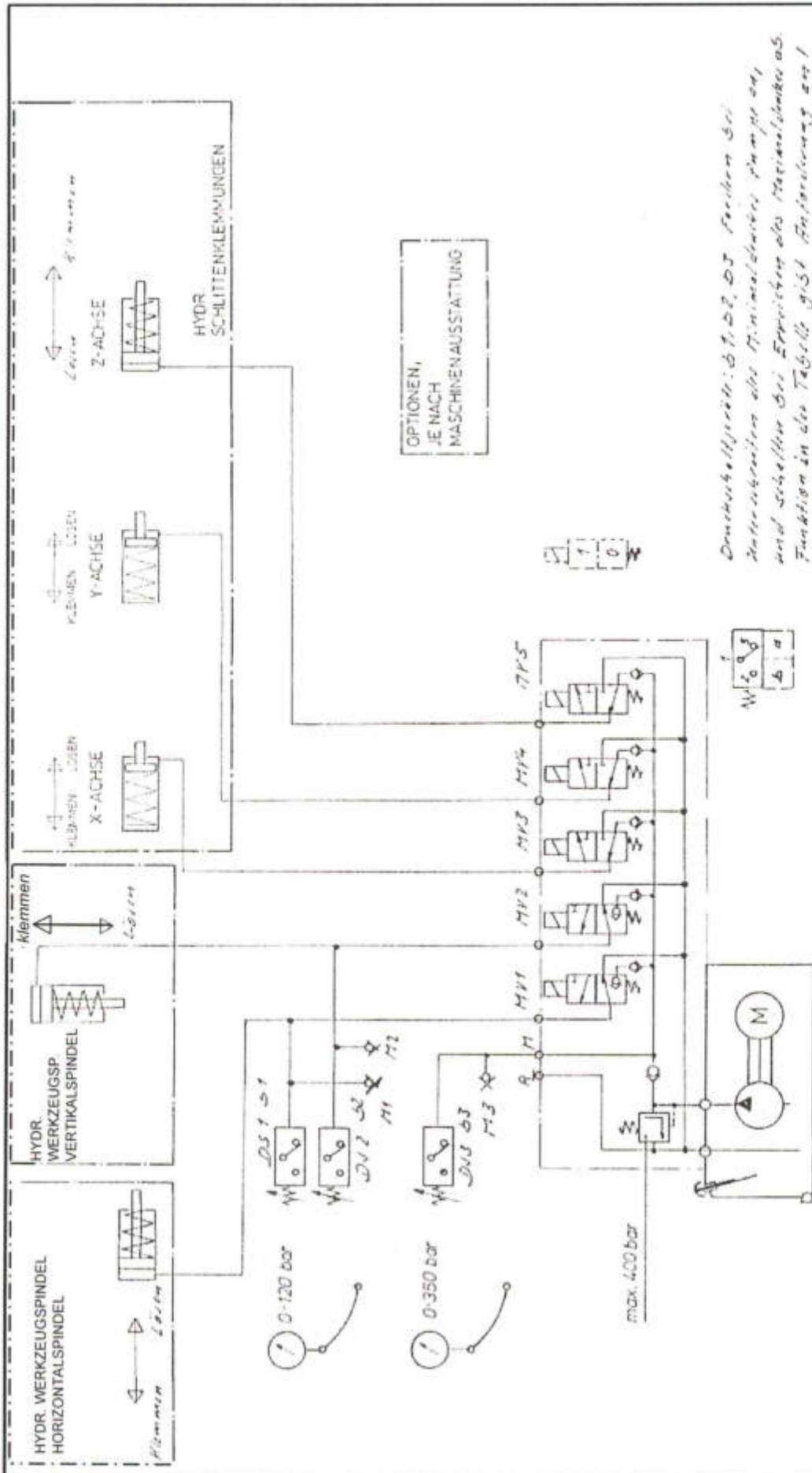




□ = Pos. zu Funktion-
beschreibung

○ = Pos. zu Ersatz-
teilliste

KUNZMANN



Durchschaltzeit: 0,1-0,2 s. Sicherer bei Antonschleusen des Minimaldruckes Pumpe an und schalten bei Erreichen des Maximaldruckes ab. Funktion in der Tabelle gibt Ansteuerung an! Nach Erreichen des Maximaldruckes schaltet Motor mit Pumpe ab.

Spindel	VERTIKALSPINDEL		X-ACHSE		Y-ACHSE		Z-ACHSE	
	Spann	Loosen	Loosen	Spannen	Loosen	Spannen	Loosen	
MV1	0	I	0	0	0	0	0	
MV2	0	I	0	0	0	0	0	
MV3	0	I	I	0	I	0	I	
MV4	0	I	0	0	0	0	0	
MV5	0	I	0	0	0	0	0	
01	0	0	0	0	0	0	0	
02	0	0	0	0	0	0	0	
03	0	0	0	0	0	0	0	

Stück	Benennung und Bemerkung	Teil	Gravur	Werkstoff	Risikocode
Gezeichnet	Datum	Name	Teil	Material	
Geprüft	5.2.31	Spä			
Gezeichnet					
Melldate					
KUNZMANN MASCHINENBAU GMBH					
Blatt Nr. 24-5					
Erstellt durch					
Erweitert durch					
Hydraulikschema					

Kurzbeschreibung

INDRAMAT-Gleichstromservoantriebe der Baureihe MDC 10 sind reaktionsschnelle Gleichstromregelantriebe mit Stillstanddrehmomenten von 2,5 bis 10,0 Nm und Nutzdrehzahlen bis 2.000 min⁻¹.

Die Motorbaureihe MDC 10 wurde zum Betrieb mit INDRAMAT-Thyristor- oder SELEKTOR-Regelverstärkern, insbesondere als durchregelbare Vorschubantriebe für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen entwickelt.

Für den Einsatz im Späneraum von Werkzeugmaschinen sind die Servomotoren, mit Ausnahme der vorderen Wellendurchführung, in Schutzart IP 65 ausgeführt.

Konstruktionsmerkmale:**Das Feld**

Ist 4-polig und aus Permanentmagneten bewährten Materials.

Der Läufer

Ist eisenbehaftet und entsprechend den Feldeigenschaften optimiert. Er verfügt über eine hohe Wärmekapazität für zeitlich begrenzte Überlastungen.

Die Rotorlagerung

Ist mit wartungsfreien Wälzlagern ausgeführt. Das vordere Flanschlager ist

für eine fliegende Anordnung von geradzahnten Stirnrädern oder Zahnriemenscheiben ausgelegt.

Der Tachogenerator

Ist ein 4-poliger Permanentmagnethohlwellentacho mit hoher EMK und geringer Störspannung.

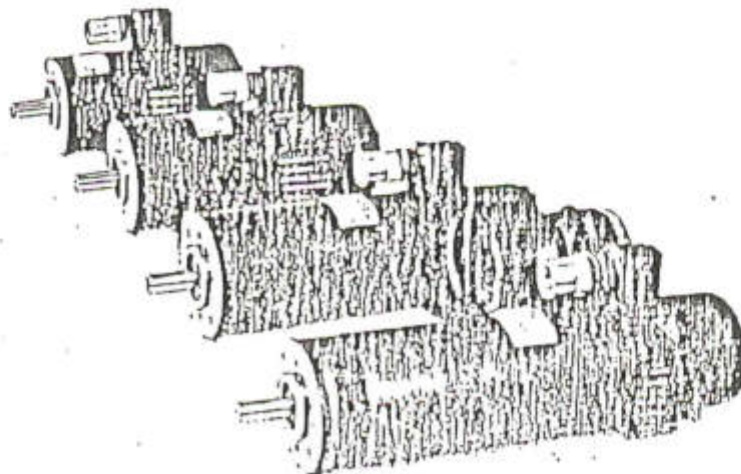
Er ist mit Hilfe eines Spannelementes kraftschlüssig und absolut starr auf die Motorwelle aufgezogen.

Eine elektrisch löfzbare Bremse

Mit 24 V Gleichspannungsbetätigung ist in das hintere Lagerschild integriert. Die Bremse ist für die "Not-Aus"-Funktion und zum Fixieren des Servomotors gegen äußere Momentenwirkungen bei abgeschaltetem Regler vorgesehen. Die Bremse ist mit einer Freilaufdiode und einer Schutzdiode gegen Fehlpolung beschaltet.

Meßwertgeber für Positionsregelungen

Zum Anbau beliebiger Meßwertgeber mit und ohne Meßgetriebe wird der Servomotor auch mit einem zweiten Wellenende und einem Befestigungsflansch ausgeführt. Standardgeräte stehen als Anbausätze mit Schutzgehäusen zur Verfügung.



MDC 10

A. Aus- und Einbauanleitung für Tachoanker

Achtung:

Bei allen Arbeiten am Tachoanker ist darauf zu achten, daß keine Beschädigung der Wicklung verursacht wird. Desweiteren ist es nicht zulässig, die Feldmagnete des Tachos im Joch zu lösen, weil dadurch eine Verschlebung der neutralen Zone auftritt, die in einfacher Weise nicht korrigierbar ist.

Werden Tachoanker mit eingeschlagener Serien-Nr. ab 3051 mit Tachos der Serien-Nr. bis 3050 gewechselt, müssen wegen geänderter Tachopolung die Anschlußdrähte rot und blau auf der seitlich angeordneten Leiterplatte getauscht werden.

1. Ausbau des Tachoankers

1.1 Deckel ① abnehmen, Haube ② abziehen.

1.2 Tachokohlebürste ③ entfernen und dabei einzeln kennzeichnen, damit eine spätere Montage in demselben Köcher und derselben Einbaulage vorgenommen werden kann. Siehe hierzu auch Rückseite.

1.3 Abziehvorrichtung ④ mittels Schrauben ⑤ auf dem Tachoanker ⑥ befestigen.

1.4 Tachoanker ⑥ unter Abstützung gegen die Motorwelle ⑦ von dieser abziehen (Drehen der Schraube ⑧ im Uhrzeigersinn).

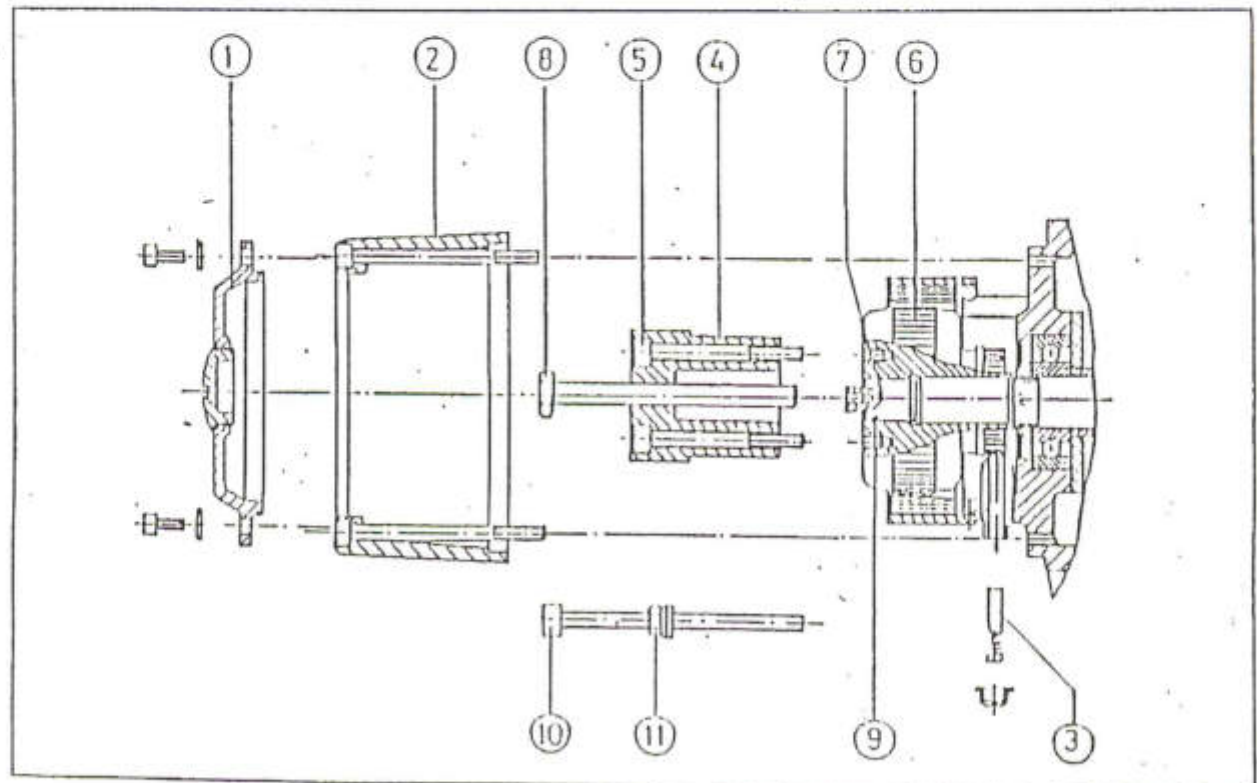
2. Einbau des Tachoankers

2.1 Neuen (!) Toleranzring ⑨ auf die Motorwelle ⑦ aufschleiben. (Jeder Toleranzring ist nur 1 x verwendbar!)

2.2 Vorrichtung ④ ohne Schraube ⑤ auf neuem Tachoanker befestigen und diesen auf die Motorwelle stecken. Schraube ⑩ in Motorwelle drehen.

2.3 Anker durch Rechtsdrehung der Mutter ⑪ bis zum Anschlag aufziehen.

2.4 Kohlebürsten ③ unter Beachtung der auf der Rückseite beschriebenen Vorschriften wieder einsetzen.



B. Überprüfung und Austausch von Kohlebürsten

Die Kohlebürsten an Motor u. Tacho unterliegen einem Verschleiß. Sie sind deshalb regelmäßig auf Leichtigängigkeit, Verschleiß und auf rundum gleiche Feder-
spannung zu prüfen und bei Annäherung an die nach-
stehend dargestellten Verschleißgrenzen auszutau-
schen. Ablagerungen von Bürstenstaub im Kollektor-
raum sind nach Entfernen aller Kohlebürsten mit trok-
ener Druckluft auszublauen.

Es ist zu beachten, daß jede entnommene Kohlebür-
ste stets wieder im selben Köcher und in derselben
Lage zu montieren ist.

Auf festen und ordnungsgemäßen Sitz der Verschleiß-
kappen auf den Köchern ist zu achten, damit ein ein-
wandfreier Kontakt des Federstellers zum Köcher ge-
währleistet ist.

Der Austausch der Kohlebürsten ist nur satzweise zu-
lässig. Es dürfen nur die Originalqualitäten verwendet
werden.

Wartungszeitraum beim Betrieb an:	Motor- bürsten	Tacho- bürsten
Werkzeugmaschinen [h]	1000	2000
Bandanlagen- Pressenzuführungen [h]	500	500

C. Überprüfung und Austausch von Luftfiltern

Innenbelüftete Motore besitzen einen Ventilator mit
vorgebauter Luftfilterscheibe. Die Filterscheibe reinigt
die angesaugte Kühlluft von festen Schmutzstoffen.
Je nach Verschmutzungsgrad der angesaugten Luft
muß der Filter von Zeit zu Zeit gereinigt bzw. aus-
getauscht werden.

Reinigung:

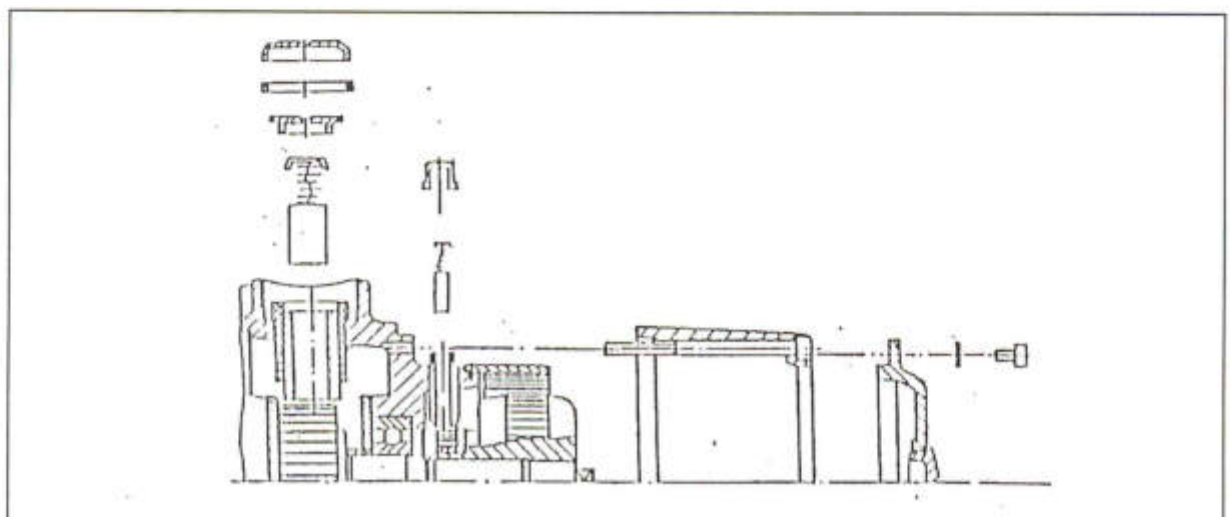
Ausspülen in Wasser (bis ca. 40° C, evtl. Zusatz von
Feinwaschmitteln) oder - in Extremfällen - in Benzin.
Auch Ausklopfen oder Ausblasen mit Preßluft möglich!
Auswringen vermeiden! Bei Ausspritzen mit Wasser
scharfen Wasserstrahl vermeiden!

Bei Austausch beachten:

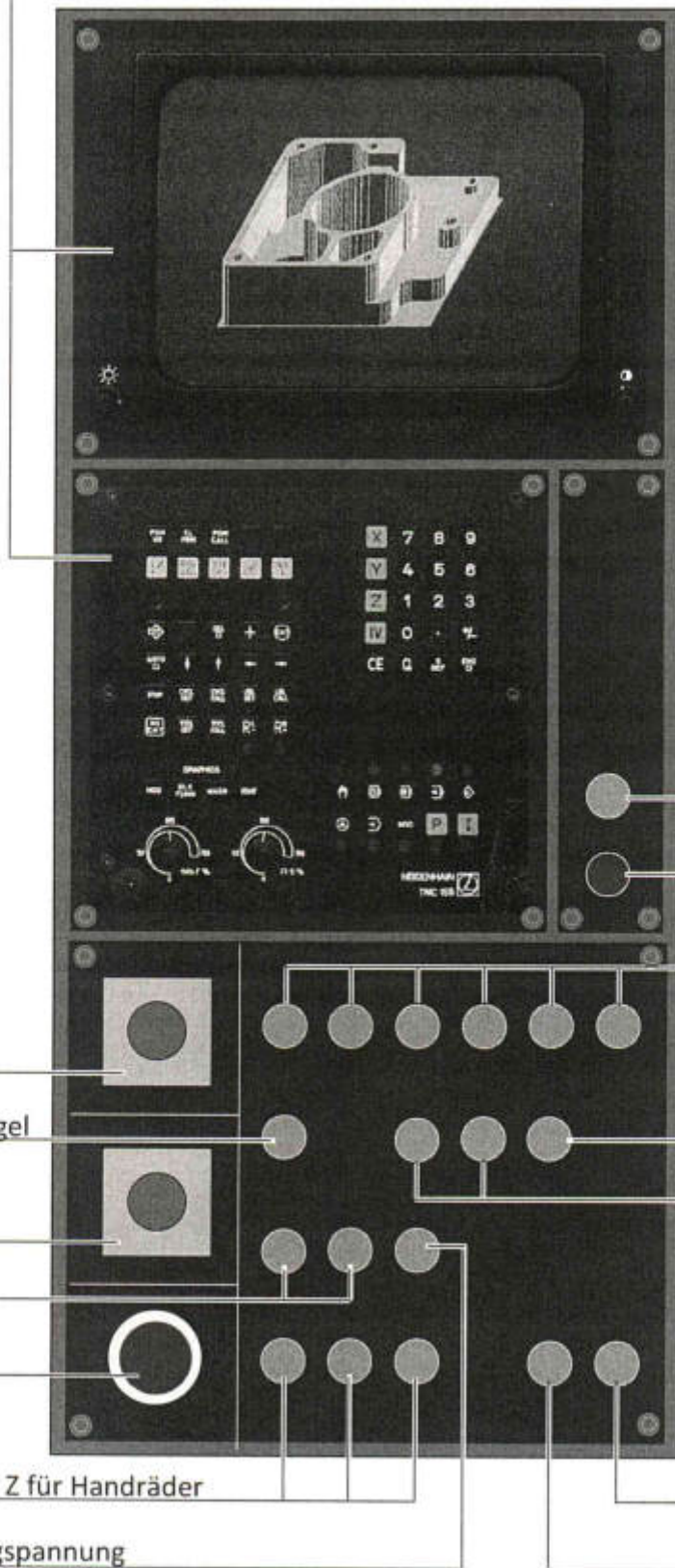
Staubluftseite: offene Struktur - Reingluftseite: ge-
schlossene mit Bindemittel verfestigte Struktur.

Bestellbezeichnung:

Filtermatte Type P 15/500, 100 ø, Bestell-Nr. 216 999/5



Beschreibung für Bildschirm und Tastatur
siehe Benutzer-Handbuch TNC155



Spindel Poti

Anzeige Ölmenge

Vorschub Poti

Fräser Ein - Aus

Not Aus

Bremslüfter X Y Z für Handräder

Hydr. Werkzeugspannung

NC-Start

NC-Stop

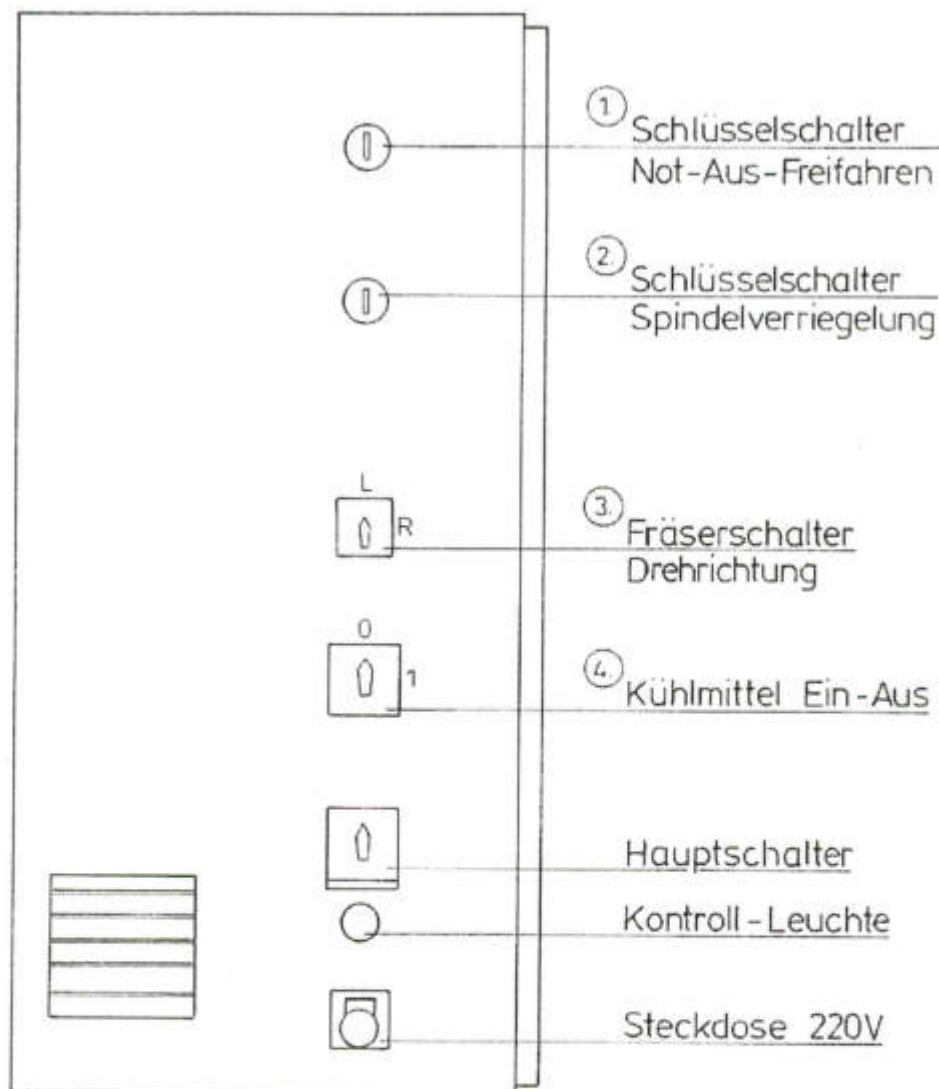
Achsrichtungstasten

Eilgang

Vorschub Ein - Aus

Fräser Start

M06-Quittierung



- ①. Nur bei angefahrenem Not-Aus-Endschalter wirksam!
- ②. Verhindert ungewolltes Einschalten der Frässpindel!
- ③. Drehrichtungsvorwahl der Frässpindel im Handbetrieb. Im Automatikbetrieb mit M 3/4.
- ④. Das Kühlmittel läuft in Stellung I. Im Handbetrieb bei eingeschalteter Frässpindel. Im Automatikbetrieb kann es mit M-Funktionen ein- (M8) bzw. ausgeschaltet (M9) werden.

Hier werden die Funktionen der Tasten des Hand- und Einrichtbedienfeldes beschrieben. Die Beschreibung und Bedienung der CNC-Steuerung ist im Bedienungshandbuch TNC 151/155 festgehalten.

1. Einschalten der Maschinen:

- Hauptschalter ein.
- Meldung SPEICHERTEST wird nach ca. 30 sek. autom. gelöscht.
- Meldung STROMUNTERBRECHUNG durch Drücken der CE-Taste löschen.

Im Monitor erscheint jetzt die Anweisung REFERENZPUNKT Z Y X ANFAHREN.

- Durch Drücken der NC-Start-Taste werden jetzt die Achsen in der angezeigten Reihenfolge angefahren, eventuell das Vorschub-Poti aufdrehen. Jede Achse wird separat gestartet!
- Danach ist MANUELLER BETRIEB automatisch angewählt.

2. Arbeiten mit Hand- und Einrichtbedienfeld:

- **Vorschub**
Zuerst wird durch Drücken der Achstaste die Bewegungsrichtung vorgewählt. Mit Vorschub-Ein wird die Bewegung gestartet, eventuell das Vorschub-Poti aufdrehen.
Die gefahrene Geschwindigkeit kann in der Statusanzeige des Monitors bei F abgelesen werden. Mit der Vorschub-Aus-Taste kann diese Bewegung wieder angehalten werden.
- **Eilgang**
Wird zusätzlich zur Achsrichtungstaste die Eilgang-Taste gedrückt, fährt der Schlitten im Eilgang. Der Eilgang ist nur wirksam, solange die Eilgang-Taste gedrückt wird!
- **Frässpindel**
Zuerst mit den Schlüsselschalter Stufe I/II den gewünschten Drehzahlbereich auswählen.
I = 0 - 380 U/Min. II = 0 - 3000 U/Min.
Durch gleichzeitiges Drücken der Fräser-Ein und Fräser-Start-Taste wird die Frässpindel eingeschaltet.
Mit dem Spindel-Poti kann nun die Drehzahl nach Skala eingestellt werden. Mit Fräser-Aus wird die Spindel ausgeschaltet.
- **Hydr. Werkzeugspannung**
Druch Drücken dieser Taste wird die Spannzange in der Werkzeugaufnahme geöffnet. Ein Werkzeug kann eingesetzt oder entnommen werden.
Achtung: Bei Werkzeugentnahme, Werkzeug festhalten.
Nach loslassen des Tasters schließt sich die Spannzange, das Werkzeug ist gespannt.
Diese Taste ist nur bei Spindel-Stop wirksam!

- **M 06 - Quittierung**
Wurde im Programm ein M 06 (Werkzeugwechsel) programmiert, ist der Taster Hydr. Werkzeugspannung im Automatikbetrieb freigegeben.
Ist der Werkzeugwechsel vollzogen, muß durch Drehen des Schlüsselschalters M 06 der Vorgang Werkzeugwechsel quittiert werden. Danach kann mit NC-Start wieder weitergearbeitet werden.
- **NC-Start / NC-Stop**
Mit diesen Tasten werden NC-Programme gestartet oder gestoppt!
- **Not-Aus-Taste**
Die Not-Aus-Taste ist in allen Betriebsarten wirksam. Nach Entriegeln der Not-Aus-Taste ist die Anlage sofort wieder betriebsbereit.
- **Anzeige Ölmenge**
Wurde die Min-Marke der Zentralschmierung unterschritten, leuchtet die Lampe Ölmenge.
Nach Auffüllen des Behälters ist die Anlage wieder betriebsbereit.
- **Anzeige Spindelverriegelung**
Mit dem Schlüsselschalter Spindelverriegelung am Schaltschrank kann das Einschalten der Frässpindel verhindert werden. Dies wird durch die Leuchte angezeigt.

Schalter an Schaltschrank-Bedienseite:

- **Schlüsselschalter Not-Aus-Freifahren**
Wurde ein Not-Aus-Endschalter erreicht, so muß der Schlüsselschalter gedreht gehalten werden und mit der Achsrichtungstaste vom Not-Aus-Endschalter heruntergefahren werden.
- **Fräser Links / Rechts**
Im Manuellen Betrieb wird hier die Drehrichtung der Frässpindel vorgewählt.
- **Kühlmittel**
Soll das Kühlmittel laufen, muß der Schalter auf I gestellt werden. Im Automak-Betrieb ist es dann über M-Funktionen (M 8/9) steuerbar.
- **Spindelverriegelung, siehe Anzeige Spindelverriegelung.**
- Rastet durch Überlast eine Kollisionsschutzkupplung aus, erscheint im Monitor die blinkende Fehlermeldung: GROBER POSITIONIERFEHLER. Die Maschine muß ausgeschaltet werden. Sie ist dann wieder betriebsbereit.

"BRINKMANN" – Elektro – Kühlmittelpumpen

I) Tauchpumpen :

Tauchpumpen sind Kreiselpumpen einfacher Bauart, bei denen das Laufrad auf der verlängerten Motorwelle sitzt. Sie werden direkt auf den Kühlmittelbehälter montiert und tauchen mit ihrem Pumpenstutzen in das Kühlmittel ein. Die Pumpen benötigen daher keine Saugleitung und keine Wellendichtung. Es ist darauf zu achten, dass der höchste Kühlmittelstand einige Zentimeter unter dem Befestigungsflansch bleibt.

II) Selbstaugende Saugpumpen der Reihe S :

Saugpumpen dieser Typen sind kleine Kreiselpumpen und arbeiten nach dem Wasser-ringprinzip. Sie saugen nach einmaliger Auffüllung bei erster Inbetriebnahme stets selbst an. Die Abdichtung erfolgt durch einen doppellippigen Wellendichtring, bzw. durch eine Gleitdichtung. Ein Überdruckventil ist nicht erforderlich. Zur Förderung von Wasser sind diese Pumpen in der Normalausführung wegen der Rostgefahr nicht geeignet. Für diesen Zweck ist es empfehlenswerte Pumpen in Sonderausführung, mit rostfreier Welle und Pumpenteil aus Bronze, zu verwenden.

III) Leitungen :

Zur Erreichung der vollen Förderleistung wird empfohlen, für die Leitungen möglichst den Durchmesser des Gewindestutzens zu wählen. Bei Reduzierung der Leitungen tritt ein entsprechender Abfall der Fördermenge ein. Krümmungen so weit wie möglich vermeiden, nur Rohrbogen, keine Krümmer verwenden. Die Regulierung der Fördermenge erfolgt durch Drosselung an der Verbraucherstelle. Ein Überdruckventil ist nicht erforderlich. Eine Überlastung des Motors durch Drosselung der Fördermenge kann nicht eintreten, da mit dem Abfall der Fördermenge der Leistungsbedarf abnimmt.

IV) Motor :

Bei Anschluss des Motors sind die Angaben auf dem Leistungsschild zu beachten. Ist der Motor für Stern dreieck gewickelt, so ist der Netzanschluss, z.B. bei 230 / 400 V wie folgt vorzunehmen:

bei niedriger Spannung von 230 Volt = Dreieckschaltung

bei hoher Spannung von 400 Volt = Sternschaltung.

Ist bei Bestellung nur eine Betriebsspannung angegeben, wird die Pumpe für die gewünschte Spannung in Sternschaltung geliefert. Bei Inbetriebnahme Laufrichtungspfeil beachten. Der Motor kann beliebig um 90° bzw. 180° versetzt werden.

Die Isolation entspricht der Klasse B. Der Motor ist damit so ausgelegt, dass für die Wicklung eine Erwärmung von 80° C über Raumtemperatur bis 40° C zulässig ist.

V) Wartung :

Die Pumpenwelle läuft in zwei Kugellagern, deren Fettfüllung für ca. 5000 – 6000 Betriebsstunden ausreicht. Nach dieser Laufzeit ist eine allgemeine Überholung zu empfehlen. Der Kühlmittelbehälter ist öfter zu reinigen, damit der Motor beim Anlaufen durch abgesetzten Schlamm nicht überlastet wird.



Montageanleitung

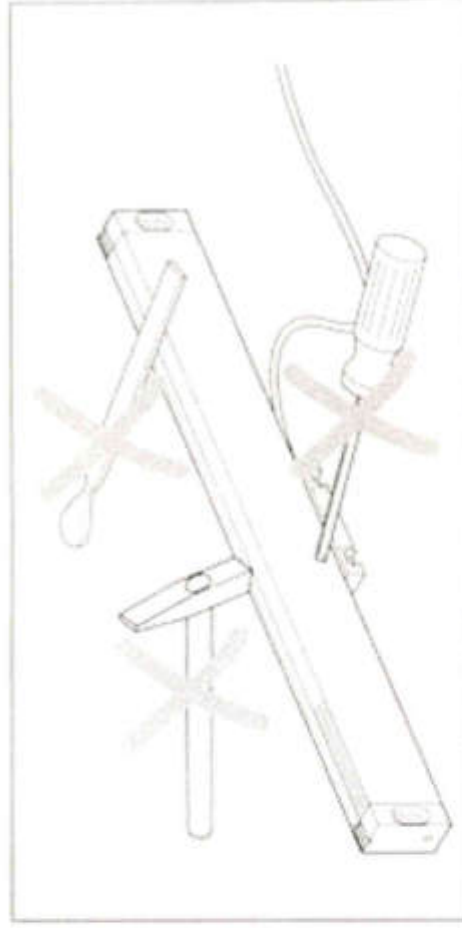
Mounting Instructions

LS 403/LS 403 C

Seite

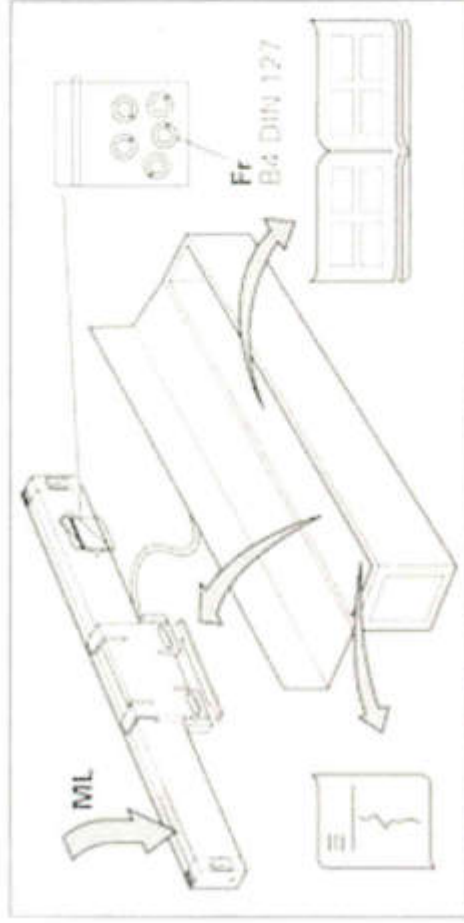
Page

3	Lieferumfang/Zubehör	3	Items Supplied / Accessories
4	Hinweise zur Montage	4	Mounting Procedure
Montage			
5	Montage-Vorbereitung	5	Preparatory Work
6	Abmessungen	6	Dimensions
8	Anbau ohne Montageschiene	8	Mounting without Mounting Spar
10	Anbau mit Montageschiene	10	Mounting with Mounting Spar
12	Abschließende Arbeiten	12	Final Steps
13	Schutzmaßnahmen	13	Protective Measures
14	Mechanische Kennwerte	14	Mechanical Data
15	Elektrische Kennwerte	15	Electrical Data



Lieferumfang/Zubehör

Items Supplied/Accessories



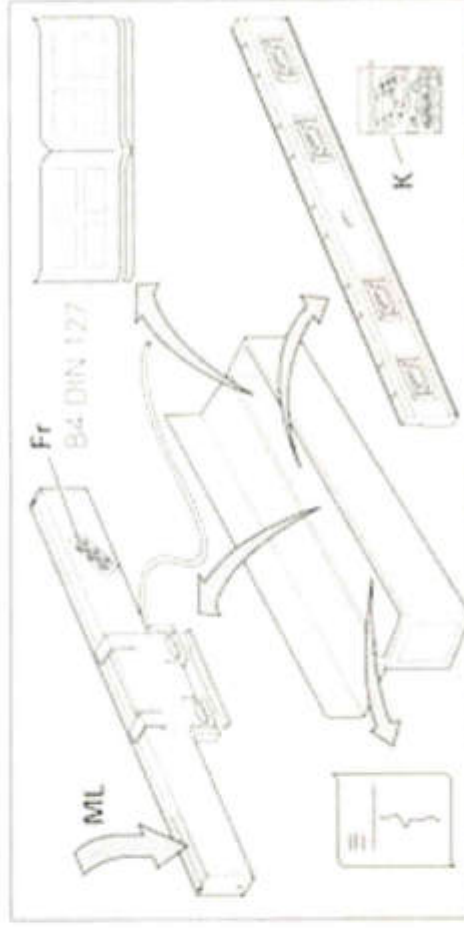
Lieferumfang für Meßlänge

ML ≤ 1240 mm.

Federlinge Fr zur Befestigung der Antasteinheit bzw. Maßstabnennwert

Items supplied for ML ≤ 48 in.

Spring washers Fr for securing the scanning unit and scale unit



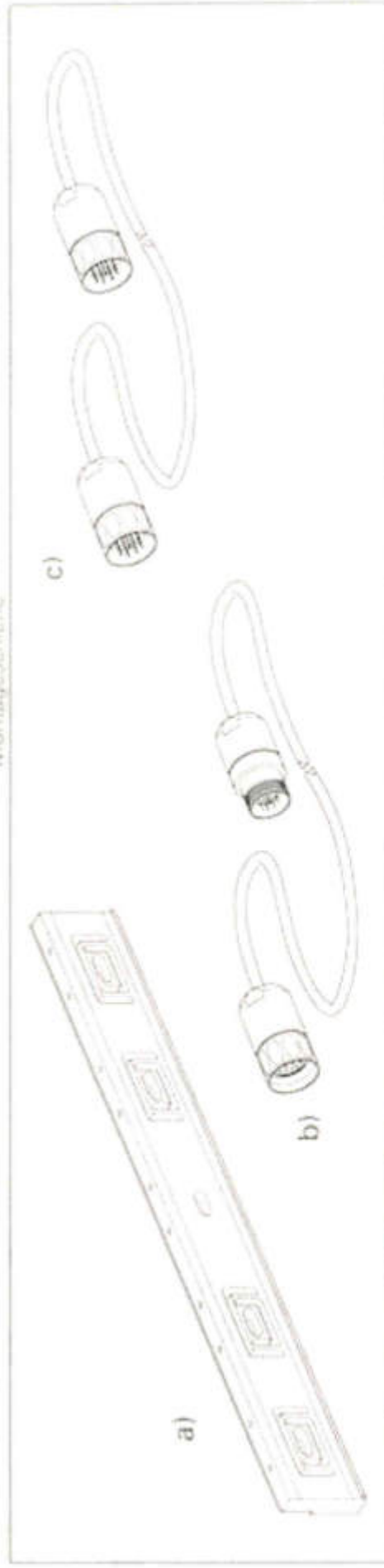
Lieferumfang für Meßlänge

ML ≥ 1340 mm.

Federlinge Fr für die Befestigung der Abtasteinheit. Kleinserie K für Montagemaschine

Items supplied for ML ≥ 52 in.

Spring washers Fr for securing the scanning unit. Bag of parts K for mounting stand



Separat bestellen:

a) Für ML ≤ 1240 mm: Montage-schiene zur Erhöhung der Vibrationsfestigkeit, für besseres thermisches Verhalten

Order separately:

a) For ML ≤ 48 in.: Mounting spar for increased resistance to vibration and improved thermal behavior

b) Verlängerungsableitung ohne Schutzschlauch für Kabel mit Stecker

Extension cable without armor tubing for cable with connector

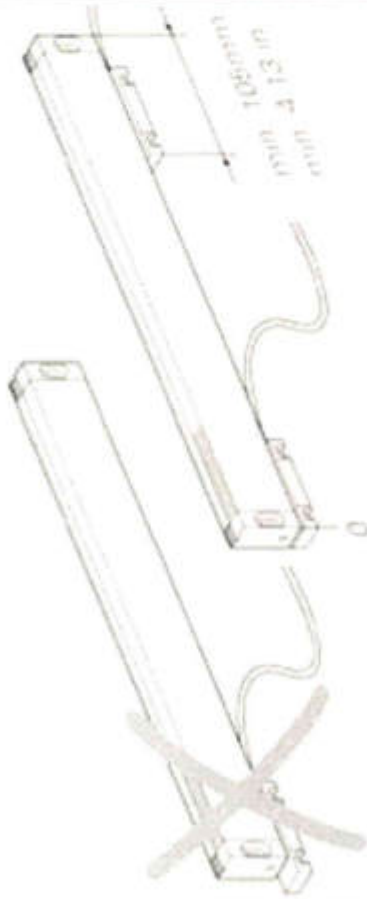
c) Verbindungskabel für Kabel mit Montagetasche

Connecting cable for cable with mounting base

Hinweise zur Montage

Mounting Procedure

ML ≤ 1240 mm ML ≤ 48 in.



ohne Montageschiene

Anbauort so wählen, daß die Abtasteinheit auf keinen Fall an die Endstücke stoßen kann.

without mounting spar

Choose mounting position to ensure that the scanning head cannot touch the end pieces

ML ≥ 1340 mm ML ≥ 52 in.

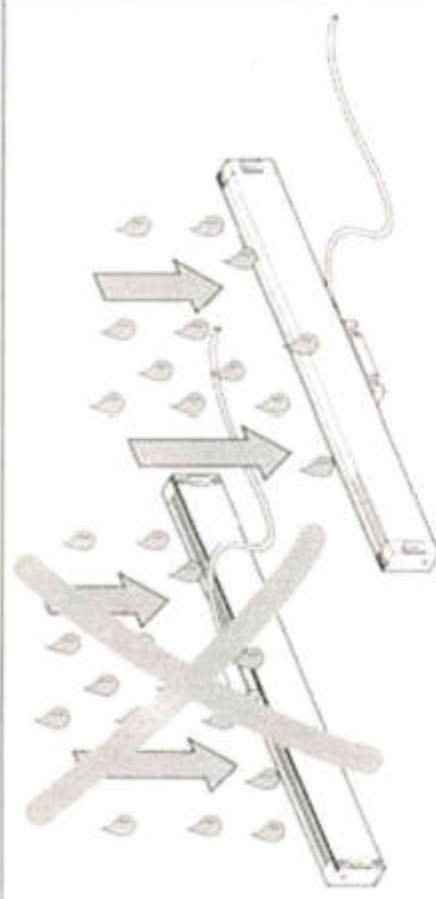


mit Montageschiene

Anbauort so wählen, daß die Abtasteinheit auf keinen Fall an die Endstücke stoßen kann

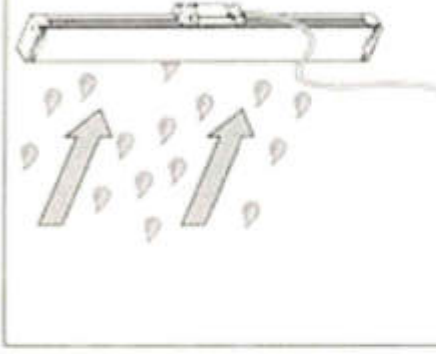
with mounting spar

Choose mounting position to ensure that the scanning head cannot touch the end pieces



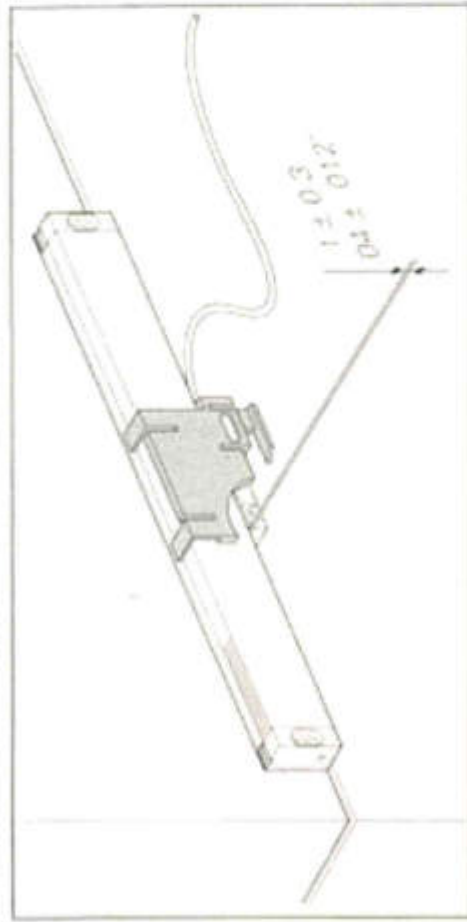
Maßstab **nicht** mit nach oben liegenden Dichtlippen montieren

Do **not** mount with sealing lips facing upwards



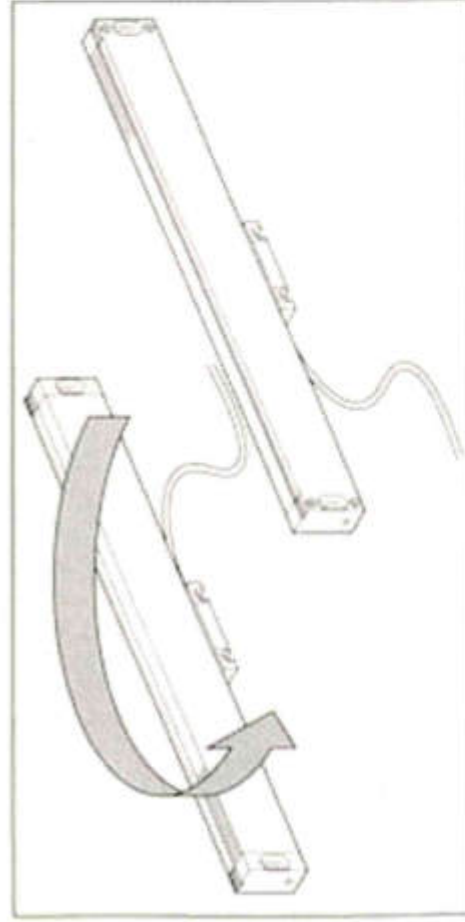
Bei vertikalem Anbau ohne Anschluß von Druckluft (siehe Seite 13) die Drainage-Schraube entfernen

When mounting vertically, remove the drain screw if compressed air is not used (see page 13)



The shipping brace can be used to adjust the scanning gap between the scanning unit and the scale.

Transportsicherung kann zur Einstellung des Arbeitsabstandes von Abtasteneinheit zur Maßstabeneinheit verwendet werden



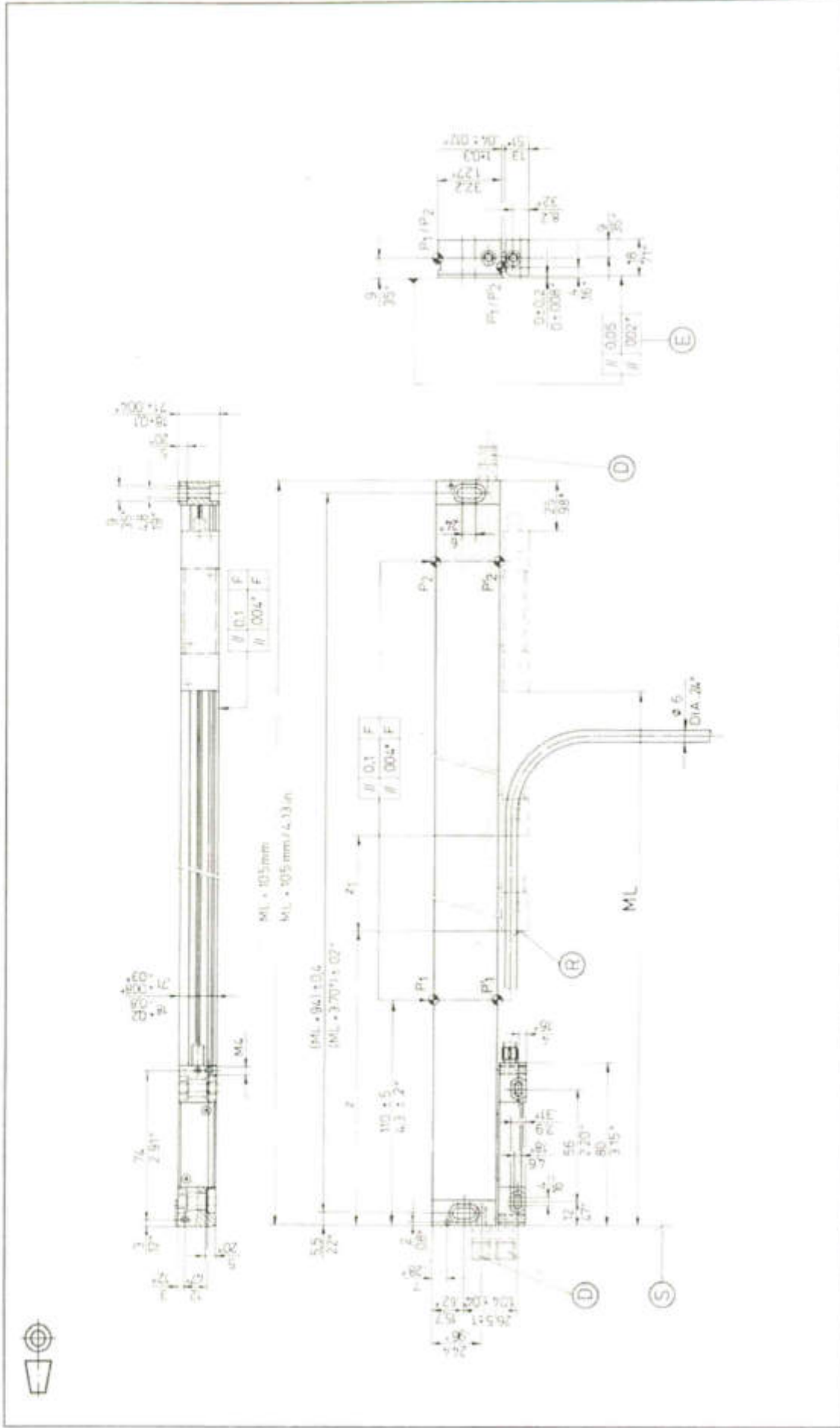
Remove the shipping brace when mounting rotated by 180° (see page 9) (only possible without mounting spar). Observe traverse range!

Bei Anbau um 180° geschwenkt (nur ohne Montagestange möglich). Transportsicherung entfernen (siehe Seite 9). Verfahrbereich beachten!



The scanning lips must stand erect over the entire measuring length. If necessary, move the scanning unit by hand.

Die Dichtlippen müssen über die gesamte Meßlänge aufgestellt sein. Gegebenenfalls Abtasteneinheit per Hand verfahren



ohne Montageschiene

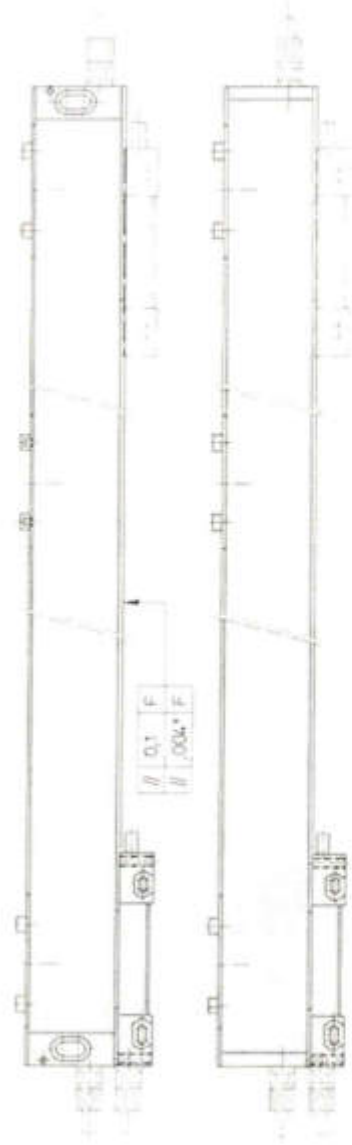
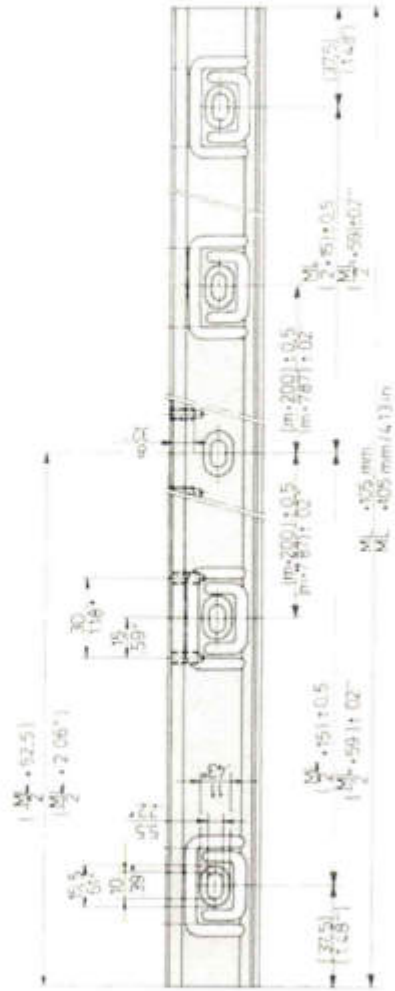
- F = Maschinenführung
- D = Druckluftanschluß
- R = Referenzmarken-Lage LS 403
- S = Beginn der Meßlänge
- P = Meßpunkte zum Ausrichten
- E = in einer Endstellung

Without mounting spar

- F = Machine guideway
- D = Compressed air inlet
- R = Ref. mark position, LS 403
- S = Beginning of measuring length
- P = Gauging points for alignment
- E = At limit of traverse



MIL	m
70	520
2.7	20.5
570	920
22.4	36
1020	1340
40	32
1440	174.0
56	68
1840	2040
72	80



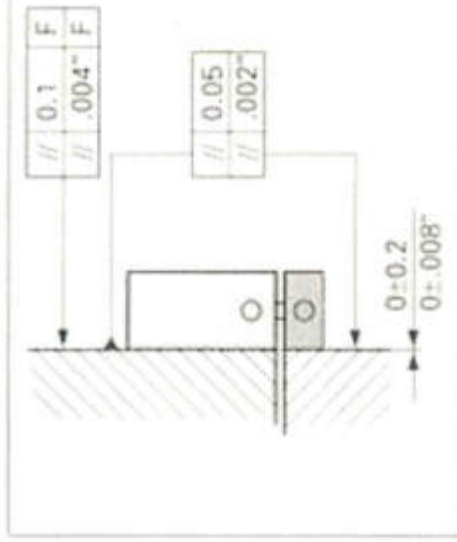
mit Montageschiene

F = Maschinenführung

With mounting spar

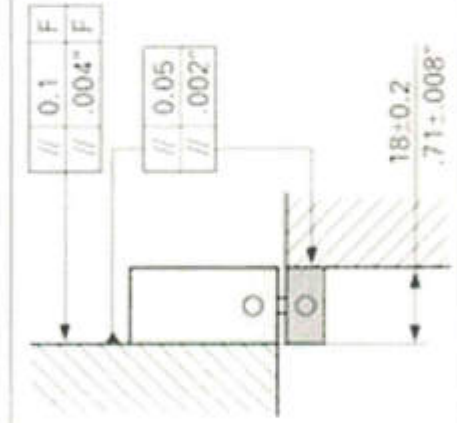
F = Machine guideway

Anbau ohne Montagesschiene

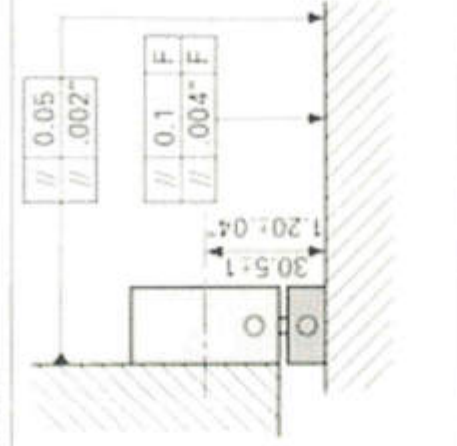


Anbautoleranzen

Mounting Without Mounting Spar

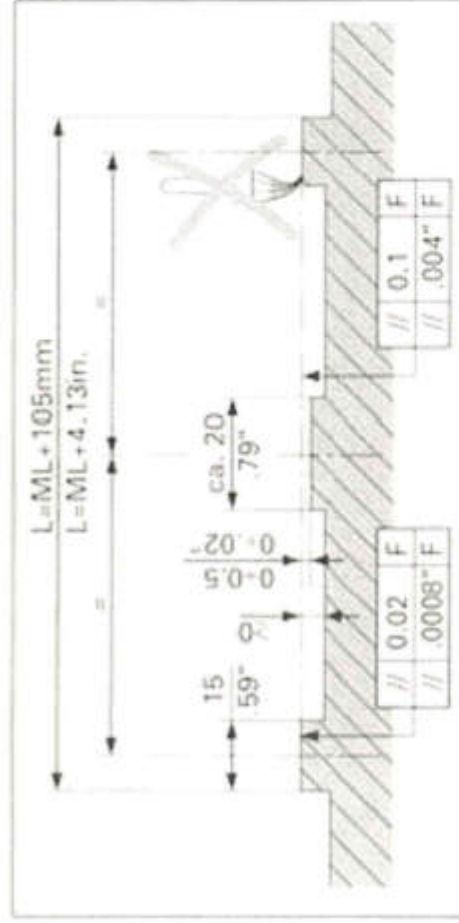


Mounting tolerances



F = Maschinenführung

F = machine guideway

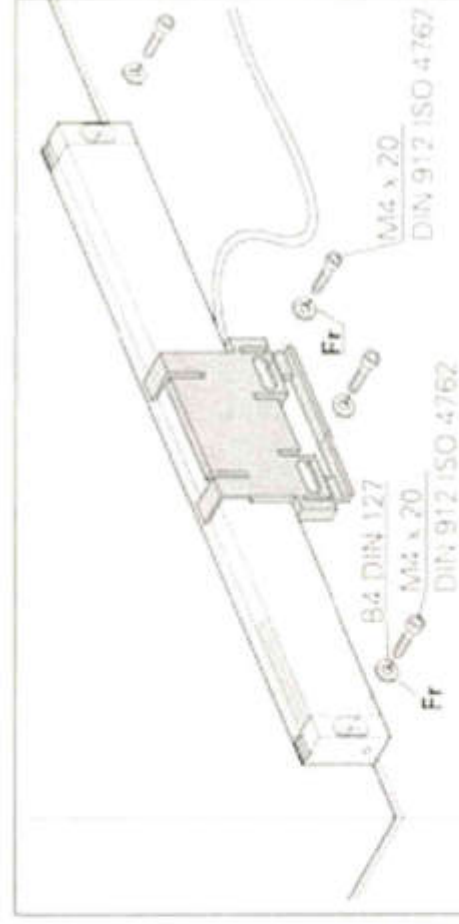


Die Anbautafel muß lackiert sein

The mounting surface must be free of paint

Bei Maßlänge ML über 620 mm in der Mitte Steg vorsehen

If the ML is over 24.4 in., provide a bridge in the middle



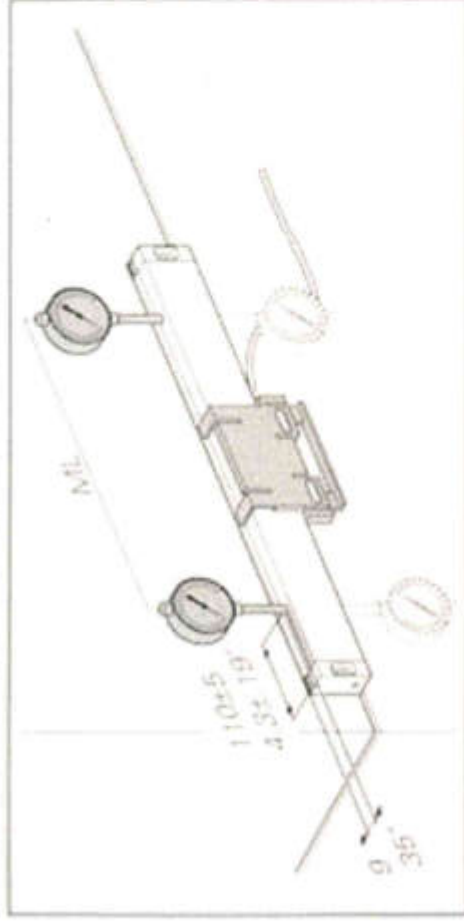
Federringe **Fr** zur Befestigung der Abtasteinheit bzw. Maßstab-einheit

Spring washers **Fr** for securing the scanning unit and scale unit

Schrauben lose anziehen.

Attach screws loosely

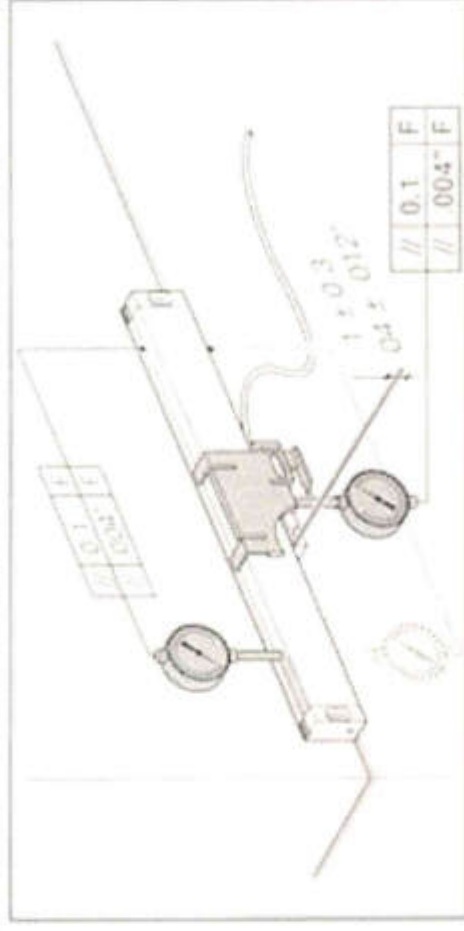
Anbau ohne Montageschiene



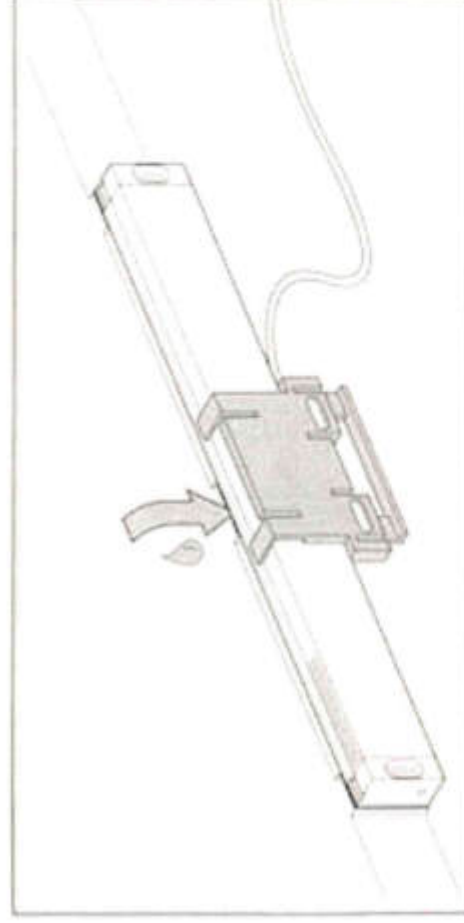
Ausrichten des Meßsystems.
Prüfposition an den Enden

Alignment of the scale. Gauging
position at the ends.

Mounting Without Mounting Spar

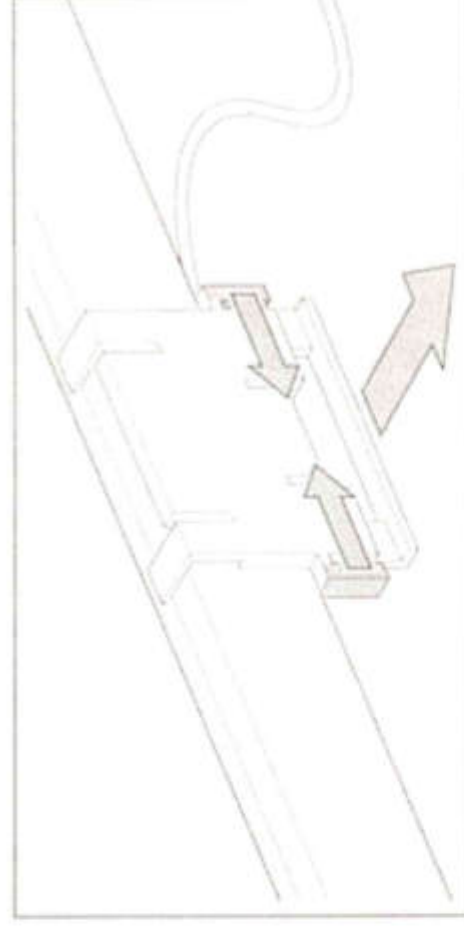


Ausrichten zur Maschinenführung. First align scale with machine
F. **Danach** Schrauben anziehen. **then** tighten screws.
(2.5 Nm)



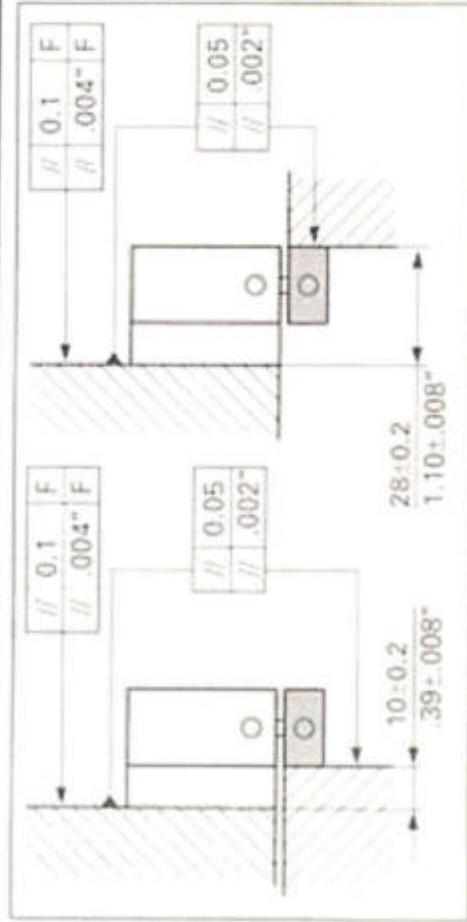
Bei **Meßlängen über 620 mm** in
der Mitte den Spalt mit **Silikon-**
kleber (z.B. PAKTAN 6090)
ausfüllen.

For measuring lengths over
24.4 in., fill gap in the middle with
silicone adhesive (e.g. PACTAN
6090)



Transportsicherung zusammen-
drücken und abgeben. Squeeze shipping brace at both
ends and pull off.

Anbau mit Montageschiene



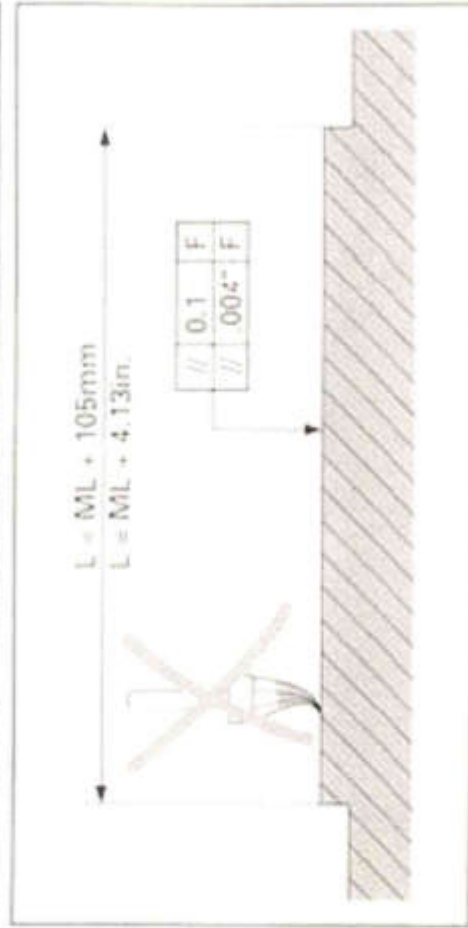
Anbautoleranzen

Mounting tolerances

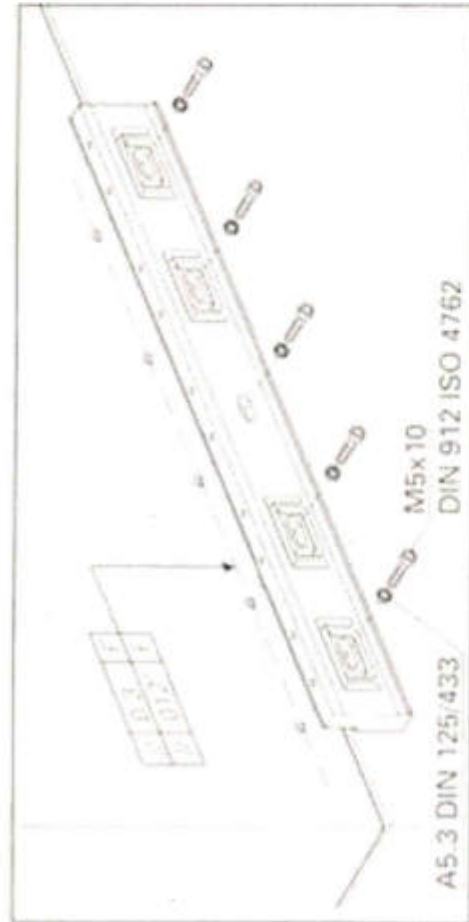
F = Maschinenführung

F = machine guideway

Mounting With Mounting Spar



Die Anbaufläche muß über die gesamte Länge L der Montageschiene lackfrei sein. The mounting surface must be free of paint over the entire length L of the mounting spar.

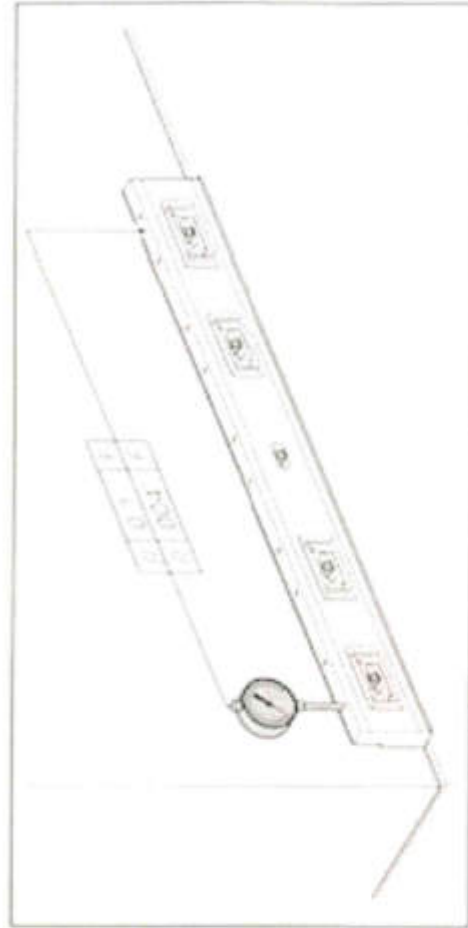


A5.3 DIN 125/433

M5x10
DIN 912 ISO 4762

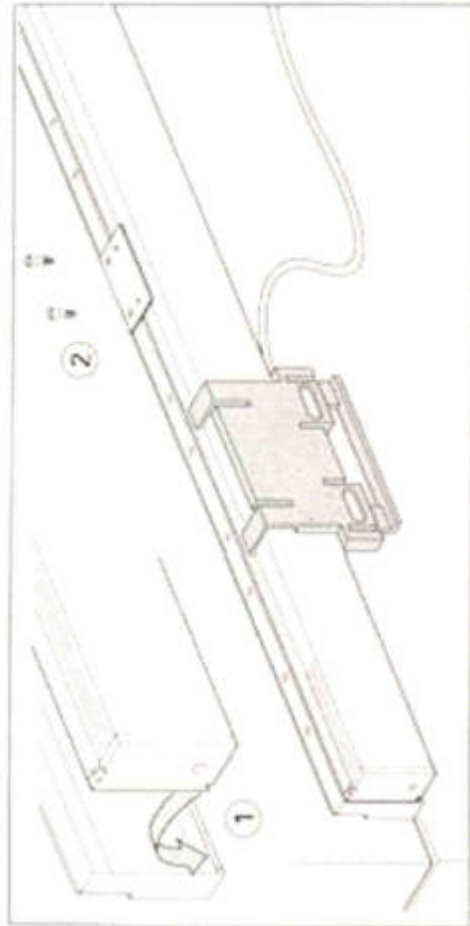
Befestigen der Montageschiene
Screwen lose anschrauben.

Instaling the mounting spar
Attach screws loosely



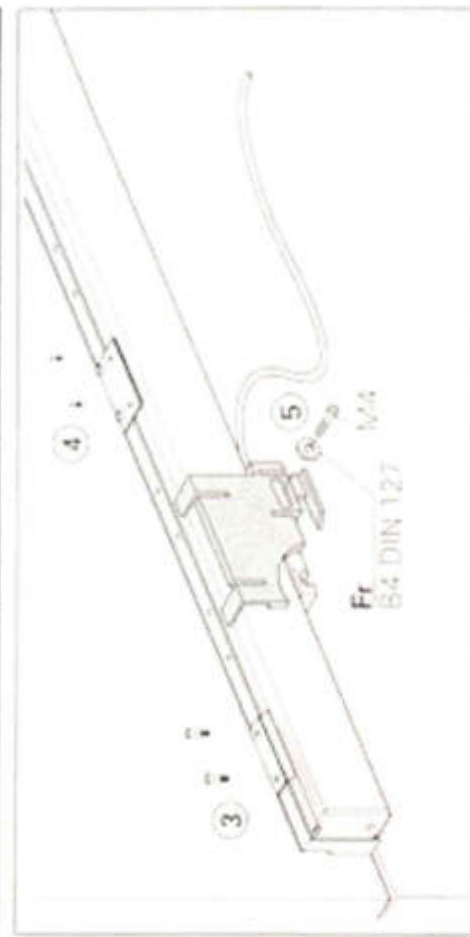
Ausrichten der Montageschiene zur Maschinenführung F. First align mounting spar to machine guideway F.

Danach Schrauben anziehen. Tighten screws (5 Nm) (5 Nm)



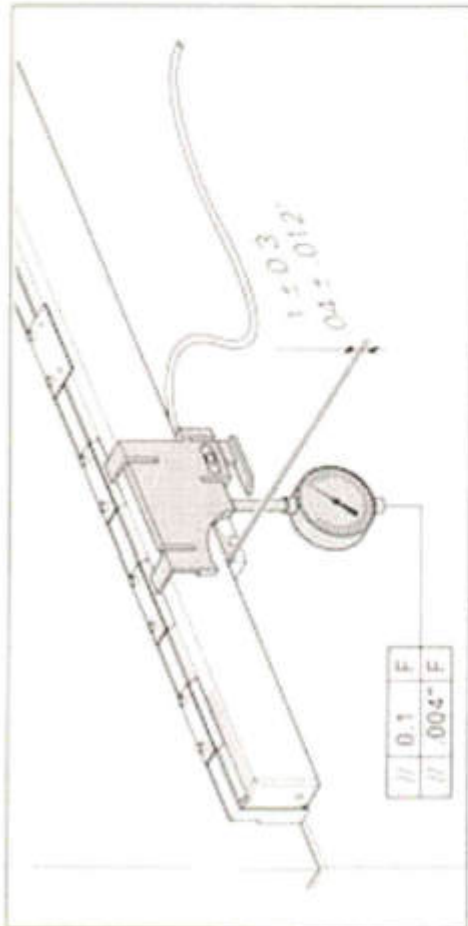
Meißsystem befestigen
 1. Meißsystem einhängen
 2. In der Mitte Klemmstück anschrauben (2.5 Nm)

Secure the scale
 1. Hook scale into spar
 2. Attach clamp in the middle (2.5 Nm)



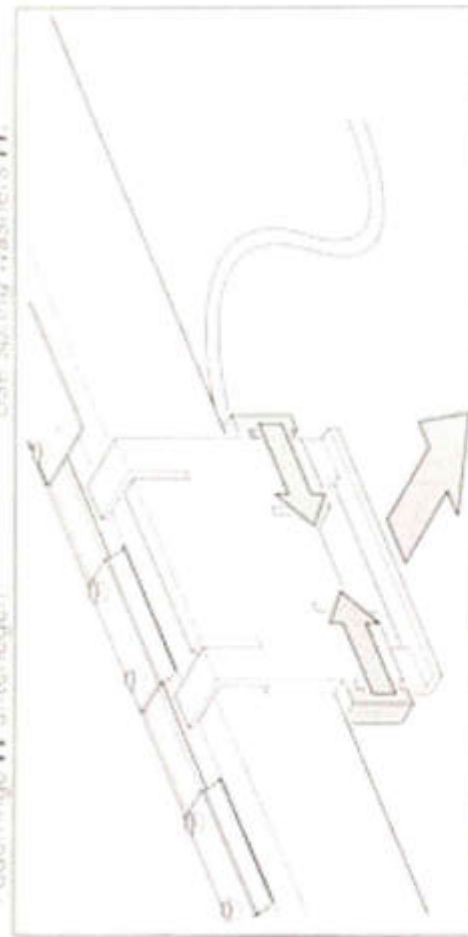
3. Spannfeder anschrauben (2.5 Nm)
 4. Stiftschrauben anziehen (0.4 Nm)
 5. Abtastniet lose anschrauben
 Federringe **Fr** unterlegen

3. Screw on tension springs (2.5 Nm)
 4. Tighten studs (0.4 Nm)
 5. Loosely attach scarring unit
 Use spring washers **Fr**



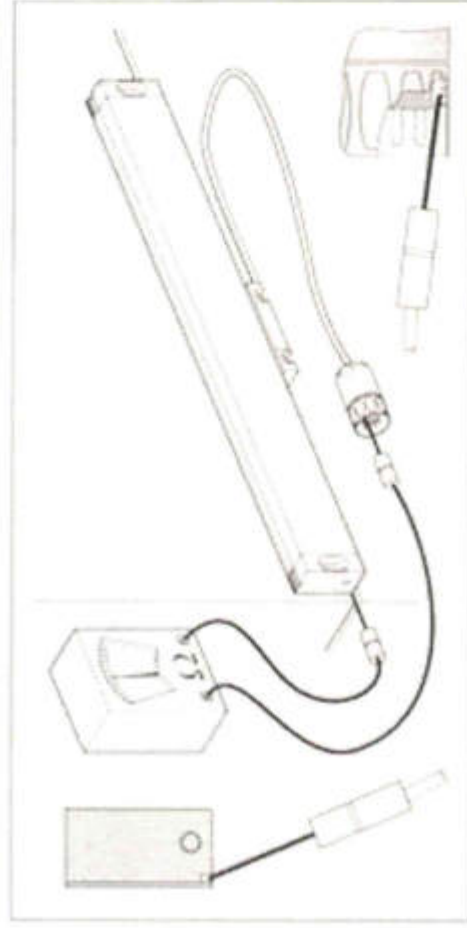
Ausrichten der Abtastniet
 (Unterseite zur Maschinenführung
 F: **Danach** Schrauben festziehen (2.5 Nm)

First align scarring unit (underside to machine guideway F, **then** tighten screws (2.5 Nm)



Transportsicherung zusammen-drücken und abziehen

Squeeze shipping brace at both ends and pull off



ohne Montageschiene

Elektrischen Widerstand

zwischen Steckergehäuse und Maßstabeinheit prüfen

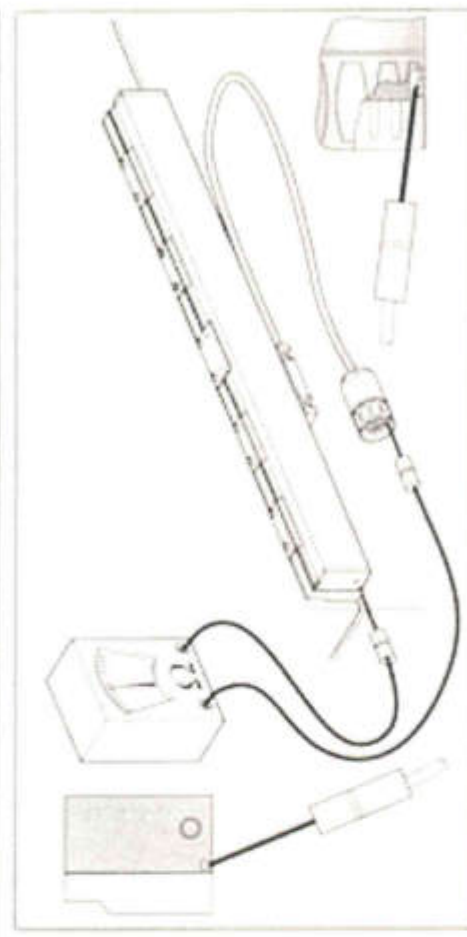
Sollwert: 1 Ω max.

without mounting spar

Check shielding by measuring

resistance between connector housing and scale unit

Desired value: 1 Ω max.



mit Montageschiene

Elektrischen Widerstand

zwischen Steckergehäuse und Maßstabeinheit prüfen

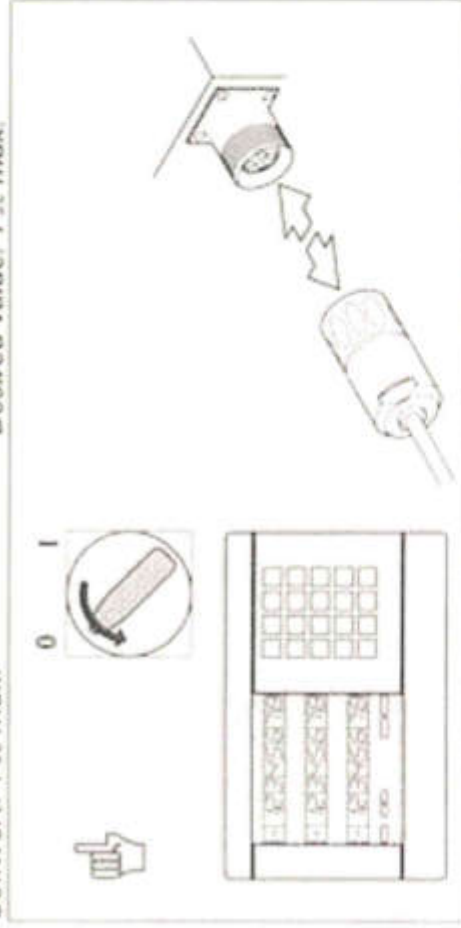
Sollwert: 1 Ω max.

with mounting spar

Check shielding by measuring

resistance between connector housing and scale unit

Desired value: 1 Ω max.

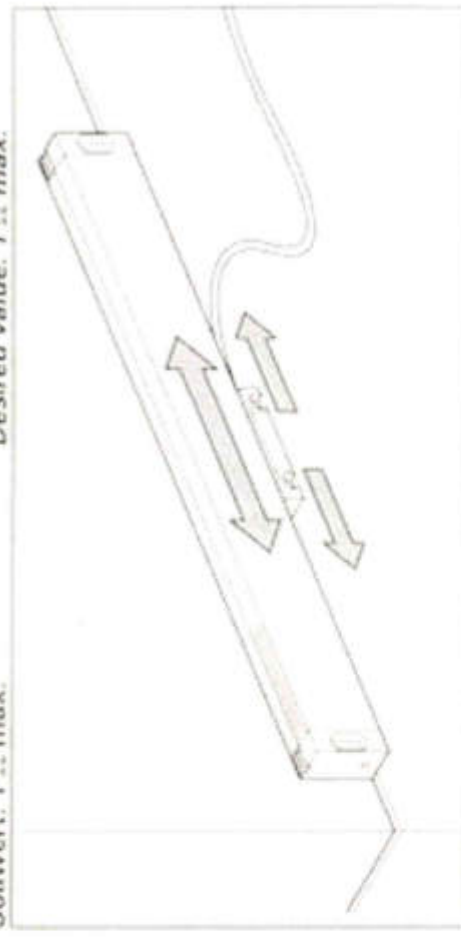


Elektrischer Anschluß des Meß-

systems an Folge-Elektronik

Connect scale to subsequent

electronics unit



Anbautoleranzen und Funktion

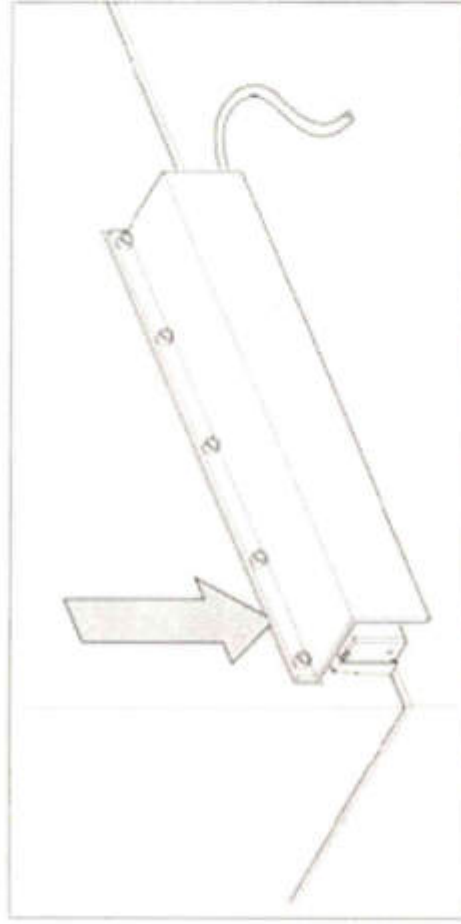
des Maßstabs überprüfen

Check mounting tolerances and

functioning of the scale

Schutzmaßnahmen

Protective Measures



Bei größerer Verschmutzungsgefahr zusätzliche Abdeckung mit Dichtung zwischen Anbaufläche und Abdeckung

In case of increased risk of contamination, provide an additional cover with a seal between it and the mounting surface



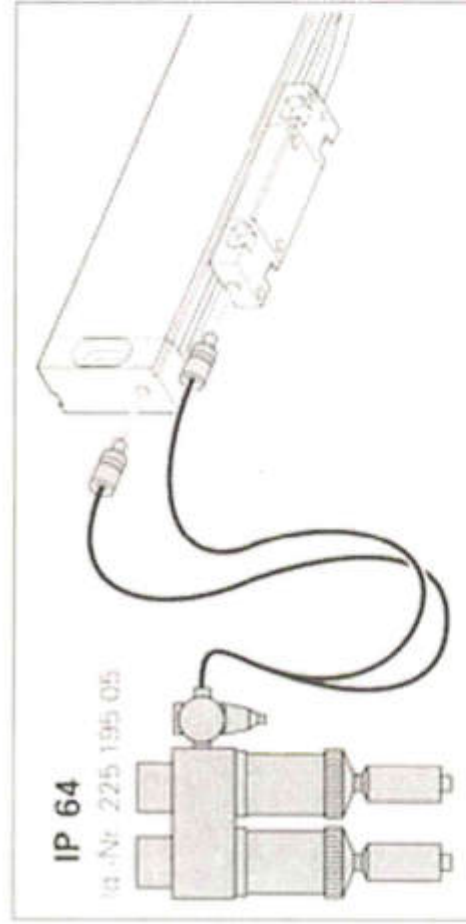
Id. Nr. 226 270 01

Druckluft: 0,6 bis 1 bar nur über Anschlußstück

Compressed air: 8.7 to 14.5 psi only via connector

Nur saubere und trockene Druckluft verwenden

Use only clean, dry air



IP 64

Id. Nr. 225 195 05

Anschluß von Druckluft an der Abtasteinheit **oder** an den Maßstab-Eingestücken

Connect compressed air to the scanning unit **or** to the scale end pieces

Druckluft-Anlage als Zubehör

Compressed air unit available as accessory

Mechanische Kennwerte **LS 403/LS 403 C****Mechanical Data** **LS 403/LS 403 C**

Maßverkörperung Glasmaßstab mit DIADUR-Gitterteilung
Teilungssperiode $P = 20 \mu\text{m}$
($t_{\text{Führer}} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ s}$)

Measuring standard Glass scale with DIADUR graduation
Grating period $P = 20 \mu\text{m}$
($t_{\text{Führer}} = 8 \text{ ppm/K}$)

Referenzmarken LS 403 erste
LS 403 C abstandscodiert mit 1000 x P

Reference marks LS 403 one
LS 403 C distance-coded with 1000 x P

Maximale Verfahrensgeschwindigkeit 48 mm/min

Max. traversing speed 48 mm/min (1890 ppm)

Zulässige Beschleunigung
max. Vibration (55 bis 2000 Hz) 30 m/s^2 (DIN IEC 68-2-6)
max. Schock (11 ms) 100 m/s^2 ohne Montageschiene
(DIN IEC 68-2-27)
200 m/s^2 mit Montageschiene
(DIN IEC 68-2-27)

Permissible acceleration
max. vibration (55 to 2000 Hz) 30 m/s^2 (DIN IEC 68-2-6)
max. shock (11 ms) 100 m/s^2 without mounting spar
(DIN IEC 68-2-27)
200 m/s^2 with mounting spar
(DIN IEC 68-2-27)

erforderliche Vorschubkraft $\leq 5 \text{ N}$

Required moving force $\leq 5 \text{ N}$

Schutzart IP 53 bei Einbau nach Montageanleitung
IP 64 bei Anschluß von Druckluft

Protection IP 53 when installed according to mounting instructions
IP 64 with compressed air

Betriebstemperatur 0 bis 50 °C
Lagertemperatur -20 bis 70 °C

Operating temperature 0 to 50 °C (32 to 122 °F)
Storage temperature -20 to 70 °C (-4 to 158 °F)

Zulässige Biegeradien der Kabel	Kabel Ø	bei Wechselbiegung	
		bei einmaler Biegung	bei einmaler Biegung
	6 mm	$R \geq 75 \text{ mm}$	$R \geq 20 \text{ mm}$
	8 mm	$R \geq 100 \text{ mm}$	$R \geq 40 \text{ mm}$
mit Schutzschlauch	10 mm	$R \geq 75 \text{ mm}$	$R \geq 35 \text{ mm}$

Permissible bending radii for connecting cable		Cable dia.	For frequent flexing	For rigid configuration
		6 mm (0.24 in.)	$R \geq 75 \text{ mm}$ (3 in.)	$R \geq 20 \text{ mm}$ (0.8 in.)
		8 mm	$R \geq 100 \text{ mm}$ (4 in.)	$R \geq 40 \text{ mm}$ (1.6 in.)
	with armor tubing	10 mm (0.39 in.)	$R \geq 75 \text{ mm}$ (3 in.)	$R \geq 35 \text{ mm}$ (1.4 in.)

Elektrische Kennwerte LS 403/LS 403 C

Electrical Data

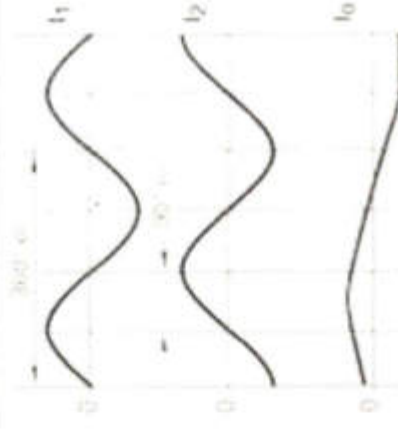
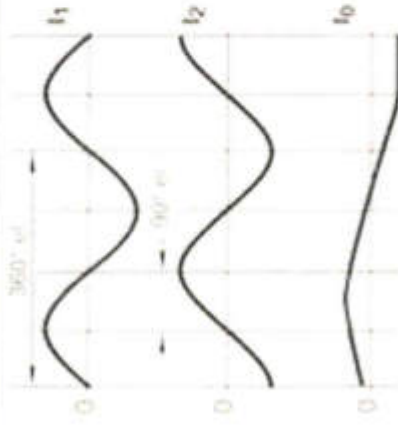
LS 403/LS 403 C

Spannungsversorgung 5 V ± 5 %/100 mA

Power supply 5 V ± 5 %/100 mA

Ausgangssignale

Output signals



Inkrementalsignale 2 annähernd sinusförmige Signale I_1 und I_2

Incremental signals 2 sinusoidal signals I_1 and I_2

Signalgröße bei Last 1 k Ω

- I_1 7 bis 16 μA_{RMS}
- I_2 7 bis 16 μA_{RMS}

Signal size with 1 k Ω load

- I_1 7 to 16 μA_{RMS}
- I_2 7 to 16 μA_{RMS}

Referenzmarkensignal

1. Signal I_0 beim Überfahren einer Referenzmarke

Reference mark signal
1. signal I_0 when reference mark is traversed

Signalgröße bei Last 1 k Ω

- I_0 2 bis 8 μA (Nutzanteil)
- Max. 30 m

Signal size with 1 k Ω load

- I_0 2 to 8 μA (useful component)
- max. 30 m (100 m)

Kabellänge zur Folge-Elektronik

Cable length to subsequent electronics max. 30 m (100 m)

9poliger HEIDENHAIN-Stecker
9-pin HEIDENHAIN connector



1	2	5	6	7	8	3	4	9
I_1		I_2	I_0			5 V	0 V	Schirm shield
*	-	*	-	*	-			*
grün green	gelb yellow	blau blue	rot red	grau gray	rosa pink	braun brown	weiß white	weißbraun whitebrown

* Innenschirm an Pin 9, Außenschirm an Gehäuse

* Internal shield on pin 9, External shield on housing



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr. Johannes Heidenhain - Straße 5

D-93309 Trossenrot, Deutschland

☎ +086 691 31 0

☎ +086 691 50 61

Service ☎ +086 691 31 12 72

FAX Service ☎ +086 691 31 14 46

☎ +086 691 98 99

B HEIDENHAIN NV/SA

☎ +053 67 25 70

☎ +053 67 01 05

BR DIADUR

Industria e Comercio Ltda

☎ +011 5 23 - 67 77

☎ +011 5 23 14 11

CR HEIDENHAIN CORPORATION

☎ +905 670 89 00

☎ +905 670 44 26

CH HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG

☎ +01 8 25 04 40

☎ +01 8 25 33 46

CZ HEIDENHAIN S r.o.

☎ +021 75 62 68

☎ +021 75 71 55

DK TP TEKNIK A/S

☎ +38 33 09 66

☎ +38 33 01 65

E FARRESA ELECTRONICA S.A.

☎ +94 441 36 49

☎ +94 442 35 40

F HEIDENHAIN FRANCE sarl

☎ +1 41 4 30 00

☎ +1 41 4 30 30

FR VC POINT OY

☎ +01 2 94 44 00

☎ +01 2 94 43 00

GB HEIDENHAIN (U.K.) Limited

☎ +014 441 24 77 11

☎ +014 441 87 00 24

GR D. PANAYOTIDIS - J. TSATSIS S.A.

☎ +01 481 08 17

☎ +01 482 96 73

H HEIDENHAIN

☎ +1 120 22 13

☎ +1 120 22 13

HK HEIDENHAIN LTD

☎ +852 7 59 19 20

☎ +852 7 59 19 61

I HEIDENHAIN ITALIANA srl

☎ +021 48 30 02 41 45

☎ +021 47 71 07 30

S NEUMO VARGAS

☎ +1 5 37 32 75

☎ +1 5 37 21 00

NO ASHOK & LAL

☎ +044 6 26 72 89

☎ +044 6 18 22 24

P HEIDENHAIN K.K.

☎ +03 32 34 77 61

☎ +03 32 62 25 29

MX HEIDENHAIN MEXICO S.L.

☎ +011 4371 43738

NL HEIDENHAIN NEDERLAND BV

☎ +083851 40300

☎ +083851 17287

N KASPO MASKIN AS

☎ +0731 919100

☎ +0731 913377

P FARRESA ELECTRONICA LTDA

☎ +21 3184 40

☎ +21 3180 44

PE HEIDENHAIN Co Ltd

☎ +041 329 5190

☎ +041 320 7315

PH SED CHANG CORPORATION LTD

☎ +021 7808208

☎ +021 7845408

S HEIDENHAIN AB

☎ +081 53193340

☎ +081 53193377

SGP HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD

☎ +743 3238

☎ +743 3922

TR ORSEL LTD

☎ +216 3478395

☎ +216 3478393

USA HEIDENHAIN CORPORATION

☎ +708 490 1191

☎ +708 490 3693

Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10

Kurzbeschreibung

INDRAMAT-Gleichstromservoantriebe der Baureihe MDC 10 sind reaktionsschnelle Gleichstromregelantriebe mit Stillstanddrehmomenten von 2,5 bis 10,0 Nm und Nutzdrehzahlen bis $2\ 000\ \text{min}^{-1}$.

Die Motorbaureihe MDC 10 wurde zum Betrieb mit INDRAMAT-Thyristor- oder SELEKTOR-Regelverstärkern, insbesondere als durchregelbare Vorschubantriebe für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen entwickelt.

Für den Einsatz im Späneraum von Werkzeugmaschinen sind die Servomotoren, mit Ausnahme der vorderen Wellendurchführung, in Schutzart IP.65 ausgeführt.

Konstruktionsmerkmale:

Das Feld

ist 4-polig und aus Permanentmagneten bewährten Materials.

Der Läufer

ist eisenbehafet und entsprechend den Feideigenschaften optimiert. Er verfügt über eine hohe Wärmekapazität für zeitlich begrenzte Überlastungen.

Die Rotorlagerung

ist mit wartungsfreien Wälzlagern ausgeführt. Das vordere Flanschlager ist

für eine fliegende Anordnung von geradzahnten Stirnrädern oder Zahnriemenscheiben ausgelegt.

Der Tachogenerator

ist ein 4-poliger Permanentmagnet-Hohlwellentacho mit hoher EMK und geringer Störspannung.

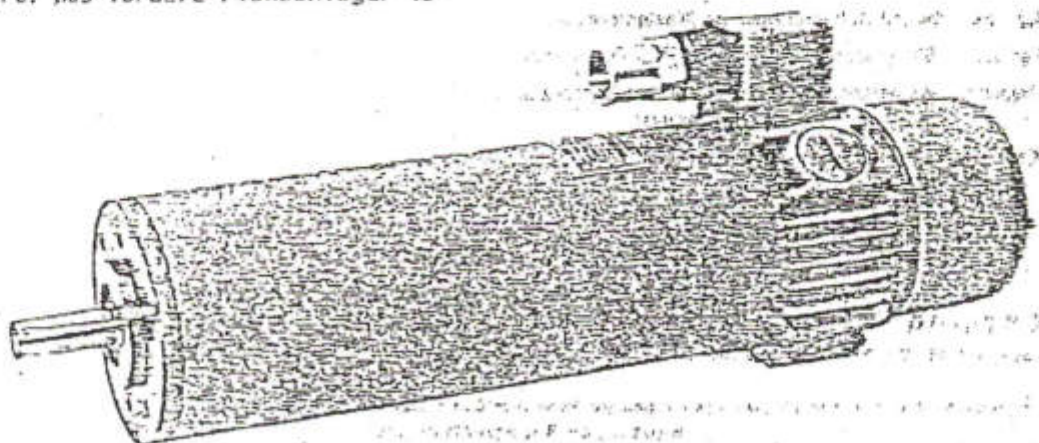
Er ist mit Hilfe eines Spannelementes kraftschlüssig und absolut starr auf die Motorwelle aufgezogen.

Eine elektrisch löfzbare Bremse

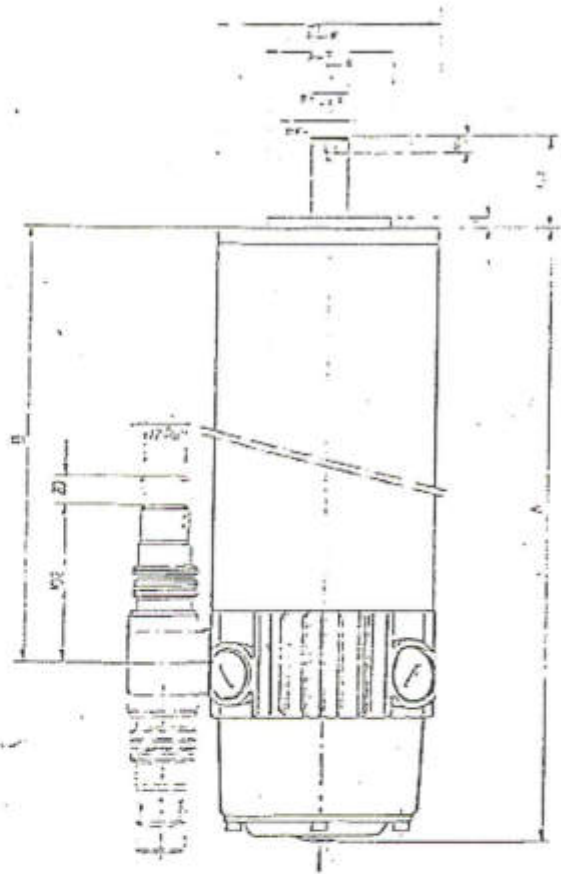
mit 24 V Gleichspannungsbetätigung ist in das hintere Lagerschild integriert. Die Bremse ist für die "Not-Aus"-Funktion und zum Fixieren des Servomotors gegen äußere Momentenwirkungen bei abgeschaltetem Regler vorgesehen. Die Bremse ist mit einer Freilaufdiode und einer Schutzdiode gegen Fehlpolung beschaltet.

Meßwertgeber für Positionsregelungen

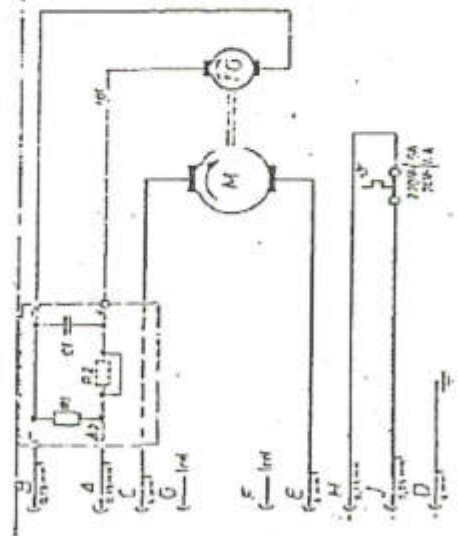
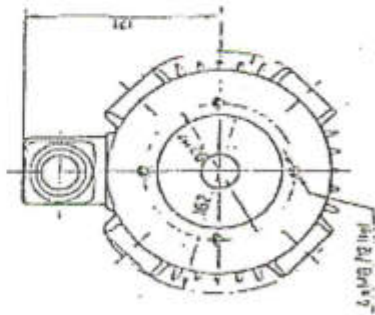
Zum Anbau beliebiger Meßwertgeber mit und ohne Meßgetriebe wird der Servomotor auch mit einem zweiten Wellenende und einem Befestigungsflansch ausgeführt. Standardgeräte stehen als Anbausätze mit Schutzgehäusen zur Verfügung.



Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10



Motorgröße	A	B
MDC 10.1	261	118
MDC 10.2	322	216
MDC 10.3	401	250
MDC 10.4	469	356



Regelarten gelten für
Rechtslauf des Motors
bei Druck auf die
Antriehschleife!

Motorstrome, Spannung
Leistungswerte C, E, D, G
übrige

Anschlußbild

Teil	Bezeichnung	Material	Stückzahl	Größe	Größe
1	Motorgehäuse	Alu	1	Ø 100	100
2	Motorstator	Alu	1	Ø 100	100
3	Motorrotor	Alu	1	Ø 100	100
4	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
5	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
6	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
7	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
8	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
9	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
10	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
11	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
12	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
13	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
14	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
15	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
16	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
17	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
18	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
19	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
20	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
21	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
22	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
23	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
24	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
25	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
26	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
27	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
28	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
29	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
30	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
31	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
32	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
33	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
34	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
35	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
36	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
37	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
38	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
39	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
40	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
41	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
42	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
43	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
44	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
45	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
46	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
47	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
48	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
49	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
50	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
51	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
52	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
53	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
54	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
55	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
56	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
57	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
58	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
59	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
60	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
61	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
62	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
63	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
64	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
65	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
66	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
67	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
68	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
69	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
70	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
71	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
72	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
73	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
74	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
75	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
76	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
77	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
78	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
79	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
80	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
81	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
82	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
83	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
84	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
85	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
86	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
87	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
88	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
89	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
90	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
91	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
92	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
93	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
94	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
95	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
96	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
97	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
98	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
99	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100
100	Motorwicklung	Alu	1	Ø 100	100

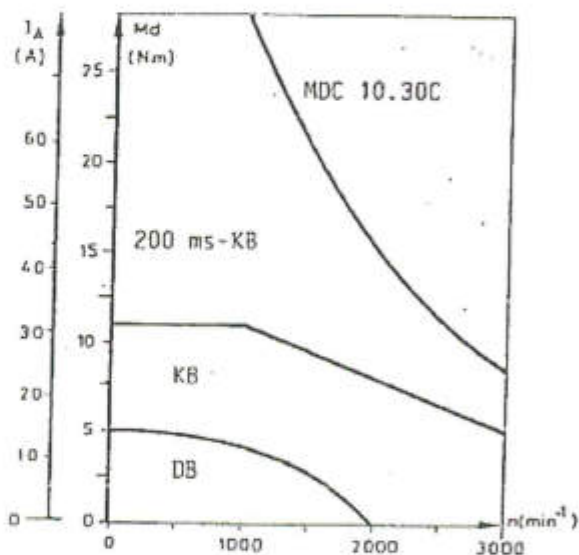
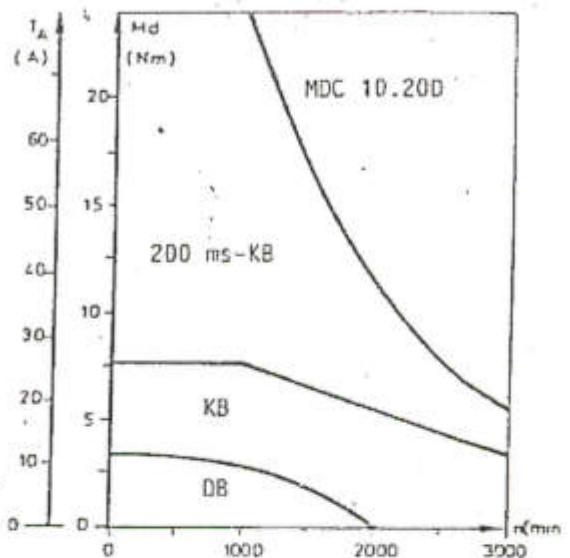
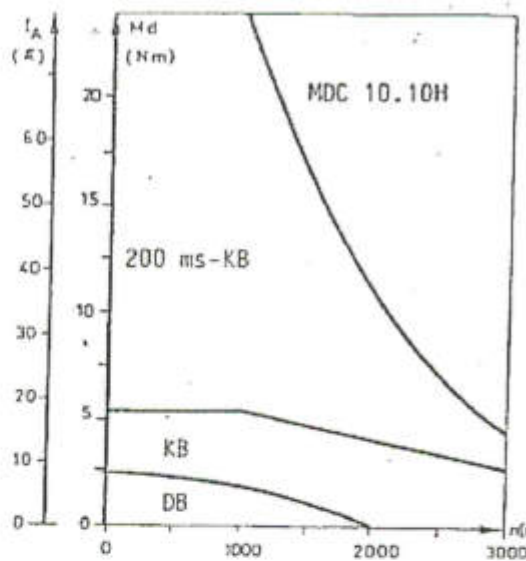
Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10

Servomotor Typ MDC	Symbol Einheit	10.10 H	10.20 D	10.30 C
zul. Dauereffektivstrom ¹⁾	$I_{eff\ zul.}$ (A)	11	19	24
max. Impulsspitzenstrom	\hat{I} (A)	75	150	200
Drehmomentkonstante	K_m (Nm/A)	0,30	0,30	0,35
Spannungskonstante	C_w (Vs/rad)	0,30	0,30	0,35
Ankerwiderstand 20°C	R_A (Ω)	0,5	0,19	0,15
Ankerinduktivität	L_A (mH)	4,2	1,1	0,7
Rotorträgheitsmoment	J (kgm ²)	0,003	0,005	0,0075
mech. Zeitkonstante	τ_m (ms)	17	11	9
max. Nutzdrehzahl	n (min ⁻¹)	3 000	3 000	3 000
höchstzul. Spitzenspannung	\hat{U} (V)	170	170	170
Isolationsklasse		F	F	F
max. Umgebungstemperatur	ϑ (°C)	40	40	40
therm. Zeitkonstante	τ_{th} (min)	55	70	85
Gewicht	m (kg)	13,0	18,5	24,0
Kurzschlussdrehmoment	M_{dk} (Nms/rad)	0,18	0,47	0,82
Dauerdrehmoment (2-puls) ¹⁾	M_{deff} (Nm)	2,5	3,5	5,0
Dauerdrehmoment (3-puls) ¹⁾	M_{deff} (Nm)	3,0	4,3	5,7
Dauerdrehmoment (SELEKTOR) ¹⁾	M_{deff} (Nm)	3,0	5,2	7,3
T a c h o g e n e r a t o r				
Spannungskonstante (EMK)	C_w (Vs/rad)	0,317 \pm 10 %		
Ankerwiderstand	R_A (Ω)	60		
min. Abschlußwiderstand	R_l (Ω)	15 k		
Welligkeit	(%)	0,5		
B r e m s e				
Haltemoment	M_B (Nm)	5		
Nennspannung	U_N (V)	+24 \pm 10 %		
Wicklungswiderstand	R_i (Ω)	47		

1) Motorübertemperatur 50°C

Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10

Betriebsliniengrenzen mit 2-puls Thyristorregler



KB-Kurzzeitbetrieb DB-Dauerbetrieb

Motorüberltemperatur 50 °C. Zeitlich begrenzte Drehmomentenüberhöhungen bei entsprechend reduzierter Einschaltdauer (ED) sind bis zu einer Spieldauer von 15 min. zulässig.

Servomotor	20	40	60	80	100	% ED
MDC 10.10H	5,6	4,0	3,2	2,8	2,5	Nm
MDC 10.20D	7,8	5,5	4,5	3,9	3,5	Nm
MDC 10.30C	11	7,9	6,5	5,6	5,0	Nm

INDRAMAT - Servosysteme

3 Achsen-2 Puls Thyristor-Regelverstärker

INDRAMAT

3 TRM 2

Steuerspannung gestört
Control Voltage Fault

PROGRAMMIERMODULE

Lesen die Beschriftungen an
Die durch angegebene Variablen: Motor, Freilauf, Drehzahlkonstante muß mit der
respektiven Motorleistung sein. Bei Achsenumschalt ist Anlage der Drehachsen
Stromversorgung erforderlich, wenn Modultypen in Pos. 1 nicht übereinstimmen
(siehe Drehachsenliste)
Andererseits Schaltungsanforderungen
Bei Drehachsendriven: Zur Motorstromerhaltung positive Brücke auf Position P
für Normalbetrieb auf Position P1, stecken.
Programmiermodul Anschlüsse/Einstell:
1- Drehzahlpotentiometer
2- Drehzahlpotentiometer
3- Stützelement
4- Eingangsstromwandler/ Stromleistung (VVA) / Stromleistung (VVA)
5- Eingang E1: Eingangsspannung (V) / Drehzahl (rev/min)
6- Eingang E2: Eingangsspannung (V) / Drehzahl (rev/min)
7- Überlast Stromgrenze (A) $I_{lim} = 2$ mehrstufige Halbleitung (V)
Drehzahlkonstante, Drehmomentkonstante, Drehmomentkonstante
bei Motorleistung und Service beachten! Bitte Dokumentation

PROGRAMMING MODULES

The programming modules determine the operating parameters.
The combination of amplifier, motor, transformer, and motor controller on the module
must agree with the actual combination installed. When exchanging programming modules,
adjustment of dynamic current limit may be required if the module data in position 1
is not in agreement (see other side of cover).
If above mentioned points are not considered, damage could result.
During initial start-up, set the plug-in jumper to position P in order to remove motor
torque. For normal operation, set jumper to position P1.
Programming module connections:
1- SCR Current Amplifier
2- DC Servo Motor
3- Smoothing Reactor
4- Single Phase Winding Transformer (Rated power (VVA)/Rated secondary voltage (V))
5- Input E1: Input voltage (V) / Speed (rev/min)
6- Input E2: Input voltage (V) / Speed (rev/min)
7- Overload current limit (A) $I_{lim} = 2$ more-staged half-bridge (V)
Motor must be given to speed calibration, speed over-adjustment, dynamic current
limitation, 50-60 Hz conversion for rated starting and braking! See other side of cover

Drehzahlpotentiometergleich
Speed Zero-Adjustment P 302
Drehzahlkalibrierung
Speed Calibration P 301

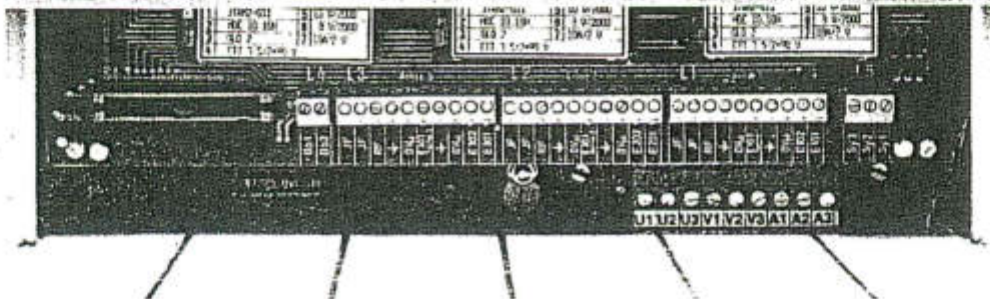
P 302 P 301 P 102 P 101

⚡ DANGER HIGH VOLTAGE ⚡

Achse 3
Axis 3

Achse 2
Axis 2

Achse 1
Axis 1



Zweipulsiges Steuergerät in dreiachsiger Ausführung für MDC-Gleichstromservomotore

Allgemeines	3
Funktionsbeschreibung	4
Inbetriebnahme	11
Servoantriebsüberprüfung	13
NC-Betrieb	14
Technische Dokumentation	18

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1. Allgemeines	3	5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung	14
2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 3TRM2	4	5.1 Positionsgeregelter Betrieb mit einer NC-Steuerung	14
2.1 Drehzahlregler	4	.1 Festlegung des Regelsinnes	14
.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl	4	.2 Oberwelligkeit des Sollwertes	14
2.2 Differenzeingang	4	.3 Sollwerteingangsbewertung mit einer NC-Steuerung	15
2.3 Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung	4	.4 Verstärkung des Positionsregelkreises	15
2.4 Linearisierungsnetzwerk	5	.5 Slope, geknickte Kennlinie	15
2.5 Summierverstärker V104 und V105	5	6. Technische Dokumentation	18
2.6 Steuersatz	5	Typenschlüssel	18
2.7 Synchronisation	5	Technische Daten 3TRM2	19
.1 Interne Synchronisation	7	Anschlußplan 3TRM2 (TSS4/TSS11) (3 Servoantriebe, 3 Leistungstrafo)	20
.2 Externe Synchronisation	7	Anschlußplan 3TRM2 (TSS4/TSS11) (3 Servoantriebe, 1 Leistungstrafo)	21
2.8 Dynamische Strombegrenzung	8	Blockschaltplan 3TRM2 (TSS4/TSS11)	22
2.9 Regler- und Impulsfreigabe	8	Gesamtstromlaufplan 3TRM2 TSS4-Version	23
.1 Reglerfreigabe (RF)	8	Gesamtstromlaufplan 3TRM2 TSS11-Version	25
.2 Impulsfreigabe (IF)	8	Kennzeichnungsdruck 3TRM2	27
2.10 Zündwinkelüberdeckung-Vorstrom	8	Stromlaufplan Netzteil NT5	28
2.11 Spannungsüberwachung	9	Kennzeichnungsdruck NT5	28
2.12 50/60 Hz – Umstellung	9	Kennzeichnungsdruck ZAM3	29
2.13 Netzteil	9	Kennzeichnungsdruck TSS4	29
2.14 Sicherungen	9	Kennzeichnungsdruck TSS11	30
.1 Netzteil	9	Kennzeichnungsdruck ZE5	30
.2 Leistungsteil	9		
2.15 Programmiermodule TSS4 und TSS11	9		
3. Inbetriebnahme	11		
3.1 Inbetriebnahmeausrüstung	11		
3.2 Überprüfungen	11		
3.3 Erster Anlauf (an Beispiel Achse 1)	11		
3.4 Drehzahlkalibrierung	12		
3.5 Drehzahlnullpunktgleich	12		
4. Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung	13		
4.1 Drehmomentmessung	13		
.1 Drehmoment im Vorschubbereich	13		
.2 Drehmoment im Eilgangbereich	13		
4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches	13		
4.3 Regelverhalten bei Sollwertsprüngen	13		

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen		Tabellen	
Nr.:	Seite	Nr.:	Seite
1a	3	1	9
1b	3	2	9
2	5		
3	5		
4	5		
5	5		
6	6		
7	7		
8	7		
9	8		
10	9		
11	10		
12	11		
13	13		
14	14		
15	15		

Allgemeines

1. Allgemeines

Der INDRAMAT-Thyristor-Regelverstärker 3 TRM 2 ist ein äußerst kompaktes Zweipoliges Stromrichtergerät, das speziell für dreiphasige Antriebssysteme konzipiert ist. Mit Hilfe der Ankerkreissteuerung ist stieliges Treiben und Bremsen bei wechselndem Drehmoment im «Quadranten-Betrieb» möglich.

Das Gerät ist insbesondere für den Betrieb von INDRAMAT-Permanentmagnet-Gleichstrom-Servomotoren ausgelegt.

Das Gerät wird in kompakter Kassettenbauform der Schutzart IP 00 zum Einbau in einen Schaltschrank hergestellt. Die Ansteuerungsmaßnahmen entsprechen den VDI-Richtlinien 3422.

Verschiedene Ausführungsarten ergeben sich durch unterschiedliche Typenanschlüß-Wechselspannungen (vgl. Technische Daten 3TRM2, Technische Dokumentationen).

Im Folgenden sind die wichtigsten Baugruppen des 3TRM2 aufgeführt:

Netzteil

Das zentrale Netzteil liefert die Versorgungsspannungen für interne und externe Verbraucher (vgl. Kap. 2.13).

Regelteil

Dieses besteht im wesentlichen aus:

- Drehzahlregler (vgl. Kap. 2.1)
- Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung (vgl. Kap. 2.3)

- Linearisierungszirkelwerk (vgl. Kap. 2.4)
- Summierverstärker (vgl. Kap. 2.5)
- Dynamische Strombegrenzung (vgl. Kap. 2.8)
- Programmiermodulen TSS4 bzw. TSS17 (vgl. Kap. 2.15).

Steuerung

Er besteht aus den Impulszeitgeberbausteinen, den Impulsverstärkern und den Impulsüberträgern (vgl. Kap. 2.6).

Leistungsteil

Es besteht aus den Leistungsthyristoren mit dem Kühlkörper.

Die standardmäßige Ausführung eines Antriebspaketes für 3 Achsen setzt sich zusammen aus:

- 1 Thyristorreglerverstärker 3TRM2
- 3 Einphasen-Trenntransformatoren ETT zur Spaltung des Leistungsnetzes
- 3 Drosseln zur Glättung der Ankerströme
- 3 INDRAMAT-Gleichstrom-Servomotore M/DC

In Sonderfällen ist auch der Einsatz von einem Einphasen-Trenntransformator für 3 Achsen möglich (vgl. Abb. 1a und Anschlußplan 3TRM2 [3 Servomotore, 1 Leistungsnetz]) in der Technischen Dokumentation.

Die nachfolgenden Beschreibungen beziehen sich soweit sie in Zusammenhang mit den angeschlossenen Gleichstrommotoren stehen, auf die Verwendung von INDRAMAT-Permanentmagnet-Gleichstromservomotoren.

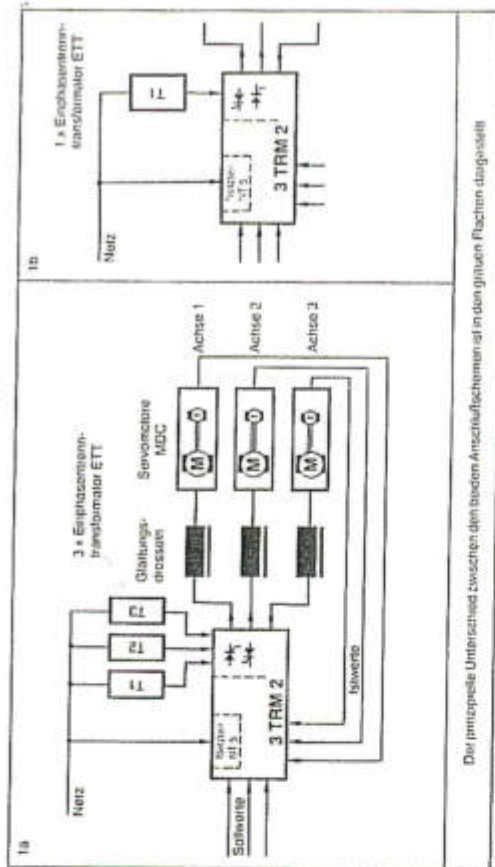


Abb. 1a: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 3 Einphasentrenntransformatoren ETT
Abb. 1b: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 1 Einphasentrenntransformator ETT

2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 3TRM2

Die Beschreibung bezieht sich auf die in der technischen Dokumentation aufgeführten Pläne. Das Regelteil ist für alle 3 Achsen gleich aufgebaut; deshalb sind die Bauteilbezeichnungen so gewählt, daß die 1. Zahl die jeweilige Achse ergibt, z. B. R 243 = Achse 2, Wskt. 43.

Anhand der Achse 1 soll die Funktionsweise des Gerätes erläutert werden:

Die wichtigsten Baugruppen sind im Blockschaltplan (Technische Dokumentation) in ihrem funktionalen Zusammenhang dargestellt.

Zur Einstellung einer Drehzahl wird dem Drehzahlregler V 102 über den Sollwertgang E 101 oder E 102 drehtablettenabhängige Spannung zugeführt. Der Drehzahlwert wird mit einem Tachogenerator ertastet und über den Tachoeingang E 103 zum Drehzahlregler geführt. Dieser bildet eine Differenz von Drehzahlwert und -wert und ändert entsprechend seine Ausgangsspannung.

Das R-Verhältnis des Drehzahlreglers gewährleistet eine optimale Ausregelung ohne stationäre Regelabweichung.

Zur Einhaltung des Spitzenstromes und zur Sicherung der Kommutierungs- und Entmagnetisierungsgrenzen des angeschlossenen Gleichstrommotors grenzt die Zündwinkelbegrenzung die Ausgangsspannung des Drehzahlreglers ein.

Überschreitet der Ankerstrom den eingestellten Grenzstrom unzulässig lange, greift die dynamische Strombegrenzung über V 107 ein und verringert den Ankerstrom auf den eingestellten Grenzwert.

Damit auch bei kleiner Drehzahl und Motorstillstand eine hohe Antriebsstelle gewährleistet ist und der Motor unmittelbar der Regelung folgt, arbeiten die Thyristoren mit einer einstellbaren Zündwinkelüberdeckung.

2.1 Drehzahlregler

Im Drehzahlregler ist ein besonders temperaturstabiler Operationsverstärker mit einer maximalen Ofsetzspannungsdrift von nur $3 \mu\text{V}/^\circ\text{K}$ eingesetzt.

Der Drehzahl-Nulfpunkt (weigehender Stillstand des Antriebes bei Sollwert Null) kann mit dem Poti P 102 abgeglichen werden. Die Beschaltung des Reglers garantiert optimales Regelverhalten der angeschlossenen Servoantriebskombination (vgl. Kap. 4).

2.1.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl

Das Verhältnis von Sollwertspannung und Drehzahl an den Sollwertgängen E 101 und E 102 (für Achse 1) ist auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 durch Eingangswiderstände festgelegt. Die entsprechenden Widerstände werden nach den Gleichungen (1) oder (2) berechnet.

Leit der Kunde ein neues Sollwertspannungs-/Drehzahlverhältnis fest, so ist zweckmäßigerweise dies auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 einzufügen.

Programmiermodul TSS

$$R1 \text{ bzw. } R2 = \frac{U_{\text{auf}}}{I} \cdot k \quad [\text{k-Ohm}] \quad (1)$$

R1 bzw. R2 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

U_{auf} = Sollwertgangspannung in Volt

I = gewünschte Drehzahl in min^{-1}

k = Konstante, resultierend aus Eingangstempfindlichkeit von $0,33 \mu\text{A}/\text{min}$

$$k = 3000 \left[\frac{\text{k-Ohm}}{\text{V} \cdot \text{min}} \right]$$

Wird beispielsweise gewünscht, daß der Motor 1000 min^{-1} bei einer Sollwertspannung von 8 V am Eingang E 101 erreicht, ist folgender Sollwertgangswiderstand erforderlich:

$$R1 = \frac{8}{3000} \cdot 3000 = 24 \text{ [k-Ohm]}$$

Programmiermodul TSS11

Beim TSS11 werden die beiden Eingänge E 101 und E 102 als ein Differenzgang benutzt, dessen Verhältnis von Eingangsspannung zu Drehzahl über den Widerstand R25 bestimmt wird.

$$R25 = \frac{U_{\text{auf}}}{I} \cdot k \quad [\text{k-Ohm}] \quad (2)$$

R25 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

2.2 Differenzgang

Liegen Potentialunterschiede zwischen dem Bezugspunkt der Sollwertvorgabe und dem Nullpotential des Thyristorregelverstärkers vor, so können daraus resultierende Fehler (bis zu einer Potentialdifferenz von 2 V) vermieden werden.

Dazu wird das Programmiermodul TSS11 mit dem darauf befindlichen Differenzverstärker V3 verwendet. Eine zusätzliche Glättung des Sollwertes erfolgt durch einen Kondensator.

Die Sollwertspannung ist dafür zwischen den Eingängen E1/24 und E2/21 anzulegen und darf $\pm 10 \text{ V}$ nicht überschreiten.

2.3 Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung

Aufgabe:

Um die Einhaltung der drehzahlabhängigen Maximalströme zu sichern und andererseits Spitzenströme im Arbeitsbereich zu ermöglichen, kann der Zündwinkel drehzahlabhängig, entsprechend der Kommutierungskennlinie des angeschlossenen Servomotors, eingegrenzt werden. Diese Zündwinkelbegrenzung bewirkt dann ein Strom-Drehzahl-Diagramm in den vier Quadranten, wie es in der Abb. 2 gezeigt wird.

Wirkungsweise:

Die Zündwinkelbegrenzung besteht aus der Grundfreileite, die den Zündwinkel bei Drehzahl = 0 eingrenzt und dem adaptiven Anteil, der den Zündwinkel mit zunehmender Drehzahl in treibender Richtung etwa in dem Maße vergrößert wie die EMK ansteigt. Ein Maß für den Zündwinkel ist die Drehzahlreglerausgangsspannung (U 103).

Funktionsbeschreibung

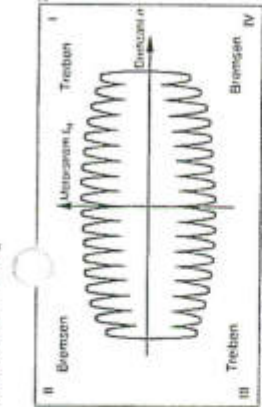


Abb. 2: Strom/Drehzahl-Diagramm in den 4 Quadranten

Sie wird (im Abb. 3 ersichtlich) bei Drehzahl = 0 auf die Grundfreiheit begrenzt. Das wird erreicht über V102 mit dem Widerstandsverhältnis R 12/R 11 für die positive Grundfreiheit. Die Drehzahlreglerausgangsspannung vergrößert sich in treibender Stromrichtung mit zunehmender Drehzahl um den adaptiven Anteil und verringert sich in bremsender Stromrichtung entsprechend um diesen Anteil.

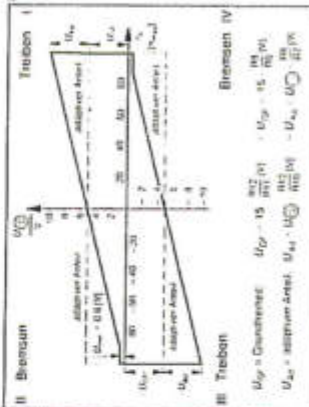


Abb. 3: Ausgangsspannungsbereich U_{103} des Drehzahlreglers V 102 über die Drehzahl

2.4 Linearisierungszustromnetzwerk

Aufgabe:

Es gleicht die Nichtlinearität des Zündwinkel-Motorstromzusammenhangs aus und ermöglicht damit einen stabilen Betrieb mit hoher Antriebsleistung.

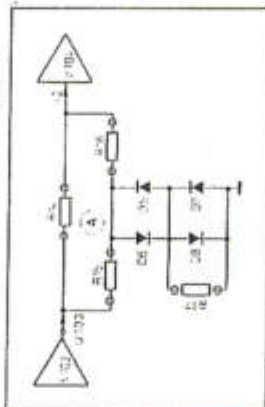


Abb. 4: Linearisierungszustromnetzwerk

Wirkungsweise:

Dem Zündwinkel proportional ist der Ausgangsstrom I_1 (Abb. 4) des Linearisierungszustromnetzwerks. Der Strom I_1 steigt linear mit der Reglerausgangsspannung

nung U 103, bis sich am Punkt A die Diodeblockschleusenspannung einstellt. Bei weiterer Erhöhung von U 103 bleibt der Strom über R 16 konstant und eine weitere Zunahme von I_1 kann nur noch über R 14 erreicht werden. Das ergibt einen nicht linearen Zusammenhang zwischen U 103 und I_1 , der die Nichtlinearität zwischen Zündwinkel und Motorstrom weitgehend ausgleicht.

2.5 Summierverstärker V104 und V105

In den Summierverstärkern werden die Ströme des Linearisierungszustromnetzwerks, der Zündwinkelüberdeckung und der dynamischen Strombegrenzung addiert und den Impulszeigerbausteinen IC 101 und IC 102 als zündwinkelabhängige Spannungen zugeführt. (vgl. Blockschaltplan, Technische Dokumentation)

2.6 Steuersatz

Er besteht aus den Impulszeigerbausteinen, den Impulsverstärkerstufen und den Impulsüberträgern.

Aufgabe:

Der Steuersatz formt, ähnlich einem A/D-Wandler, zündwinkelabhängige Spannungswerte in netzsynchrone Zündimpulse um.

Wirkungsweise:

Dazu vergleicht er die Ausgangsspannung U_{103} von V 104 an MP mit IC 101 und die Ausgangsspannung U_{102} von V 105 an MP mit IC 102 mit der netzsynchronen Sägezahnspannung U_{101} (vgl. Abb. 6 und Blockschaltplan, Technische Dokumentation).

In den Zeitbereichen a 1 und a 2, in denen die Sägezahnspannung U_{101} größer als die Ausgangsspannung U_{102} und U_{103} ist, werden die entsprechenden Thyristoren durch Zündimpulse gezündet.

IC 101 steuert die positive, IC 102 die negative Thyristorgruppe. Einer der Zündimpulse ist in Abb. 5 dargestellt.

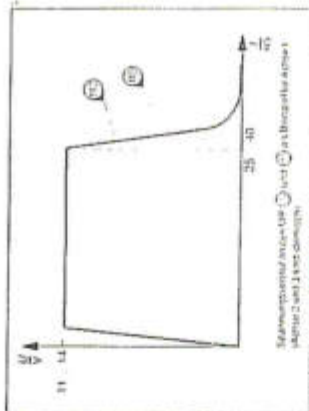


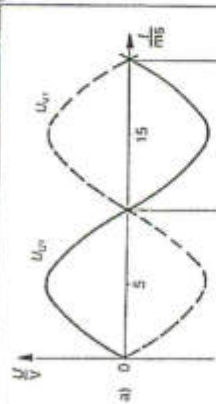
Abb. 5: Ausgangsimpuls eines Zündbausteines

2.7 Synchronisation

Die Synchronisation sorgt dafür, daß die Impulszeigerbausteine im Steueratz even mit der Sekundärspannung der Leistungstransformatoren ET7 synchronen Sägezahn erzeugen können.

Sekundärspannung des Erphasenstromtransformators ETT

50 Hz: 10 ms \rightarrow 180°
60 Hz: 10 ms \rightarrow 216°



Synchronisationsgleichspannung U_g



Drehzahlreglerausgang U_g = 0V
Die Ausgangsspannungen U_{g1} und U_{g2} an den MP₁ und MP₂ sind während der Zeit Δt kleiner als die Sägezahnspannung U_g an MP₁ (Δt = Zündwinkelüberdeckung)



Zündimpulse für beide Stromrichtungen an Meßpunkt MP₁ und MP₂



Drehzahlreglerausgang U_g positiv
Die Ausgangsspannung U_g wird negativ und ist während α_1 kleiner als die Sägezahnspannung U_g (α_1 = pos. Zündwinkel)



Zündimpulse für positive Stromrichtung an Meßpunkt MP₂
Für Zündwinkel

$\alpha_1 > 100^\circ$ wird mit Impulskette und für $\alpha_1 < 100^\circ$ mit Einzelimpuls gezündet



Drehzahlreglerausgang U_g negativ
Die Ausgangsspannung U_g wird negativer und ist während α_2 kleiner als die Sägezahnspannung U_g (α_2 = neg. Zündwinkel)



Zündimpulse für negative Stromrichtung an Meßpunkt MP₁
Für Zündwinkel

$\alpha_2 > 100^\circ$ wird mit Impulskette und für $\alpha_2 < 100^\circ$ mit Einzelimpuls gezündet

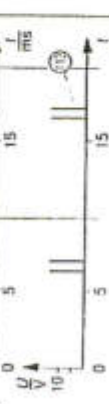


Abb. 6: Umwandlung der zündwinkelabhängigen Spannungen in netzsynchronen Zündimpulse (Einstellung für 50 Hz-Betrieb)

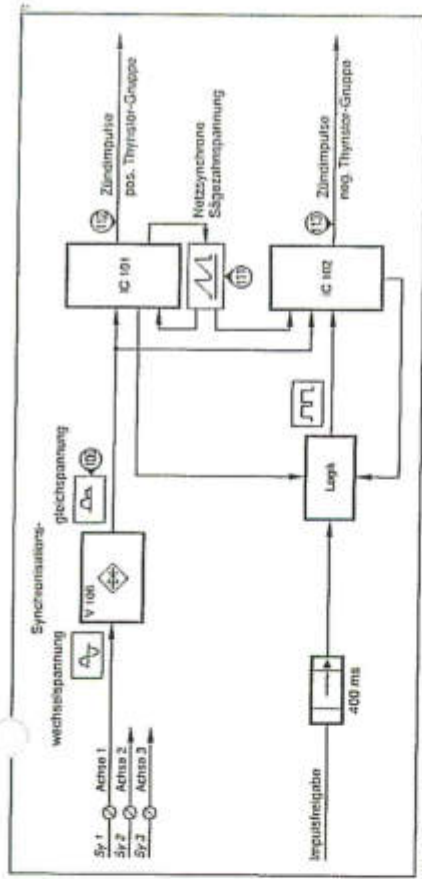


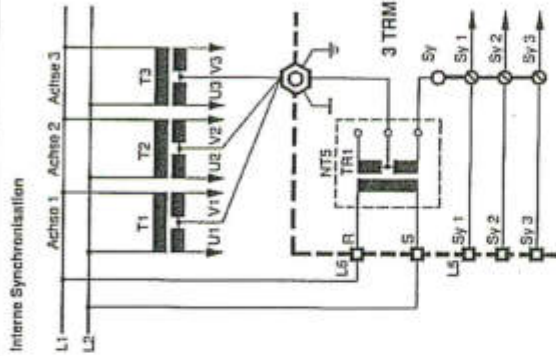
Abb. 7: Synchronisation am Beispiel Achse 1

Wirkungsweise:

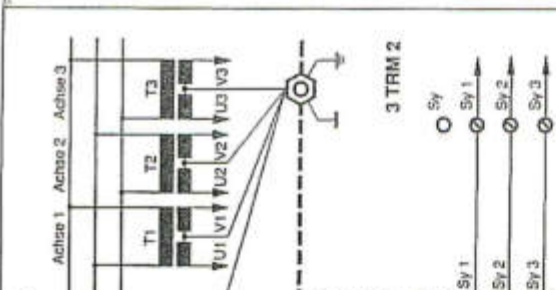
Grundsätzlich ist der JTRM2 so ausgeführt, daß applikationsbezogen, entweder intern oder extern synchronisiert werden kann. In allen Fällen erzeugt der Verstärker V106 (vgl. Abb. 7) aus der Synchronisationswechselspannung, die phasengleich mit der jeweiligen Lei-

stungstransformatorsekundärspannung sein muß, eine pulsierende Gleichspannung U₁₀₆ (Synchronisationsgleichspannung), die dem Impulserzeugerbausteinen IC 101, IC 102 zugeführt wird. Damit bildet IC 101 die netzsynchrone Sägezahnspannung, während IC 102 periodisch die Zündimpulsfreigabe schaltet.

Interne Synchronisation



Externe Synchronisation



- TRI im NTS an denselben Phasen (L1, L2) angeschlossen wie ETT-Freiber T1, T2, T3
- Brücke Sy - Sy 1 - Sy 2 - Sy 3 einpolig
- kein Anschluß an L5/Sy 1, L5/Sy 2, L5/Sy 3
- NTS nicht vorhanden; T1, T2, T3 sind an verschiedenen Phasen (L1, L2, L3) angeschlossen
- Brücke Sy - Sy 1 - Sy 2 - Sy 3 auspolig
- Phasenjocher Anschluß von L5/Sy 1, L5/Sy 2, L5/Sy 3 mit ETT-Sekundärseite U1-V1, U2-V2, U3-V3

Abb. 8: Gegenüberstellung von interner zu externer Synchronisation

2.7.1 Interne Synchronisation

Die interne Synchronisation ist nur dann möglich, wenn der Netzteiltransformator im Netzteil N75 mit den ET7-Leistungstransformatoren T 1, T 2 und T 3 an denselben Phasen angeschlossen ist (siehe Abb. 6). Zur internen Synchronisation der drei Achsen muß die Brücke Sy angegliedert sein. An den Klemmen Sy 1, Sy 2 und Sy 3 darf kein Anschluß erfolgen.

2.7.2 Externe Synchronisation

Die externe Synchronisation ist erforderlich, wenn:

- die 3TRM2-Ausführung kein Netzteil enthält (z. B. Kopierleistung SK3V von MORAMAT).
- die Leistungstransformatoren ET7 zur besseren Lastverteilung, an unterschiedliche Phasen angeschlossen sind (siehe Abb. 6).

Bei externer Synchronisation muß die Brücke Sy angeschlossen werden. Die Synchronisierungsleistung Sy 1, Sy 2, Sy 3 muß phasengleich mit den ET7-Sekundärspannungen der einzelnen Achsen sein.

2.8 Dynamische Strombegrenzung

Aufgabe: Sie läßt zeitlich begrenzt hohe Beschleunigungsströme zu und schützt vor längerem Überschreiten des eingestellten Grenzstromes.

Wirkungsweise: Der Stromwert wird über einen Stromwandler erfaßt und dem Verstärker V 107 zugeführt. Dieser verleiht die Stromstromeinstellung von Poti 104 mit dem Istwert, (Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation). Überschreitet der Stromwert den eingestellten Grenzwert, so integriert der Verstärker V 107 von seiner max. positiven Ausgangsspannung (13-14 V) in den negativen Bereich und greift begrenzend auf die Summiervorstärker V 104 und V 105 ein. Die Ansprechzeit ist abhängig von der Überschreitung des eingestellten Grenzwertes.

Einstellung: (Beispiel Achse 1)

1. Die Strombegrenzung wird weichenmäßig nach den Programmiermodulangaben eingestellt. Eine Justage braucht nur vorgenommen zu werden, wenn bei Modulaustausch eine zu Position 7 unterschiedliche Angabe steht, oder wenn anwendungsbedingt eine andere Einstellung erwünscht wird.

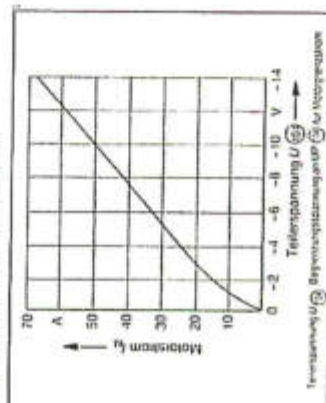


Abb. 9: Spannungsparameter für Motorgrenzen

2. Die Grenzstromstärke kann nach dem Diagramm (Abb. 9) erfolgen, wie durch die Angabe auf dem Programmiermodul nicht überschritten, die dem doppelten an ihm. Mittelwert des Motor-Nennstromes entspricht. Dazu Spannung am Meßpunkt 104 (Achse 1), 204 (Achse 2), 304 (Achse 3) mit Trimmer P 104 (Achse 1), P 204 (Achse 2), P 304 (Achse 3) einstellen.

2.9 Regler- und Impulsfreigabe

Aufgabe:

Diese Baugruppen bieten die Möglichkeit einer externen Verriegelung des gesamten Geschwindigkeitsreglers. Die Impulsfreigabe wirkt auf den Drehzahlregler, die Impulsfreigabe auf den Steuersatz.

2.9.1 Reglerfreigabe (RF)

Reglerfreigabe erfolgt durch Anlegen einer Spannung (+ 5 V bis + 30 V) am Eingang RF (Klemme 3). Durch diese Spannung wird über den Komparator V 101 der FET 101 hochgezogen und damit die Pt-Beschaltung des Drehzahlreglers V 102 wirksam. Die Reglerfreigabe erfolgt unverzögert und wird etwa 220 ms nach Wegnahme des Signals aufgehoben (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation).

2.9.2 Impulsfreigabe (IF)

Das Anlegen einer Spannung (+ 5 V bis + 30 V) an Klemme 1 und/oder Klemme 2 (Eingänge IF) führt unverzüglich zur Impulsfreigabe. Nach Wegnahme der Spannung erfolgt Sperrung der Zündimpulse mit etwa 400 ms Verzögerung.

Achtung:

Regler- und Impulsfreigabe darf nur gegeben werden, wenn gesichert ist, daß keine dauerhafte Antriebsblockierung vorliegt, z.B. durch elektrisch lösbare Bremse. Bei Impuls- oder Reglersperre gibt der Motor kein Drehmoment ab. Der Antrieb ist frei beweglich, falls er nicht mechanisch blockiert ist.

2.10 Zündwinkelüberdeckung – Vorstrom

Aufgabe:

Die Zündwinkelüberdeckung gewährleistet auch bei kleiner Aussteuerung eine hohe Antriebssteife und vermeidet zusätzliche Totzeiten in der Regelung.

Wirkungsweise:

Die Ausgangsspannungen U₀ und U₀ (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation) werden an Trimmer P 103 so eingestellt, daß sie bei Drehzahlreglerausgang U₀ = 0 V in die Sägezahnspannung einstrichen und an den Thyristoren einen kleinen Zündwinkel verursachen (vgl. Abb. 5c). Dadurch führen die Thyristoren einen Vorstrom, der im Sekundärkreis des Transformators fließt.

Einstellung: (Beispiel Achse 1)

Diese erfolgt vor Auslieferung des Gerätes bei MORAMAT. Eine Überprüfung kann wie nachstehend erfolgen:

Funktionsbeschreibung

- Netzspannung, die die Reglergruppenversorgung und das Leistungsteil abschalten.
 - Meßpunkt 103 auf Masse (OV_M) legen
 - Oszillogramm zwischen OV_M und Meßpunkt 114 anschließen.
 - Zeitskala: 2ms/Div.
 - Spannungsskala: 1V/Div.
 - Netzspannung für die Reglergruppenversorgung und das Leistungsteil aufschalten.
 - Regler- und Impulsfreigabe nur für die zu überprüfende Achse geben.
 - Die Stromlaufdauer muß mit den Angaben in Abb. 10 übereinstimmen; gegebenenfalls an Poti 103 einstellen.
 - Meßpunkt 103 von OV_M trennen.
- Für Achse 2 und 3 in gleicher Weise verfahren
Achse 2: Meßpunkt 214, Poti P 203
Achse 3: Meßpunkt 314, Poti P 303

Bei der Umstellung auf 60 Hz ist eine Überprüfung des Vorstromes erforderlich.

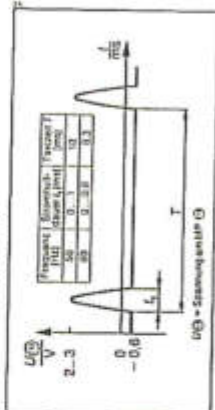


Abb. 10: Grenzwerte zur Vorstromeinstellung

2.11 Spannungsüberwachung

Aufgabe:

Die Spannungsüberwachung schaltet das Gerät bei Störung der Reglerspannung (U_M) ab, um Fehlfunktionen zu vermeiden.

Liegt keine Störung der Reglerspannung (U_M = ±15[V]) vor, dann sind die Transistoren T₁, T₂, T₃, T₄ leitend. Das Relais R₁ ist angezogen und meldet über einen potentiellfreien Kontakt (Schleifer Bb1 und Bb2), Betriebsbereitschaft (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation). Sinkt nun z. B. die positive Reglerspannung unter +14,5 V ab, dann sperren die Transistoren T₁ und T₃ und das Relais fällt ab. Der Betriebsbereitschaftskontakt Bb öffnet, und die Leuchtdiode H₁ zeigt die Störung, vorausgesetzt, die Lastspannung (U_L = +24[V]) ist vorhanden. Gleichzeitig werden die Impulserzeugerbausteine verriegelt.

2.12 50/60 Hz – Umstellung

Für den Betrieb an 60-Hz-Netzfrequenz müssen drei Lötlücken nach Tabelle 1 eingelötet werden. Eine Justage des Vorstromes ist erforderlich (vgl. Kap. 2.10).

Platzierung Leiterkarte	Lotbrücken	50 Hz	60 Hz
3TRM	Br 101 Br 201 Br 301	ausgelötet	eingelötet

Tabelle 1: 50/60 Hz – Umstellung

2.13 Netzteil

Das zentrale Netzteil und der zugehörige Transformator befinden sich unter der schwenkbaren Leiterplatte. Es übernimmt die Reglergruppenversorgung (Reglerspannung U₀ = ±15[V], interne Lastspannung U_L = +24[V], Synchronisationsspannung für den Steuersatz zur internen Synchronisation, außerdem liefert es die externe Regler-(U_R) und Lastspannung (U_L = +24[V]). Zur Anpassung an andere Netzspannungen, wie im Blockschaltplan 3TRM2 angegeben, dient ein Sperrtransformator EST. (Weitere Infos vgl. ID T1000).

2.14 Sicherungen

2.14.1 Netzteil

Der Netzschuß für die Reglergruppenversorgung und die externe + 24 V Lastspannung werden durch Feinsicherungen geschützt.

Bezeichnung	Strom [A]	Spannung	Platzierung
e1, e2	1,0 mittel-träge	Netz-anschluß	befindet sich auf der Leiterkarte N75
e3	4,0 mittel-träge	externe Lastspannung	

Tabelle 2: Feinsicherungen im Netzteil

2.14.2 Leistungsteil

Die Auswahl der erforderlichen Abschicherung für das Leistungsteil erfolgt applikationsabhängig. Die notwendigen Berechnungsgrundlagen sind im Prospekt ID T1000 zu finden.

2.15 Programmiermodule TSS4 und TSS11

Der Unterschied zwischen der TSS4- und der TSS11-Version besteht in der Anzahl der Sollwertengänge:

- TSS 4: 2 Sollwertengänge
- TSS 11: 1 Differenzengang (vgl. Kap. 2.2).

Die Programmiermodule TSS4 und TSS11 erlauben eine optimale Anpassung des Thyristorregelverstärkers an die angeschlossene Servomotorblockkombination. Für jede Motor-, Trabo- und Drosselblockkombination sind folgende Baugruppenbeschreibungen auf den Programmiermodulkarten TSS4 und TSS11 unter der Variantennummer (z. B. 055, vgl. Abb. 11) spezifiziert:

- Drehzahlreglerbeschaltung
- Eingangsbeschaltung
- Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung
- Linearisierungsnetzwerk

Die wichtigsten Informationen stehen auf dem Programmiermoduldruck. (Beispiel vgl. Abb. 11; TSS4-Modul, Variantennummer 055).

- Programmiermodul-Nr. TSS4/055
3TRM2-G 11
- 1 Thyristorregelverstärker MDC 10.30 D
- 2 Gleichstromservomotor GLD 2
- 3 Gattungsfresser

Funktionsbeschreibung

- 4 Eingangsentfernttransformator
Nennleistung (kVA) ETT 3,5/2 x 140V
Eingangsspannung (V) 10 V / 2000
- 5 Eingang E1
Eingangsspannung (V) frei wählbar
Drehzahl (min⁻¹) 25 A / 4 V
- 6 Eingang E2
Eingangsspannung (V) frei wählbar
Drehzahl (min⁻¹) 25 A / 4 V
- 7 Eingang E3
Eingangsspannung (V) 25 A / 4 V
Drehzahl (min⁻¹)

Programmiermodul TSS 4 / 055				
1	3 TRM2-G11	5	10V/2000	
2	MDC 10.30 D	6		
3	GLD 2	7	25A/4V	
4	ETT 3,5/2x140 V			

Programmiermodul TSS11 / 055				
1	3 TRM2-G11	5	10V/2000	
2	MDC 10.30 D	6		
3	GLD 2	7	25A/4V	
4	ETT 3,5/2x140 V			

Abb. 11: Programmiermodulaufschicht für TSS4 und TSS11. Dabei ist zu beachten, daß bei TSS11 die Position 6 (Differenzverstärker) frei bleibt.

Inbetriebnahme

- 3. **Inbetriebnahme**
Es empfiehlt sich, bei der Inbetriebnahme der Servoantriebskombination gemäß der folgenden Beschreibung vorzugehen.

3.1 Inbetriebnahmeausrüstung

- Vielschmelzegeißel für Gleich- und Wechselspannung (Drehspulmeßwerk)
- Batteriespeisegerät für einstellbare Sollwertvorgaben bis ±10 V (siehe Abb. 12).
- Meßwiderstand 1mR (100 A=100 mV)

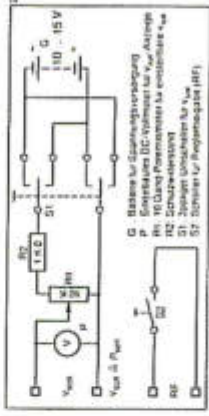


Abb. 12: Batteriespeisegerät

3.2 Überprüfungen

- 1. **Externe Verdrahtung**
Die externe Verdrahtung auf Übereinstimmung mit dem Anschlußplan (vgl. Technische Dokumentation) überprüfen, dabei auf festen Sitz der Leitungen in den Klemmen achten.

Achtung:
Die Synchronisierspannung muß immer phasengleich mit der Anschlußspannung am Leistungsteil sein.

- 2. **Schutzmaßnahmen**
Überprüfen der Einhaltung geltender Schutzmaßnahmen, insbesondere Schutzleiter an Erdungsanschlüssen des Gerätes, Motors, Transformators und der Drossel.

3. Achsmodulangaben
Die auf dem Achsmodul angegebene Servomotor-, Drossel-, Verstärker-, Trafokombination muß mit der installierten übereinstimmen, andernfalls Schädigungsgefahr.

4. Netzspannung
Die örtliche Netzspannung muß mit den Primärspannungen des Netzteils- und Einphasentrenntransformators ETT übereinstimmen. Der Netzteiltrenntransformator besitzt Anschlußmöglichkeiten für 220 V, 380 V und 460 V.

5. Netzfrequenz
Übereinstimmung der örtlichen Netzfrequenz mit der eingestellten Betriebsfrequenz des Verstärkers überprüfen.

6. Netzteil Ausgangsspannungen
Nur die Netzspannung für das Netzteil (Reglerinnenversorgung) zuschalten.

Die Regelspannung ($U_a = \pm 15$ [V]) und die externe Lastspannung ($U_L = + 24$ [V]) überprüfen, um externe Kurzschlüsse zu erkennen.

7. Not-Aus-Kette

Überprüfen der ordnungsgemäßen Funktionen der Not-Aus-Kette, insbesondere der Not-Aus-Schaltung durch die Achssicherheitschalter.

Bis zur Stillsetzung des Antriebes (in einer Not-Aus-Situation) sollte in jedem Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung gerechnet werden, deren Maß von der Art der Störung und dem Betriebszustand des Antriebes im Moment des Auftretens abhängt. Es ist deshalb eine Personengefährdung, durch fehlerhafte Antriebsbewegungen, anlagenspezifisch übergeordnet, auszuschließen.

Die Sicherheitsgrenzschnalter sind so anzubringen, daß die Maschine nicht gegen die Festanschläge laufen kann. Der Abstand zwischen Sicherheitsgrenzschnalter und Festanschlag muß größer sein als der Bremsweg des Antriebes.

8. Mechanische Klemmung

Bei Signal-Reglerfreigabe und Impulsfreigabe muß sich die mechanische Klemmung der Achse lösen. Überprüfen durch manuelles Drehen der Antriebswelle.

3.3 Erster Anlauf (un Bsp. Achse 1)

Es ist zweckmäßig, den Servomotor für den ersten Anlauf von der Anlage abzukoppeln. Ist dies nicht möglich, so ist eine einwandfreie Funktion der Not-Aus-Schaltung von allergrößter Bedeutung.

1. Drehzahlregelkreis sperren

An den Achsen 2 und 3 ist der Anschlußdraht für Impulsfreigabe (IF) abzuklemmen. An Achse 1 ist Regler- und Impulssperre zu geben, d.h. OV an Klemme IF und RF an Achse 1.

2. Drehmomentenreduzierung

Steckbare Brücke zur Momentenreduzierung von Position PI auf Position P stecken (auf Programmiermodul TSS4 bzw. TSS11). Die Drehmomentenreduzierung ist nicht möglich bei hängenden Lasten.

3. Batteriespeisegerät anklemmen

Alle-Sollwertleitungen der anlagenspezifischen Steuerung von Thyristor-Regelverstärker abklemmen. Batteriespeisegerät an den gewünschten Sollwerteneingang anklemmen. Das Sollwertspannungs-/Drehzahlverhältnis für die zwei Eingänge steht auf dem TSS4-Programmiermoduldruck bzw. für den Differenzeingang auf dem TSS11-Aufdruck.

4. Netzspannung für die Reglerinnenversorgung zuschalten

Die Spannungsanzeige h1 der Spannungsüberwachung muß erschossen, andernfalls Regler- und Lastspannungen überprüfen (vgl. Kap. 2.1)

5. Netzspannung für das Leistungsteil zuschalten

6. Sollwert Null vorgeben
Mit Batteriespeisegerät Null Volt Sollwert vorgeben.

7. Drehzahlregelung freigeben

Wird nun Regler- und Impulsfregabe zugeschaltet, muß eine eventuell vorhandene Klemmung gelöst werden, damit die Motordrehzahl der Sollwertvorgabe folgen kann.

Achtung:

Bei falscher Polung des Tachos läuft der Antrieb jetzt unkontrolliert hoch. Sofort Not Aus auslösen und Tacho umpolen.

Folgt die Motordrehzahl der Sollwertvorgabe, steckbare Brücke von Position P in Position PI stecken. Damit erhält der Antrieb seine erforderliche Dynamik und Steifigkeit.

3.4 Drehzahlkalibrierung

Die Drehzahlkalibrierung ist zum Abgleich der Tachotoleranzen erforderlich. Die Einstellung muß bei allen verwendeten Tachoeingängen bei der Erstinbetriebnahme, bei Motor- und bei Tachoaustausch vorgenommen werden.

men werden. Die Kalibrierung ist am zweckmäßigsten im Bereich von 30 – 100% der max. Nutzdrehzahl durchzuführen.

Die Kalibrierung ist für Achse 1 an Trimmer P 101, für Achse 2 an P 201, für Achse 3 an P 301 vorzunehmen.

Achtung:

Die Drehzahlkalibrierung darf nicht zum Ausgleich von Sollwerttoleranzen benutzt werden.

3.5 Drehzahlnullpunktabgleich

Driftet der Motor bei Sollwert D im Geschwindigkeitsregelkreis, so kann mit dem Abgleich an Trimmer P 102 (Achse 1), P 202 (Achse 2), P 302 (Achse 3) weitgehend der Nullpunkt des Antriebes erzielt werden. Mögliche Gründe für den Nullpunktfehler sind u. a. Offsetspannung des Drehzahlreglers (ist abhängig von der Temperatur), Offsetspannung der vorgeschalteten Steuerung, Potentialunterschiede zwischen NC-Ground und Meß-Null des Regelgerätes.

Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung

4. Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung

Damit können neben Überprüfung von Prototypen auch Veränderungen innerhalb einer Maschinenserie erfüllt werden.

4.1 Drehmomentmessung

Das Maß für die abgegebene Drehmoment ist, kann das Lastdrehmoment indirekt über die Stromaufnahme gemessen werden. Der Umrechnungsfaktor von Strom zu Drehmoment steht auf dem Motortypenschild unter „K_m“ in Nm/A.

Der Strom wird als Spannungsabfall an einem 1-m-Ohm Meßwiderstand gemessen, der zwischen Motor und Mip geschaltet ist. Ein Dreispulmeßgerät zeigt den arithmetischen Mittelwert des Stromes an (100 mV = 100 A), für den der Strom-Drehmoment-Faktor K_m [Nm/A] gilt.

Zu beachten ist, daß der Spannungsabfall an den dafür vorgesehenen Meßbuchsen, innerhalb der Lastanschlüsse, gemessen wird.

4.1.1 Drehmoment im Vorschubbereich

Dabei muß der Motor das Grunddrehmoment aufbringen. Es entsteht an der anzutreibenden Motorachse, eine Bearbeitungskraft, infolge von Lastreibung bei maximalem Werkstückgewicht und ständiger Lastwirkungen wie bei unausgeglichenen Gewichten, Ölbeses Grunddrehmoment sollte die im Prospekt ID 71 000 angegebenen Richtwerte nicht überschreiten. Es wird zweckmäßigerweise bei minimaler und bei maximaler Vorschubgeschwindigkeit gemessen.

4.1.2 Drehmoment im Ellgangbereich

Im Ellgang soll das Lastmoment des Motors 75% seines Dauerdrehmomentes nicht überschreiten. Einige Ursachen für einen übermäßigen Anstieg des Lastdrehmomentes im Ellgang sind:

- Schlechter hydraulischer Gewichtsausgleich bei vertikalen Achsen (zuviel Druckabfall)
- Ölbadgetriebe mit zuviel Flüssigkeitsstaub in der Verzahnung
- Schlechte Kugellagerführung in der Mutter der Kugeltrollspindel.

4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches

Die Einstellung ist derart auszuführen, daß die Motorstromaufnahme (entspricht Lastdrehmoment) bei Auf- und Abwärtsbewegung der Maschinenachse einen gleichen Mittelwert zeigt.

4.3 Regelverhalten bei Sollwertprüflingen

Die bei INDRAMAT eingesetzte Beschaltung des Drehzahlreglers genügt im allgemeinen den üblichen Betriebsanforderungen. Eine Überprüfung des Regelverhaltens kann nach den unten aufgeführten Richtlinien erfolgen:

Das Batteriespeisegerät muß als Testsignal einen Sollwertsprung ausgeben.

Bei ca. 10%, 50% und 100% der maximalen Motordrehzahl wird die Tachospaltung aufgezeichnet. (Mit Speicheroszilloskop oder schnellem Schreiber). Eine Testserie sollte mindestens fünf Sprungantworten aufweisen. Je nach Ansichtzeitpunkt der Netzspannung können die Sprungantworten Unterschiede in Anstiegssteilheit und Überschwingsweite aufweisen.

Bei einer Sprungantwort von 10% der max. Motordrehzahl sind Überschwinger von 40% zulässig, wenn in der gleichen Testserie auch kleinere auftreten (vgl. dazu Abb. 13). Eine Änderung der Optimierung erfolgt auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 mit Widerstand R5 und Kondensator C1.

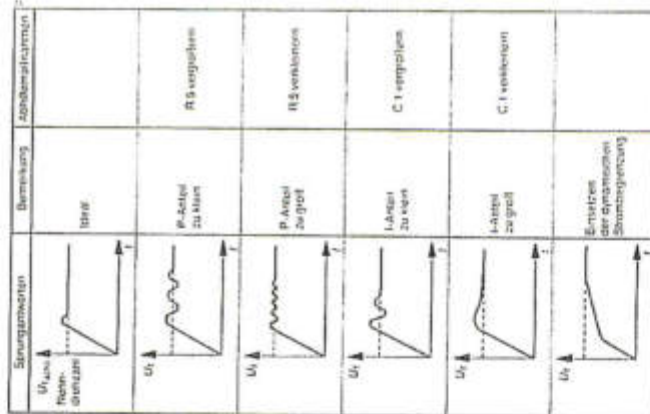


Abb. 13: Charakteristische Sprungantworten des Drehzahlregelkreises bei verschiedenen PI-Einstellungen

5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung

5.1 Positionserregter Betrieb mit einer NC-Steuerung

Das Zusammenwirken von numerischer Steuerung, Vorschubtrieb, Maschine und Positionsmesseinrichtung ist in Abb. 14 schematisch dargestellt.

Die numerische Steuerung errechnet die Differenz x_w zwischen Positionssollwert w und dem momentanen Positionswert x . Die Positionsabweichung x_w multipliziert mit dem K_p -Faktor, ergibt den Geschwindigkeitsollwert v_{soll} für den unterirdigen Geschwindigkeitsregelkreis. Er verursacht eine Bewegung, durch die der Positionswert x sich dem Positionssollwert w nähert. Durch Annäherung an den Positionssollwert wird $w-x$ immer kleiner, dadurch auch v_{soll} . Die Schließgeschwindigkeit nimmt ab und wird bei $w-x=0$ zu Null.

5.1.1 Festlegung des Ringelrings

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß die von der NC für positive Fahrtrichtung ausgegebene Spannungspolarität die Maschinemaschine auch in positiver Richtung, bezogen auf die Maschinenkoordinate, bewegt.

Diese Spannungspolarität nach Abklemmen des NC-Ausgangs (= Geschwindigkeitsollwert v_{soll}), durch ein Batteriespeisegerät an den Sollwertgang des Regelverstärkers zu legen. Der Maschinenschlitten muß sich in positiver Richtung bewegen, andernfalls sind Anker und Yacho umzupolen.

Anschließend muß überprüft werden, ob der Positionregelkreis eine Positionsabweichung korrigiert. Dazu an den abgeklemmten NC-Ausgang ein Gleichspannungsmaßgerät anschließen und mit dem Batteriespeisegerät eine kleine positive Sollwertspannung anlegen, um den Schlitten zu bewegen.

Die NC-Ausgangsspannung muß negativ werden, um die Positionsabweichung zu korrigieren, im anderen Fall muß die Polarität des Geschwindigkeitsollwertes gedreht werden.

Achtung:

Läuft ein Servoantrieb nach dem Schließen des Positionregelkreises mit anwachsender Geschwindigkeit, so ist die Polung im Positionregelkreis falsch.

5.1.2 Oberwelligkeit des Sollwertes

Die Oberwelligkeit der von der numerischen Steuerung ausgegebenen Gleichspannung darf, abhängig von der Frequenz dieser Oberwelligkeit, folgenden Wert nicht überschreiten:

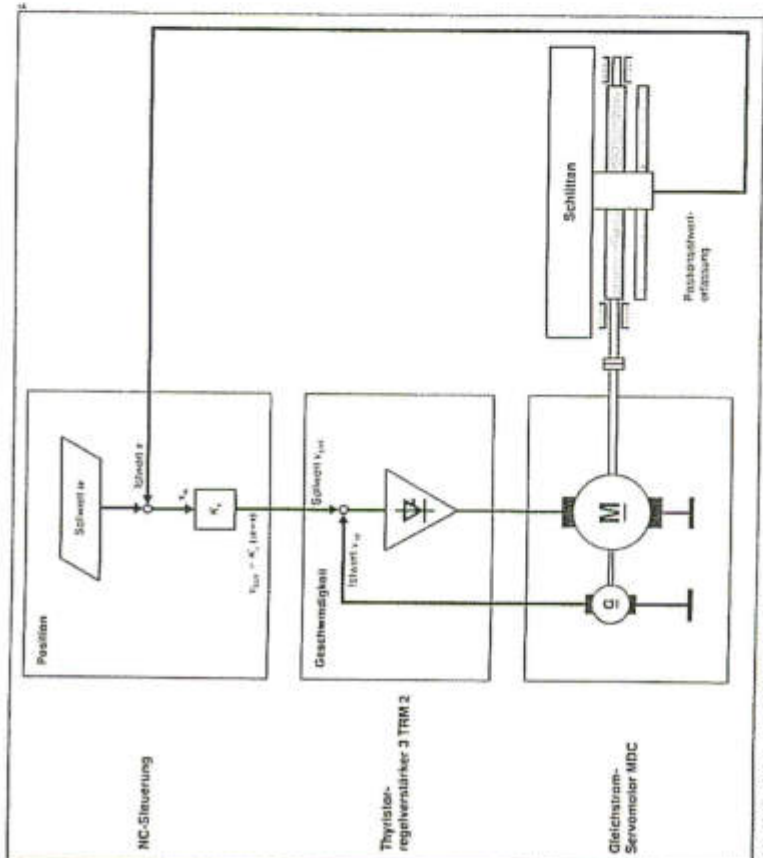


Abb. 14: Funktionsschaltbild des Positionregelkreises

Zusammenschaltung mit einer Steuerung

$$U_{10} = k \cdot f \cdot U \quad (3)$$

U_{10} = Spitze - Spitze Wert der zulässigen überlagerlichen Wechselspannung in Volt

k = Faktor, $k = 0,01 \left[\frac{1}{\text{kHz}} \right]$

f = Frequenz der Oberwelligkeit in Kilohertz

U = max. Wert über NC-Ausgangsspannung in Volt

Bei höheren Oberwelligkeiten sind Stabilitätsprobleme in der Regelung zu erwarten. Eine Glättung des Signals durch einen Filter ist aufgrund der verzögernden Wirkung des Filters im Regelkreis nur bedingt möglich.

5.1.3 Sollwerteingangsbewertung mit einer NC-Steuerung

Im Regelverstärker des Servoantriebs ist der Eingangswiderstand für die v_{soll} - Sollwertspannung der numerischen Steuerung stets so zu bemessen, daß bei 50%—90% der max. NC-Ausgangsspannung die max. Schließgeschwindigkeit schon erreicht wird. Dadurch wird sichergestellt, daß bei geringem Überschwinger die NC-Ausgangsspannung die Positionserregung im aktiven Bereich bleibt. Weitere Informationen zur Berechnung des erforderlichen Eingangswiderstandes siehe Kap. 2.1.1.

5.1.4 Verstärkung des Positionregelkreises

Die von der numerischen Steuerung pro Wagenheit ausgegebene Spannung und der Spannungsdrehzahl-Zusammenhang am Drehzahlreglergang bestimmen die Verstärkung des Positionregelkreises.

Das Verhältnis der Schließgeschwindigkeit zur Positionsabweichung x_w wird als K_p -Faktor bezeichnet.

$$K_p = \frac{v}{x_w} \left[\frac{\text{m/min}}{\text{mm}} \right] \quad (4)$$

v = Geschwindigkeit in m/min

x_w = Positionsabweichung in mm

5.1.5 Slope, geknickte Kennlinie

Um im Vorschubbereich hohe Verstärkungen zu erreichen und im Ellangsbereich dennoch keine schädlichen Beschleunigungen in Kauf nehmen zu müssen, sind zwei Verfahren üblich:

1. Slope

Bei diesem Verfahren gibt die numerische Steuerung, wie in der vorgeschriebenen Weise ausgemessen, bis zum Ellangsbereich eine Verstärkungskennlinie aus, die der Verstärkung im Vorschubbereich entspricht.

Im Betrieb ändert die Steuerung die Sollwertoberhalb des Vorschubbereiches zeitabhängig, so daß übermäßige Beschleunigungen vermieden werden. Bei richtiger Einstellung wird die Wirkung einer geknickten Verstärkungskennlinie erzielt. Die richtige Einstellung des Slope ist dann gegeben, wenn die Hochlauf- und Bremszeiten für die Ellangsgeschwindigkeit 180—240 ms (entsprechend $K_p = 1-0,75$) betragen.

2. Geknickte Verstärkungslinie

Bei diesem Verfahren ist die Einstellung derart vorzunehmen, daß sich im Vorschubbereich der gewünschte K_p -Faktor einstellt und im Ellang die Beschleunigung nicht weiter ansteigt. Knickpunkt der Kennlinie sollte ca. 10% über dem Vorschubbereich liegen (vgl. Abb. 15).

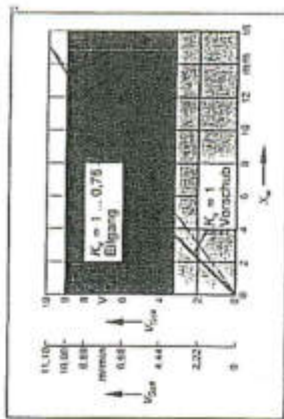
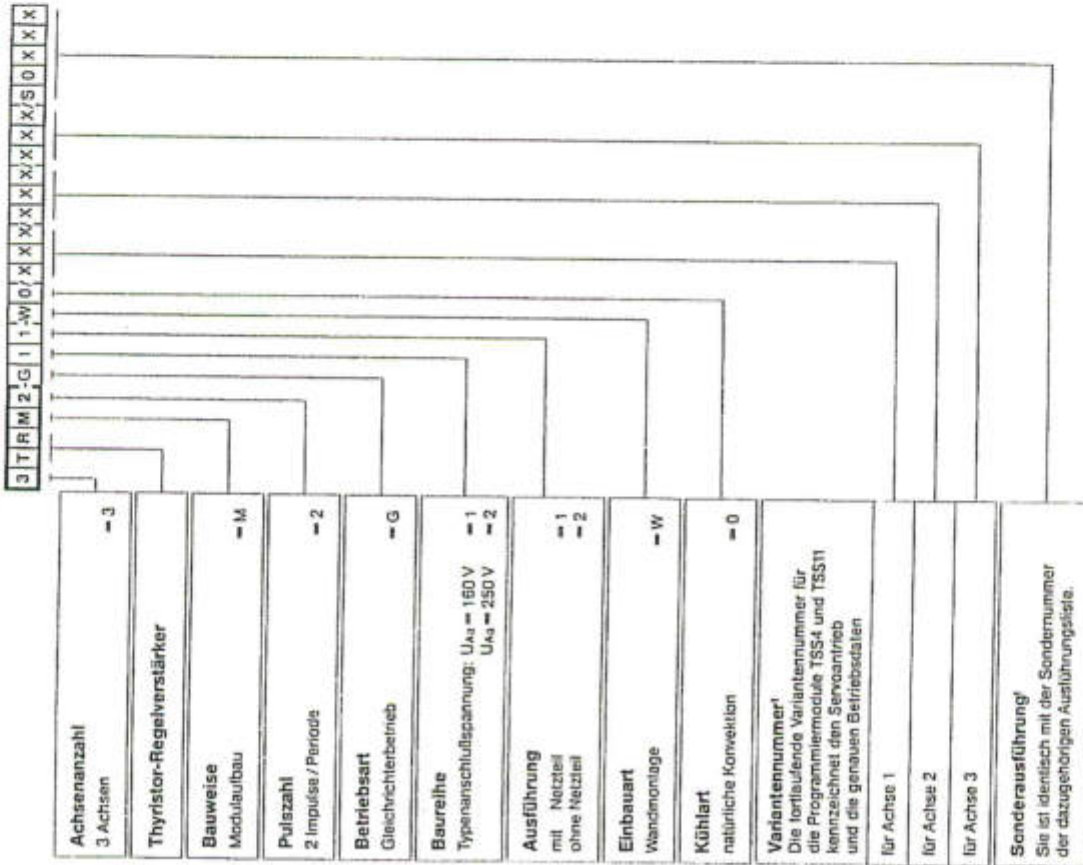


Abb. 15: K_p -Diagramm

Typenschlüssel

Kurzbezeichnung



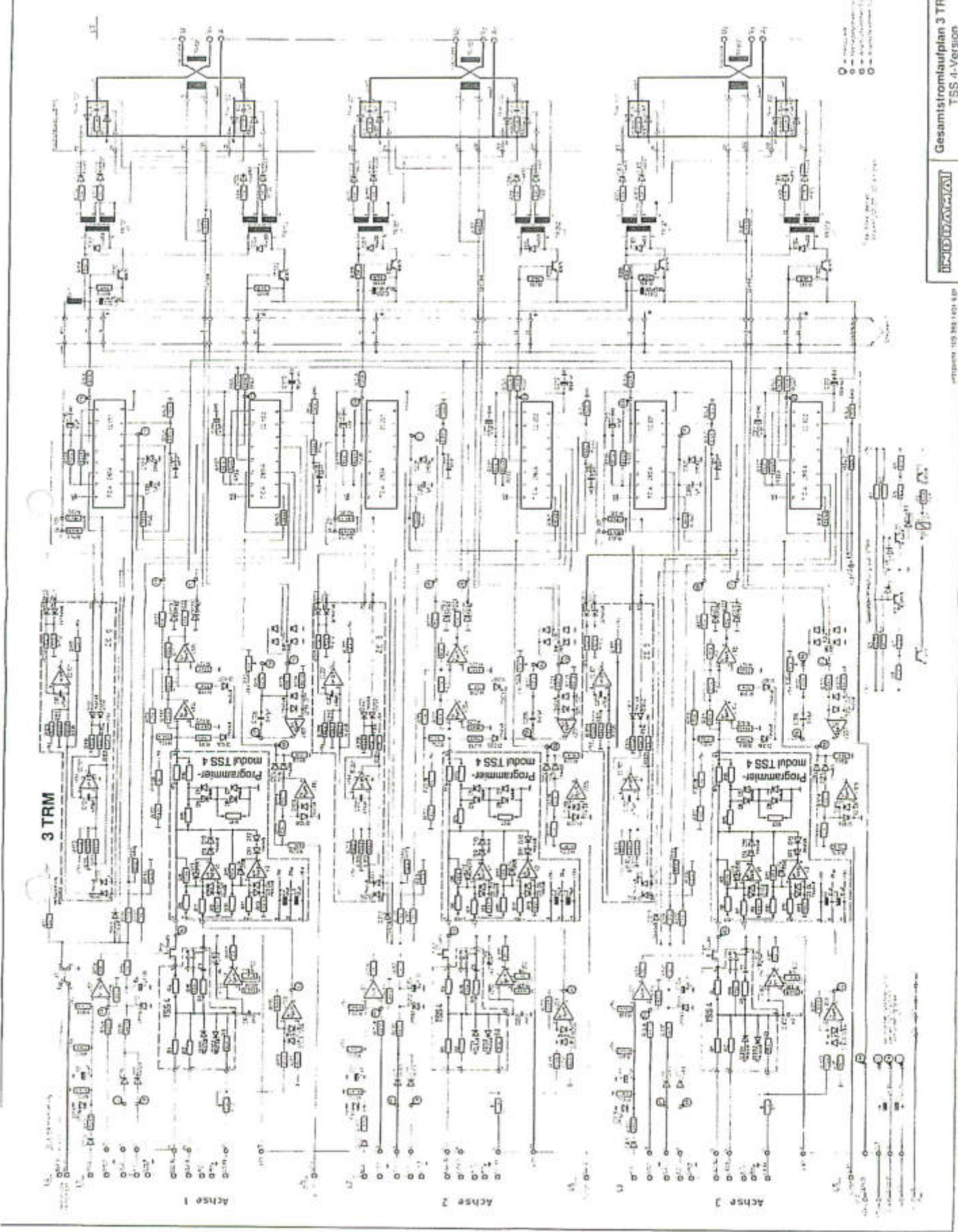
3 | T | R | M | 2 | G | 1 | - | W | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | S | 0 | X | X | X

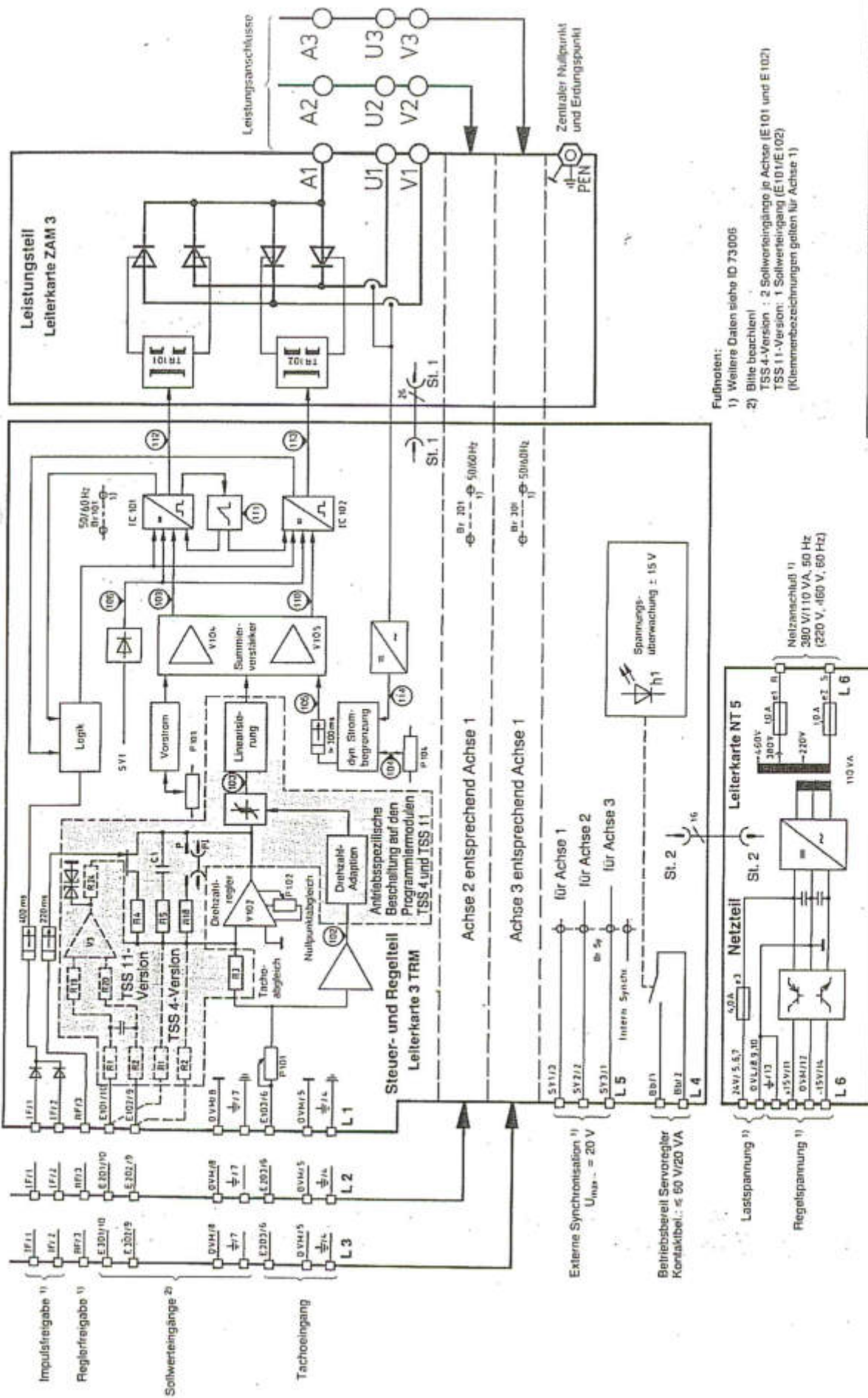
Technische Daten 3TRM2

Bezeichnung	Symbol (Einheit)	G 11	3 TRM 2
Typenschluß-Wechselspannung	U_{A2} [V]	150	250
Typenausgang-Gleichspannung	U_{A3} [V]	140	220
Typenausgang-Gleichstrom	I_{A3} [A]	$\pm 70^1$	$\pm 70^1$
Typenleistung	P_{Typ} [kVA]	9,8	15,4
Verlustleistung	P_{Verl} [W]		125 ²
Regelbereich			analog: >1:2000; digital: >1:200000
Nulppunktstabilität	$\left[\frac{1}{\text{min} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$		0,001
Netzteil mit Synchronisation			entfällt bei 3 TRM 2 - G.2,....
Anschlußspannung	U [V]		350, umstellbar auf 220 oder 460; $\pm 10\%$
Netzfrequenz	f [Hz]		50, umstellbar auf 60
Anschlußleistung	P [VA]		110
Regelspannung für extern	U_{Reg} [V]		± 15 , Welligkeit < 0,1 %, max. belastbar ± 250 mA
Lastgleichspannung für extern	U_L [V]		+ 24; geglättet, Belastbarkeit max. 3 A
Einsatzdaten, Ausführung			
Umgebungstemperaturbereich bei Nennleistung	T_U [°C]		0 bis 45
Maximale Umgebungstemperatur bei reduzierter Nennleistung	$T_{U,max}$ [°C]		+ 65
Lagerungs- und Transporttemperatur	T_C [°C]		- 30 bis + 65
Aufstellhöhe	h [m]		max. 1000 über NIN
Gewicht	m [kg]		9,8 ³
Feuchtigkeitsklasse			F
Schutzart			IP 00 nach DIN 40050

U_{A2} = max. auf Transformator-Gleichspannung, gemessene Phase -imp. nach 10A-Überspannung möglich
 U_{A3} = max. mögliche Ausgangsspannung (nach Mittelwert) nach Typenschluß-Wechselspannung
 I_{A3} = bei Dauerstromwert des Ausgangsstroms bis 45°C Umgebungstemperatur
 P_{Typ} = $I_{A3} \cdot U_{A3}$
 P_{Verl} = Verlustleistung bei I_{A3}

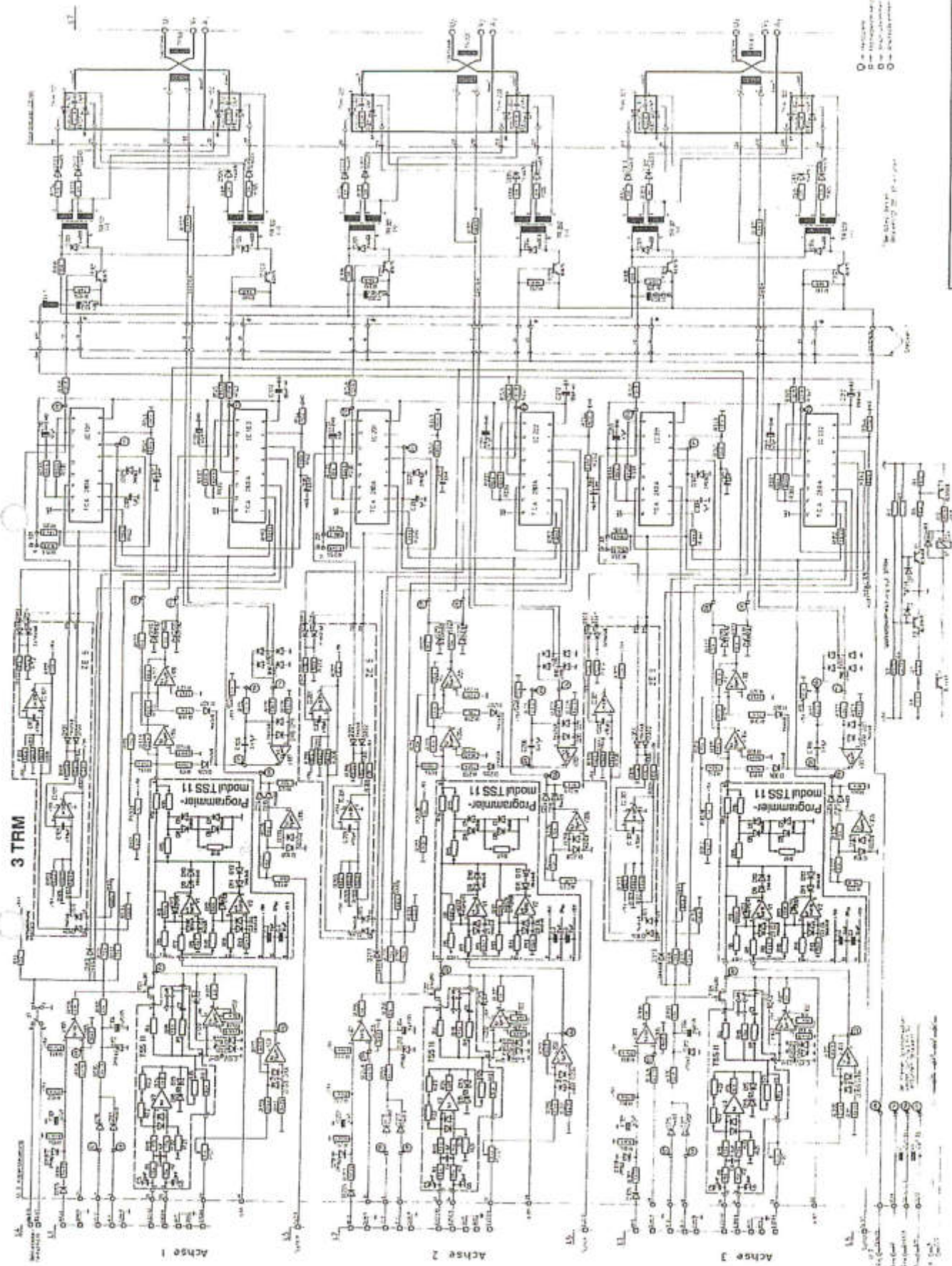
¹ Angabe für 3 Achsen $I_{A3} = 70$ [A] I_{A2} ohne festlegen $I_{A3} = 70$ [A] I_{A1} ohne festlegen $I_{A3} = 70$ [A]
² Angabe für 1 Achse $I_{A3} = 125$ [W] I_{A2} ohne festlegen $I_{A3} = 125$ [W] I_{A1} ohne festlegen $I_{A3} = 125$ [W]





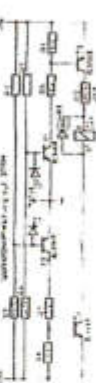
Fußnoten:
 1) Weitere Daten siehe ID 73006
 2) Bitte beachten!
 TSS 4-Version : 2 Sollwertgänge in Achsen (E101 und E 102)
 TSS 11-Version : 1 Sollwertgang (E101/E 02)
 (Klemmenbezeichnungen gelten für Achse 1)

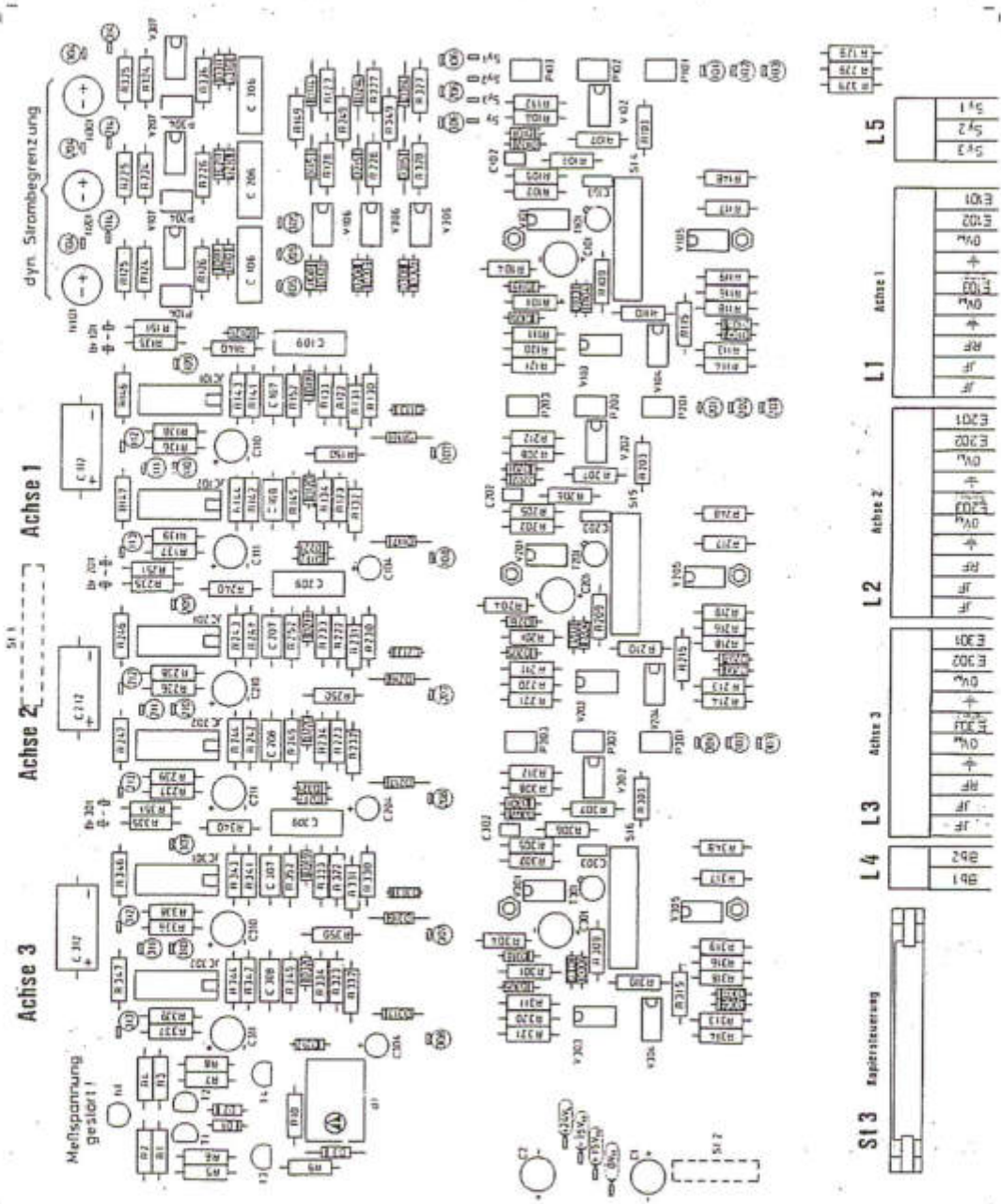
entspricht: 109-300-3004-2



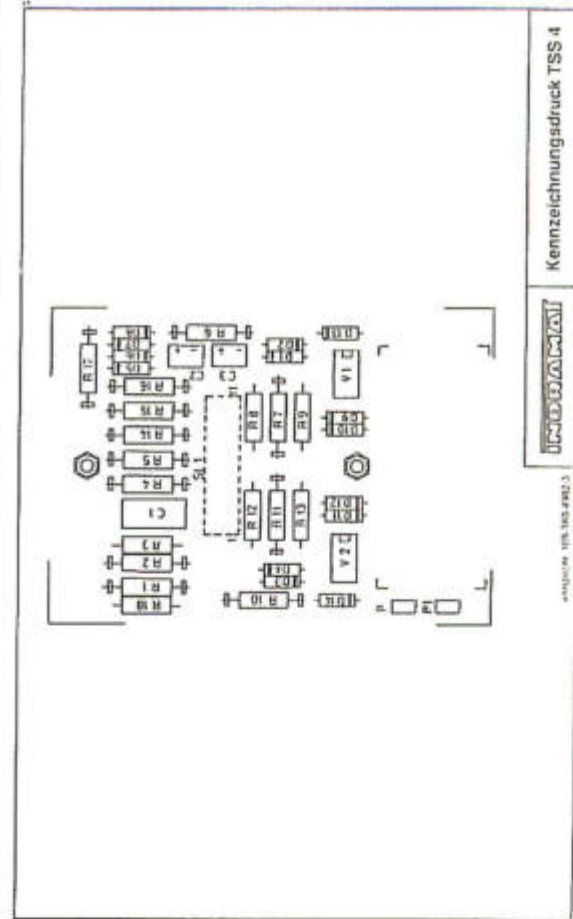
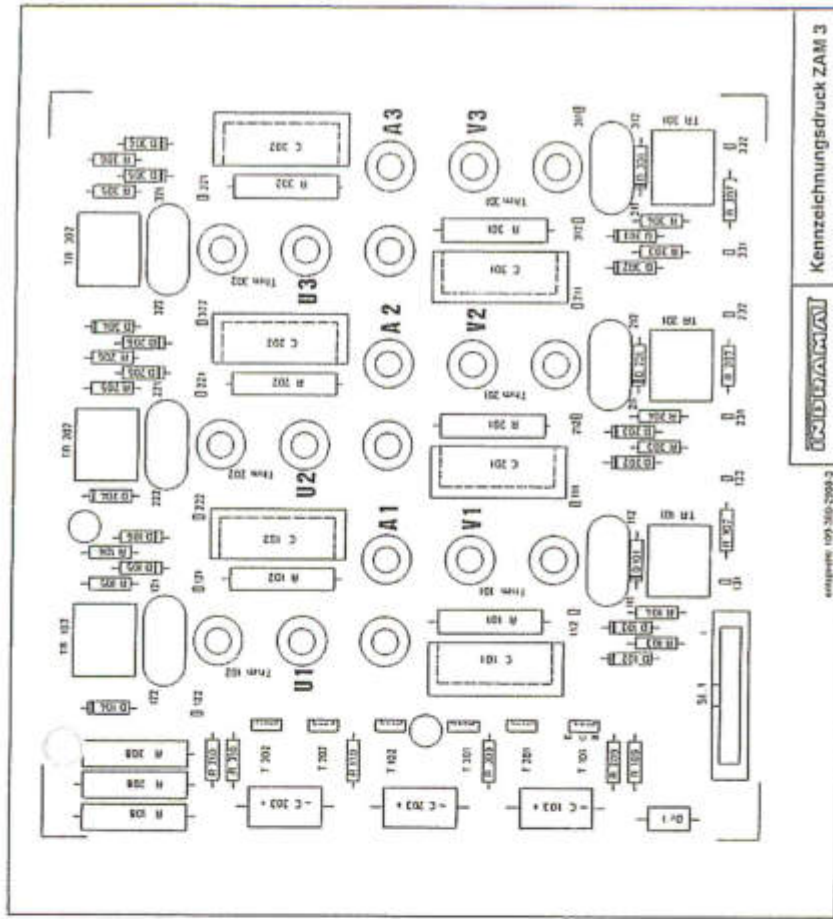
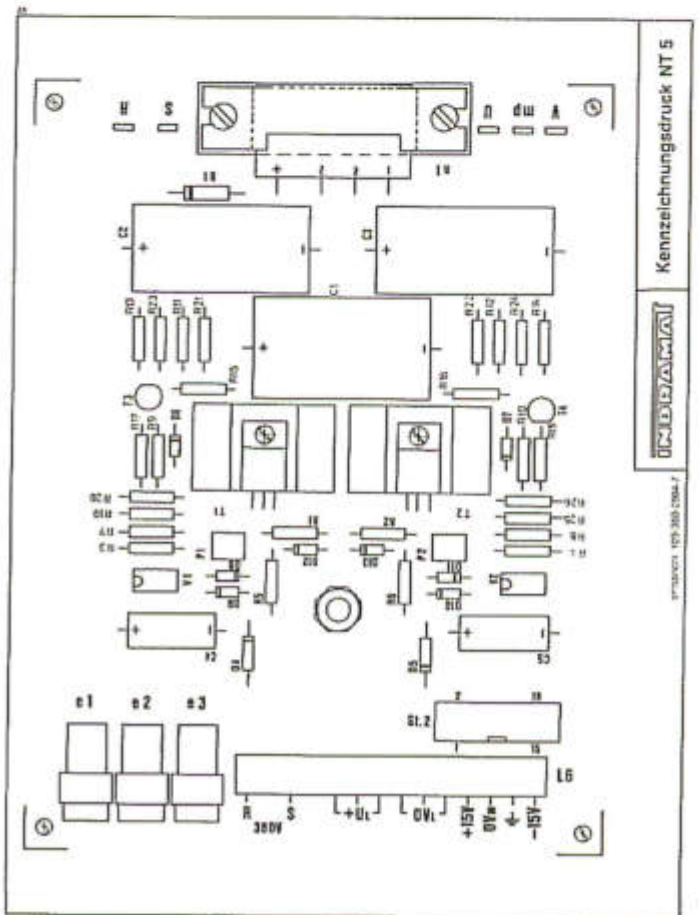
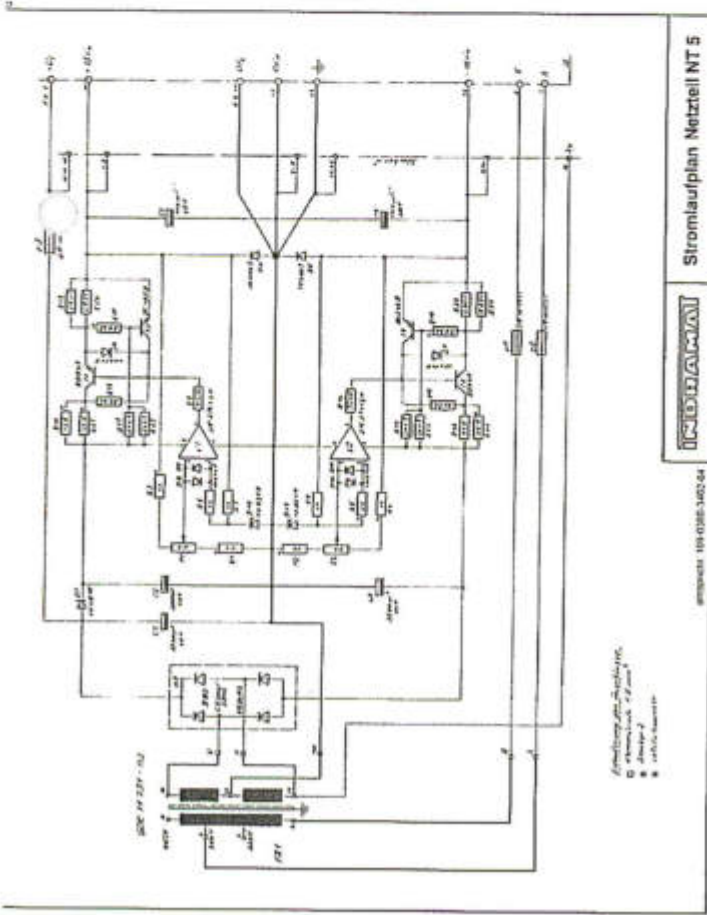
- = ...
- = ...
- ◇ = ...
- = ...

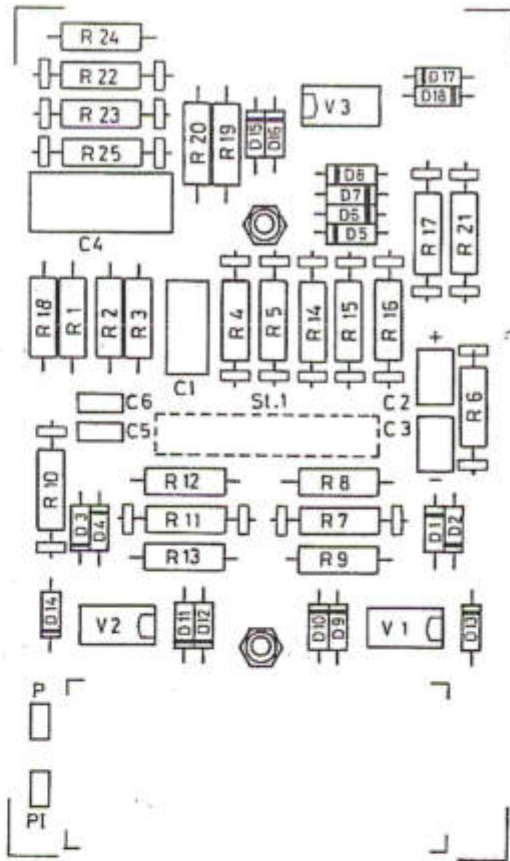
...
...





entspricht 109-380-1001-7

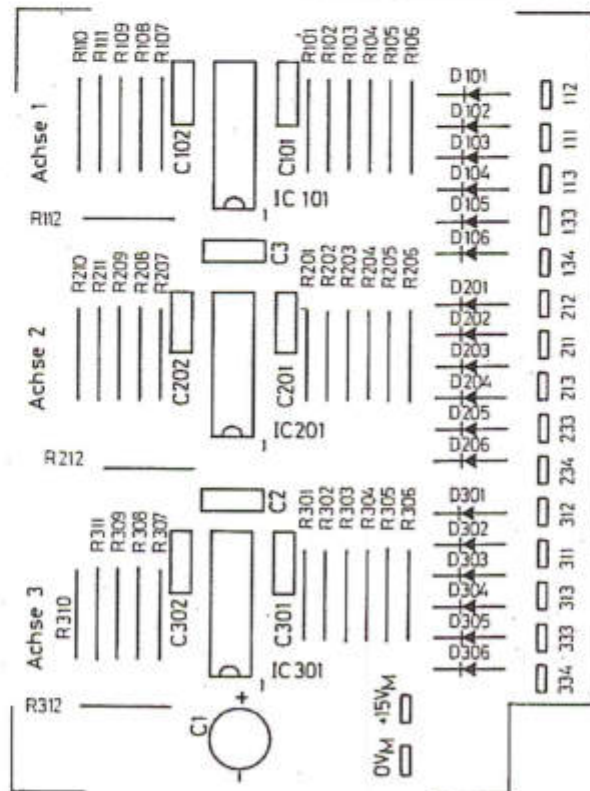




entspricht: 109-360-4912

INDRAMAT

Kennzeichnungsdruck TSS 11



entspricht: 109-380-4915-1

INDRAMAT

Kennzeichnungsdruck ZE 5

INDRAMAT

INDRAMAT GmbH
Partensteiner Straße 23
D-8770 Lohr a. Main

☎ 093 52 / 18-40
☎ 6 89 421/6 89 402 (Service)
Telefax (093 52) 18-4885

England

G.L. Rexroth Ltd.
INDRAMAT Division
4 Esland Place, Love Lane
Cirencester, Glos. GL71YG
☎ 02 85/68 671
☎ 43 565

España Spain

Goimendi S.A.
División Indramat
Jolastokieta (Herrera)
Apartado 1137
San Sebastian
☎ 943/39 38 40
☎ 36172

Rexroth S.A.
Centro Industrial Santiga
Obradors s/n
Santa Perpetua de Mogoda
(Barcelona)
☎ 03/7 18 68 51
☎ 59 181

France

Indramat
28-30, Rue Edouard Vaillant
F-92300 Levallois-Perret
☎ 1/47 39 55 81
☎ 615 771

Italia Italy

Rexroth S.p.A.
Divisione INDRAMAT
Via G.Di Vittorio
I-20063 Cernusco S/N
☎ 02/92365-270
☎ 3 31 695

Jugoslavija Yugoslavia

Prvomajska Trgovina
Poslovno Područje Indramat
P.O. Box 597
Ul. 8. Maja Nr. 33
YU-41001 Zagreb
☎ 0 41/44 1114
☎ 21 791

ISKRA COMMERCE
TRG Revolucije 3
YU-61000 Ljubeljana
Jugoslawien
☎ 061/213-213, 222-147
☎ 31-356

Österreich Austria

G.L. Rexroth GmbH
Geschäftsbereich Indramat
Weimarer Straße 104
A-1190 Wien
☎ 02 22/31 55 31-0
☎ 115 006

Schweiz Switzerland

Rexroth AG
Geschäftsbereich Indramat
Hemriedstraße 2
CH-8863 Buttikon (Zürich)
☎ 055/67 10 55 und 054/65 17 92
☎ 6 75 651

Rexroth SA
Département Indramat
Chemin de la Meunière 12
Ch-1008 Prilly-Lausanne
☎ 021/25 47 36 und 91 43 77
☎ 24 665

Suomi Finland

Rexroth OY
Riihimiehentie 3
Postfach 125
SF-01720 Vantaa
☎ 90/84 85 11
☎ 123 630

Sverige Sweden

AB Zander & Ingeström
NC-Automation
INDRAMAT Division
Box 12088
S-10223 Stockholm
☎ 08/80 90 00
☎ 10 074

USA

Rexroth Corporation
INDRAMAT Division
255 Mittel Drive
Wood Dale, Illinois 60191
☎ 312 860 1010
☎ 206 582

India

Kirloskar Electric Co. Ltd.
Indramat Division
Post Box No. 5555
Malleswaram West
Bangalore-560055
☎ 35311
☎ 0845/230 & 790