

BEDIENUNGSANLEITUNG

Universal – Fräs – und Bohrmaschine
UF 6/3

Bahnsteuerung
HEIDENHAIN TNC155

© 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

Blatt 1	Inhaltsverzeichnis
Blatt 2	Vorwort
Blatt 2	Betriebssicherheit 1
Blatt 3	Betriebssicherheit 1/1
Blatt 4	
Blatt 5	Bezeichnungen und Bedienungen
Blatt 6	
Blatt 7	Technische Daten
Blatt 8	Schema des Hauptantriebes
Blatt 9	
Blatt 10	Abmessungen und Platzbedarf
Blatt 11	
Blatt 12	
Blatt 13	
Blatt 14	Transportanleitung
Blatt 15	Aufstellung der Maschine
Blatt 16	Elektrischer Anschluss
Blatt 17	Bedienungshinweise
Blatt 18	Bedienungshinweise
Blatt 19	Steuerpult
Blatt 20	
Blatt 21	Kühlmitteleinrichtung
Blatt 22	
Blatt 23	Hydr. Werkzeugspannung / Klemmung (Leitung)
Blatt 24	Hydr. Werkzeugspannung (Pumpenaggregat)
Blatt 25	Hydraulikschema
Blatt 26/1	Werkzeugspanner
Blatt 26/2	Werkzeugspanner
Blatt 26/3	Werkzeugspanner
Blatt 26/4	Werkzeugspanner
Blatt 26/5	Werkzeugspanner
Blatt 26/6	Werkzeugspanner
Blatt 26/7	Werkzeugspanner
Blatt 27	Arbeitsbereich des Vertikalfräskopfes
Blatt 28	Arbeitsbereich beim Horizontalfräsen
Blatt 29	Maschinenschmierplan
Blatt 30	Schmierstoffempfehlung
Blatt 31	Nachstellen der Vertikalleiste
Blatt 32	Nachstellen der Querleiste
Blatt 33	Nachstellen der Längsleiste
Blatt 34	Öleinfüll- und Ablasstellen

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!

Änderungen 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

Hinweis:

Alle Personen die mit der Aufstellung, Bedienung, Wartung und Reparatur der Maschine beschäftigt sind müssen die Bedienungsanleitung gelesen und verstanden haben.
Bei Rückfragen an den KUNZMANN- Service ist immer die Maschinen -Nr. anzugeben.

Zweckbestimmung:

Die Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren der Fa. KUNZMANN GmbH erlauben eine Vielzahl von Zerspanungsmöglichkeiten , z.B. Fräsen , Bohren , Gewindebohren. Als Werkstoffe sind Vorzugsweise die im Maschinenbau üblichen Materialien wie Stahl , GG und Aluminium zu verwenden. Andere Werkstoffe wie z.B. Papier , Graphit , Mineralien oder Magnesium können nicht bzw. nur mit entsprechenden Schutzeinrichtungen bearbeitet werden.

Erstinbetriebnahme:

Die Erstinbetriebnahme der KUNZMANN- Fräsmaschinen kann durch ausgebildetes Personal vorgenommen werden. Bei CNC-Maschinen empfehlen wir die Inbetriebnahme durch den KUNZMANN- Service.

Bedienung/Wartung:

Für die Bedienung und die Wartung von KUNZMANN- Fräsmaschinen sind nur entsprechend geschulte Personen einzusetzen.
Unsachgemäße Behandlung kann zu Gefahr für Leib und Leben, sowie zur Zerstörung div. Maschinenelemente führen.

Schutzvorrichtungen:

Schutzvorrichtungen, die nach der geltenden UVV an den Maschinen angebaut sind, dürfen nicht verändert oder entfernt werden. Bei Ausfall dieser Schutzeinrichtungen darf die Maschine erst nach Instandsetzen wieder betrieben werden.

Standortwechsel / Elektr. Störung:

Bei Standortwechsel der Maschine oder elektrischen Störungen ist der Kontakt mit dem KUNZMANN- Service aufzunehmen bzw. ihn anzufordern.

Service-/Wartungsarbeiten:

Service - und Wartungsarbeiten dürfen nur bei stillgesetzter Maschine ausgeführt werden. Transport , Aufstellung , Wartung und Betrieb der Maschine sind in der Bedienungsanleitung beschrieben. Die mit der Bedienung und Wartung beauftragten Personen müssen die Anleitung gelesen und verstanden haben. Zur Vermeidung von Personenschäden sind alle Tätigkeiten von einem Bediener durchzuführen. Falls erforderlich sollte der Maschinenbediener Schutzbrille und Sicherheitshandschuhe tragen.

Bedienungsanleitung:

Die Bedienungsanleitung besteht aus den Teilen Maschine, Steuerung, Elektrik, Zubehör und Service.



Für Schäden die durch Nichtbeachtung der Anleitungs-
vorgaben bzw. durch unsachgemäßes Vorgehen entstehen,
wird keine Haftung übernommen!



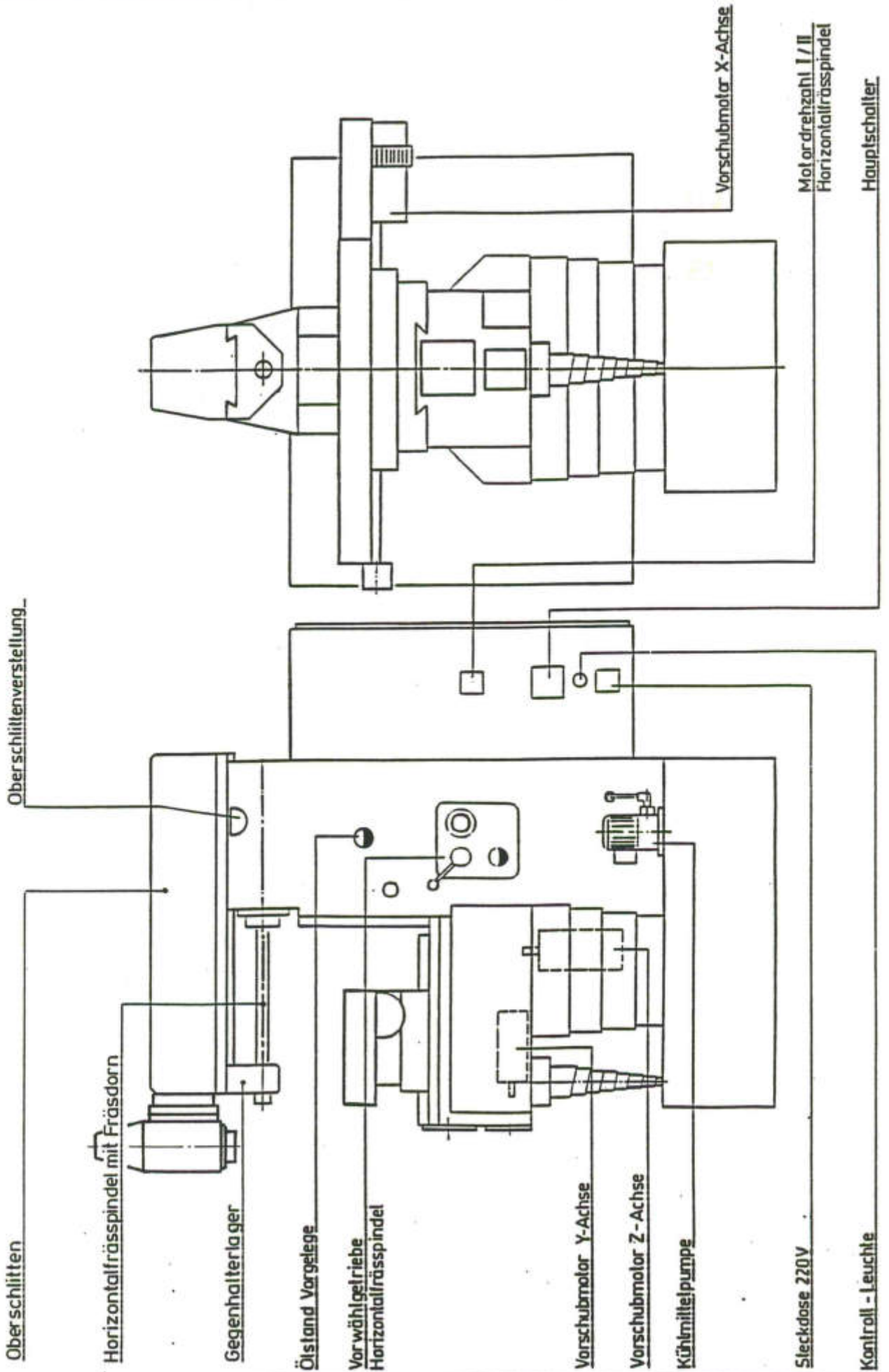
Hier einige Hinweise zur Betriebssicherheit die beim FRÄSEN und BOHREN besonders zu berücksichtigen sind:

- ⇒ Werkstücke Festspannen um Herausschleudern zu verhindern.
- ⇒ Werkzeug vor Arbeitsbeginn auf festen Sitz prüfen.
- ⇒ Ist kein spezieller Späne- Spritzschutz vorhanden sind zum Schutz gegen weggeschleuderte Späne Fangwände oder ähnliches aufzustellen.
- ⇒ Späne nur mit Hilfsmitteln, z.B. Pinsel , Handfeger etc. entfernen, nie mit bloßen Händen!
- ⇒ Kühlmittelzufuhr bei stillstehenden Fräser ausschalten.
- ⇒ Nicht in den Gefahrenbereich des laufenden Werkzeuges greifen.
- ⇒ Messungen am Werkstück und den Werkzeugwechsel nur bei stillstehenden Fräser durchführen.
- ⇒ Beim Werkzeugwechsel auch das stillstehende Werkzeug nicht mit bloßen Händen anfassen, sondern stets entsprechenden Schutz wie Handschuhe oder Stofflappen verwenden.
- ⇒ Beim Antasten bzw. „Ankratzen“ an ein Werkstück kommt man durch die Sichtkontrolle oft in die Nähe der laufenden Spindel. Deswegen Haarnetz oder eine geeignete Mütze tragen.

Je nach Betriebsart wird durch entsprechende Sicherheitseinrichtungen z.B. Endschalterüberwachte Schutztüren ,Schlüsselschalter zur Anwahl des Einrichtbetriebs oder Zustimmungtaste am elektronischen Handrad usw. die Unfallgefahr verringert.

Die Polycarbonatscheiben der Schutzkabine sind nach 4000 Betriebsstunden , aufgrund der verminderten Rückhaltefähigkeit , auszutauschen.

KUNZMANN



Technische Daten

UF6/3

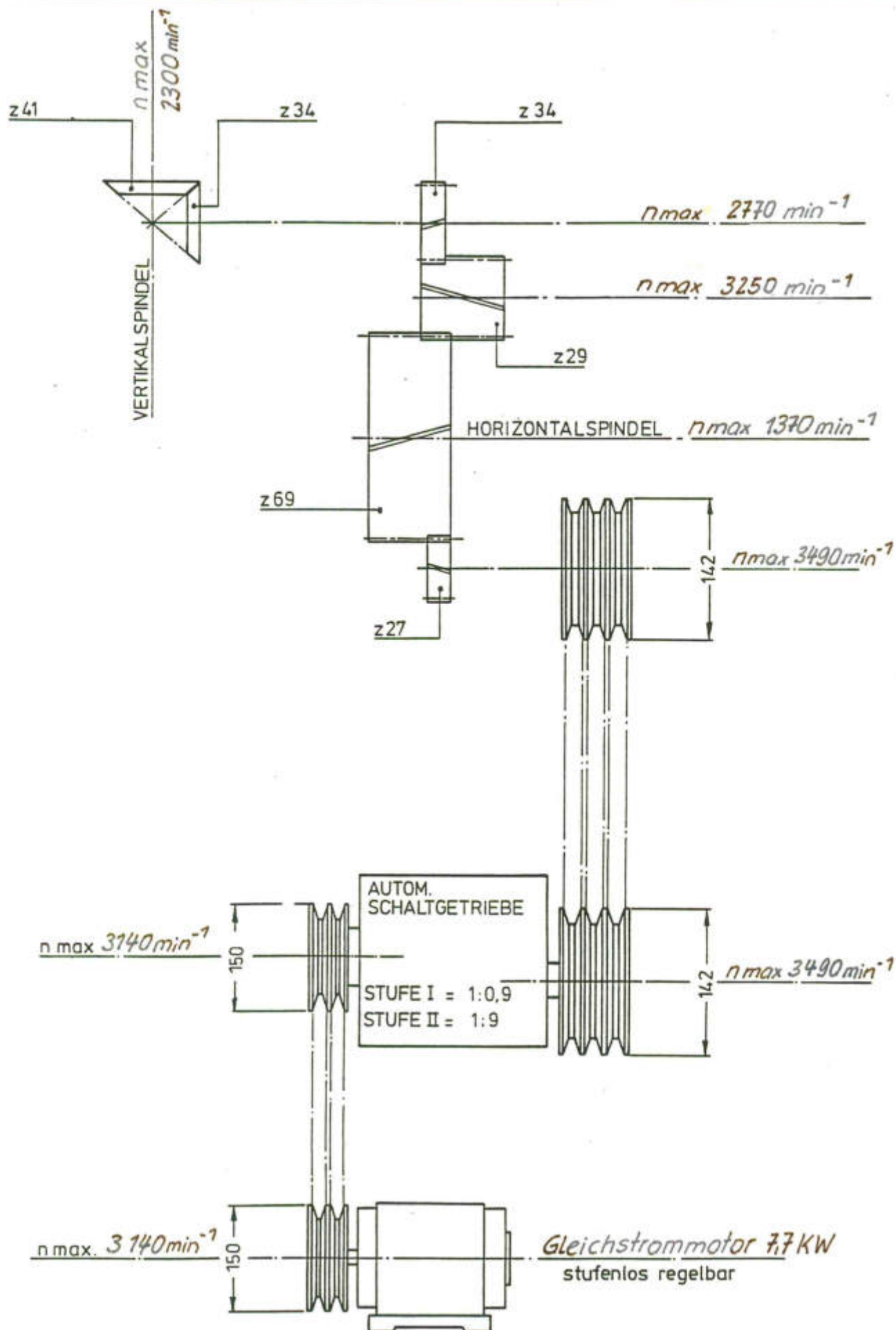
Blatt: 7

Frästisch	Aufspannfläche Aufspannuten Nutenbreite Nutenabstand Schwenkbar horizontal nach beiden Seiten	860x265 mm 3 14 H7 50 mm 45°
Arbeitsbereich	längs automatisch	424 mm
	vertikal automatisch	389 mm
	quer automatisch	241 mm
max. Abstände	Tischoberkante bis Horizontal- Spindelmitte	400 mm
Frässpindel	Werkzeugaufnahme	SK 40
	Drehzahlen horizontal stufenlos Drehzahlen vertikal stufenlos autom. Schaltgetriebe Abstand Horizontalspindelmitte bis Gegenhalter-Unterkante	0 - 1370 min ⁻¹ 0 - 2300 min ⁻¹ Stufe 1 = 1:0,9 Stufe 2 = 1:9 87 mm
Vorschub	längs und quer und vertikal	0-1000 mm/min
Eilgang	längs und quer	4000 mm/min
Eilgang	vertikal	3000 mm/min
Antriebsleistung	Gleichstrommotor	ca. 7,7 KW
Gewicht	Netto / incl. Seekiste	1450 / 1800 KG
Abmessungen	Länge x Tiefe x Höhe	1600x1500x2000

SCHEMA DES HAUPTANTRIEBES

UF 6/3

Blatt: 8



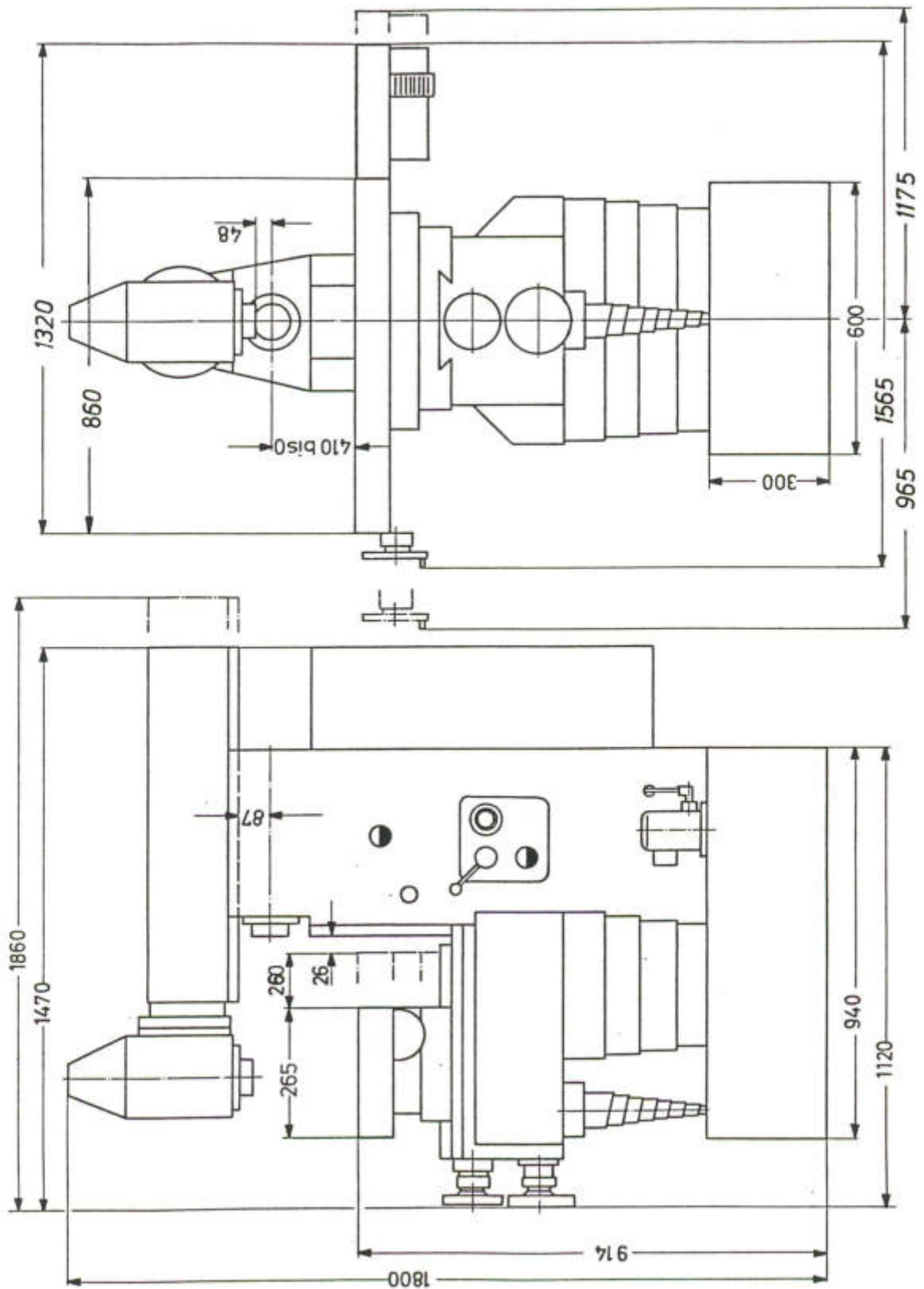
KUNZMANN

Abmessungen und Platzbedarf

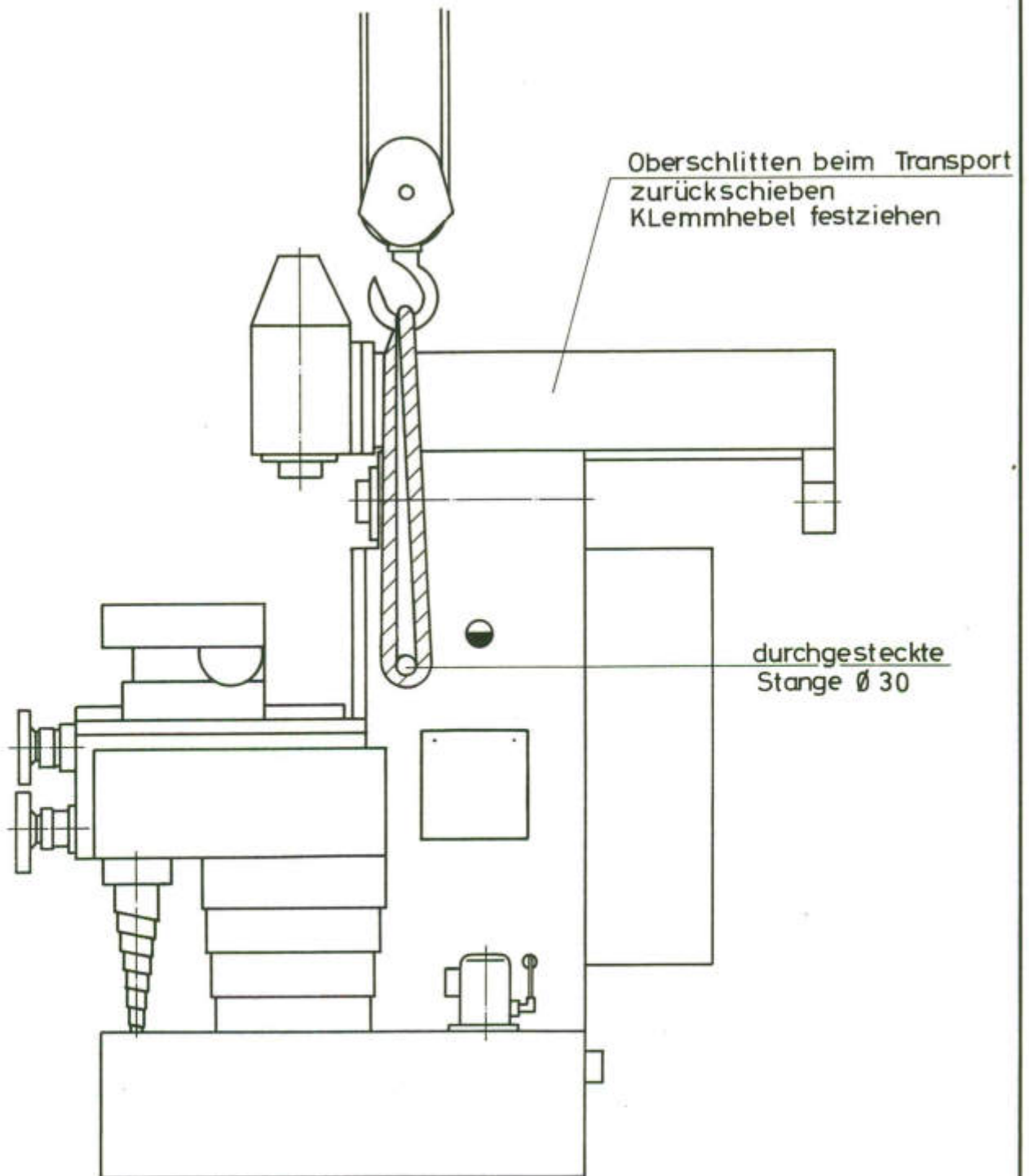
ohne Steuerpult

UF6/3

Blatt: 10

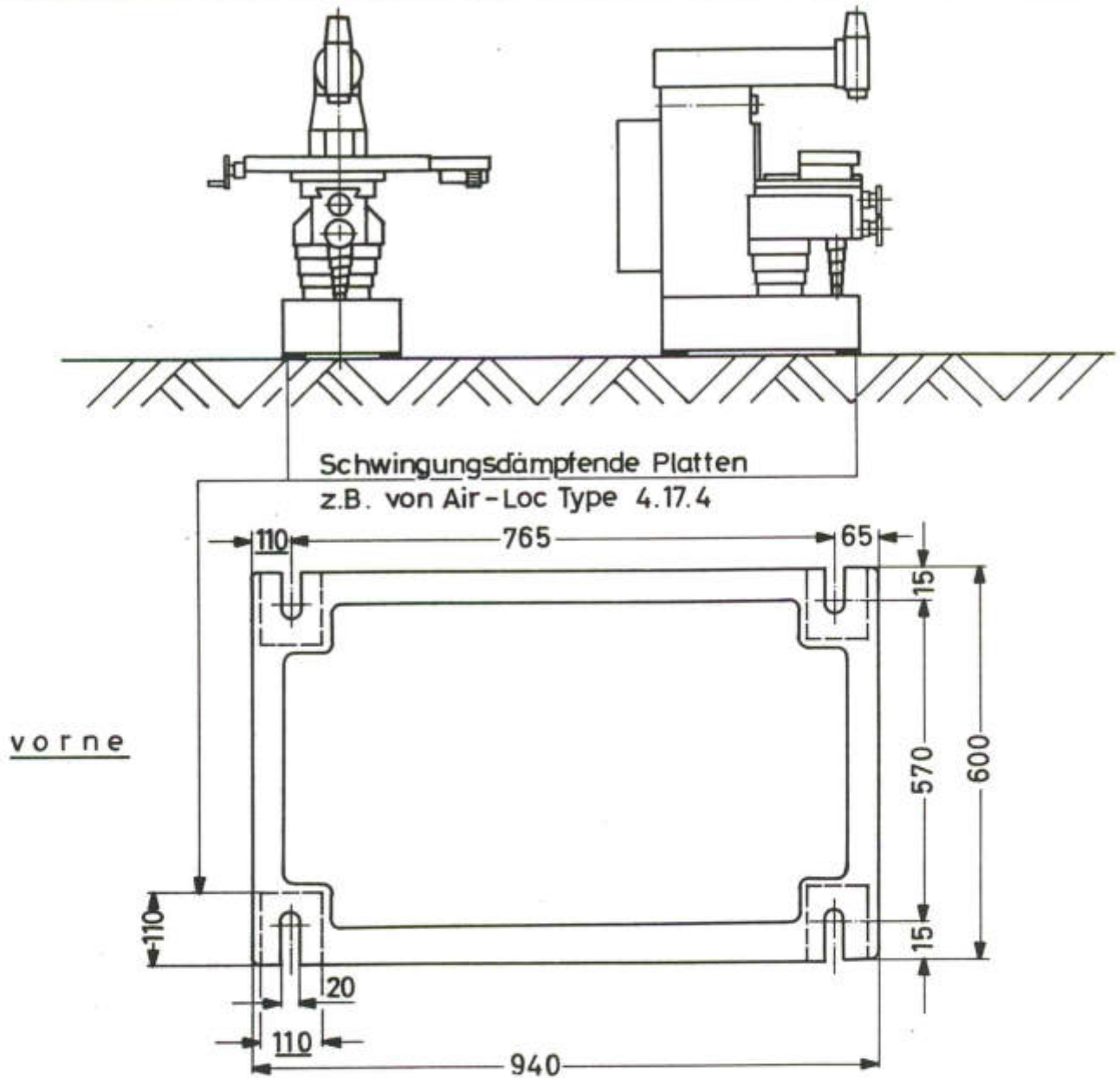


KUNZMANN



Für den Transport erforderlich:

- ↑ Stück Rundstahl $\varnothing 30$ mm 600 mm lang
- ↑ Transportseil zul. Belastung mind. 2500 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 größtmöglich 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 Maschine wird von uns für die bei der Bestellung angegebenen Betriebsspannung ausgerüstet und geschaltet.

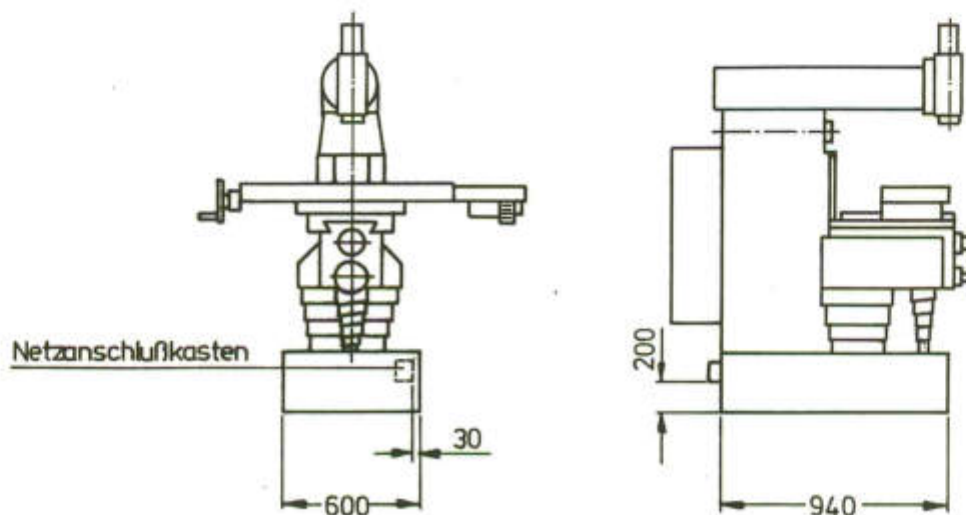
Die Zuleitung zum Netzanschlußkasten, welcher hinten am Unterbau angebracht ist, soll in einem Stahlpanzerrohr durch ein Kabel mit einem Mindestquerschnitt von 5 x 2,5 mm erfolgen.

Der grünelbe Schutzleiter der Zuleitung ist dabei an die entsprechende Schutzleiterklemme im Netzanschlußkasten anzuschließen.

Im Netzanschlußkasten sind die Klemmen der Reihenfolge nach L1 L2 L3 N und PE angeordnet.

Der Motor der Kühlmittelpumpe ist über den Kühlmittelschalter gegen Überstrom gesichert.
Die Pumpe ist deshalb nicht mehr durch Schmelzsicherungseinsätze abgesichert.

Nach dem Netzanschluß ist an der Klemmenleiste im Schaltschrank links unten das Drehfeld zu prüfen. Sollte bei dieser Prüfung der Drehfeldmesser die verkehrte Drehrichtung anzeigen, sind zwei Phasen an der Klemmenleiste zu vertauschen, z.B. L 1 mit L 3. Erst danach ist die Maschine lauffähig.



Einschaltmodus:

Maschine über den Hauptschalter am Schaltschrank einschalten
Auf dem Bildschirm am Steuerpult erscheint die Meldung „SPEICHERTEST“
Nach ca. 40 sek. kommt die Meldung „STROMUNTERBRECHUNG“

Danach wird durch Drücken der CE- Taste diese Meldung gelöscht und gleichzeitig die Motoren in den Lageregelkreis geschaltet.

Auf dem Bildschirm erscheint:

- MANUELLER BETRIEB
- REFERENZPUNKT Z ANFAHREN
- REFERENZPUNKT Y ANFAHREN
- REFERENZPUNKT X ANFAHREN

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten „Fräser/Automatik – Start“ und “TNC ein / Vorschub ein“ fährt die Z-Achse nach unten zur Referenzmarke Z. (Vorschubpoti an der Steuerung aufdrehen!)

Diesen Vorgang für die Y- und X-Achse wiederholen.

Sind alle Referenzpunkte angefahren ist die Maschine im Manuellen Betrieb.

Sie kann über das Handbedienfeld bedient werden.

Die Steuerung arbeitet in dieser Betriebsart als Numerische Positionsanzeige.

Manueller Betrieb:

Frässpindel ein

Taste TOOL CALL drücken und Drehzahl eingeben. Mit NC-Start wird das Getriebe geschaltet.

Taste STOP drücken und M3 (Rechtslauf) eingeben. Mit NC-Start wird die Spindel eingeschaltet!

Frässpindel aus

Taste STOP drücken und M5 eingeben. Mit NC-Start wird die Spindel ausgeschaltet!

Für das Arbeiten mit den Frässpindeln wurden folgende Bedienvorgänge festgelegt:

1. Auswahl der Frässpindeln

M60 = Horizontalfrässpindel

M70 = Vertikalfrässpindel

2. Drehzahlbereiche

Horizontalfrässpindel Stufe 1 S0 – S130

Horizontalfrässpindel Stufe 2 S131 – S1300

Vertikalfrässpindel Stufe 1 S0 – S218

Vertikalfrässpindel Stufe 2 S219 – S2180

3. Programmierschema

Zuerst die Frässpindel auswählen

STOP, M70, NC-Start

Meldung DREHZAHN ANPASSEN erscheint

TOOL CALL S 1000, NC-Start

Drehzahl wird in die Statuszeile eingelesen

STOP, M3, NC-Start

Mit Drücken von NC-Start läuft die Spindel an!

Falls erforderlich kann jetzt mit **TOOL CALL** bzw. dem **Poti S%** die Drehzahl verändert werden.

Wird ein Wechsel zwischen Vertikal- und Horizontalfrässpindel vorgenommen muss das Programmierschema wiederholt werden. Erst danach läuft die angewählte Frässpindel mit der richtigen Drehzahl.

Richtungstasten / Vorschub / Eilgang

Zuerst wird die Fahrriichtung durch Drücken einer der Tasten X Y oder Z +/- vorgewählt.

Durch Drücken der Taste „Vorschub ein“ wird die Bewegung eingeleitet.

Mit dem Poti % wird die Vorschubgeschwindigkeit geregelt. 100% = 1000mm/min.

Wird die Eilgang-Taste gedrückt fährt die X-und Y-Achse 4500mm/min, die Z-Achse 3300mm/min.

Werkzeugspannung Horizontal / Vertikal

Taste STOP drücken und M6 eingeben. Mit NC-Start wird die Wechseltaste freigegeben.

Das Werkzeug kann in den Konus eingesetzt und durch Loslassen der Taste den Konus eingezogen werden.

Nach dem Einsetzen des Werkzeuges muss der Wechselvorgang durch gleichzeitiges Drücken der Tasten NC-Start und M06 quittiert werden.

Arbeiten mit Handrädern:

Soll mit dem Handrad ein Schlitten bewegt werden, muss zuerst eine Freischaltung der jeweiligen Achse erfolgen. Hierzu dienen die Tasten „Bremslüfter“.

Sobald eine Bremslüfter-Taste betätigt ist leuchtet sie und zusätzlich erscheint am Bildschirm die Meldung „Bremsen gelüftet“.

Danach kann die gewählte Achse mit dem Handrad bewegt werden.

Durch nochmaliges Drücken der Taste wird die Achse wieder in die Lageregelung gesetzt (die Taste leuchtet nicht mehr). Danach kann sie wieder im autom. Vorschub gefahren werden.

Bei der Z-Achse ist es notwendig nach dem Freischalten zusätzlich das Handrad in ein Kegelrad einzurücken.

Die Rückkehr in die Lageregelung ist erst nach nochmaligem Drücken der Taste und Ausrücken des Handrades möglich.

Zusätzliche Bedienhinweise:

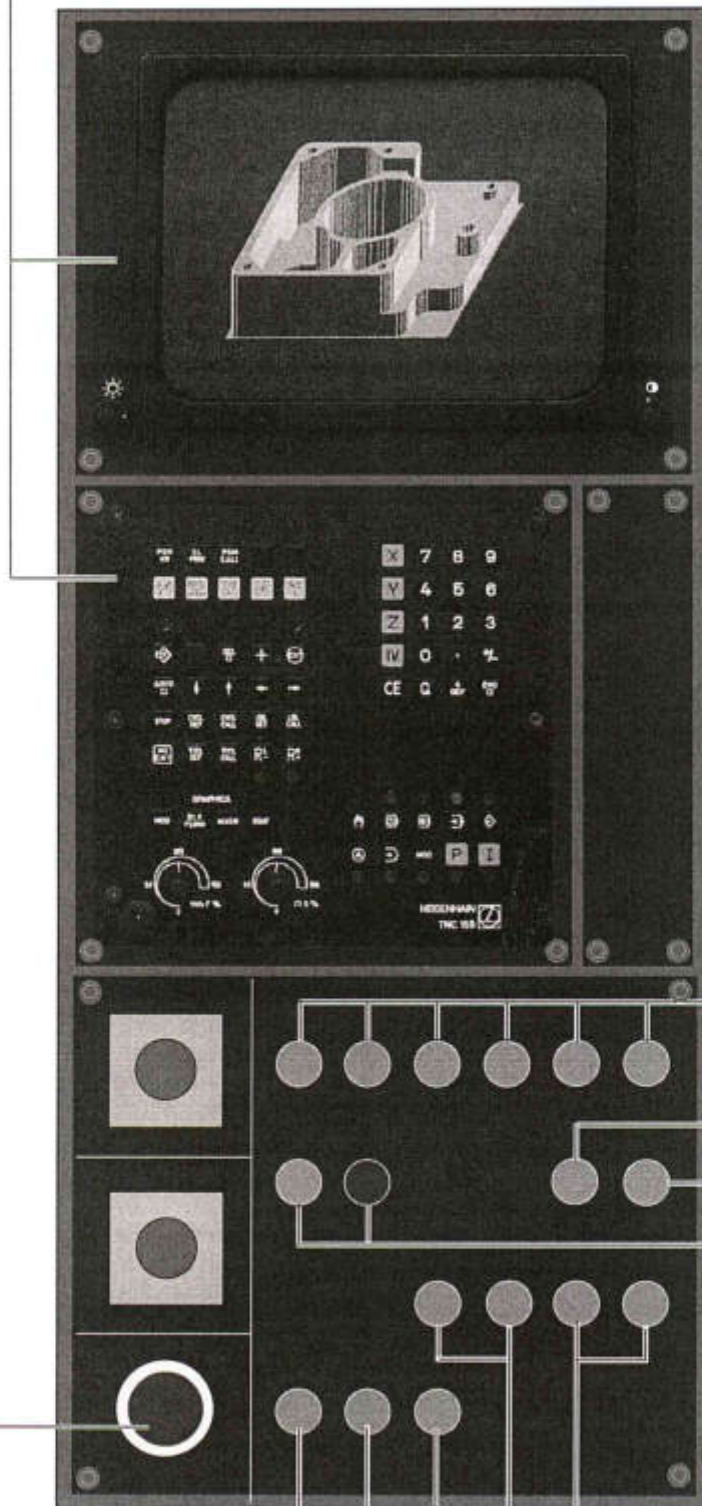
Die Taste M06 bewirkt den Neustart des Programms nach erfolgtem Werkzeugwechsel.

Die Taste Bremslüfter für Fräser bewirkt eine Freischaltung der Spindel.

Bei Anzeige „Ölmangel“ erscheint bei unterschreiten des min. Ölstandes und führt zum Abschalten der Maschine. Nach Auffüllen des Behälters ist die Maschine wieder betriebsbereit.

Die Beschreibung der Steuerung TNC155 und der Bedienung des elektronischen Handrades ist der Betriebsanleitung von Heidenhain zu entnehmen.

Beschreibung für Bildschirm und Tastatur
siehe Benutzer-Handbuch TNC155



Achsrichtungstasten

Eilgang

M06-Quittierung

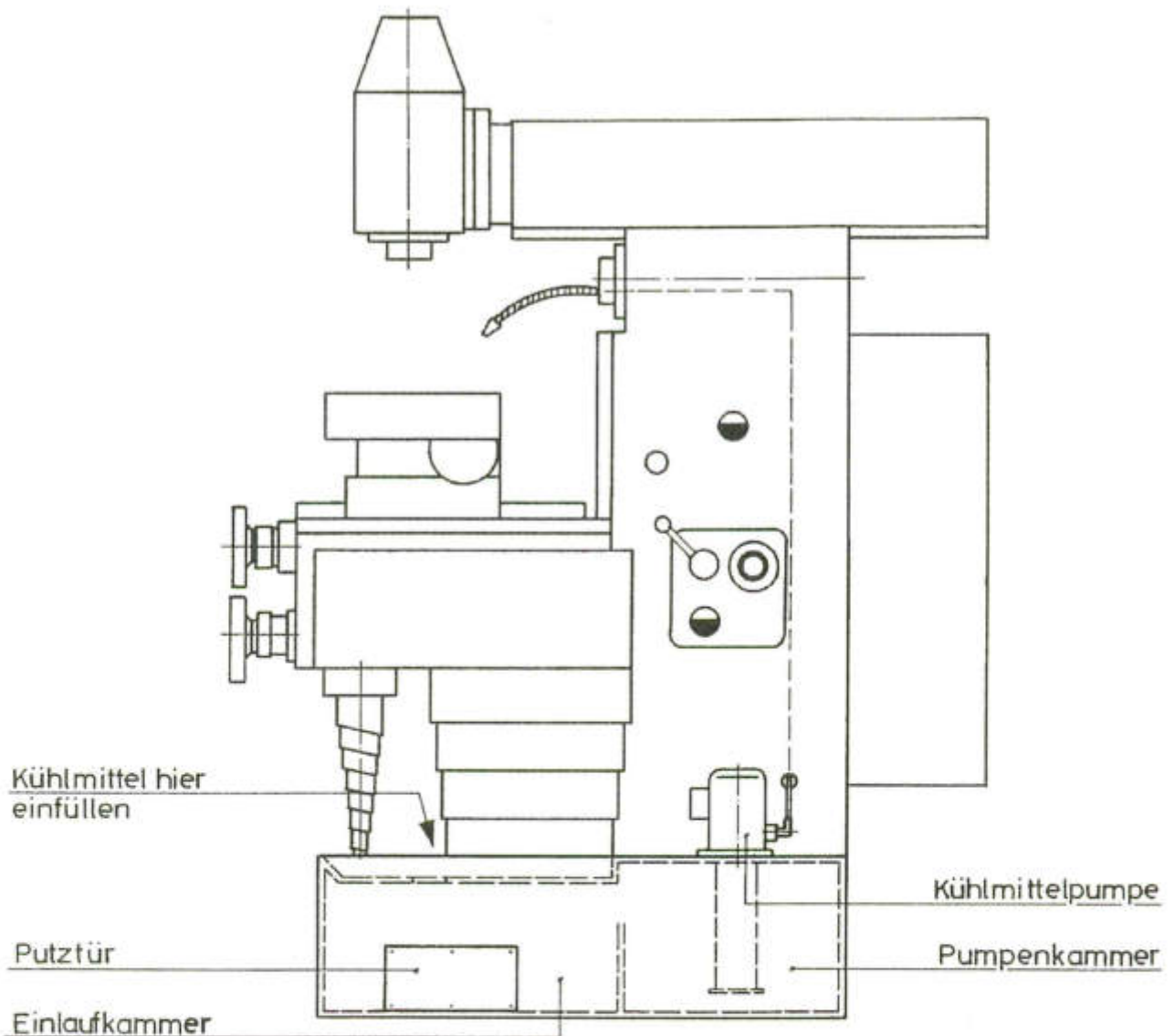
NC-Start / NC-Stop

Not Aus

Bremslüfter X Y Z für Handräder

Hydr. Werkzeugspannung

Steuerung Ein / Aus



Die Kühlmittelpumpe kann mit Kühlmittelemlusion oder Schneidöl betrieben werden. Der Unterbau ist als Kühlmittelbehälter ausgebildet und hat ein Fassungsvermögen von 20 Litern. Der Flüssigkeitsstand soll die Höchstmarke nicht überschreiten.

Dies kann an der Wasserstandsanzeige überprüft werden.

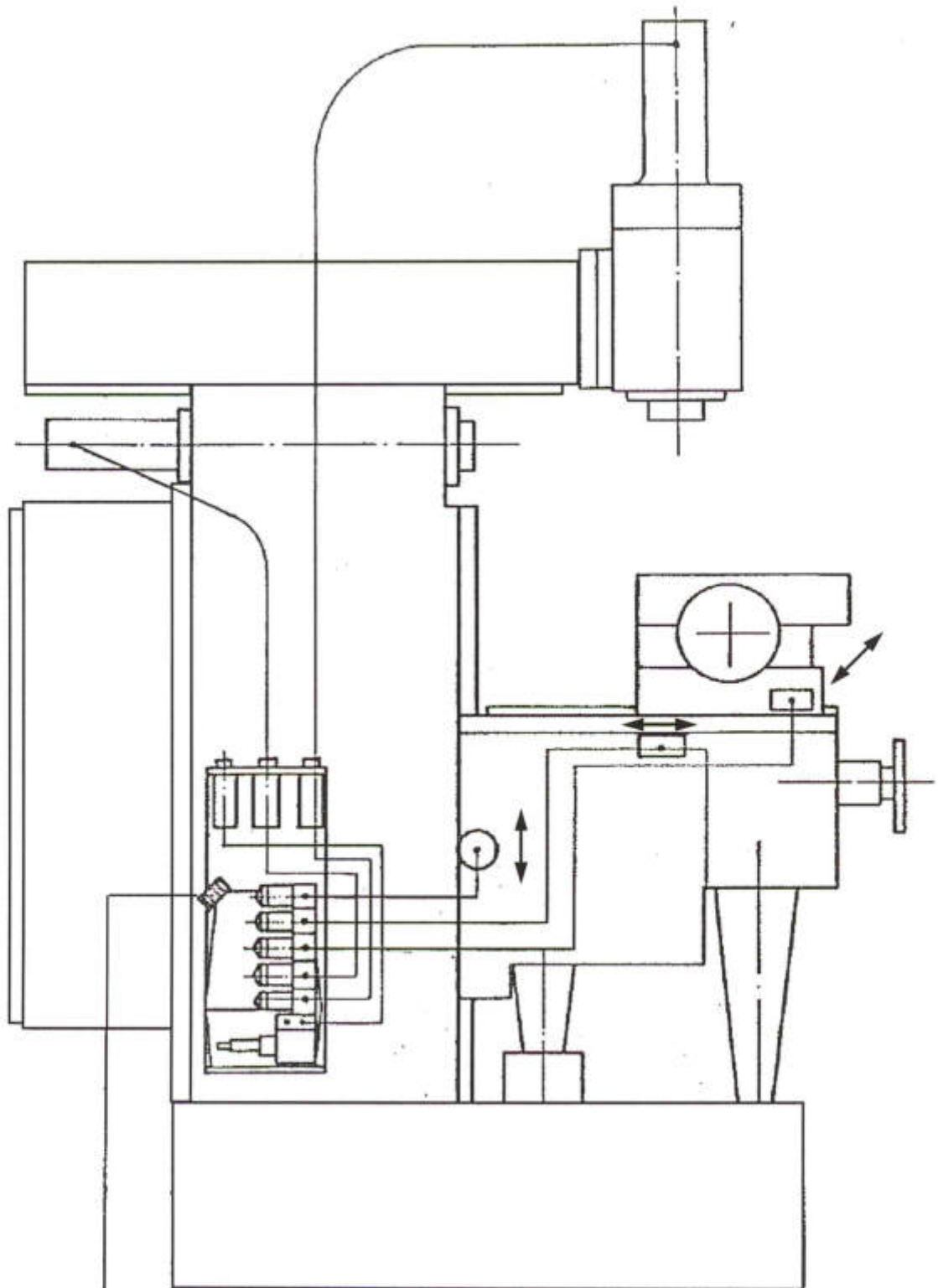
Zum Reinigen der Einlaufkammer muß die Kühlmittelpumpe ausgebaut werden. Jetzt kann man über die Pumpenkammer die Einlaufkammer leerpumpen.

Nachdem die Putztür abgenommen ist kann die Einlaufkammer gereinigt werden.

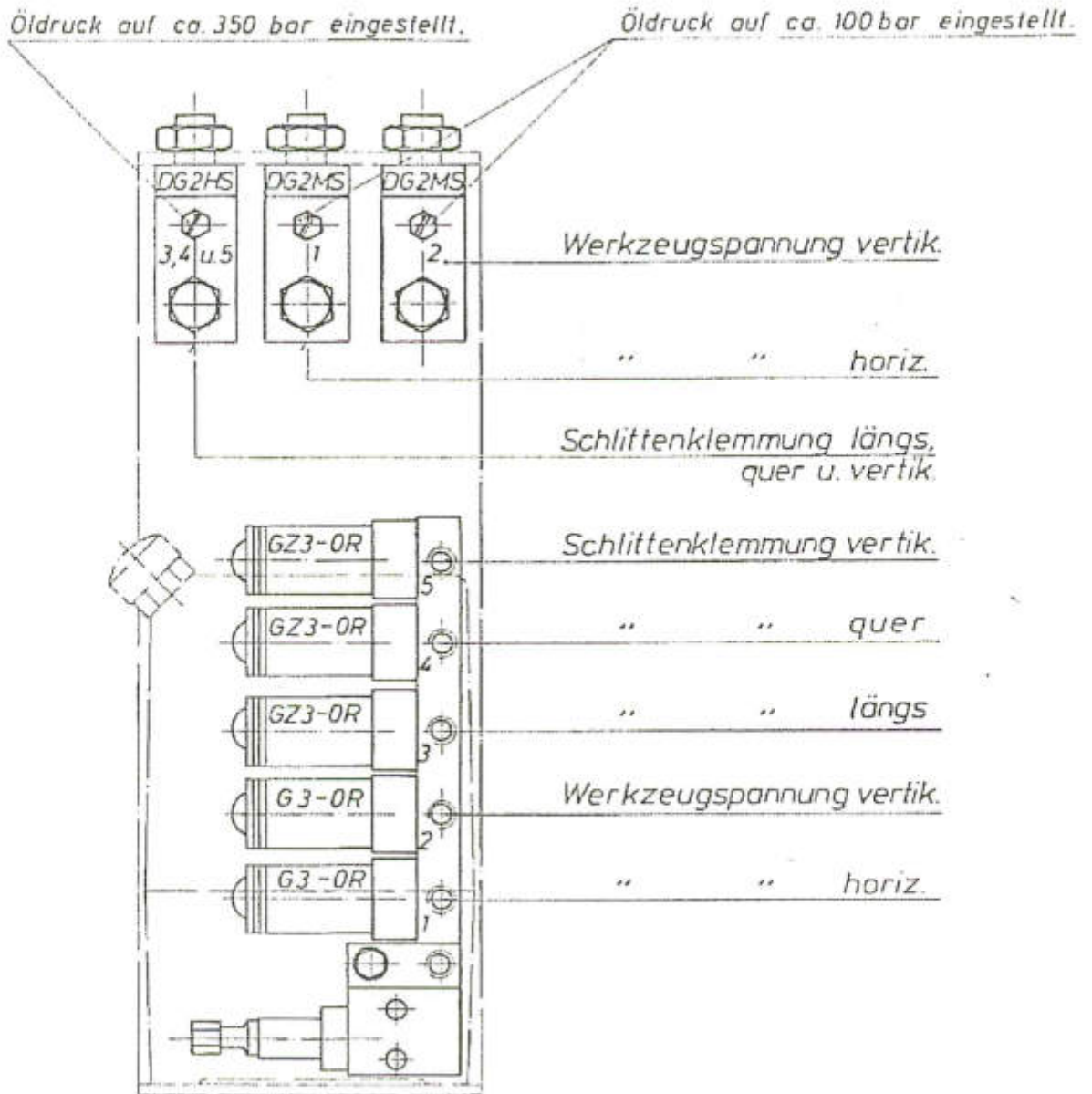
A C H T U N G:

Keine transparenten, z.B. Schleifemulsionen verwenden !

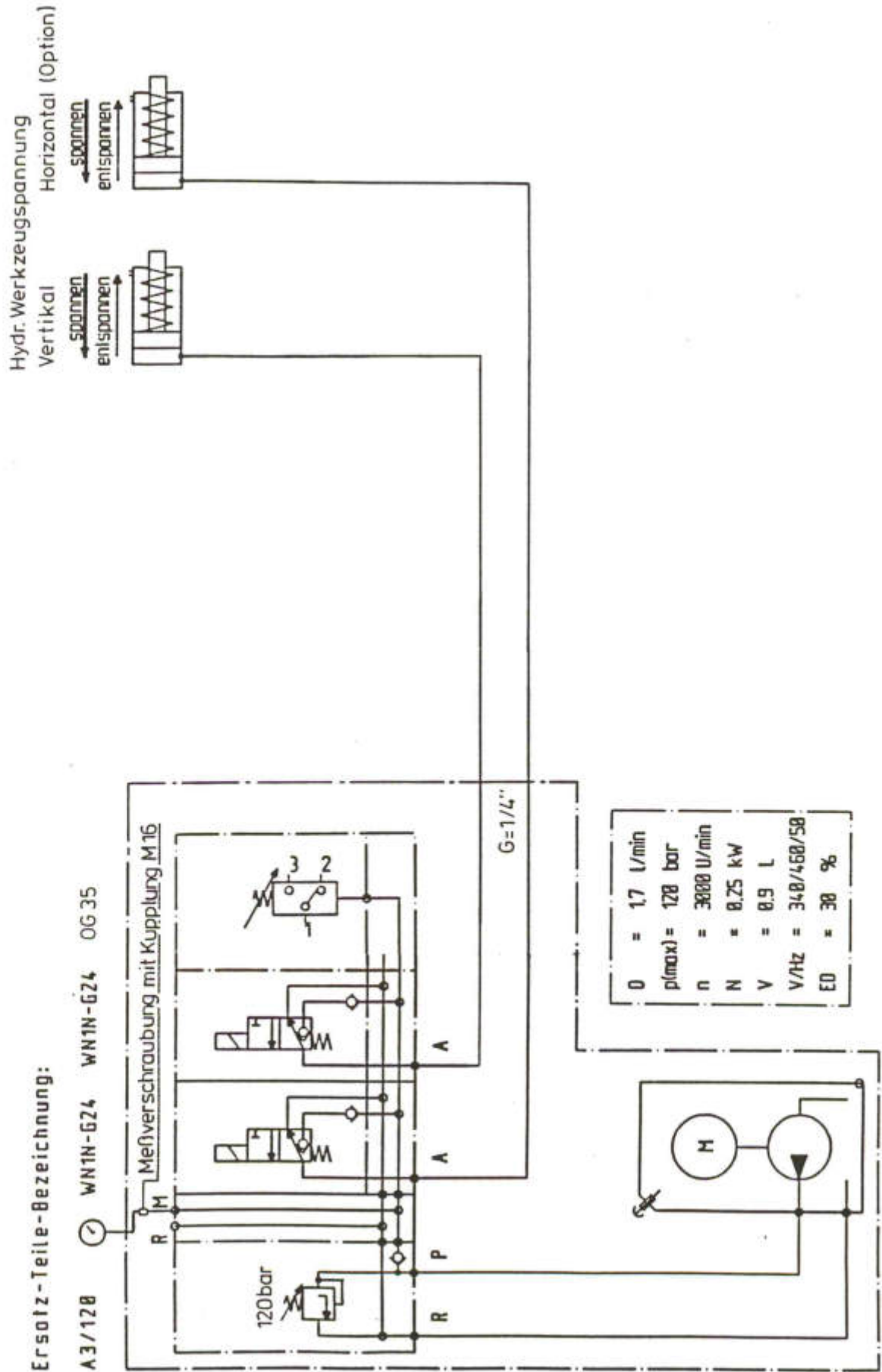
Leitungsschema



Schraubverschluss zum Nachfüllen von Hydr. Öl
Hydraulik-Öl ISO VG 22 o. ähnlich verwenden.



KUNZMANN 4.7.91 *Ende*



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 Spannzange (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 Spannzange 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).

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 Arbeits-
spindel
2. Beim Einsetzen des Werkzeuges ist unbedingt zu beachten, daß ein Nachschieben des Werkzeuges erfolgen muß, bis der Spannvorgang abgeschlossen ist.

bei DIN 69871

1. Vormontage der Zange mit Halter

- a) Auf den Zangenhalter (1) wird durch leichtes Spreizen das Füllstück (2) in die Ringnut eingesetzt.
- b) Die Wurmfeder (4) wird über das Füllstück geschoben.
- c) Die 4 Segmente der Spannzange (5) werden unter der Wurmfeder zwischen die Abstandhalter des Füllstückes eingesetzt.
- d) Die Kontermutter (3) ist im Zangenhalter bereits vormontiert.

2. Montage der kompletten Zange

- a) Der Spanner wird in Lösestellung gebracht.
- b) Die komplette Zange wird nun mit Hilfe des Steckschlüssels (7) in die Spindel eingeführt und auf die Zugstange (6) geschraubt.

3. Einstellung

- a) Das vorgegebene Einstellmaß "x" (siehe Bl. 24-3) ist mit einer maximalen Abweichung von $\pm 0,1$ mm in Lösestellung einzustellen.
- b) Das Fixieren dieser Stellung erfolgt durch Festziehen der Kontermutter (3) mittels Stiftschlüssel (8) und gleichzeitigem Festhalten des Zangenhalters durch Steckschlüssel (7).

ACHTUNG!

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

bei DIN 2080

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) eingesetzt.
- 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 Bl. 24-3) 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.

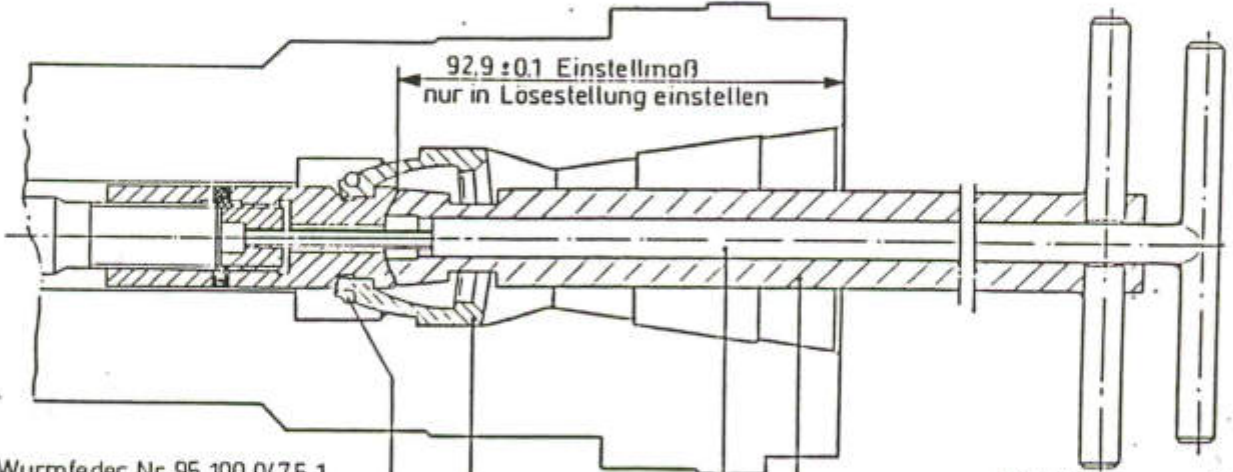
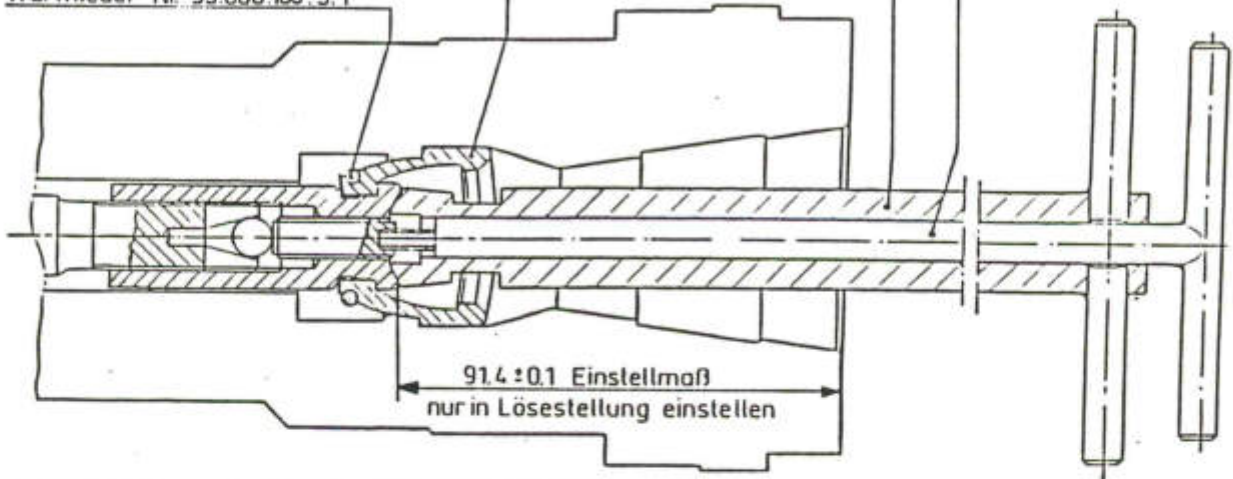
Stiftschlüssel SW4 Nr. 0974.062.006

Steckschlüssel Nr. 95.100.027.4.2

Zange Nr. 95.100.151.4.1

Wurmfeder Nr. 95.000.188.5.1

Für Werkzeuge nach DIN 2080
• Spannertyp 95.100.093.2.0
WF 5 und WF 7 - Vertikalspindel



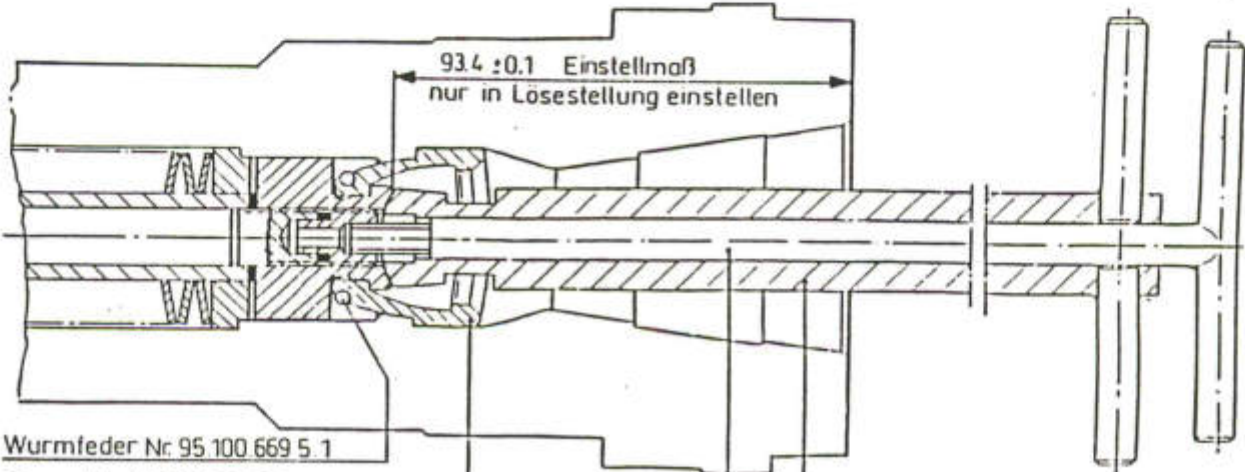
Wurmfeder Nr. 95.100.0475.1

Zange Nr. 95.100.791.2.1

Stiftschlüssel SW 5 Nr. 0.974.062.007

Steckschlüssel Nr. 95.100.027.4.2

Für Werkzeuge nach DIN 69 871
• Spannertyp 95.100.728.2.0
WF 5 und WF 7 - Vertikalspindel
• Spannertyp 95.100.786.2.0
WF 7 - Horizontalspindel



Wurmfeder Nr. 95.100.669.5.1

Zange Nr. 95.100.791.2.1

Stiftschlüssel SW 6 Nr. 0.974.062.008

Steckschlüssel Nr. 95.100.027.4.2

Für Werkzeuge nach DIN 69 871
• Spannertyp 95.100.735.2.0
WF 5 - Horizontalspindel

Für Werkzeuge nach DIN 69871
 • Spanntyp 95.100.735.2.0
 WF5 - Horizontalspindel

Pos.	Menge	Benennung	OTT-Bestellnummer	Klass.
1	1	Drehdurchführung	95.100.018.4.2	II
2	1	O-Ring Ø 31 x 2	0.926 010.025	I
3	1	Kolben komplett	95.100.465.4.2	II
4				
5				
6	1	Tellerfedersäule	95.100.373.4.2	III
7				
8	1	Zange mit Halter (bestehend aus)	95.100.457.3.2	
9	1	Zange	95.100.791.2.1	I
10	1	Zangenhalter	95.101.200.3.1	II
11	1	Füllstück	95.100.047.5.1	II
12	1	Hurmfeder	95.100.669.5.1	II
13	1	Kontermutter	95.100.684.4.2	II
14				
15				
16				
17				

Montagewerkzeug:

1	1	Steckschlüssel	95.100.027.4.2	II
1	1	Stiftschlüssel	0.974 062.008	II
1	1	Einführhülse f. Kolb.	95.101.254.4.1	II

Für Werkzeuge nach DIN 69871
 • Spanntyp 95.100.728.2.0
 WF5 und WF7 - Vertikalspindel

Pos.	Menge	Benennung	OTT-Bestellnummer	Klass.
1	1	Drehdurchführung	95.100.808.4.2	II
2	1	O-Ring 34 x 2	0.926 010.030	I
3	1	Kolben kompl.	95.100.293.4.2	II
4				
5				
6	1	Tellerfedersäule	95.100.811.4.2	II
7				
8	1	Zange mit Halter (bestehend aus)	95.100.899.3.2	
9	1	Zange	95.100.791.2.1	I
10	1	Zangenhalter	95.100.900.4.2	II
11	1	Füllstück	95.100.047.5.1	II
12	1	Hurmfeder	95.100.669.5.1	II
13	1	Quad-Ring	95.101.603.4.5	I
14				
15				
16				
17				

Montagewerkzeug:

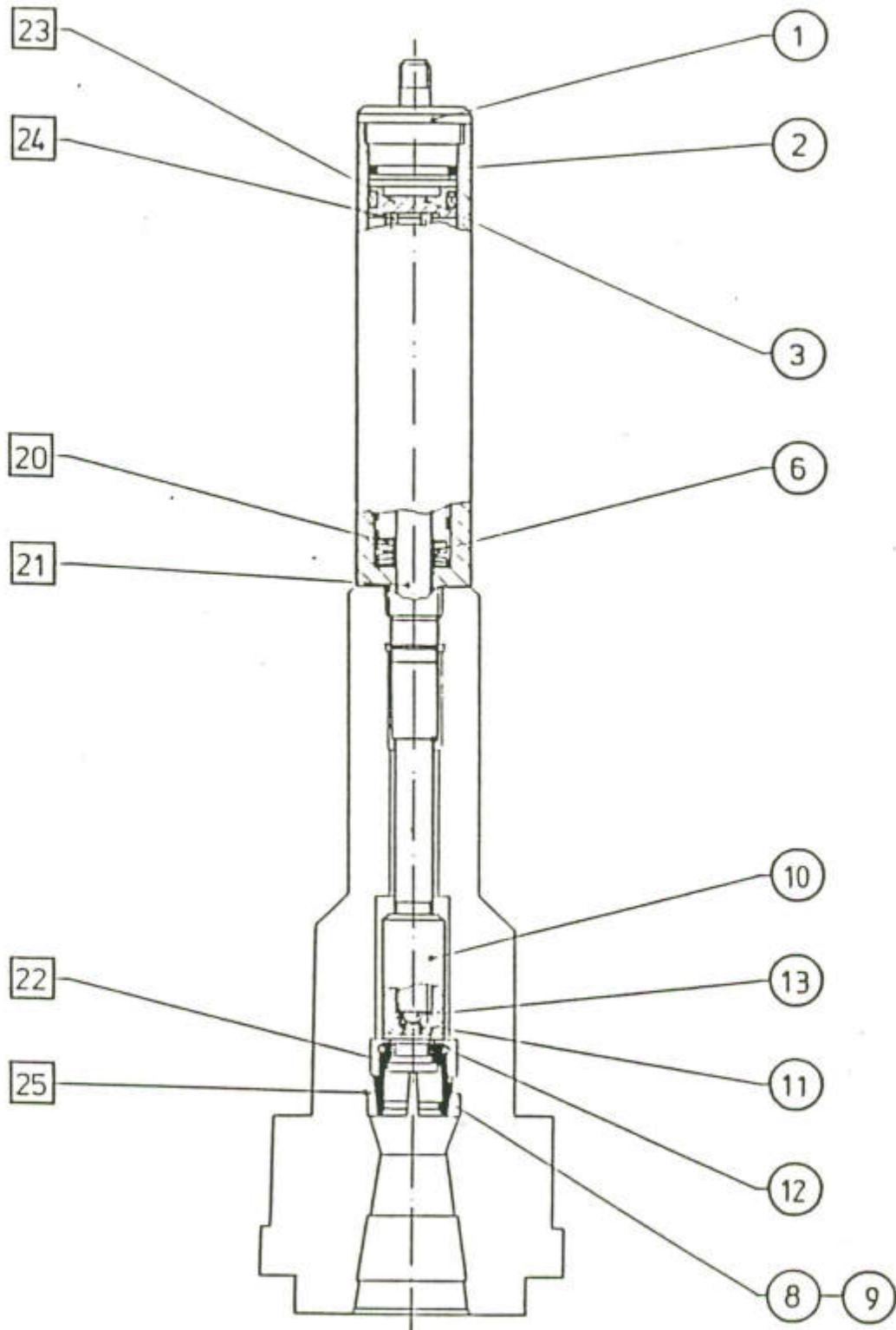
1	1	Steckschlüssel	95.100.027.4.2	
1	1	Stiftschlüssel	0.974 062.007	
1	1	Einführhülse für Kolben	95.101.009.4.1	

Für Werkzeuge nach DIN 2080
 • Spanntyp 95.100.093.2.0
 WF5 und WF7 - Vertikalspindel

Pos.	Menge	Benennung	OTT-Bestellnummer	Klassif.
1	1	Drehdurchführung	95.100.232.4.2	II
2	1	O-Ring 44 x 2	0.926 010.030	I
3	1	Kolben komplett	95.100.393.4.2	II
4				
5				
6	1	Tellerfedersäule	95.100.144.4.2	II
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	Hurmfeder	95.009.105.5.1	II
13	1	Keurel 04 III	0.005401.010	II
14				
15				
16				
17				

Montagewerkzeug:

1	1	Steckschlüssel	95.100.027.4.2	II
1	1	Stiftschlüssel	0.974 062 006	II
1	1	Einführhülse f Kolb	95.101.009.4.1	II



□ = Pos. zu Funktions-
beschreibung

○ = Pos. zu Ersatz-
teilliste

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

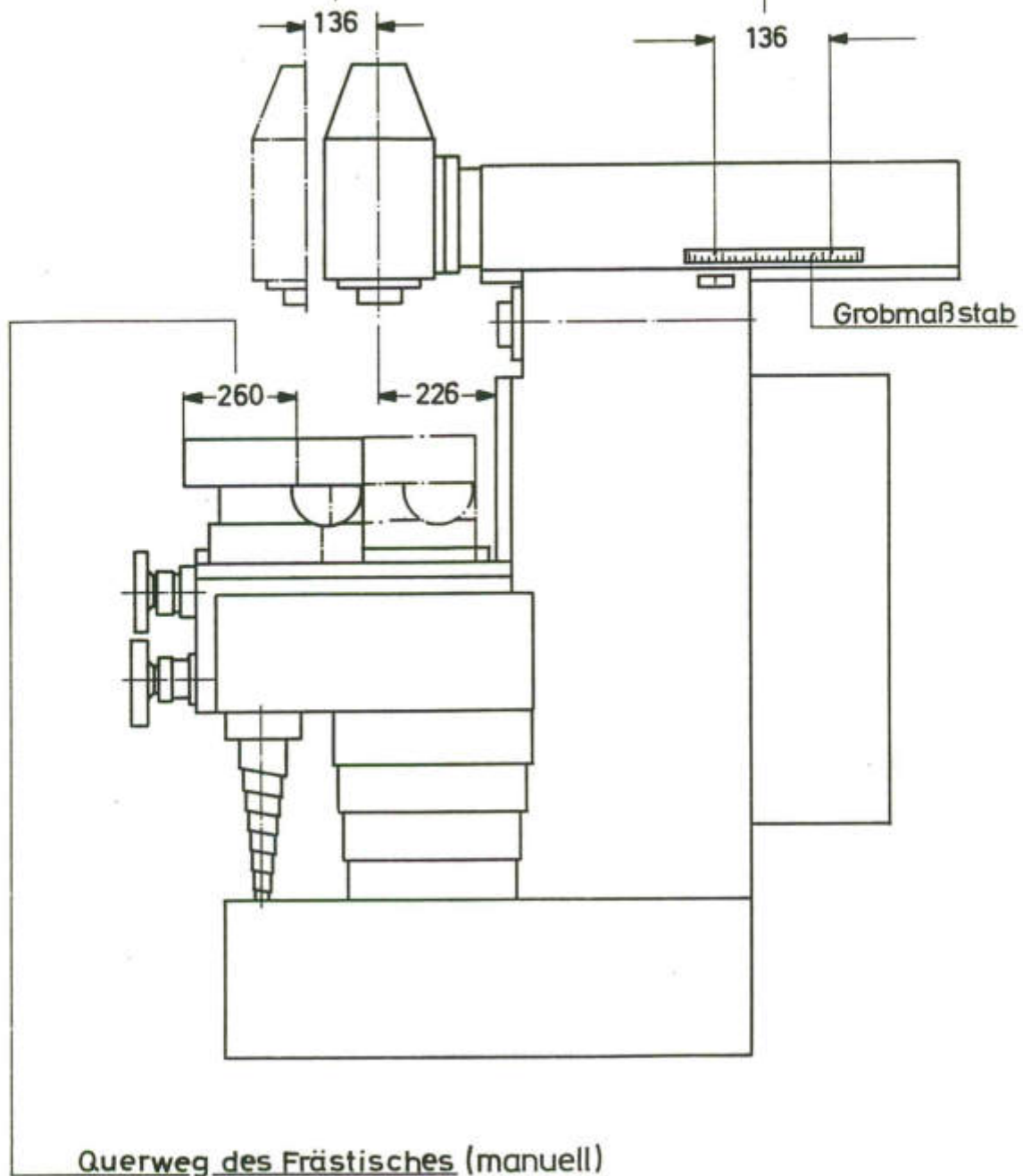
Ursachen

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

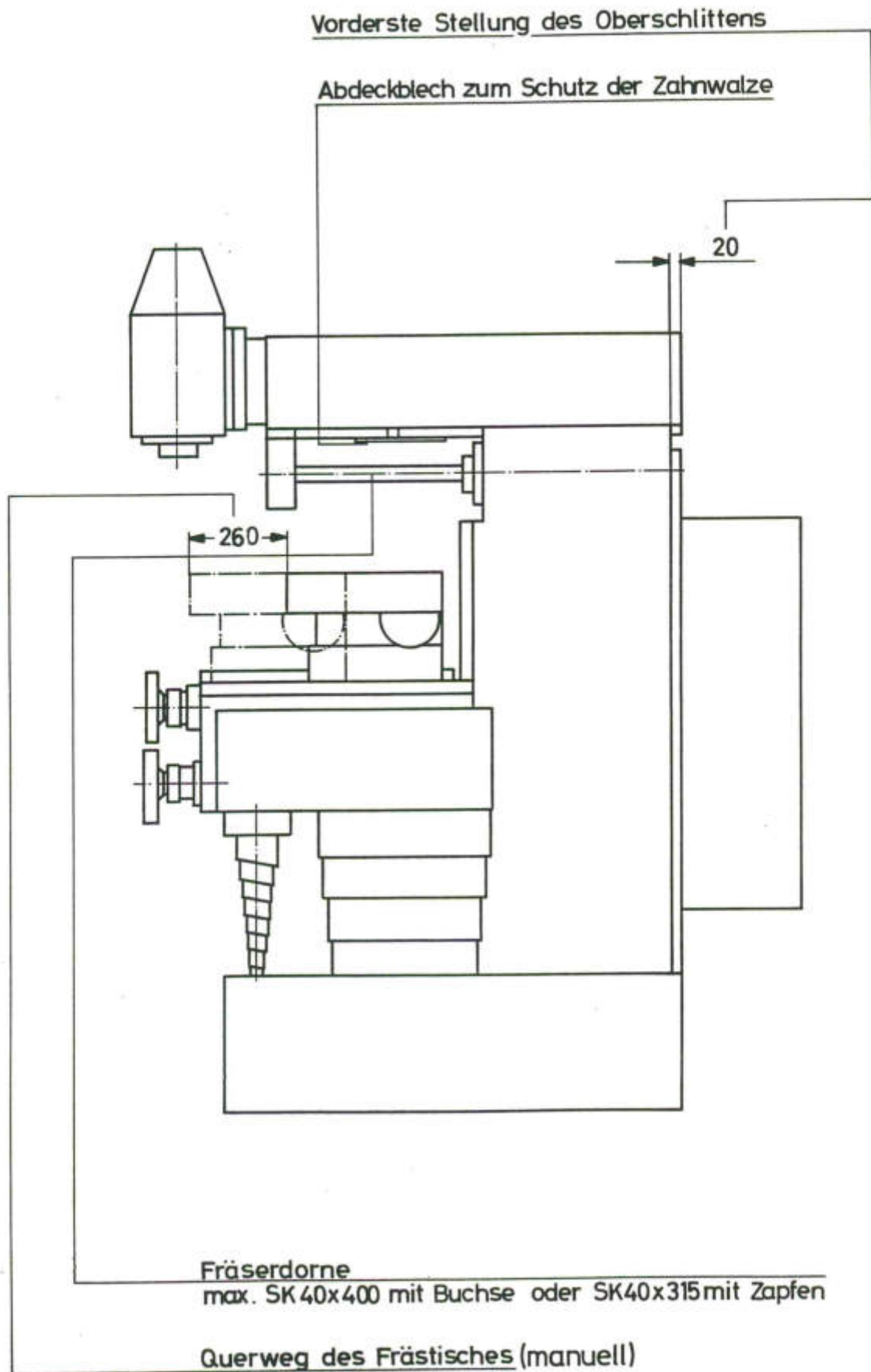
Abhilfe

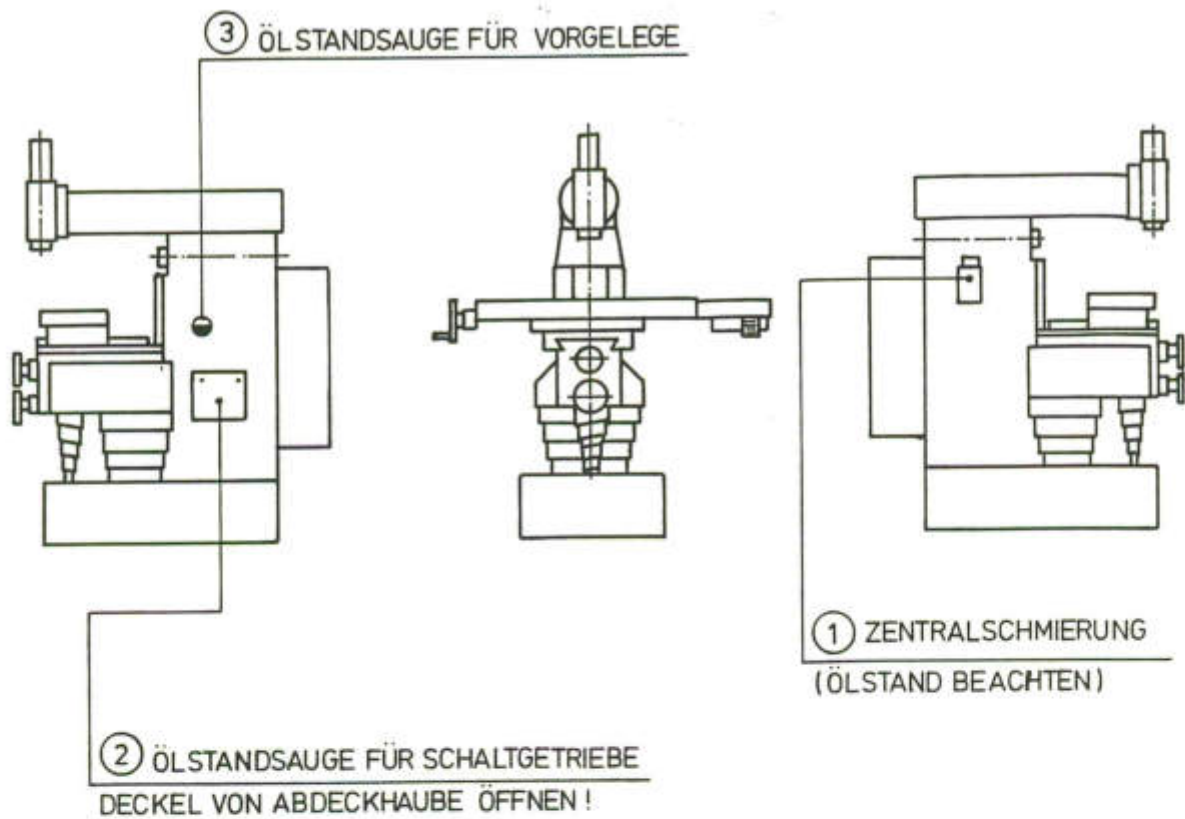
- Zange mit Halter ausbauen und ersetzen
- Werkzeug überprüfen
- Zange mit Halter ausbauen, Wurmfeder ersetzen
- neuer Anzugsbolzen, Toleranzen beachten

Der Verschieberegion des Oberschlittens mit angetriebenem Fräskopf wird durch die beiden Punkte angezeigt.

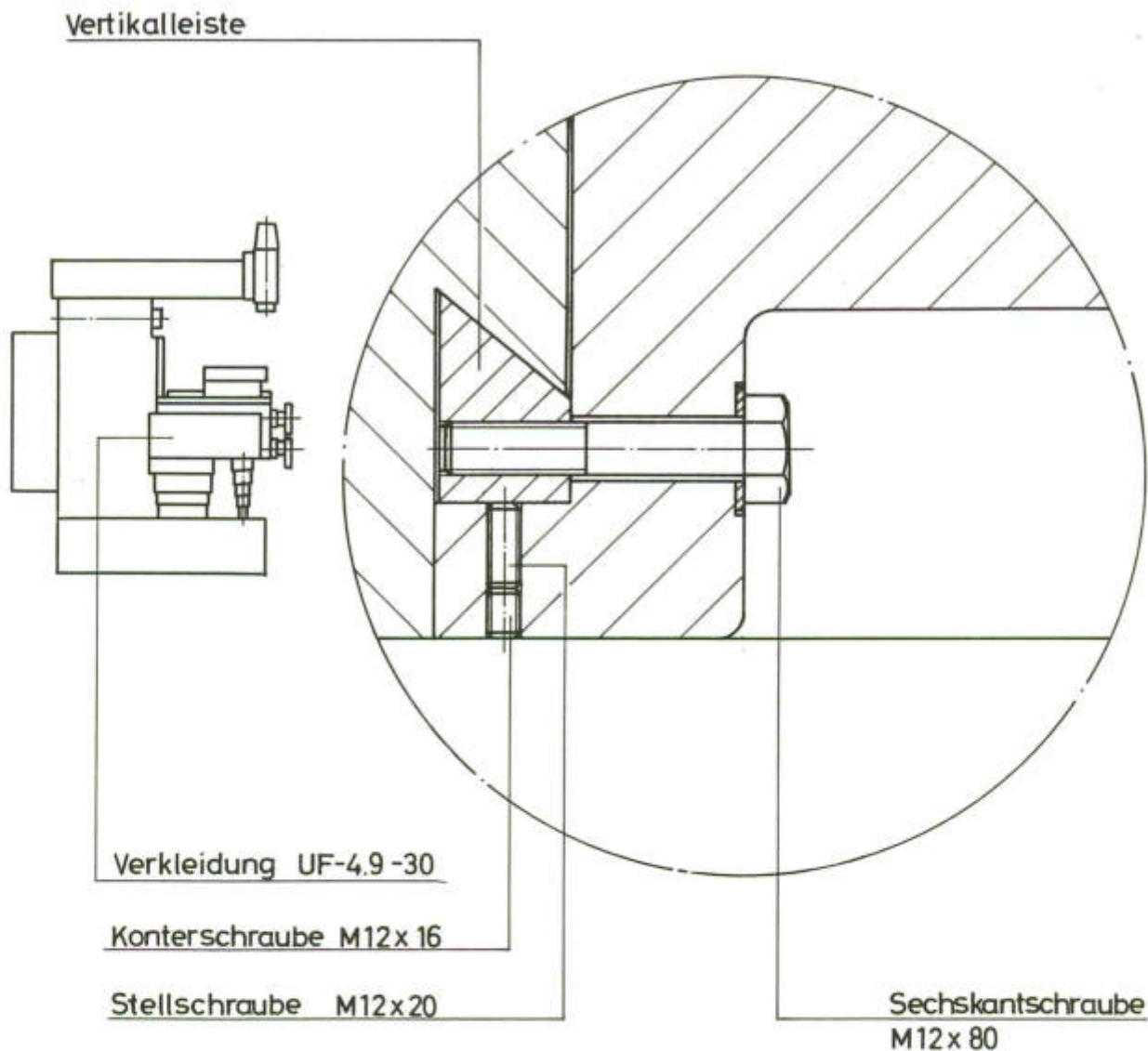


Grobmaßstab: Über den Maßstab wird der gesamte Verschieberegion der Zahnwalze erfasst.
Länge der Zahnwalze 176 mm

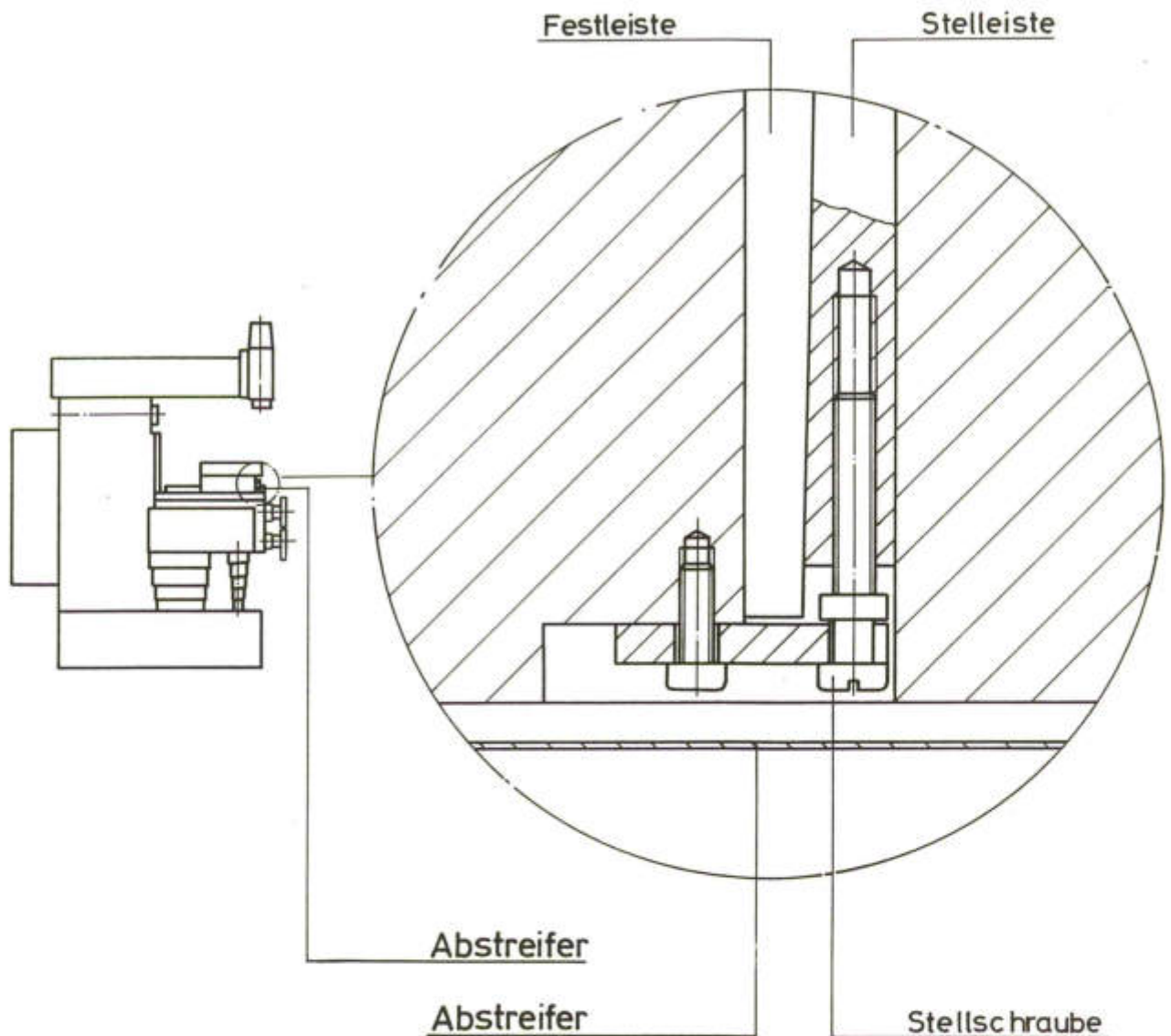




Schmier- stelle	Schmier- häufigkeit	Schmierungsart	Schmierstoffmenge	Schmierstoff	DIN 51502	Bemerkung
①	autom.	Zentralschmierung	Inhalt = 2,7liter	CASTROL MAGNA BDX 68		Bettschmieröl
②	Jährlich	Ölwechsel	0,5 Liter	CASTROL VARIO HDX		siehe Blatt 34
③	Jährlich	Ölwechsel	3,0 Liter	CASTROL VARIO HDX		siehe Blatt 34

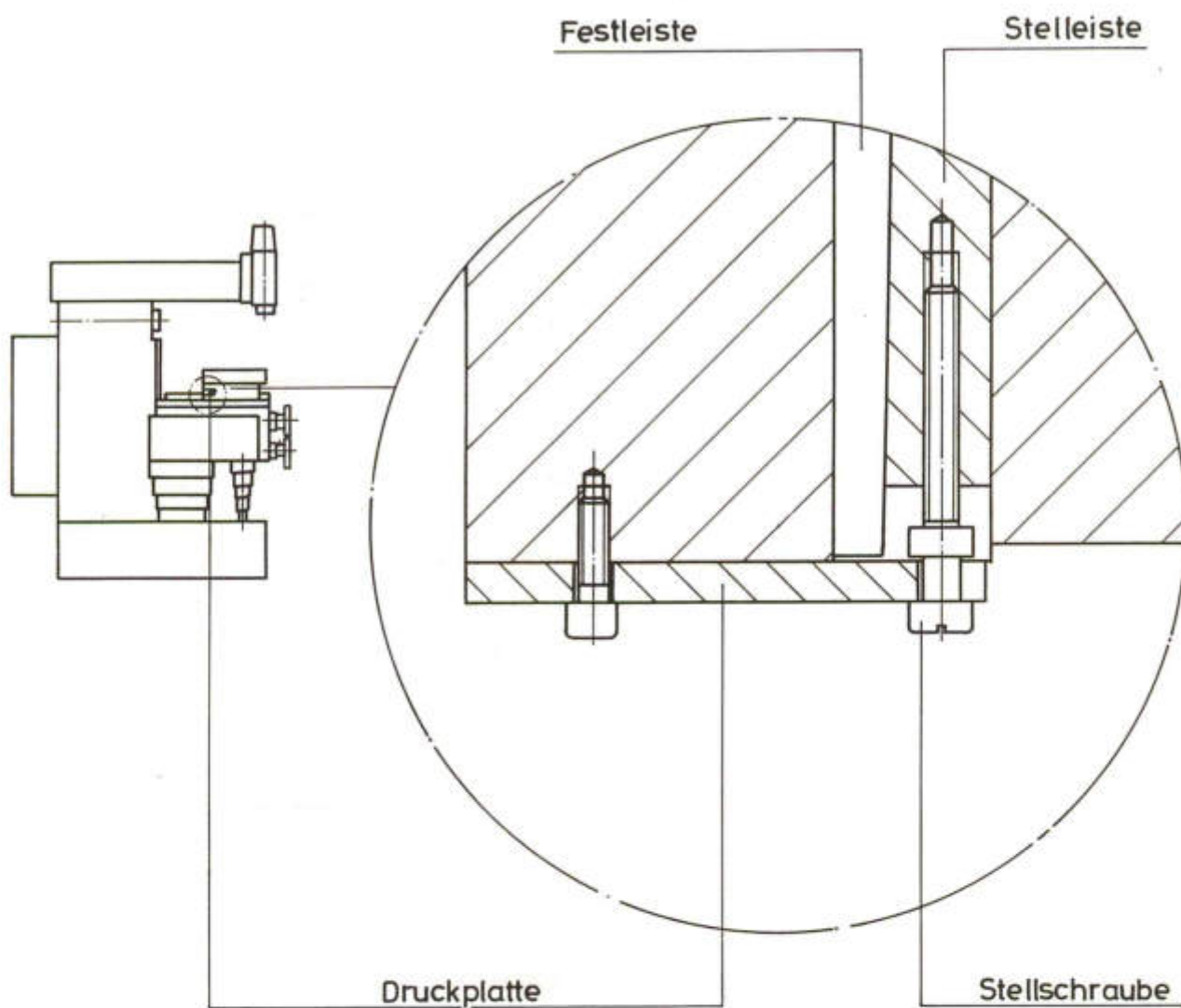


1. Verkleidung UF-4.9-30 abnehmen.
2. Oberste Sechskantschraube M 12 x 80 lösen und wieder mit etwa 10 kp am Ringschlüssel anziehen.
3. Zweite Sechskantschraube M 12 x 80 von oben lösen und ebenfalls wieder gut anlegen. Nacheinander alle 5 Schrauben von oben nach unten lösen und wieder anziehen.
4. Die Konterschrauben M 10 x 12 entfernen.
5. Die Stellschrauben M 10 x 25 leicht nachstellen.
6. Die Konterschrauben M 10 x 12 wieder eindrehen und anziehen.
7. Sechskantschraube M 12 x 80 festziehen.
8. Leichtgängigkeit des Schlittens durch Drehen am Vertikalhandrad überprüfen.



1. Abstreifer abnehmen.
2. Konterschraube M 5 x 45 mit Innensechskant, (sie befindet sich schräg über der Stellschraube mit Schlitz) herausdrehen.
3. Mit der Stellschraube die Stelleiste gegen die Festleiste verschieben.
4. Mit der Innensechskantschraube M 5 x 45 wieder kontern.
5. Leichtgängigkeit des Schlittens durch Drehen am Querhandrad überprüfen.

Beim Nachstellen der Querleiste ist darauf zu achten, daß die Leiste nicht gegen das hintere Abdeckblech gedrückt wird. Wenn dies, nach mehrmaligem Nachstellen der Fall ist, muß die Leiste am hinteren Ende gekürzt werden.



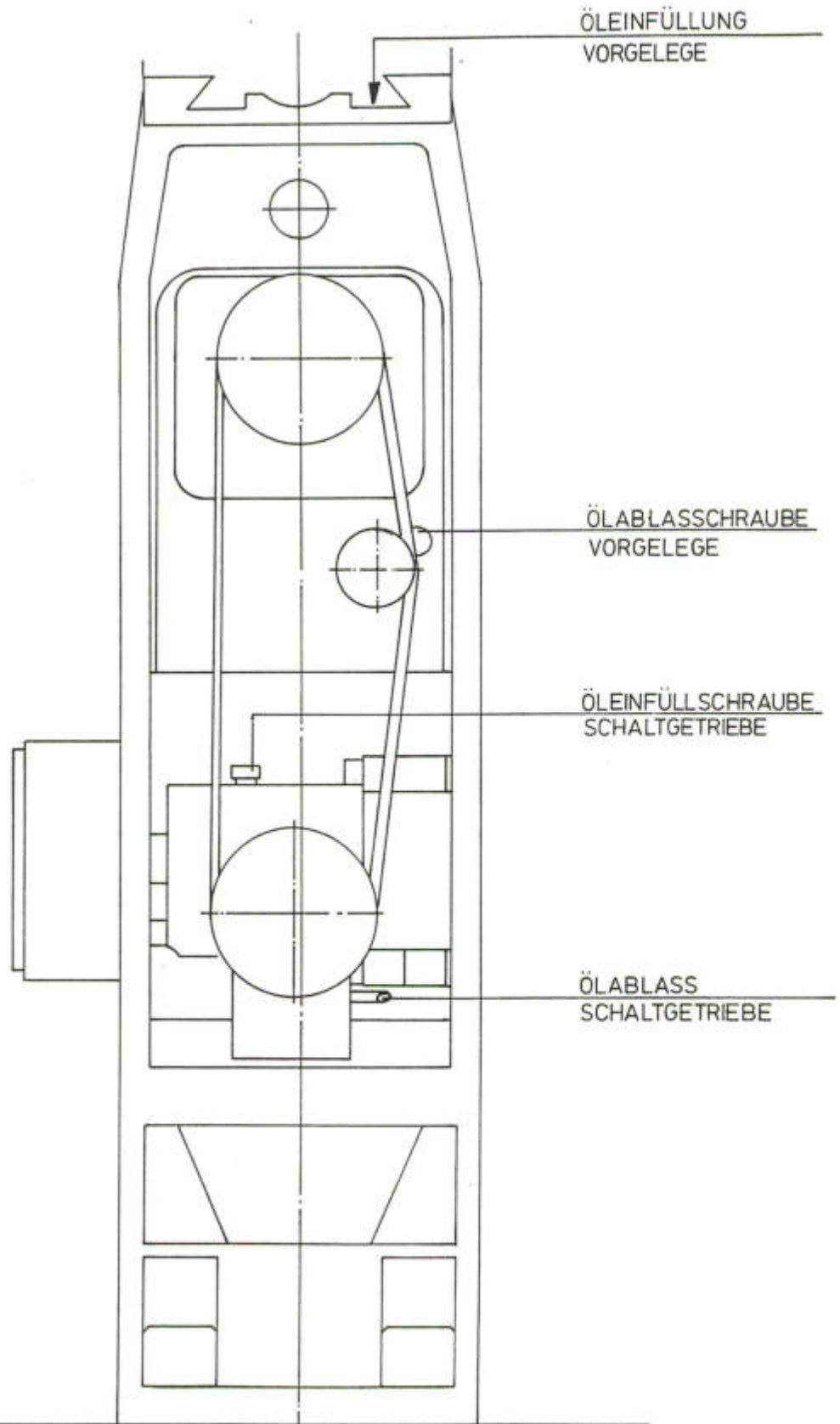
Die Nachstelleinrichtung für die Längsleiste befindet sich unter dem Frästisch seitlich, links an der Frästischführung.

1. Konterschraube M 5 x 50 mit Innensechskant (sie befindet sich schräg über der Stellschraube mit Schlitz) herausdrehen.
2. Mit der Stellschraube die Stelleiste gegen die Festleiste verschieben.
3. Mit der Innensechskantschraube M 5 x 50 wieder kontern.
4. Leichtgängigkeit des Frästisches durch Drehen am Längshandrad überprüfen.

ÖLEINFÜLL-UND ABLASSTELLEN FÜR VORGELEGE UND SCHALTGETRIEBE

UF 6/3

Blatt: 34



STÄNDERRÜCKSEITE, SCHALTSCHRANK ABGESCHWENKT!

"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) Selbstsaugende Saugpumpen der Reihe S :

Saugpumpen dieser Typen sind kleine Kreiselpumpen und arbeiten nach dem Wasserringprinzip. 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

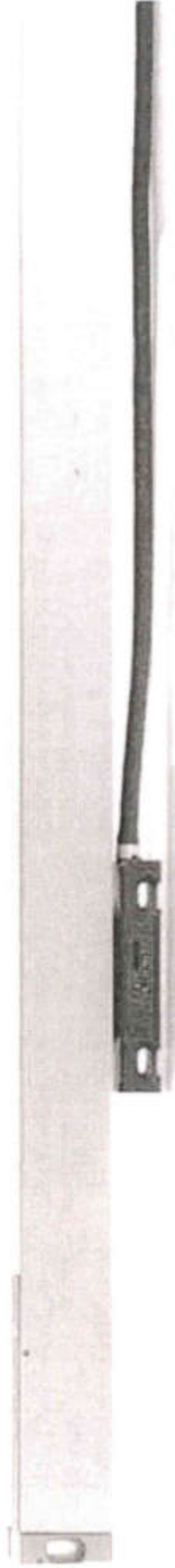
bei hoher Spannung von 400 Volt = Sternschaltung.

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.



 **HEIDENHAIN**

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

Mounting

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

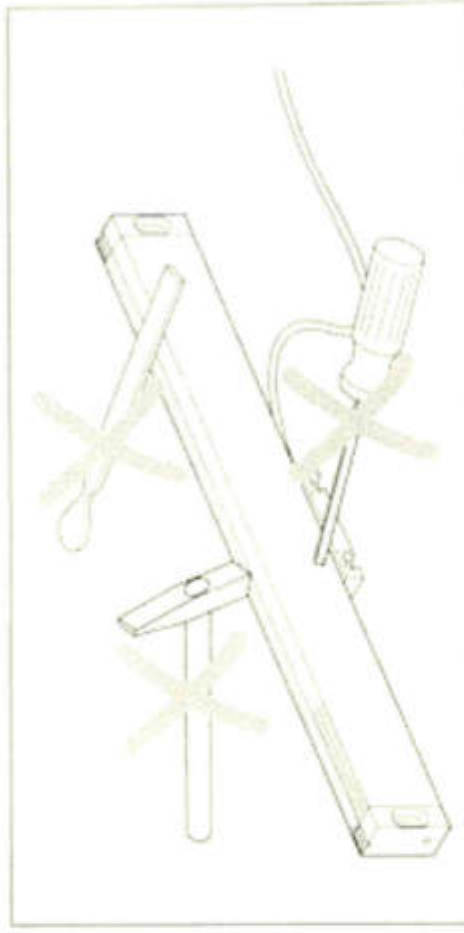
13 Protective Measures

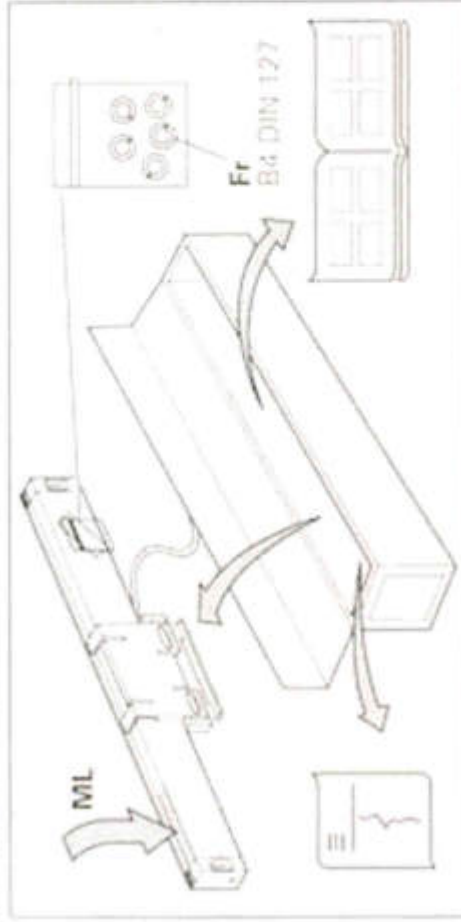
14 Mechanische Kennwerte

14 Mechanical Data

15 Elektrische Kennwerte

15 Electrical Data





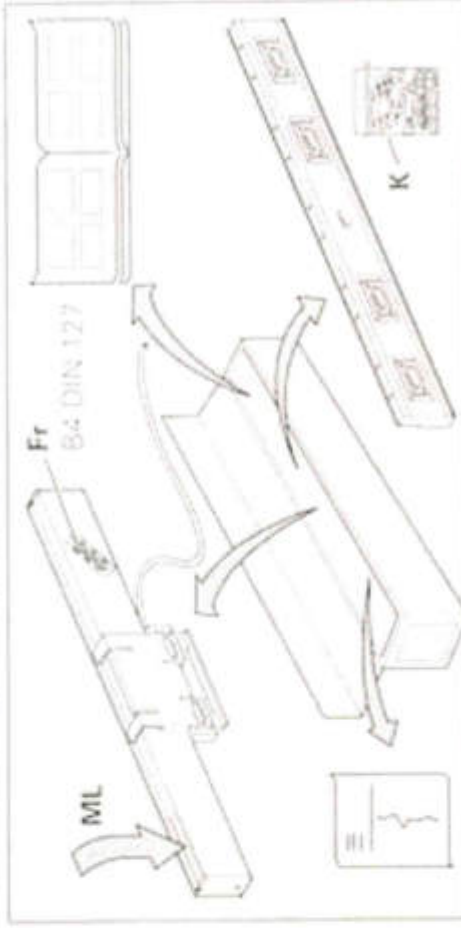
Lieferumfang für Meßlänge

ML ≤ 1240 mm.

Federlinge **Fr** zur Befestigung der Anzeigeeinheit bzw. Maßstabeneinheit.

Items supplied for ML ≤ 48 in.

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



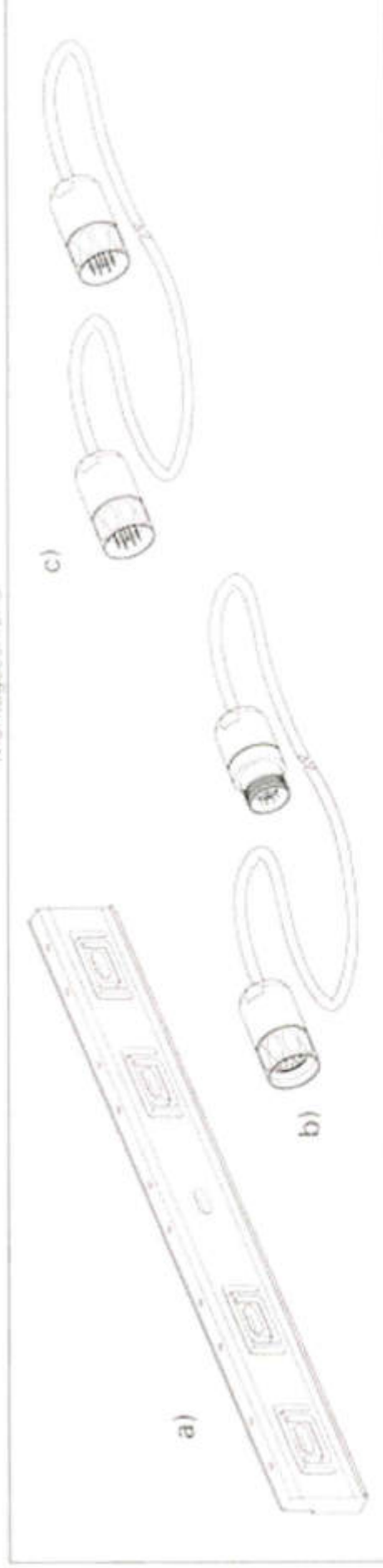
Lieferumfang für Meßlänge

ML ≥ 1340 mm.

Federlinge **Fr** für die Befestigung der Abtasteneinheit. Kleinteile **K** für Montageschiene.

Items supplied for ML ≥ 52 in.

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



Separat bestellen:

a) Für ML ≤ 1240 mm: **Montageschiene** zur Erhöhung der Vibrationsfestigkeit, für besseres thermisches Verhalten

b) Verlängerungs- oder Maßlehre

c) Verbindungskabel für Kabel mit Montagesockel

Order separately:

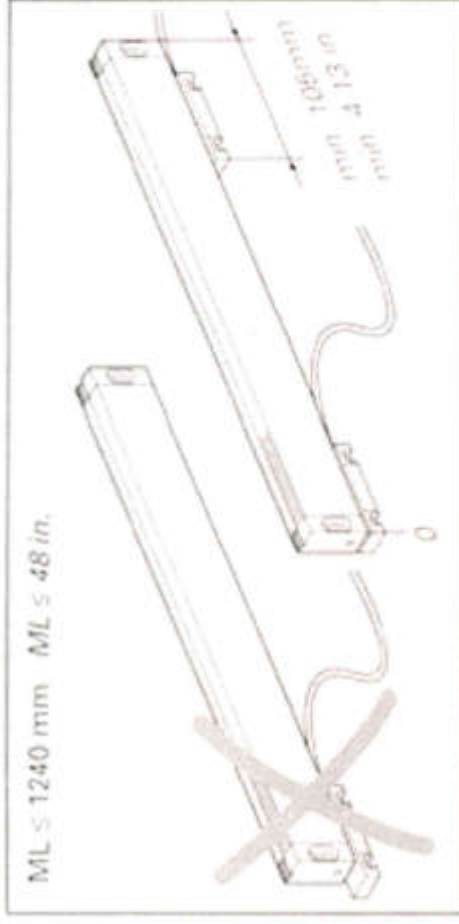
a) For ML ≤ 48 in.: **Mounting spar** for increased resistance to vibration and improved thermal behavior

b) Extension cable without armor tubing for cable with connector

c) Connecting cable for cable with mounting base

Hinweise zur Montage

Mounting Procedure

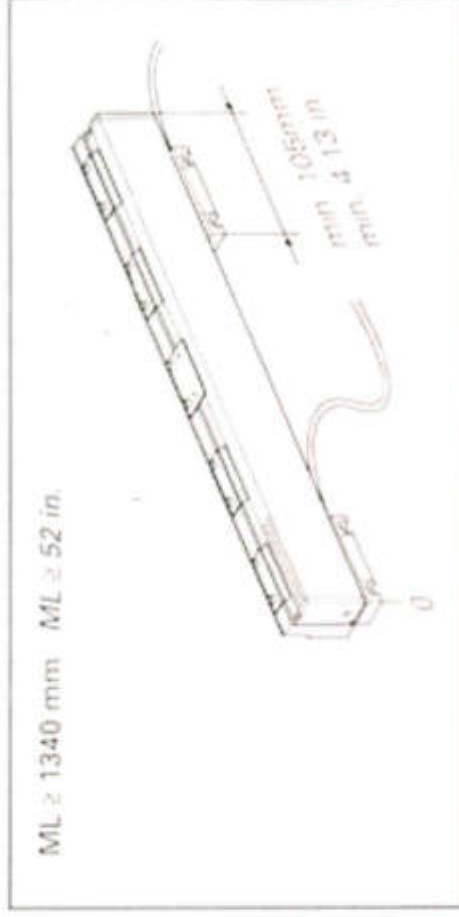


ohne Montageschiene

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.

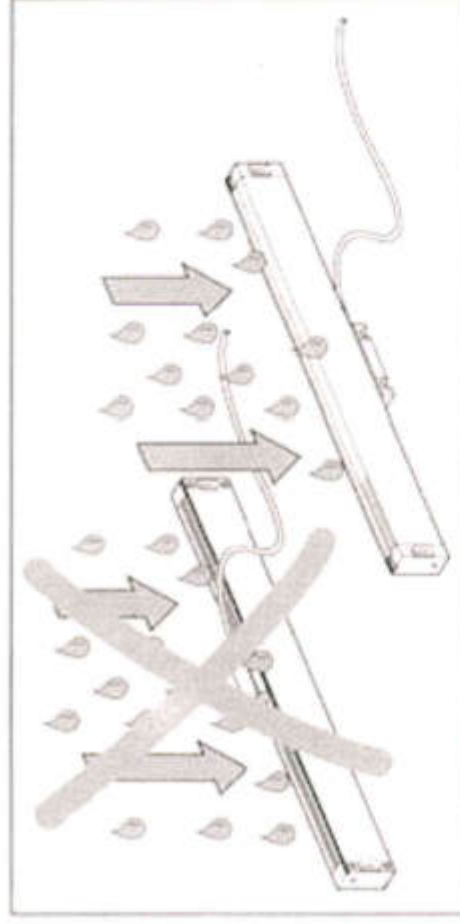


mit Montageschiene

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

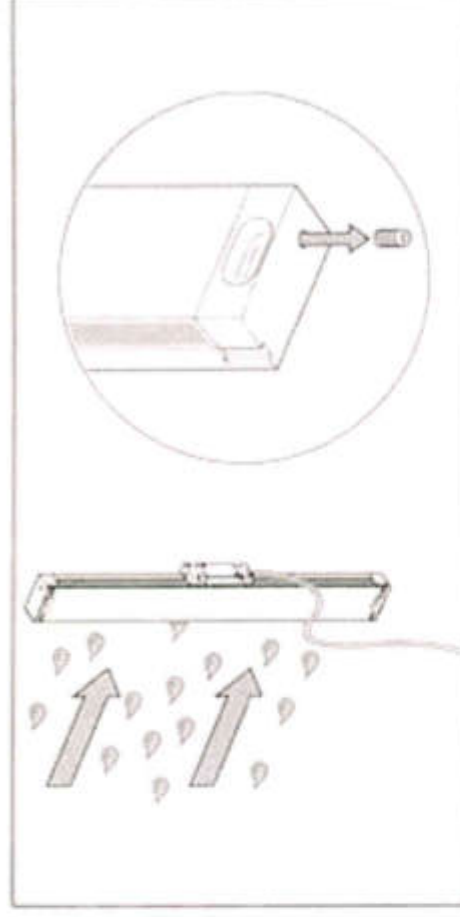
with mounting spar

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



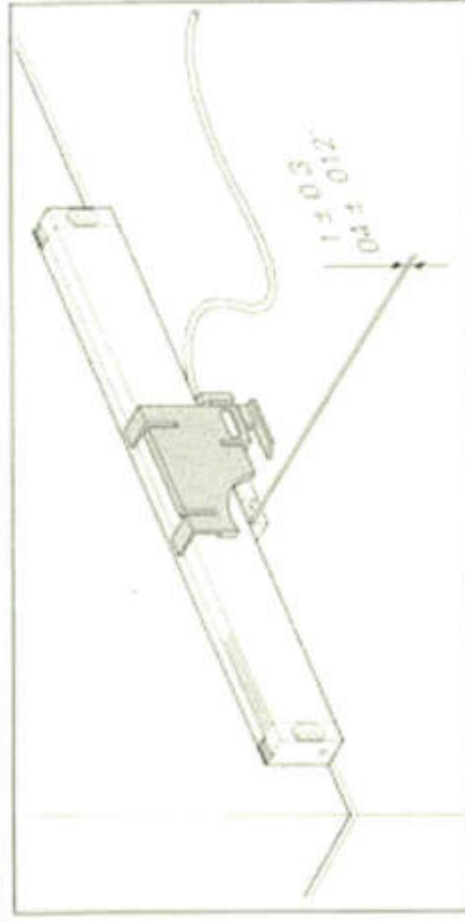
Maßstab **nicht** mit nach oben liegenden Dichtlippen montieren

Do not mount with sealing lips facing upwards



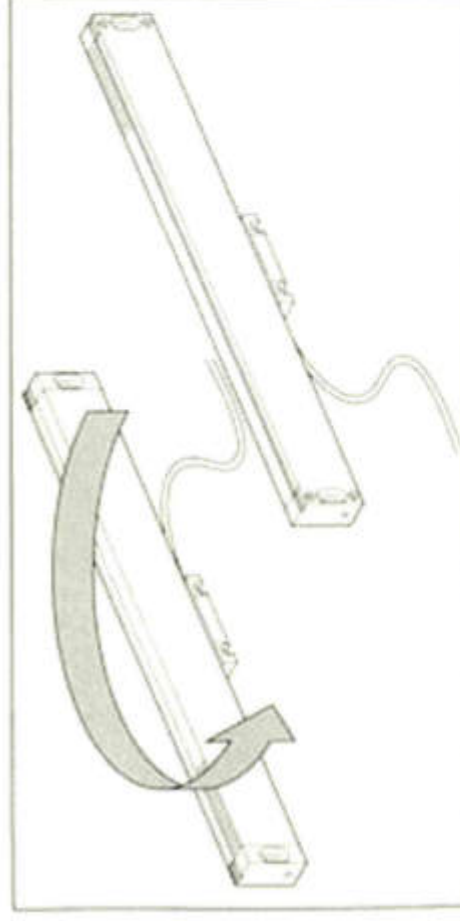
Bei vertikalem Anbau ohne Anschluß von Druckluft (siehe Seite 13) die Drainage-Schraube entfernen

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



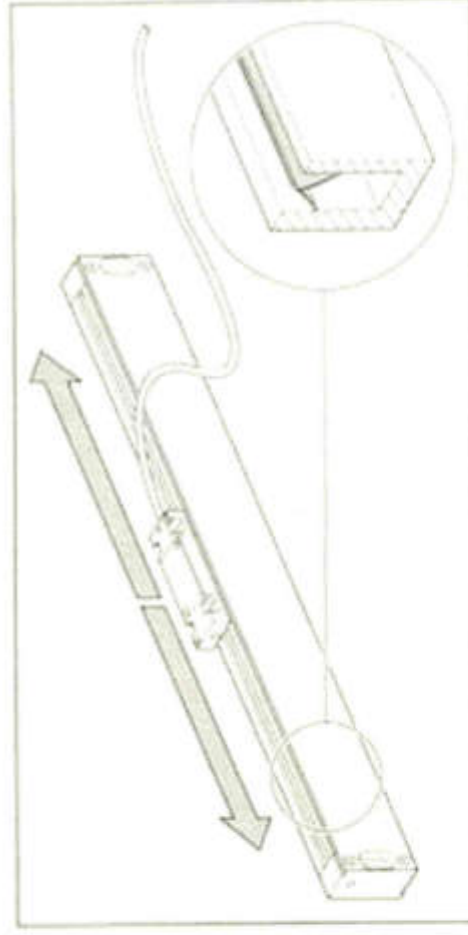
The shipping brace can be used to adjust the scanning gap between the scanning unit and the scale.

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



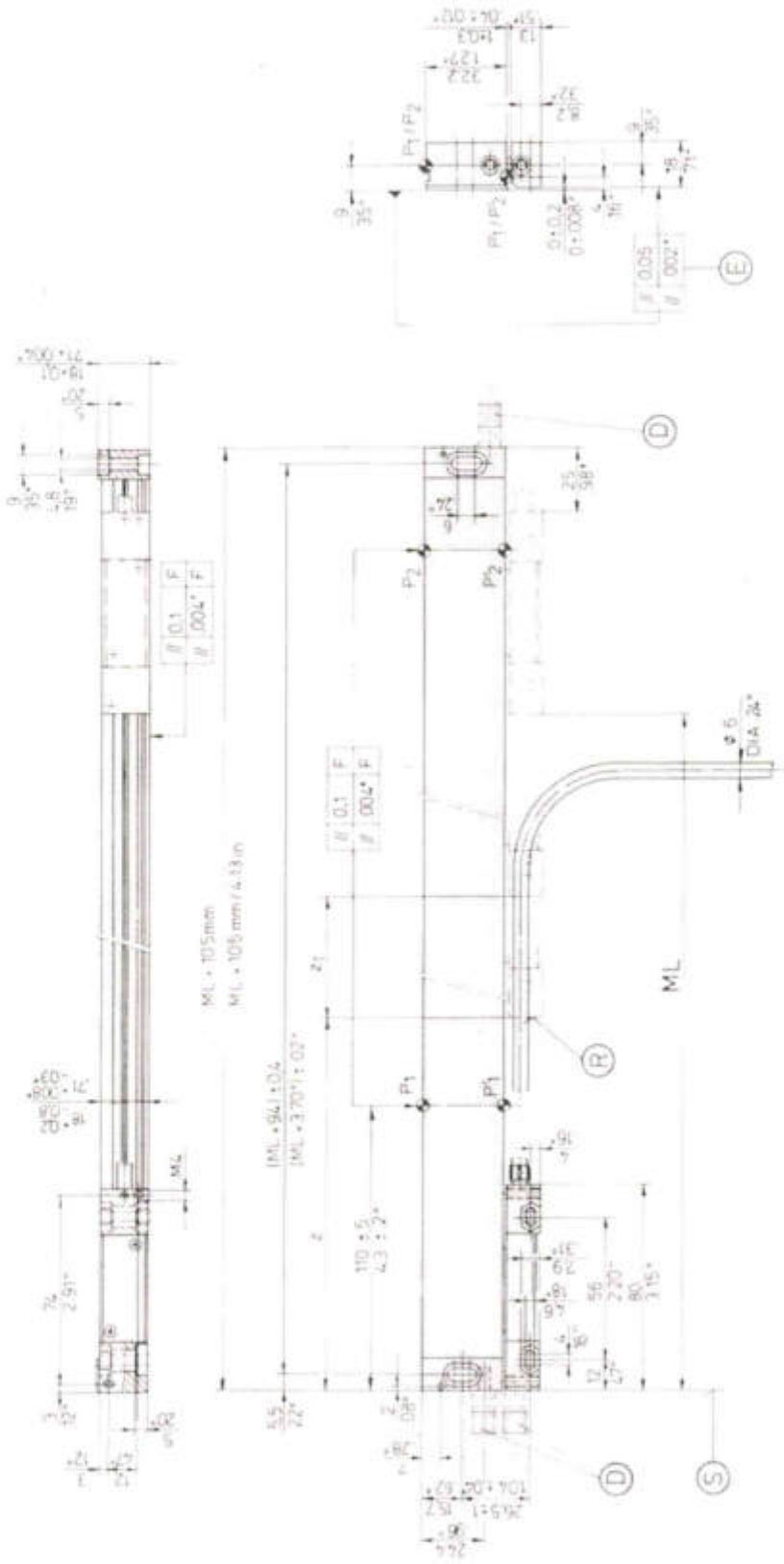
Remove the shipping trace when mounting rotated by 180° (see page 9) (only possible without mounting spar). Observe traverse range!

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



The sealing 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 Abtastrereinheit per Hand verfahren.



ohne Montageschiene

- F = Maschinenführung
- D = Druckluftanschluß
- R = Referenzmarken-Lage LS 403

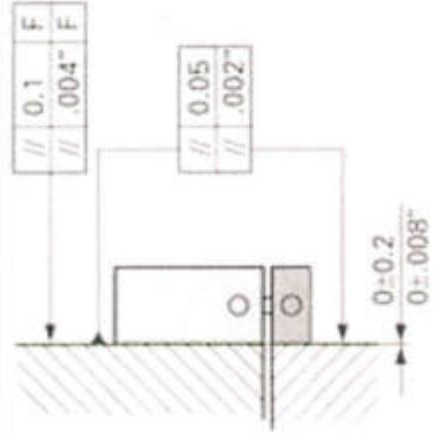
Without mounting spar

- F = Machine guideway
- D = Compressed air inlet
- R = Ref. mark position LS 403

- P = Meßpunkte zum Ausrichten
- E = in einer Endstellung
- S = Beginn der Meßlänge

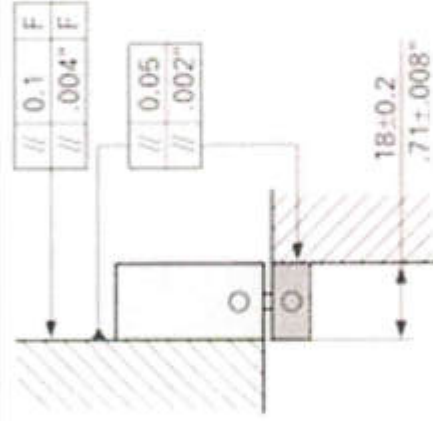
- P = Gauging points for alignment
- E = At limit of traverse
- S = Beginning of measuring length

Anbau ohne Montageschiene

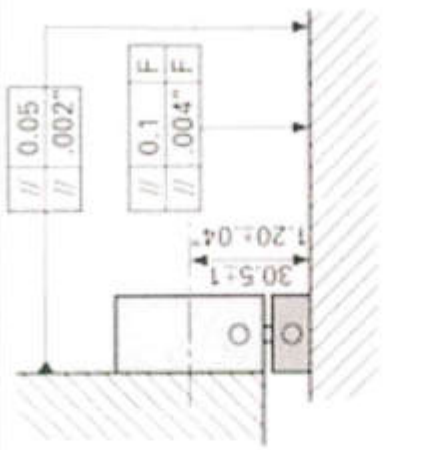


Anbautoleranzen

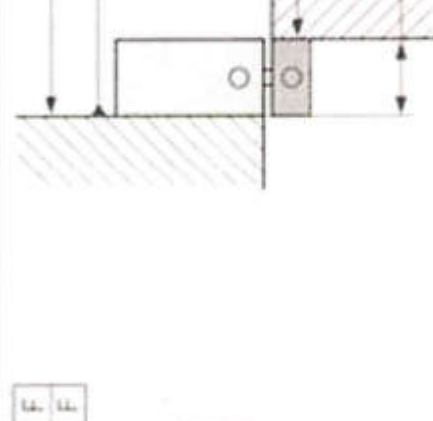
Mounting Without Mounting Spar



Mounting tolerances

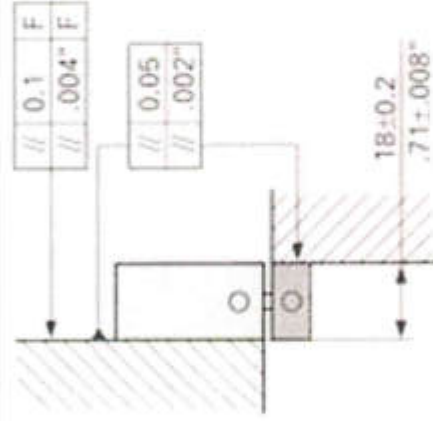


Anbau ohne Montageschiene

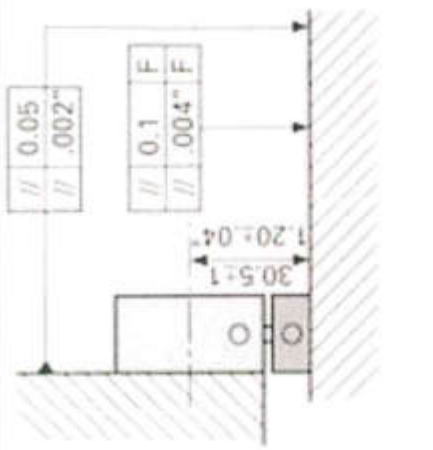


Anbautoleranzen

Mounting Without Mounting Spar

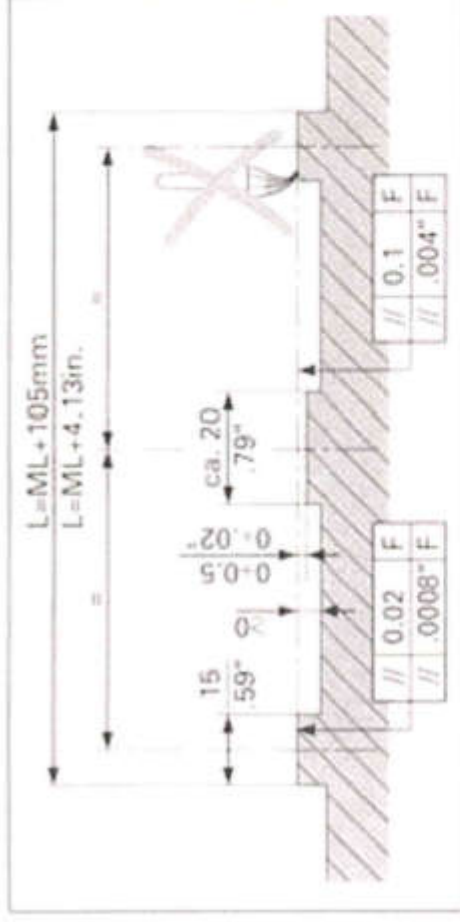


Mounting tolerances



F = Maschinenführung

F = machine guideway

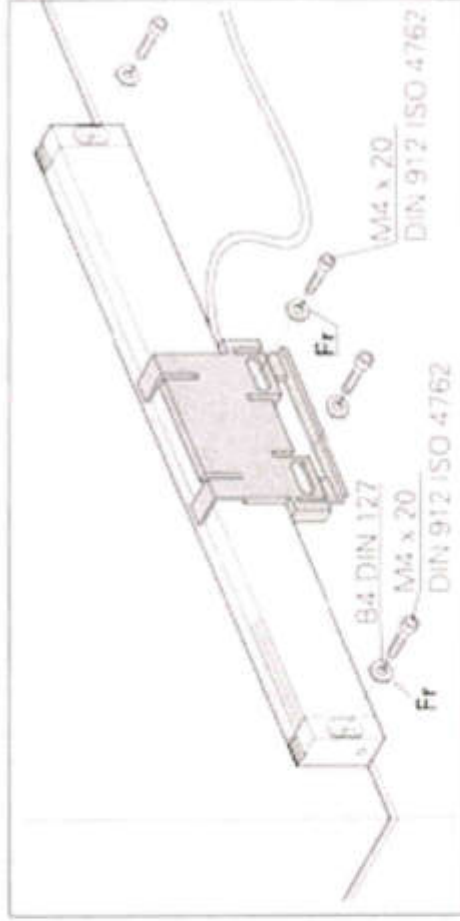


Die Anbaufläche muß lackfrei sein

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



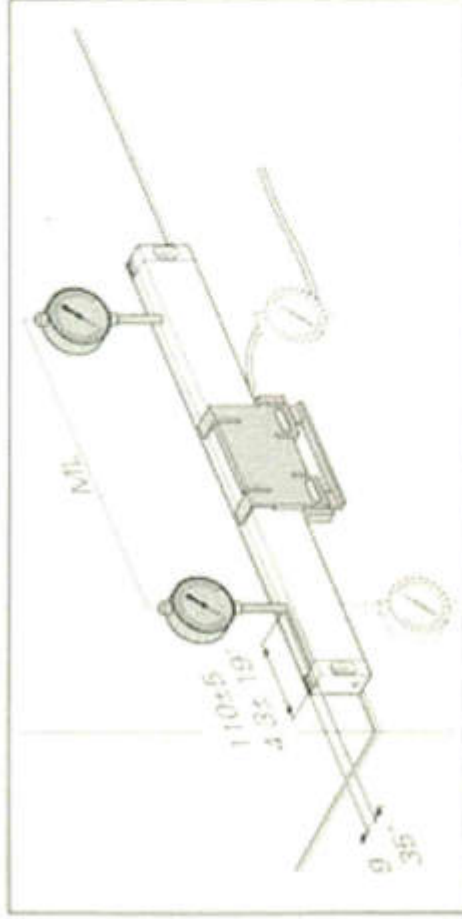
Federlinge Fr zur Befestigung der Abtasteinheit bzw. Maßstab-einheit

Spring washers Fr for securing the scanning unit and scale unit

Schrauben lose anziehen

Attach screws loosely

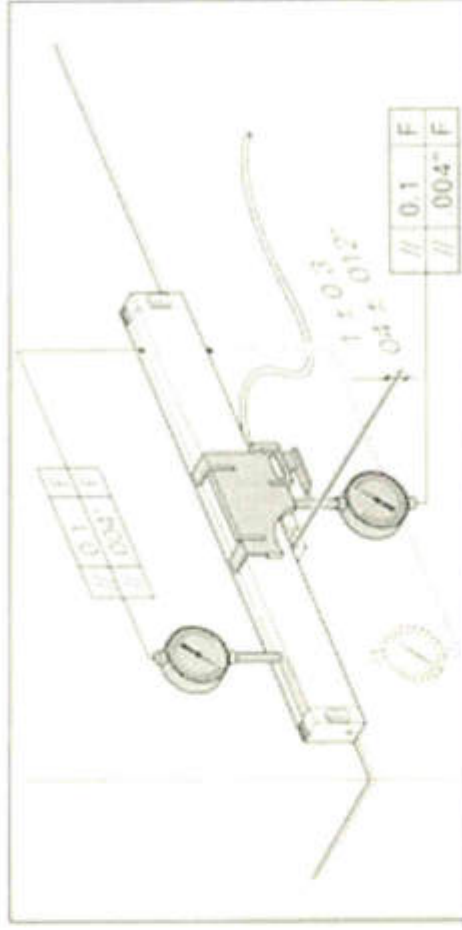
Anbau ohne Montageschiene



Ausrichten des Meßsystems.
Prüfposition an den Enden

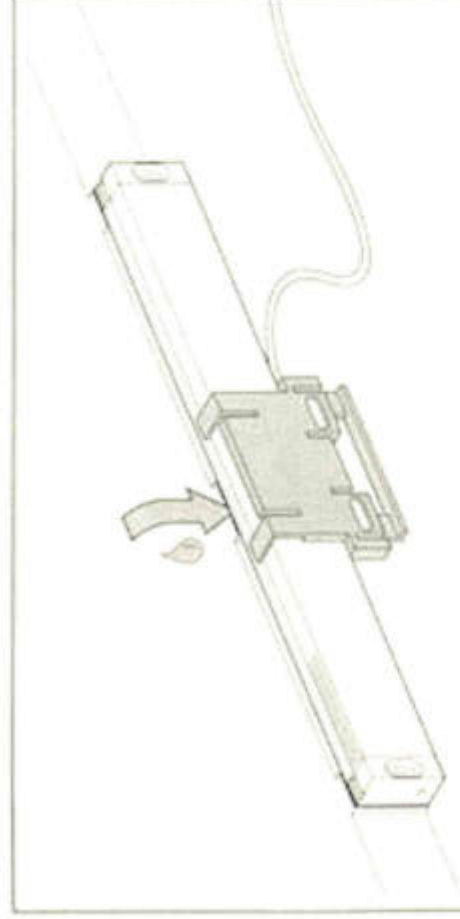
Alignment of the scale Gauging
position at the ends

Mounting Without Mounting Spar



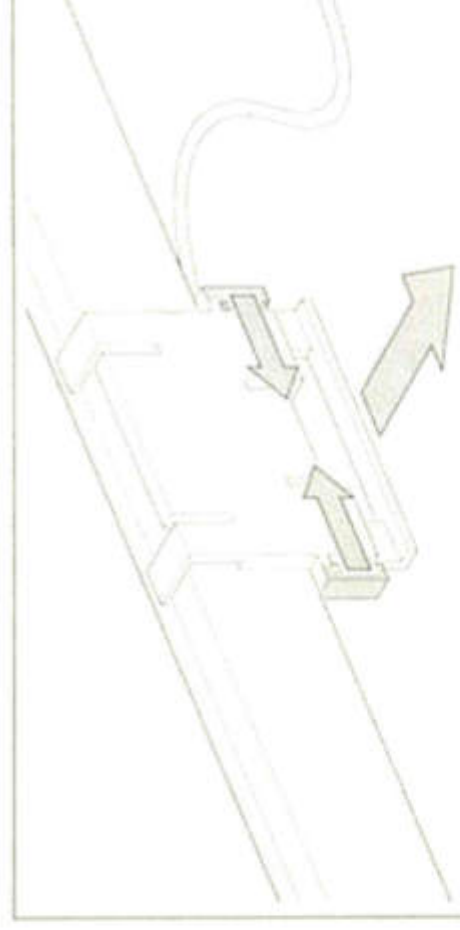
Ausrichten zur Maschinenführung
F **Danach** Schrauben anziehen
(2.5 Nm)

First align scale with machine
guide way F, **then** tighten screws.
(2.5 Nm)



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

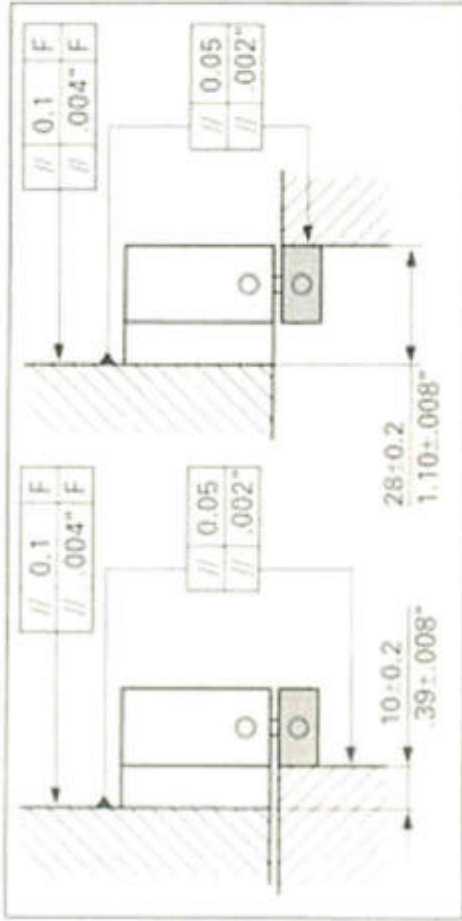
For measuring lengths over
24.4 in., fill gap in the middle with
silicone adhesive (e.g. PAKTAN
6090)



Transportsicherung zusammen-
drücken und abziehen

Squeeze shipping brace at both
ends and pull off

Anbau mit Montagesschiene



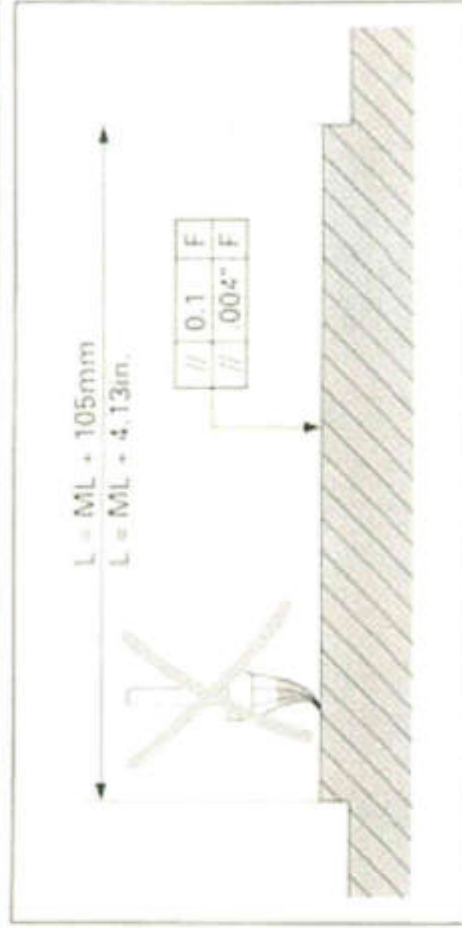
Anbautoleranzen

Mounting tolerances

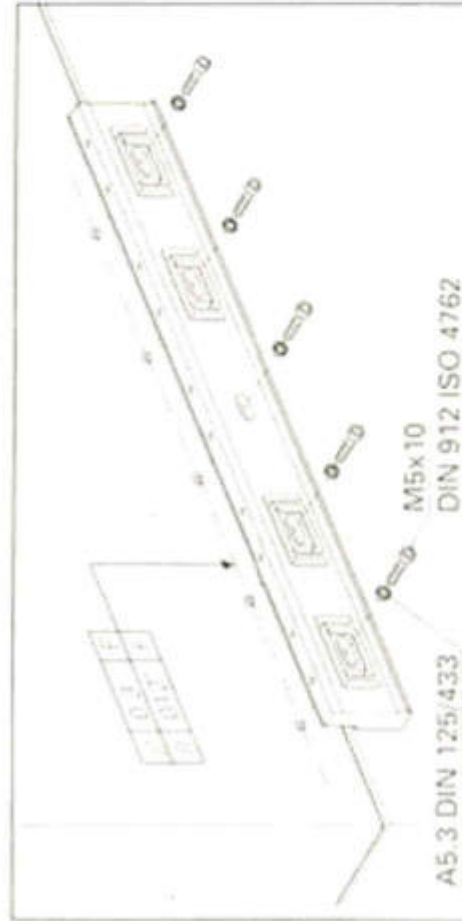
F = Maschinenführung

F = machine guideway

Mounting With Mounting Spar

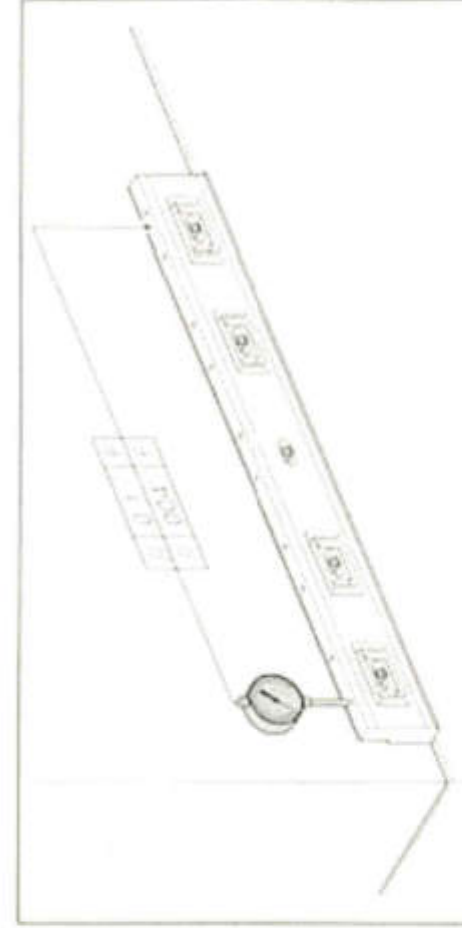


Die Anbaufläche muß über die gesamte Länge L der Montage-schiene lackiert sein
The mounting surface must be free of paint over the entire length L of the mounting spar



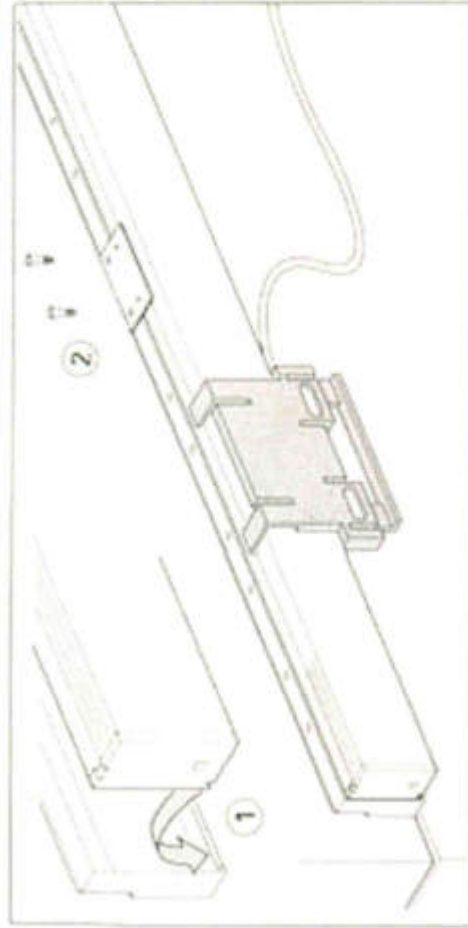
A5.3 DIN 125/433
Befestigen der Montagesschiene
Screws loose anschrauben

Installing the mounting spar
Attach screws loosely



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

Danach Schrauben anziehen
Tighten screws (5 Nm)

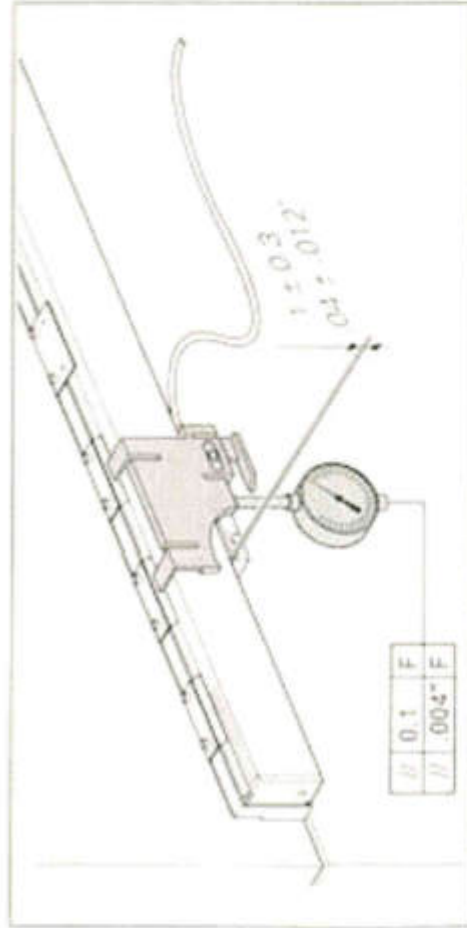


Meßsystem befestigen

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

Secure the scale

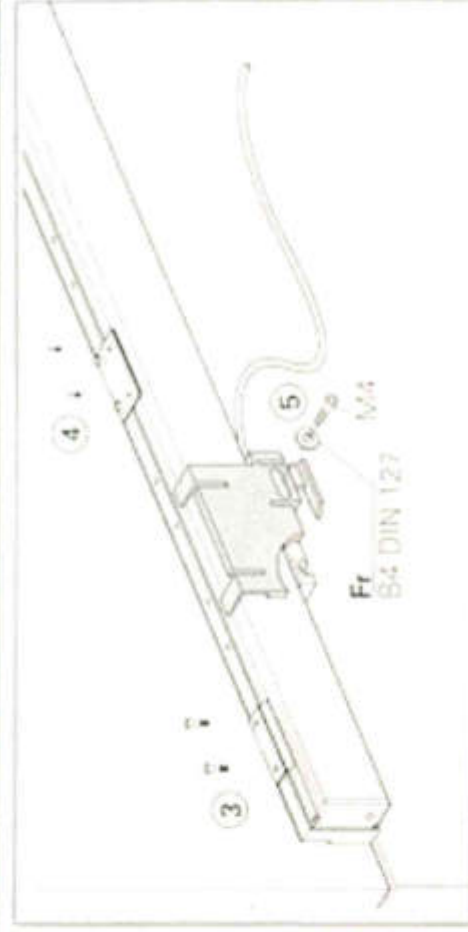
1. Hook scale into spar
2. Attach clamp in the middle (2.5 Nm)



Ausrichten der Abtasteinheit

- (Unterseite zur Maschinenführung)
F **Danach** Schrauben festziehen (2.5 Nm)

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



3. Spannfedern anschrauben (2.5 Nm)

3. Screw on tension springs (2.5 Nm)

4. Stiftschrauben anziehen (0.4 Nm)

4. Tighten studs (0.4 Nm)

5. Abtasteinheit lose anschrauben

5. Loosely attach scanning unit

Federlinge **Fr** unterlegen

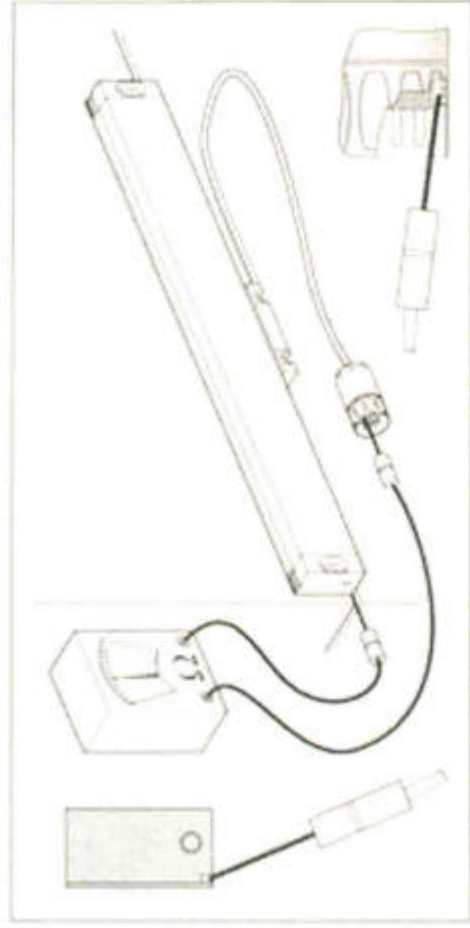
Use spring washers **Fr**.



Transportsicherung zusammen-

drücken und abziehen

Stauze shipping brace at both ends and pull off



ohne Montageschiene

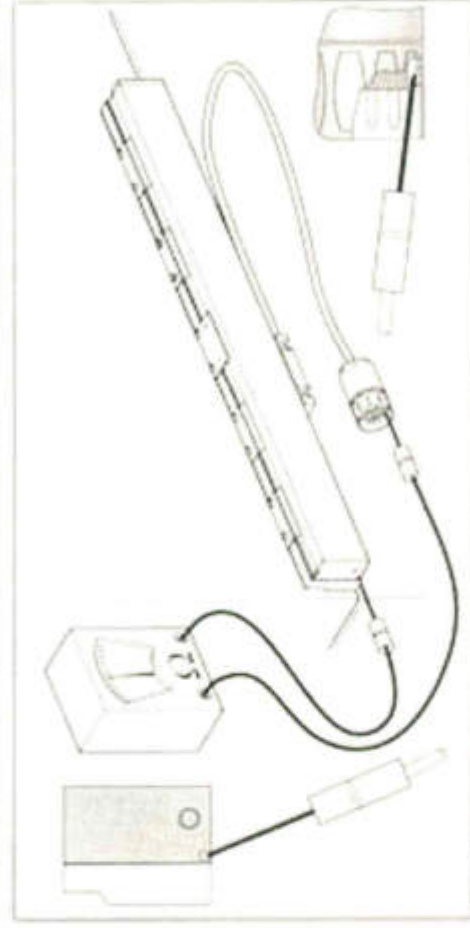
Elektrischen Widerstand zwischen Steckergehäuse und Maßstabnennwert prüfen

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

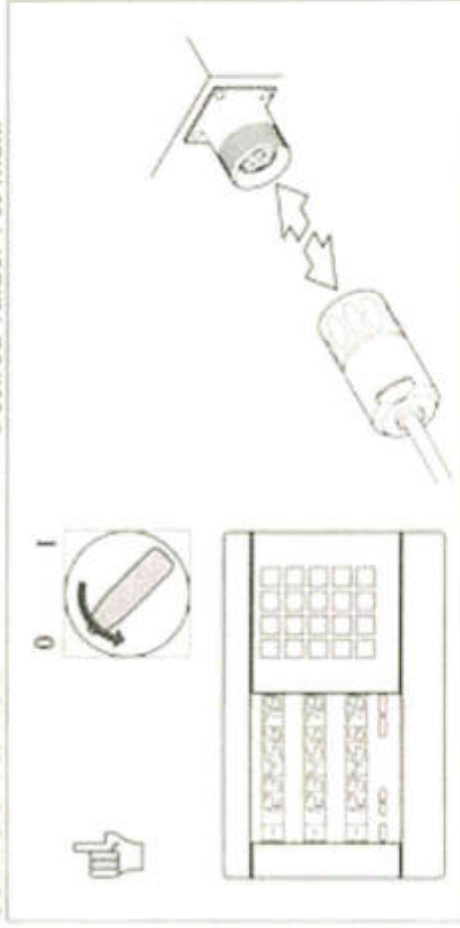
Elektrischen Widerstand zwischen Steckergehäuse und Maßstabnennwert prüfen

Sollwert: 1 Ω max.

with mounting spar

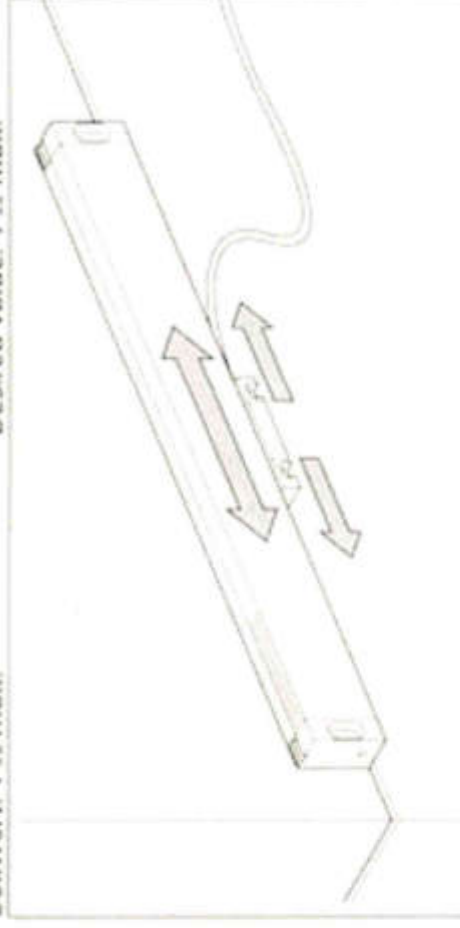
Check shielding by measuring resistance between connector housing and scale unit

Desired value: 1 Ω max.



Elektrischer Anschluß des Meßsystems an Folie-Elektronik

Connect scale to subsequent electronics unit

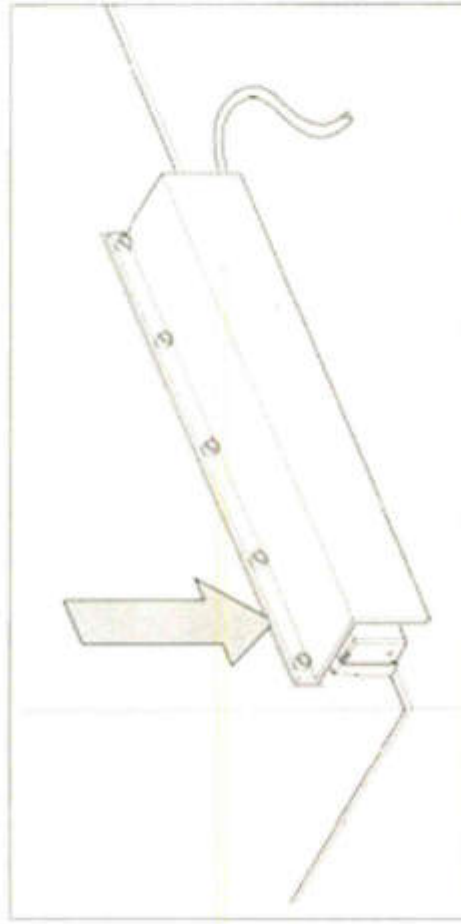


Anbautoleranzen und Funktion des Maßstabs überprüfen

Check mounting tolerances and functioning of the scale

Schutzmaßnahmen

Protective Measures

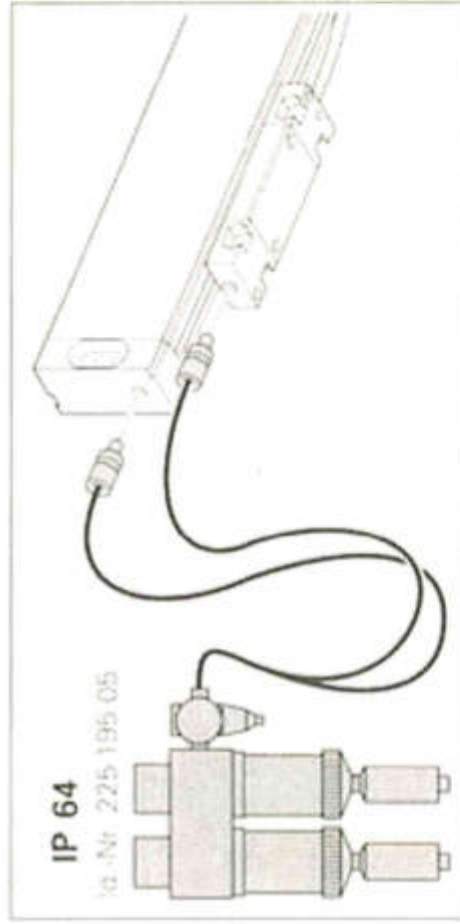


Bei größerer Verschmutzungsgefahr zusätzliche Abdeckung mit Dichtung zwischen Anbaufläche und Abdeckung.
In case of increased risk of contamination, provide an additional cover with a seal between it and the mounting surface.



(a. Nr. 226 270 01)

Druckluft: 0,6 bis 1 bar nur über Anschlußstück.
Compressed air: 0.7 to 14.5 psi only via connector.
 Nur saubere und trockene Druckluft verwenden.
Use only clean, dry air.



IP 64

(a. Nr. 225 195 05)

Anschluß von Druckluft an der Abtasteinheit **oder** an den Maßstab-Endstücken.
*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	<p>Glasmaßstab mit DIADUR-Gitterteilung</p> <p>Teilungsperiode $P = 20 \mu\text{m}$</p> <p>$\alpha_{\text{Gitter}} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$</p>	Measuring standard	<p>Glass scale with DIADUR gratings</p> <p>Grating period $P = 20 \mu\text{m}$</p> <p>$\alpha_{\text{Gitter}} = 8 \text{ ppm/K}$</p>																								
Referenzmarken	<p>LS 403 eine</p> <p>LS 403 C abtastgeschützt mit 1000 x P</p>	Reference marks	<p>LS 403 one</p> <p>LS 403 C distance coded with 1000 x P</p>																								
Maximale Verfahrensgeschwindigkeit	48 m/min	Max. traversing speed	48 m/min (1890 ipm)																								
Zulässige Beschleunigung	<p>max. Vibration (55 bis 2000 Hz) 30 m/s^2 (DIN IEC 68-2-6)</p> <p>max. Schock (11 ms) 100 m/s^2 ohne Montageschiene (DIN IEC 68-2-27)</p> <p>200 m/s^2 mit Montageschiene (DIN IEC 68-2-27)</p>	Permissible acceleration	<p>max. vibration (55 to 2000 Hz) 30 m/s^2 (DIN IEC 68-2-6)</p> <p>max. shock (11 ms) 100 m/s^2 without mounting spar (DIN IEC 68-2-27)</p> <p>200 m/s^2 with mounting spar (DIN IEC 68-2-27)</p>																								
erforderliche Vorschubkraft	$\leq 5 \text{ N}$	Required moving force	$\leq 5 \text{ N}$																								
Schutzart	<p>IP 53 bei Einbau nach Montageanleitung</p> <p>IP 64 bei Anschluß von Druckluft</p>	Protection	<p>IP 53 when installed according to mounting instructions</p> <p>IP 64 with compressed air</p>																								
Betriebstemperatur	0 bis 50 °C	Operating temperature	0 to 50 °C (32 to 122 °F)																								
Lagertemperatur	-20 bis 70 °C	Storage temperature	-20 to 70 °C (-4 to 158 °F)																								
Zulässige Biegeradien der Kabel	<table border="1"> <tr> <td>Kabel Ø</td> <td>bei Wechselbiegung</td> <td>bei einmaliger Biegung</td> </tr> <tr> <td>6 mm</td> <td>R \geq 75 mm</td> <td>R \geq 20 mm</td> </tr> <tr> <td>8 mm</td> <td>R \geq 100 mm</td> <td>R \geq 40 mm</td> </tr> <tr> <td>10 mm</td> <td>R \geq 75 mm</td> <td>R \geq 35 mm</td> </tr> </table> <p>mit Schutzschlauch</p>	Kabel Ø	bei Wechselbiegung	bei einmaliger Biegung	6 mm	R \geq 75 mm	R \geq 20 mm	8 mm	R \geq 100 mm	R \geq 40 mm	10 mm	R \geq 75 mm	R \geq 35 mm	Permissible bending radii for connecting cable	<table border="1"> <tr> <td>Cable dia.</td> <td>For frequent flexing</td> <td>For rigid configuration</td> </tr> <tr> <td>6 mm (0.24 in.)</td> <td>R \geq 75 mm (2.9 in.)</td> <td>R \geq 20 mm (0.8 in.)</td> </tr> <tr> <td>8 mm (0.32 in.)</td> <td>R \geq 100 mm (4 in.)</td> <td>R \geq 40 mm (1.6 in.)</td> </tr> <tr> <td>10 mm (0.39 in.)</td> <td>R \geq 75 mm (3 in.)</td> <td>R \geq 35 mm (1.4 in.)</td> </tr> </table> <p>with armor tubing</p>	Cable dia.	For frequent flexing	For rigid configuration	6 mm (0.24 in.)	R \geq 75 mm (2.9 in.)	R \geq 20 mm (0.8 in.)	8 mm (0.32 in.)	R \geq 100 mm (4 in.)	R \geq 40 mm (1.6 in.)	10 mm (0.39 in.)	R \geq 75 mm (3 in.)	R \geq 35 mm (1.4 in.)
Kabel Ø	bei Wechselbiegung	bei einmaliger Biegung																									
6 mm	R \geq 75 mm	R \geq 20 mm																									
8 mm	R \geq 100 mm	R \geq 40 mm																									
10 mm	R \geq 75 mm	R \geq 35 mm																									
Cable dia.	For frequent flexing	For rigid configuration																									
6 mm (0.24 in.)	R \geq 75 mm (2.9 in.)	R \geq 20 mm (0.8 in.)																									
8 mm (0.32 in.)	R \geq 100 mm (4 in.)	R \geq 40 mm (1.6 in.)																									
10 mm (0.39 in.)	R \geq 75 mm (3 in.)	R \geq 35 mm (1.4 in.)																									

Elektrische Kennwerte LS 403/LS 403 C

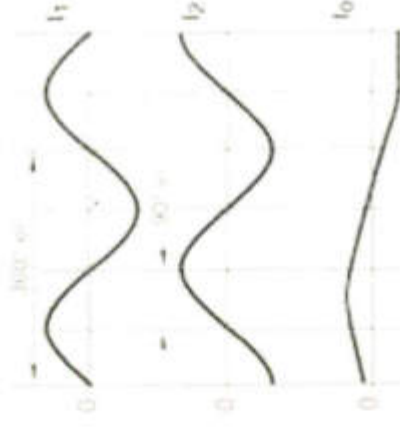
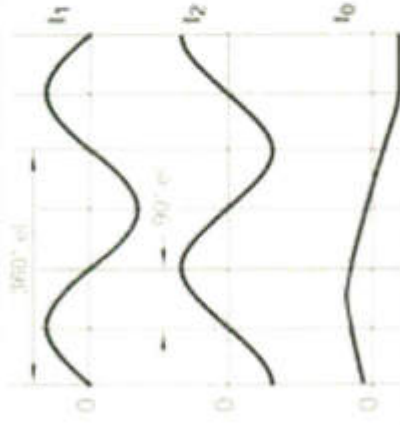
Electrical Data LS 403/LS 403 C

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 kΩ I_1 : 7 bis 16 μA_{RMS}
 I_2 : 7 bis 16 μA_{RMS}

Signal size with 1 kΩ 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 kΩ I_0 : 2 bis 8 μA (Nutzanteil)

Signal size with 1 kΩ load I_0 : 2 to 8 μA (usable component)

Kabellänge zur Folge-Elektronik Max. 30 m

Cable length to subsequent electronics max. 30 m/100 ft

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-85301 Traunsee, Deutschland

(+08669) 31 0
(+08669) 50 61

Service (+08669) 31 12 72
TNC Service (+08669) 31 14 48

(+08669) 98 99

HEIDENHAIN NV/SA

(+053) 67 25 70
(+053) 67 01 65

DIADUP

Indústria e Comércio Ltda
(+011) 5 23 - 67 77

(+011) 5 23 14 11

HEIDENHAIN CORPORATION

(905) 6 70-89 00
(905) 6 70-44 26

HEIDENHAIN SCHWEIZ AG

(+01) 8 25 04 40
(+01) 8 25 33 46

HEIDENHAIN S.r.l.

(+02) 75 62 68
(+02) 75 71 55

IP TEKNIK A.S

(+38) 33 09 06
(+38) 33 01 05

FARRESA ELECTRONICA S.A.

(+34) 4 41 36 49
(+34) 4 42 35 40

HEIDENHAIN FRANCE SpA

(+33) 41 34 30 00
(+33) 41 34 30 30

VC POINT OY

(+01) 2 94 44 00
(+01) 2 94 43 00

HEIDENHAIN (GB) Limited

(+01444) 24 77 11
(+01444) 87 00 24

D PANAYOTIUS - J TSATSIS S.A

(+01) 481 08 17
(+01) 482 96 73

HEIDENHAIN

(+1) 120 22 13
(+1) 120 22 13

HEIDENHAIN LTD

(+852) 7 59 19 20
(+852) 7 59 19 61

HEIDENHAIN ITALIA SPA

(+02) 48 30 02 41 45
(+02) 47 71 07 30

NEUMO VARGAS

(+3) 5 37 32 75
(+3) 5 37 21 90

ASHOK H LAL

(+044) 6 26 72 84
(+044) 6 18 22 24

HEIDENHAIN K.K.

(+03) 32 34 77 81
(+03) 32 62 25 39

HEIDENHAIN MEXICO S.L.

(+52) 4 91 43 73 87

HEIDENHAIN NEDERLAND BV

(+08385) 4 03 00
(+08385) 1 72 87

KASPO MASKIN AS

(+073) 91 91 00
(+073) 91 33 77

FARRESA ELECTRONICA LTDA

(+12) 3184 40
(+12) 3180 44

HEIDENHAIN Co Ltd

(+04) 329 51 90
(+104) 320 73 15

SEO CHANG CORPORATION LTD

(+02) 780 82 08
(+02) 784 54 08

HEIDENHAIN AB

(+08) 63 19 33 50
(+08) 63 19 33 77

HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD

(+65) 749 32 38
(+65) 749 39 22

ORSEL LTD

(+261) 3 47 83 95
(+261) 3 47 83 93

HEIDENHAIN CORPORATION

(+708) 4 90 11 91
(+708) 4 90 39 34

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 eisenbehaftei 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 geradzahnteilten Stirnrädern oder Zahnriemenscheiben ausgelegt.

Der Tachogenerator

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

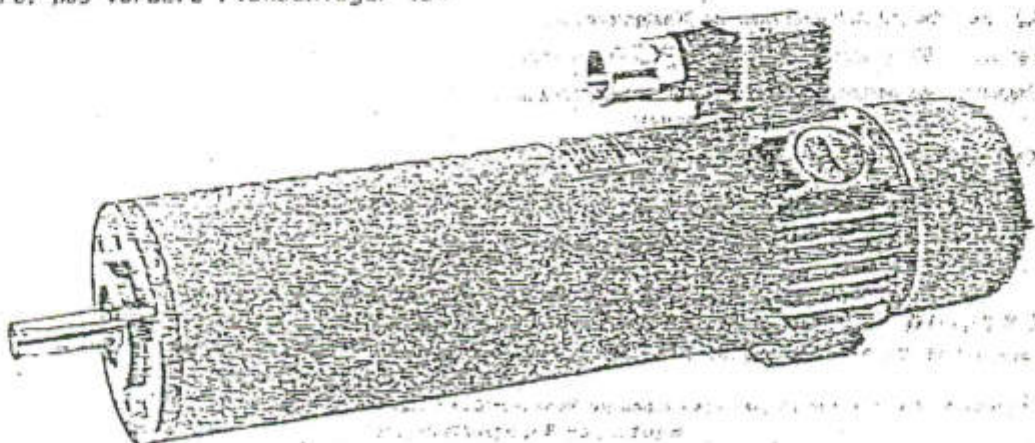
Er ist mit Hilfe eines Spannelementes kraftschlüssig und absolut starr auf die Motorwelle aufgezogen.

Eine elektrisch löfzbare Bremse

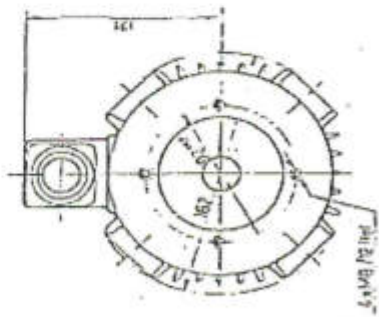
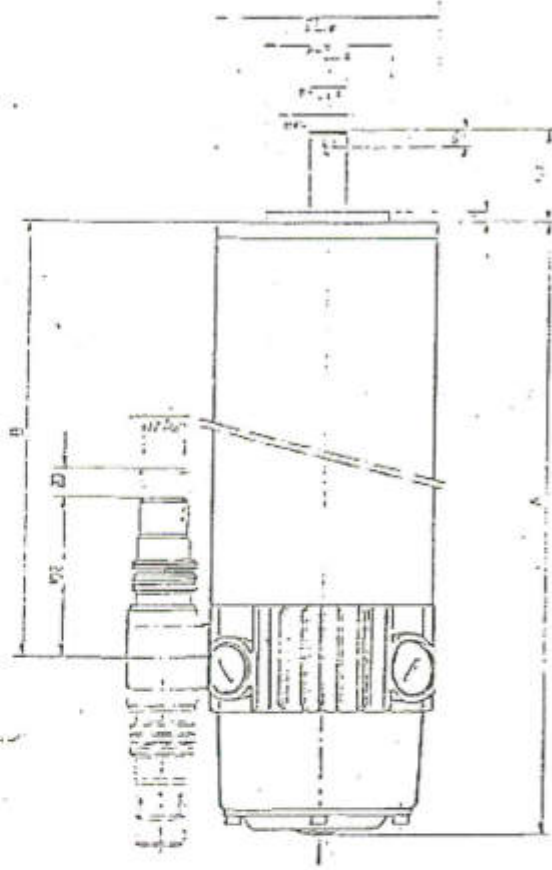
mit 24 V Gleichspannungsbetätigung ist in das hintere Lagerschild integriert. Die Bremse ist für die "Not-Aus"-Funktion und zum Fixieren des Servomotors gegen äußere Momentenwirkungen bei abgeschaltetem Regler vorgesehen. Die Bremse ist mit einer Freilaufdiode und einer Schutzdiode gegen Fehlpolung beschaltet.

Meßwertgeber für Positionsregelungen

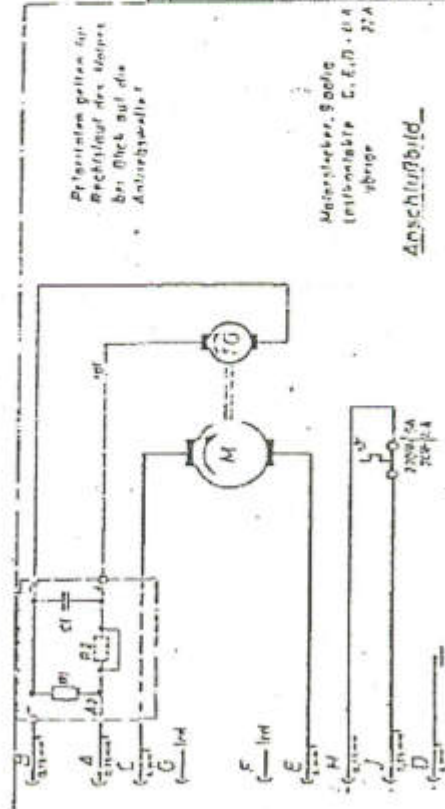
Zum Anbau beliebiger Meßwertgeber mit und ohne Meßgetriebe wird der Servomotor auch mit einem zweiten Wellenende und einem Befestigungsflansch ausgeführt. Standardgeräte stehen als Anbausätze mit Schutzgehäusen zur Verfügung.



Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10



Motorgröße	A	B	C
MDC 10.1	260	107	316
MDC 10.2	322	107	370
MDC 10.3	401	107	459



Polsterungen geben die Richtung des Motors bei Dreh auf die Antriehschaltstelle

Motorsteller, 800fig (Einbaublatte C, E, B - 014) 27A

Anschlußbild

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

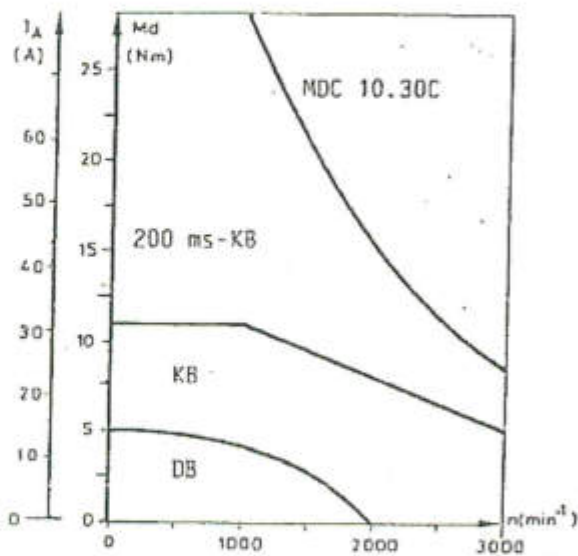
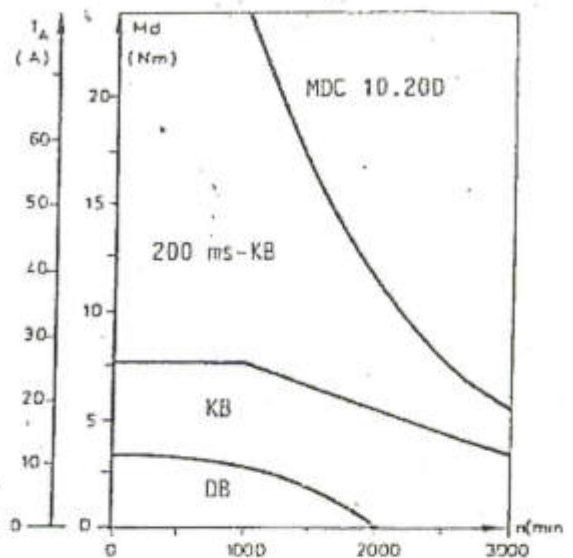
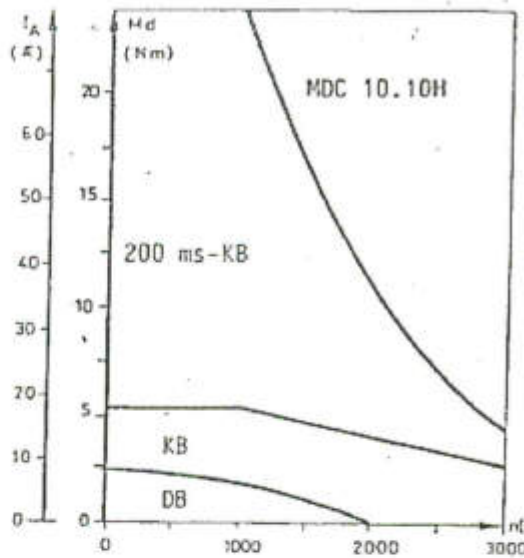
Indramat Gleichstrom-Servomotor MDC10

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_ω (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
méch. 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) ²⁾	M_{deff} (Nm)	3,0	5,2	7,3
Tachogenerator				
Spannungskonstante (EMK)	C_ω (Vs/rad)	0,317 \pm 10 %		
Ankerwiderstand	R_A (Ω)	60		
min. Abschlußwiderstand	R_l (Ω)	15 K		
Helligkeit	(%)	0,5		
Bremse				
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

Motorüber Temperatur 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

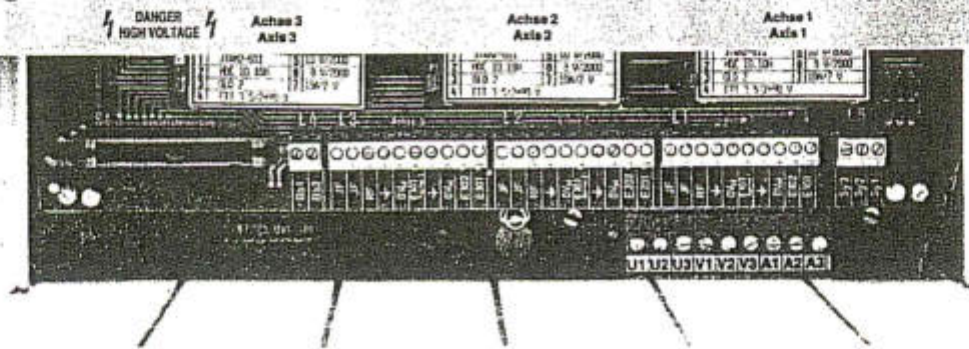
Wenn die Betriebsdaten an:
Die durch angegebene Variable - Motor-, Teil-, Geschwindigkeit und/oder
maximalen Umlaufzeit, die Achsenpositionen mit Angabe der dynamischen
Steuerleistung eintragen, wenn Modulen in Pos. 1 nach Umlaufzeit
(siehe Datenblätter)
Anschließend Schließkontakt
Die Einstellwertscheibe La Motorparameter werden durch die Pos. 1
im Normalbetrieb auf Position P1, stecken
Betriebsmodus: Automatisch
1 - Thyristorverstärker
2 - Geschwindigkeit
3 - Umlaufzeit
4 - Engpassstromlimitierbare Drehleistung (Nennleistung) (N)
5 - Eingang E1: Eingangsspannung (V) (Drehzeit (min))
6 - Eingang E2: Eingangsspannung (V) (Drehzeit (min))
7 - Umlaufzeit (N) (N_{max} = 2-malige Umlaufzeit (N))

Drehzahlbereich, Drehmomentbereich, den Steuerspannung, 50/60 Hz Steuerung
bei Modulen und Service beachten! Bitte Datenblätter

PROGRAMMING MODULES

The combination of another motor, transformer, and reactor indicated on the module
must agree with the active component module. When exchanging programming modules,
adjustment of dynamic current limit may be required if the module data in position 1
is not in agreement with motor data of line.
8 dynamic components are not considered, damage could result.
During initial start-up, set the stop jumper to position P1 prior to release motor
brake. For normal operation, set jumper to position P1.
Programming module data code:
1 - SCR Current Amplifier
2 - DC Brake Motor
3 - Smoothing Reactor
4 - Single Phase Isolation Transformer Rated power (V) (V) (Phase secondary voltage (V))
5 - Input E1: Input Voltage (V) (Speed (min))
6 - Input E2: Input Voltage (V) (Speed (min))
7 - Overload current limit (N) (N_{max} = 2 times rated current (N))

Attention must be given to speed calibration, speed control equipment, dynamic current
limiters, 50/60 Hz conversion for initial start-up and servicing! See motor data of line



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 V 104 und V 105	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		

1. Allgemeines

Der INDRAMAT-Thyristor-Regelverstärker 3 TRM 2 ist ein äußerst kompaktes 2poliges Stromrichtergerät, das speziell für dreiphasige Antriebssysteme konzipiert ist. Mit Hilfe der Ankerstromsteuerung ist selbige Treiben und Bremsen bei wechselndem Drehmoment im 4-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 Ansteuerungsmöglichkeiten entsprechen den VDI-Richtlinien 3422.

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

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)

- Linearisierungsnetzwerk (vgl. Kap. 2.4)
- Summierverstärker (vgl. Kap. 2.5)
- Dynamische Strombegrenzung (vgl. Kap. 2.8)
- Programmiermodulen TSS4 bzw. TSS11 (vgl. Kap. 2.15).

Steuerzettel

Er besteht aus den Impulsverzögerbausteinen, den Impulsverstärkerstufen und den Impulsüberträgern (vgl. Kap. 2.6).

Leistungsteil

Es besteht aus den Leistungsthyristoren mit dem Kühlkörper. Die standardmäßige Ausführung eines Antriebspakets für 3 Achsen setzt sich zusammen aus:
 (vgl. Abb. 1a und Anschlußplan 3TRM2 [3 Servoantriebe 3-Leistungsstrahl]) in der Technischen Dokumentation.

- 1 Thyristorregelverstärker 3TRM2
- 3 Einphasen-Trenntransformatoren ETT zur Spreizung des Leistungsteiles
- 3 Drosseln zur Glättung der Ankerströme
- 3 INDRAMAT-Gleichstrom-Servomotore MDC

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

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

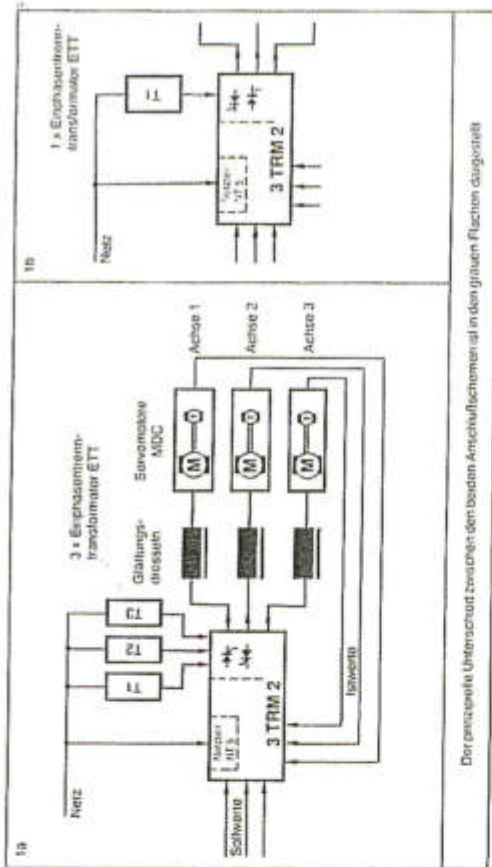


Abb. 1a: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 3 Einphasentrenntransformatoren ETT
 Abb. 1b: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 1 Einphasentrenntransformator ETT

2. Funktionsbeschreibung des Thyristorverstärkers 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 Baueinheitenzeichnungen so gewählt, daß die 1. Zahl die jeweilige Achse ergibt, z. B. R 243 - Achse 2, WdSt. 4.3.

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 eine dreizahnaloge Spannung zugeführt. Der Drehzahlwert wird mit einem Tachogenerator ertastet und über den Tachoengang E 103 zum Drehzahlregler geführt. Dieser bildet eine Differenz von Drehzahlsollwert und -Istwert und ändert entsprechend seine Ausgangsspannung.

Das Pi-Verhalten des Drehzahlreglers gewährleistet eine optimale Ausregelung ohne stationäre Regelabweichung.

Zur Einhaltung des Spitzenstromes und zur Sicherung der Kommutierungs- und Entmagnetierungsphasen 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 Antriebslaste 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 Offsetspannungsdrift von nur 3 µV/K eingesetzt.

Der Drehzahl-Nulldpunkt (weitgehender 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 Sollwertanschlüssen 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.

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

Programmiermodul TSS

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

R1 bzw. R2 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

U_{Soll} = Sollwertspannung in Volt

n = gewünschte Drehzahl in min^{-1}

k = Konstante, resultierend aus Eingangsempfindlichkeit von 0,33 µA/min

$$k = 3000 \frac{[\text{k-Ohm}]}{[\text{V} \cdot \text{min}]} \quad (2)$$

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

$$R1 = \frac{8}{1000} \cdot 3000 = 24 \text{ [k-Ohm]}$$

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.

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

R25 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

2.2 Differenzgang

Liegen Potentialunterschiede zwischen dem Bezugspunkt der Sollwertvorgabe und dem Nullpotential des Thyristorreglerverstärkers vor, so können daraus resultierende Fehler (bis zu einer Potentialdifferenz von 2V) 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 ± 10 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 Kommutierungsverläufe 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 Grundfreheel, die den Zündwinkel bei Drehzahl = 0 einregelt und den 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

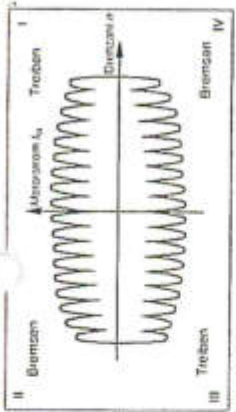


Abb. 2: Strom/Drehzahl-Diagramm in den 4 Quadranten

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

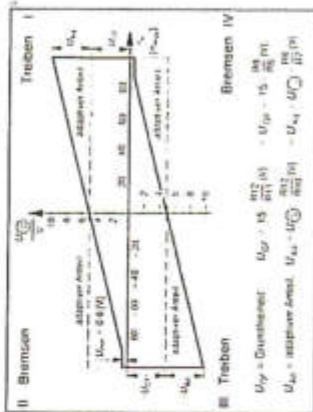


Abb. 3: Ausgangsspannungsbereich U_{103} des Drehzahlreglers V 102 über die Drehzahl

2.4 Linearisierungsnetzwerk

Aufgabe:

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

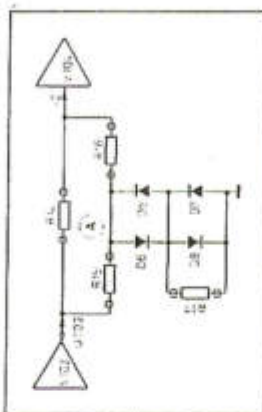


Abb. 4: Linearisierungsnetzwerk

Wirkungsweise:

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

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

2.5 Summierverstärker V 104 und V 105

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

2.6 Steuersatz

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

Aufgabe:

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

Wirkungsweise:

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

In den Zeitbereichen $\alpha 1$ und $\alpha 2$, in denen die Sägezahnspannung U_{101} größer als die Ausgangsspannung U_{103} 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.

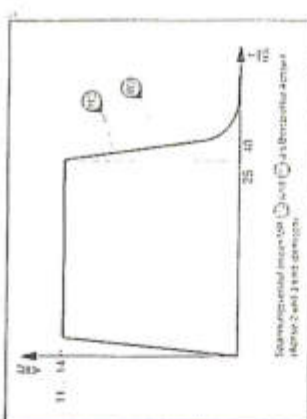


Abb. 5: Ausgangsimpuls eines Zündbausteines

2.7 Synchronisation

Die Synchronisation sorgt dafür, daß die impulsgeberbausteine im Steuersatz einen mit der Sekundärspannung der Leistungstransformatoren ET7 synchronen Sägezahn erzeugen können.

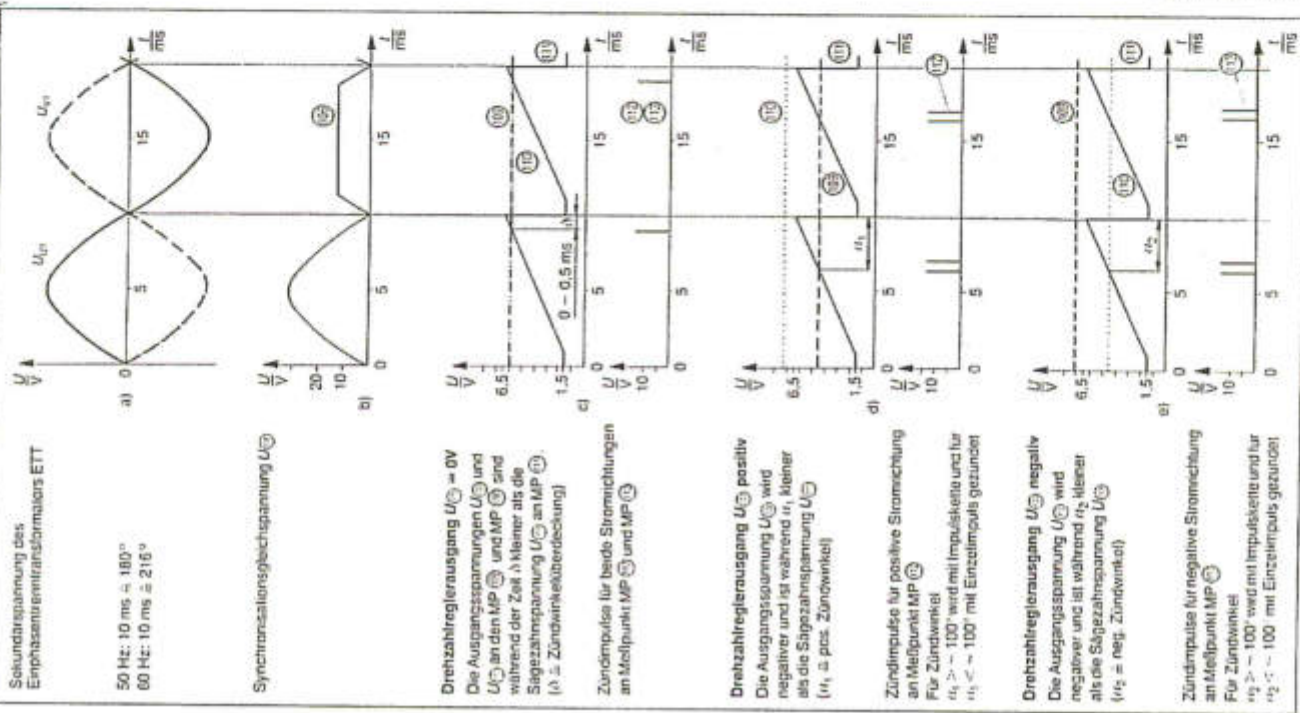


Abb. 6: Umwandlung der zündwinkelbezogenen Spannungen in netzsynchronen Zündimpulse (Darstellung für 50-Hz-Betrieb)

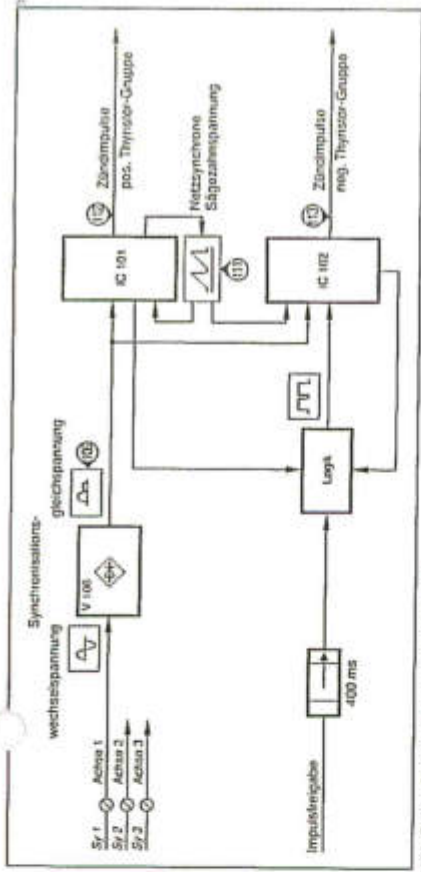
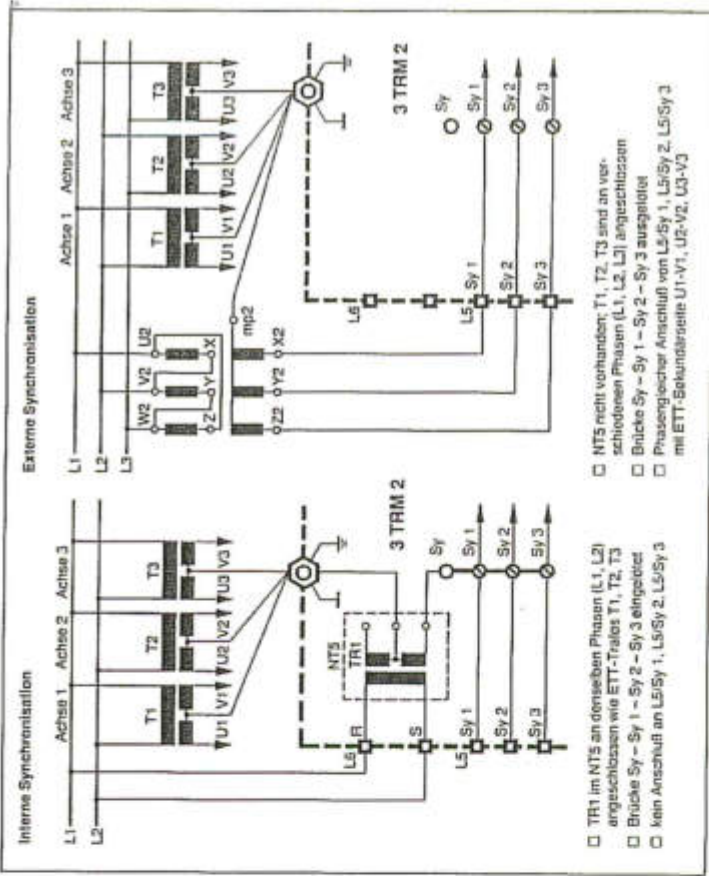


Abb. 7: Synchronisation am Beispiel Achse 1

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 Impulsgeberbaustein IC 101, IC 102 zugeführt wird. Damit bildet IC 101 die netzsynchrone Sägezahnspannung, während IC 102 periodisch die Zündimpulsfreigabe schaltet.



- TR1 im NTS an denselben Phasen (L1, L2) angeschlossen wie ETT-Fallos T1, T2, T3
- Brücke Sy - Sy 1 - Sy 2 - Sy 3 eingebildet
- kein Anschluß an LS/Sy 1, LS/Sy 2, LS/Sy 3
- NTS nicht vorhanden: T1, T2, T3 sind an verschiedenen Phasen (L1, L2, L3) angeschlossen
- Brücke Sy - Sy 1 - Sy 2 - Sy 3 ausgeblendet
- Phasengleicher Anschluß von LS/Sy 1, LS/Sy 2, LS/Sy 3 mit ETT-Bekundärseite U1-V1, U2-V2, U3-V3

Abb. 8: Gegenüberstellung von interner zu externer Synchronisation

2.7.1 Interne Synchronisation

Die interne Synchronisierung ist wenn möglich, durch den Netzteiltransformatormit dem Netzteil N75 mit den ETT-Leistungstransformatoren T 1, 2 und T 3 an den- selben Phasen angeschlossen (siehe Abb. 8).

2.7.2 Externe Synchronisation

Die externe Synchronisierung ist erforderlich, wenn: a) die 3TRM2-Ausführung kein Netzteil enthält (z.B. Ko- pierssteuerung SK3N von INDRAMAT) b) die Leistungsstransformatoren ETT zur besseren Last- verteilung, an unterschiedliche Phasen angeschlossen sind (siehe Abb. 8).

2.8 Dynamische Strombegrenzung

Sie läßt zeitlich begrenzt hohe Beschleunigungs- ströme zu und schützt vor längerem Überschreiten des eingestellten Grenzstromes.

Wirkungsweise:

Der Stromwert wird über einen Stromwandler er- faßt und dem Verstärker V 107 zugeführt. Dieser ver- gleicht die Grenzstromeinsteilung von Poti 104 mit dem Istwert. (Gesamtstromlauplan, Technische Dokumen- tation). Überschreitet der Stromwert den eingestell- ten Grenzwert, so integriert der Verstärker V 107 von seiner max. positiven Ausgangsspannung (13-14 V) in den negativen Bereich und greift begrenzend auf die Summierverstärker V 104 und V 105 ein. Die Ansprech- zeit ist abhängig von der Überschreitung des einge- stellten Grenzwertes.

Einstellung: (Beispiel Achse 1)

Die Strombegrenzung wird weiksmäßig 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.

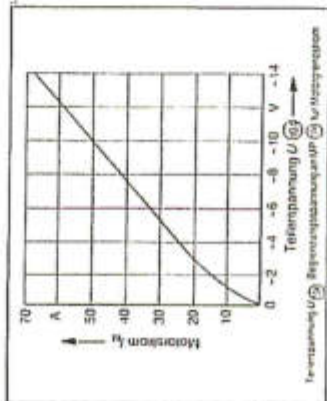


Abb. 8: Spannungsparameter für Motorstromstrom

2. Die Grenzstromleistung kann nach dem Dia- gramm (Abb. 9) erfolgen, je darf die Angabe auf dem Programmiermodul nicht überschreiben, die dem doppelten arithm. Mittelwert des Motor-Nennstro- mes 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) ein- stellen.

2.9 Regler- und Impulstreifgabe

Aufgabe:

Diese Baugruppen bieten die Möglichkeit einer exter- nen Verriegelung des gesamten Geschwindigkeits- regelkreises. Die Impulstreifgabe wirkt auf den Drehzahl- regler, die Impulstreifgabe auf den Steuersatz.

2.9.1 Reglerfreigabe (RF)

Reglerfreigabe erfolgt durch Anlegen einer Span- nung (+ 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 Ph-Beschaltung des Drehzahlreglers V 102 wirksam. Die Reglerfreigabe erfolgt verzögert und wird etwa 220 ms nach Weg- nahme des Signals aufgehoben (vgl. Gesamtstromlau- plan, Technische Dokumentation).

2.9.2 Impulstreifgabe (IF)

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

Achtung:

Regler- und Impulstreifgabe darf nur gegeben wer- den, wenn gesichert ist, daß keine dauerhafte Antriebs- blockierung vorliegt, z.B. durch elektrisch löfbbare Bremsen. 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 Antriebsstelle und ver- meidet zusätzliche Totzeiten in der Regelung.

Wirkungsweise:

Die Ausgangsspannungen U_0 und U_1 (vgl. Gesamt- stromlauplan, Technische Dokumentation) werden an Trimmer P 103 so eingestellt, daß sie bei Drehzahlregler- ausgang U_0 = 0 V in die Sägezahnspannung einsteu- chen und an den Thyristoren einen kleinen Zündwinkel verursachen (vgl. Abb. 5c). Dadurch führen die Thy- ristoren einen Vorstrom, der im Sekundärkreis des Transformators fließt.

Einstellung: (Beispiel Achse 1)

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

Funktionsbeschreibung

- 1. Netzspannung... die Reglergruppenversorgung und das Leistungsteil abschalten.
2. Meßpunkt 103 auf Masse (0V_u) legen
3. Oszillograf zwischen 0V_u und Meßpunkt 114 an- schließen.

Zellskala : 2ms/DIV.

Spannungsskala : 1V/DIV.

- 4. Netzspannung für die Reglergruppenversorgung und das Leistungsteil aufschalten.
5. Regler- und Impulstreifgabe nur für die zu überprü- fende Achse geben.
6. Die Stromlaufdauer muß mit den Angaben in Abb. 10 übereinstimmen: gegebenenfalls an Poti 103 ein- stellen.
7. Meßpunkt 103 von 0V_u trennen.

Für Achse 2 und 3 in gleicher Weise verfahren
Achse 2: Meßpunkt 214, Poti P 203
Achse 3: Meßpunkt 314, Poti P 303

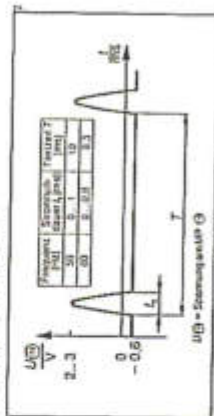


Abb. 10: Grenzwerte zur Vorstromeinsteilung

2.11 Spannungüberwachung

Aufgabe:

Die Spannungüberwachung schaltet das Gerät bei Störung der Regelspannung (U_w) ab, um Fehlfunktion- Wirkungsweise:

Liegt keine Störung der Regelspannung (U_w = +/- 15V) vor, dann sind die Transistoren T1, T2, T3, T4 leitend. Das Relais R1 ist angezogen und meldet über einen po- tentialfreien Kontakt (Schließer Bb1 und Bb2), Betriebs- bereitschaft" (vgl. Gesamtstromlauplan, Technische Dokumentation). Sinkt nun z.B. die positive Regelspan- nung unter +14,5 V ab, dann sperren die Transistoren T1 und T3 und das Relais fällt ab. Der Betriebsbereitschafts- kontakt Bb1 öffnet, und die Leuchtdiode H1 zeigt die Stö- rung an, vorausgesetzt, die Lastspannung (U_L = +24V) ist vorhanden. Gleichzeitig werden die Impulsgeber- bausteine 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).

Table with 3 columns: Platzierung Leiterkarte, Lotbrücken, and Frequenz. Rows for 3TRM and 3TRM2-G 11.

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 (Regel- spannung U_w = +/- 15 V), interne Lastspannung U_L = +24 V, Synchronisationsspannung für den Steuersatz zur externen Synchronisation, außerdem liefert es die externe Regler-(U_w) und Lastspannung (U_L = +24 V). Zur Anpassung an andere Netzspannungen, wie im Blockschaltplan 3TRM2 angegeben, dient ein Spar- transformator EST. (Weitere Infos vgl. ID 71000).

2.14 Sicherungen

2.14.1 Netzteil

Der Netzanschluß für die Reglergruppenversorgung und die externe + 24 V Lastspannung werden durch Fein- sicherungen geschützt.

Table with 3 columns: Bezeichnung, Strom, Spannung, Platzierung. Rows for e1, e2 and e3.

Tabelle 2: Feinsicherungen im Netzteil

2.14.2 Leistungsteil

Die Auswahl der erforderlichen Absicherung für das Leistungsteil erfolgt applicationsabhängig. Die notwen- digen Berechnungsgrundlagen sind im Prospekt ID 71000 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 TSS11: 1 Differenzengänge (vgl. Kap. 2.2).

Die Programmiermodule TSS4 und TSS11 erlauben eine optimale Anpassung des Thyristorreglerverstärkers an die angeschlossene Servomotorkombination. Für jede Motor-, Trilo- und Drosselkombination sind fol- gende Baugruppenbeschaltungen auf den Program- miermodulrichtigen TSS4 und TSS11 unter der Vari- antennummer (z.B. 055, vgl. Abb. 11) spezifiziert:

- Drehzahlreglerbeschaltung
□ Engangsbeschaltung
□ Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung
□ Linearisierungsnetzwerk

Die wichtigsten Informationen stehen auf dem Pro- grammiermoduldruck. (Beispiel vgl. Abb. 11: TSS4- Modul, Variantennummer 055).

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

- 4 Einphasentrenntransformator
Nennleistung (kVA)
Nennsekundärspannung (V)
- 5 Eingang E1
Eingangsspannung (V)
Drehzahl (min⁻¹)
- 6 Eingang E2
Eingangsspannung (V)
Drehzahl (min⁻¹)
- 7 Eingang E3
Eingangsspannung (V)
Drehzahl (min⁻¹)

frei wählbar
25 A / 4 V

Programmiermodul TSS 4 / 055			
1	3 TRM 2-G11	5	10 V / 2000
2	MDC 10.30 D	6	
3	GLD 2	7	25 A / 4 V
4	ETT 3.5 / 2 x 140 V		

Programmiermodul TSS 11 / 055			
1	3 TRM 2-G11	5	10 V / 2000
2	MDC 10.30 D	6	
3	GLD 2	7	25 A / 4 V
4	ETT 3.5 / 2 x 140 V		

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

3. Inbetriebnahme

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

3.1 Inbetriebnahmeausrüstung

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

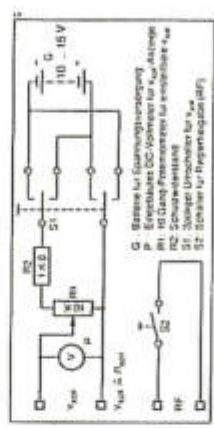


Abb. 12: Batteriespeisegerät

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 Klammern 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-, Trielkombination muß mit der installierten übereinstimmen, andernfalls Schädigungsfahrer.

4. Netzspannung

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

5. Netzfrequenz

Übereinstimmung der örtlichen Netzfrequenz mit der angezeigten Betriebsfrequenz des Verstärkers überprüfen.

6. Netzteilaustragspannungen

Nur die Netzspannung für das Netzteil (Reglerversorgung) zuschalten.

Die Regelspannung ($U_R = \pm 15$ [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 Achssensitivitätsschalter.

Bis zur Stillsetzung des Antriebes (in einer Not-Aus-Situation) sollte in jedem Fall mit einer teilhartesten 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, unangenehm übergeordnet, auszuschießen.

Die Sicherheitsgrenzschnitler sind so anzuordnen, daß die Maschine nicht gegen die Festanschläge laufen kann. Der Abstand zwischen Sicherheitsgrenzschnitler 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 (an 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 RP an Achse 1.

2. Drehmomentenreduzierung

Stechbare 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 anklammern

Alle Sollwertleitungen der anlagenseitigen Steuerung von Thyristor-Regelverstärker abklemmen. Batteriespeisegerät an den gewöhnlichen Sollwertleitung anklammern. Das Sollwertspannungs-/Drehzahlverhältnis für die zwei Eingänge steht auf dem TSS4-Programmiermoduldruck bzw. für den Differenzengang auf dem TSS11-Aufdruck.

4. Netzspannung für die Reglerlegenversorgung zuschalten

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

5. Netzspannung für das Leistungsteil zuschalten

Mit Batteriespeisegerät Null Volt Sollwert vorgeben

7. Drehzahlregelung freigeben

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

Achtung:

Bei falscher Polung des Tachos fault 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 Erstbetriebnahme, bei Motor- und bei Tachoaustausch vorgenommen werden.

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

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 Drehzahlnullpunktgleich

Driftet der Motor bei Sollwert 0 im Geschwindigkeitsregelkreis, so kann mit dem Abgleich an Trimmer P 102 (Achse 1), P 202 (Achse 2), P 302 (Achse 3) weitgehend der Sollwert des Antriebes erzielt werden. Mögliche Gründe für den Nullpunkt drift sind u. a. Offsetspannung des Drehzahlreglers (ist abhängig von der Temperatur), Offsetspannung der vorgeschalteten Steuerung, Potentialunterschiede zwischen NC-Ground und Meß-Null des Regelgerätes.

4. Kontroller der Servoantriebsdrehmomentmessung

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

4.1 Drehmomentmessung

Da die Stromaufnahme des Gleichstromservomotors ein Maß für das abgegebene Drehmoment ist, kann das Lastdrehmoment indirekt über die Stromaufnahme gemessen werden. Der Umrechnungsfaktor von Strom zu Drehmoment steht auf dem Motortypenschild unter „ K_{Tn} “ in Nm/A.

Der Strom wird als Spannungsabfall an einem 1-m-Ohm Meßwiderstand gemessen, der zwischen Motor und MP geschaltet ist. Ein Drehmomentegerät zeigt den arithmetischen Mittelwert des Stromes an (100 mV = 100 A), für den der Strom-Drehmoment-Faktor K_{Tn} (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 anzuhaltenden Motorachse, ohne Bearbeitungskräfte, infolge von Lastreibung bei maximalem Werkstückgewicht und ständigen Lastwirkungen wie bei unausgeglichenen Gewichten. Dieses 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 Elligungsbereich

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

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

4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches

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

4.3 Regelverhalten bei Sollwertprüfungen

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 aufgegeben. (Mit Speicherszilloskop oder schnellem Schreiber). Eine Testserie sollte mindestens fünf Sprungantworten aufweisen. Je nach Anschweltszeitpunkt der Motorspannung können die Sprungantworten Unterschiede in Anstiegslänge 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 TSS7 mit Widerstand RS und Kondensator C1.

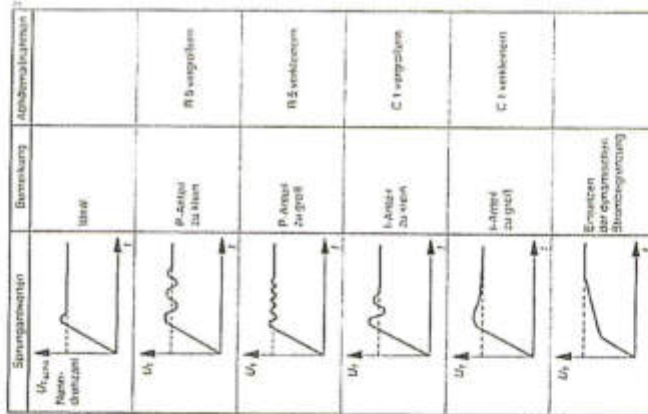


Abb. 13: Charakteristische Sprungantworten des Drehzahlreglers bei verschiedenen PI-Beschaltungen

5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung

5.1 Positionserregter Betrieb mit einer NC-Steuerung

Das Zusammenwirken von numerischer Steuerung, Vorschubtrieb, Maschine und Positionsmessrichtung 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_{ref} für den unterlagerten 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_{ref} . Die Schließergeschwindigkeit nimmt ab und wird bei $w-x=0$ zu Null.

5.1.1 Festlegung des Regelhinnes

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß die von der NC für positive Fahrrichtung ausgegebene Spannungspolarität die Maschinenachse auch in positiver Richtung, bezogen auf die Maschinenkoordinaten, bewirkt.

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

Anschließend muß überprüft werden, ob der Positionregelkreis eine Positionsabweichung korrigiert. Dazu an den abgeklemmten NC-Ausgang ein Gleichspannungsmessgerät anschließen und mit dem Batteriesymbol 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 Servantrieb 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:

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

U_{MS} = Spitze - Spitze Wert der zulässigen überlagernden Wechselspannung in Volt

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

f = Frequenz der Oberwelligkeit in Kilohertz

U = max. Wert der 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 Servantriebs ist der Eingangswiderstand für die v_{ref} - Sollwertspannung der numerischen Steuerung stets so zu bemessen, daß bei 80%—90% der max. NC-Ausgangsspannung die max. Schließergeschwindigkeit schon erreicht wird. Dadurch wird sichergestellt, daß bei geringem Überschwngen der NC-Ausgangsspannung die Positionsregelung 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 Wegemittel ausgegebene Spannung und der Spannungsdrehzahl-Zusammenhang am Drehzahlreglergang bestimmen die Verstärkung des Positionregelkreises.

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

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

v = Geschwindigkeit in m/min

x_w = Positionsabweichung in mm

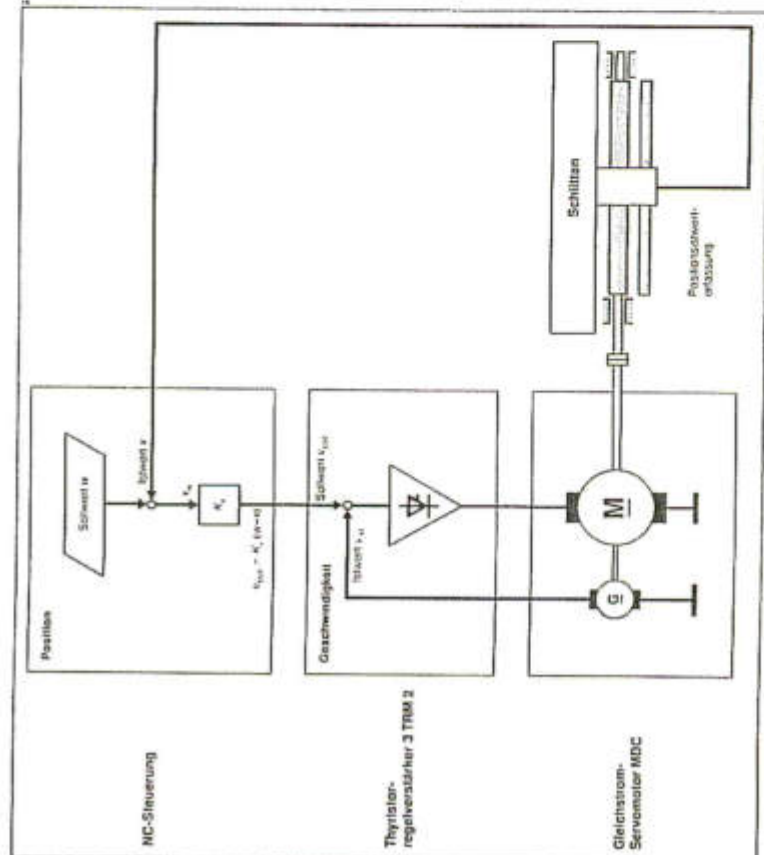


Abb. 14: Funktionsabbild des Positionregelkreises

5.1.5 Slope, geknickte Kennlinie

Um im Vorschubbereich hohe Verstärkungen zu erreichen und im Ellangbereich 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 Ellangbereich eine Verstärkungskennlinie aus, die der Verstärkung im Vorschubbereich entspricht.

Im Betrieb ändert die Steuerung die Sollwerte oberhalb 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 Ellanggeschwindigkeit 180—240 ms (entsprechend $K_p = 1-0,75$) betragen.

2. Geknickte Verstärkungskennlinie

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).

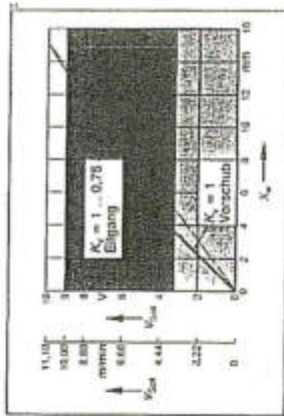
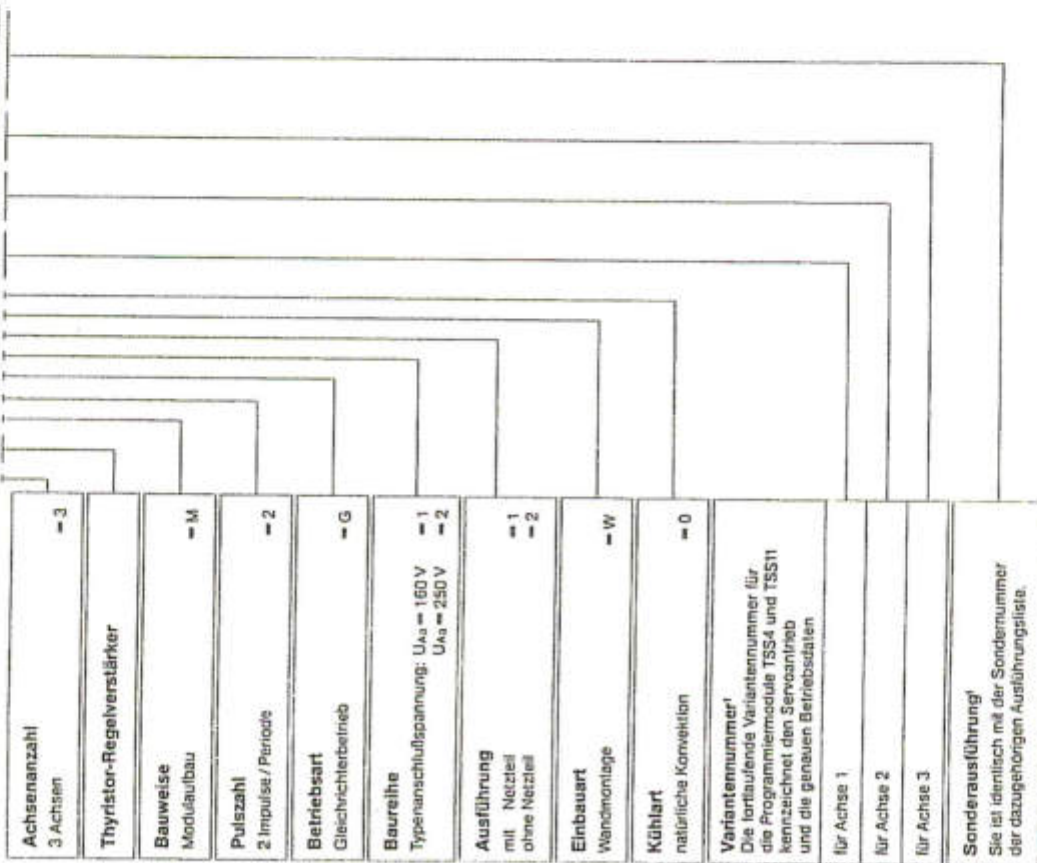


Abb. 15: K_p -Diagramm

Typenschlüssel

Kurzbezeichnung

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



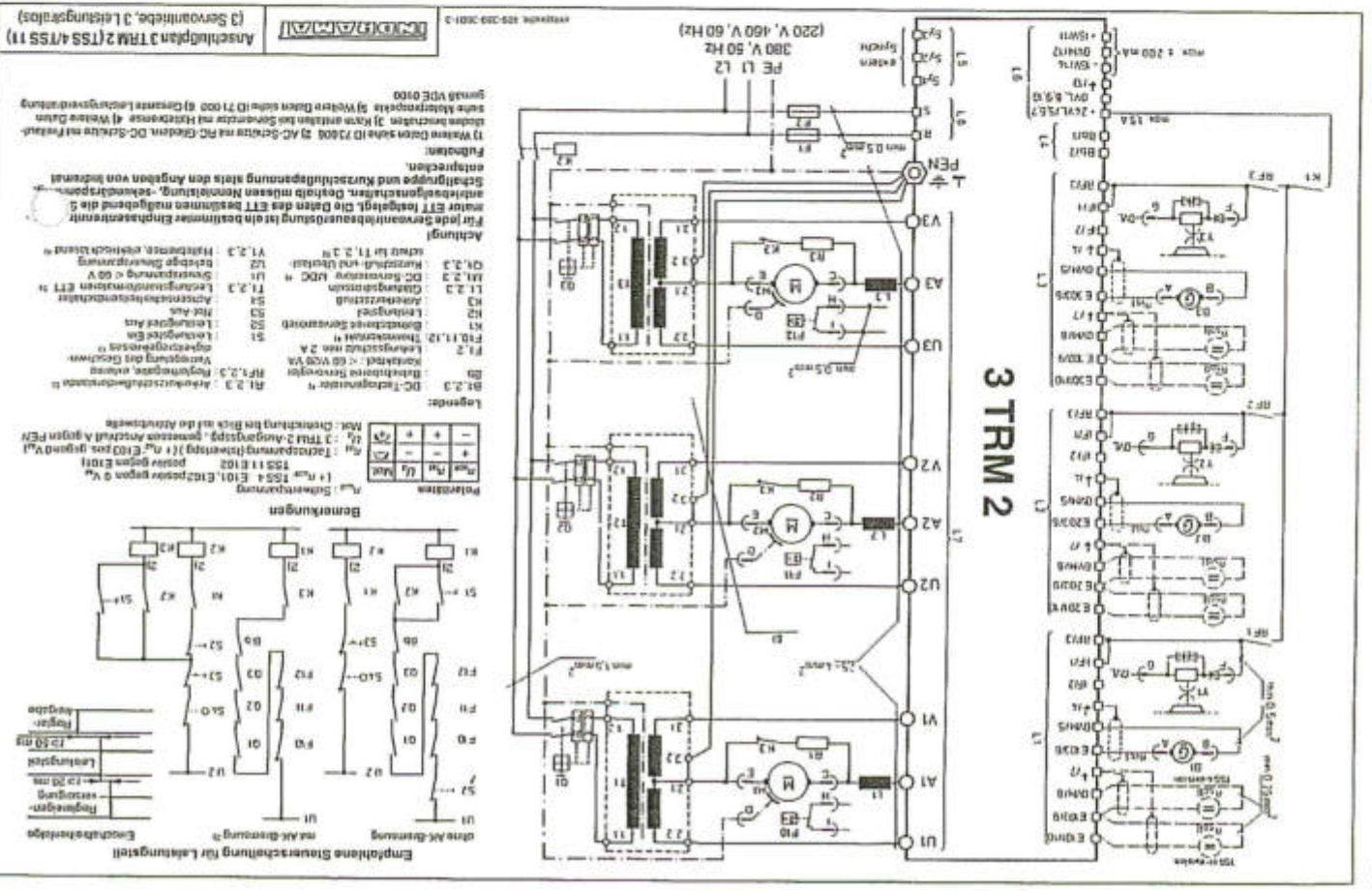
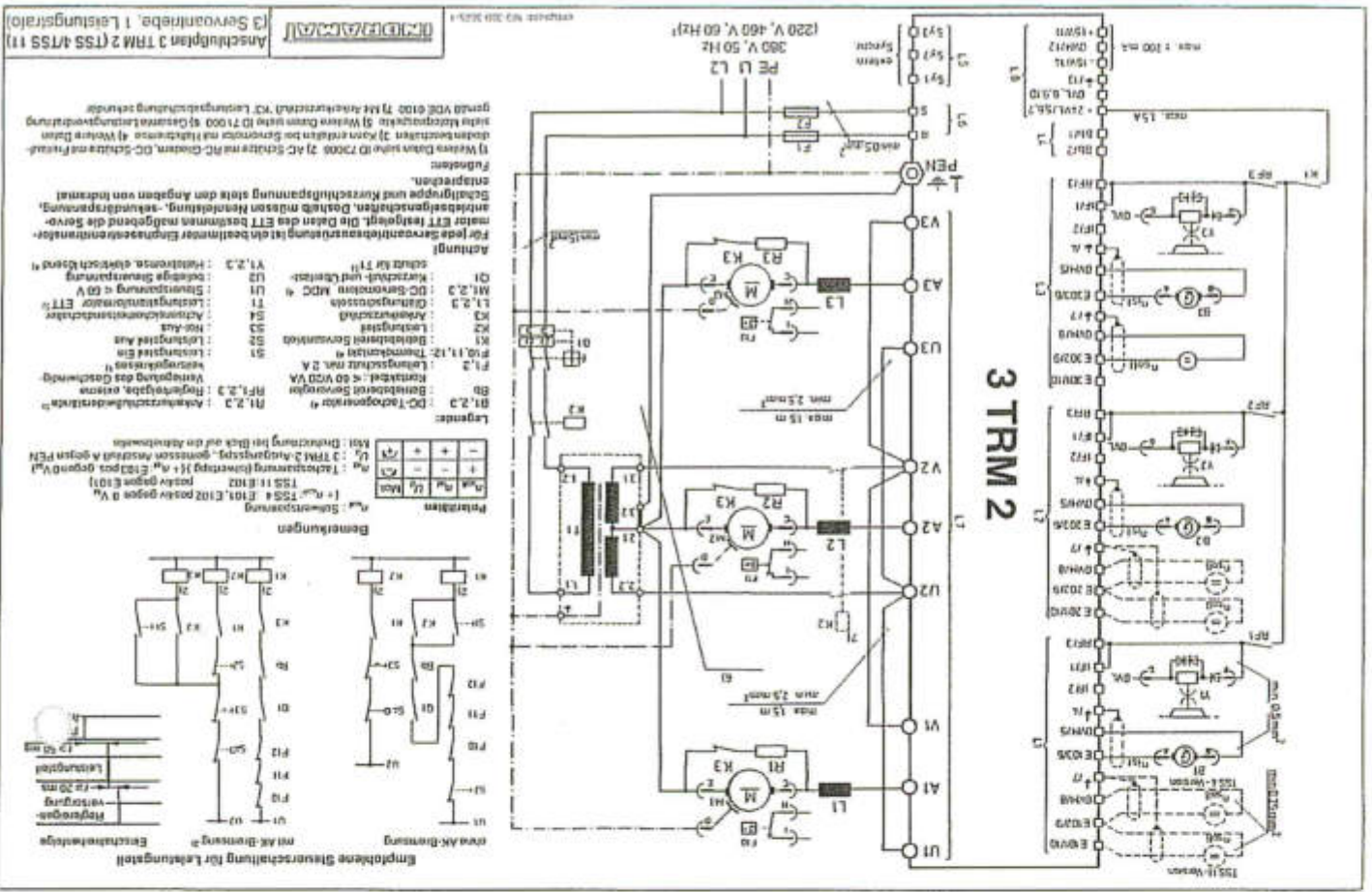
Achsenanzahl 3 Achsen	- 3
Thyristor-Regelverstärker	
Bauweise Modulaufbau	- M
Pulszahl 2 Impulse / Periode	- 2
Betriebsart Gleichstromtrieb	- G
Baureihe Typenschlupfspannung: $U_{A3} = 160\text{ V}$ $U_{A3} = 250\text{ V}$	- 1 - 2
Ausführung mit Netzteil ohne Netzteil	- 1 - 2
Einbauort Wandmontage	- W
Kühlart natürliche Konvektion	- 0
Variantennummer! Die fortlaufende Variantennummer für die Programmiermodule TSS4 und TSS11 kennzeichnet den Servoantrieb und die genauen Betriebsdaten	
für Achse 1	
für Achse 2	
für Achse 3	
Sonderausführung! Sie ist identisch mit der Sondernummer der dazugehörigen Ausführungsliste.	

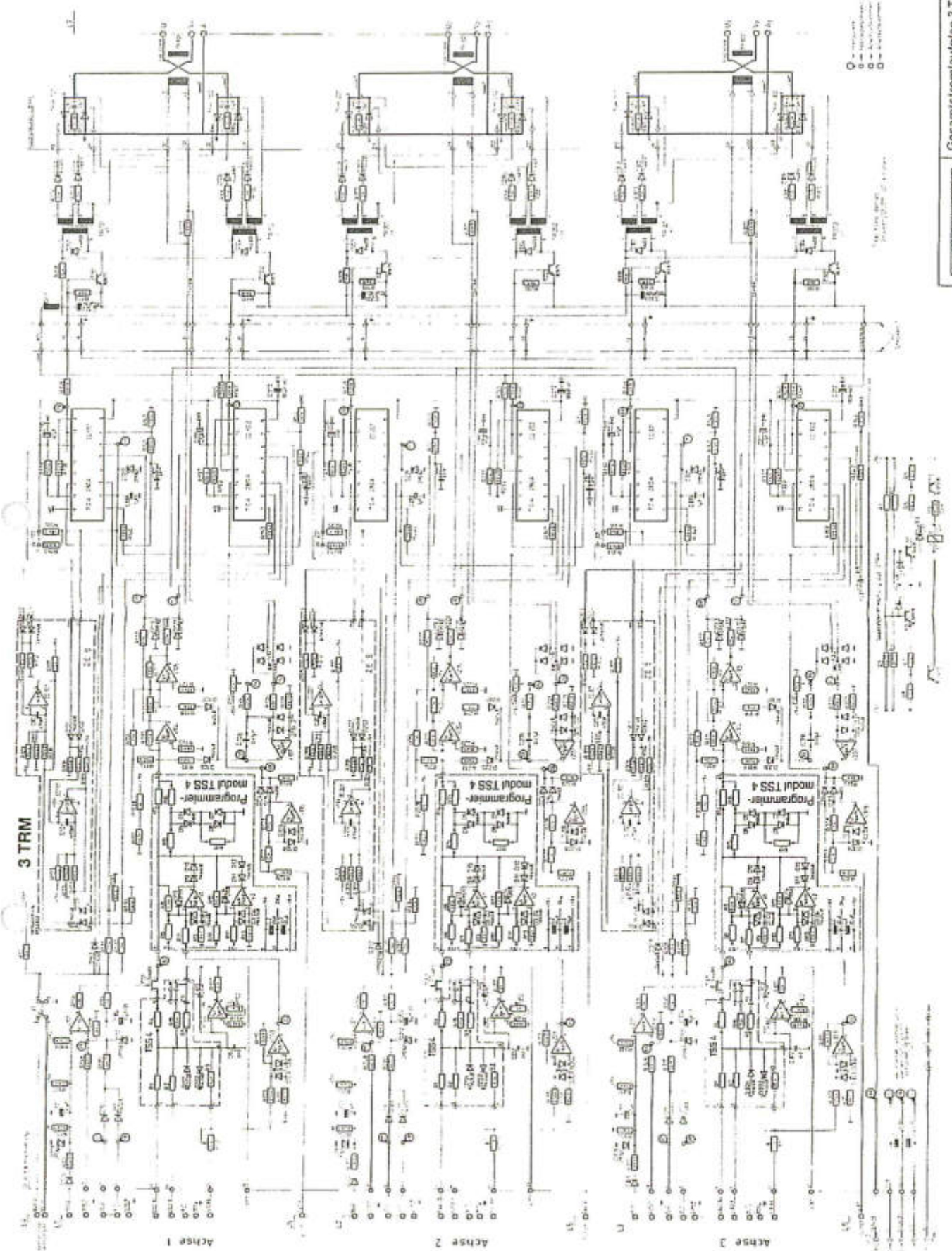
Technische Daten 3TRM2

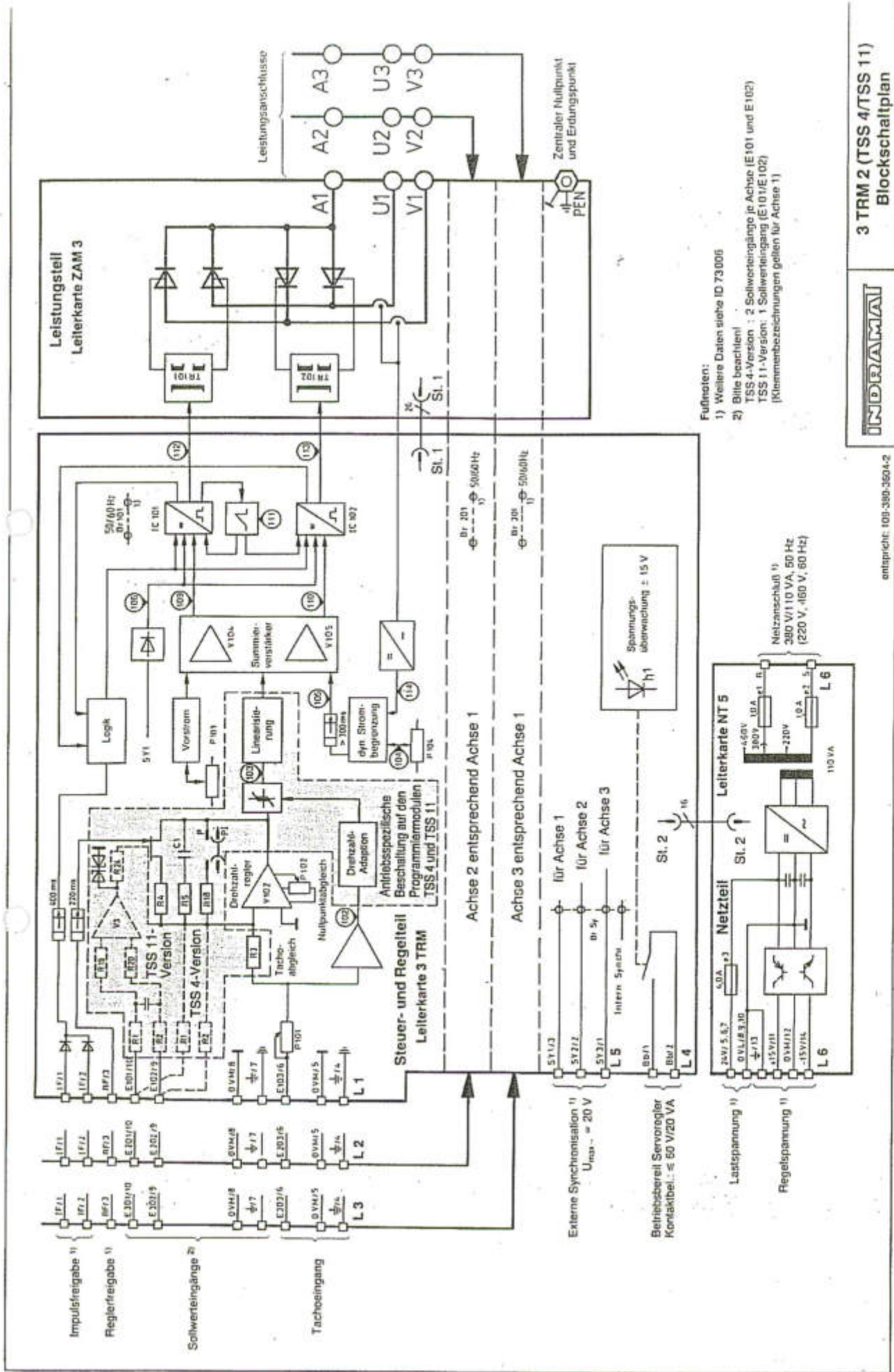
Bezeichnung	Symbol (Einheit)	3 TRM / 2
Typenschlupf-Wechselspannung	U_{A3} [V]	G 11 160 250
Typenausgang-Gleichspannung	U_d [V]	140 220
Typenausgang-Gleichstrom	I_d [A]	1,70 ¹ 1,70 ¹
Typenleistung	P_{Typ} [kVA]	9,8 15,4
Verlustleistung	P_{Verl} [W]	125 ²
Regelbereich		analog: >1:2000; digital: >1:200.000
Nullpunktstabilität	$\left[\frac{1}{\text{min} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$	0,001
Netzteil mit Synchronisation		entfällt bei 3 TRM 2 - G.2, ...
Anschlußspannung	U [V]	380, umstellbar auf 220 oder 480; $\pm 10\%$
Netzfrequenz	f [Hz]	50, umstellbar auf 60
Anschlußleistung	P [VA]	110
Regelspannung für extern	U_{ex} [V]	± 15 ; Weisigkeit < 0,1 %, max. belastbar $\pm 250\text{ mA}$
Lastgleichspannung für extern	U_L [V]	+ 24; geglättet, Belastbarkeit max. 3 A
Einsatzdaten, Ausführung		
Umgebungstemperaturbereich bei Nennleistung	$T_{U, N}$ [°C]	0 bis 45
Maximale Umgebungstemperatur bei reduzierter Nennleistung	$T_{U, max}$ [°C]	+ 65
Lagerungs- und Transporttemperatur	T_c [°C]	- 30 bis + 85
Aufstellhöhe	h [m]	max. 1000 über NN
Gewicht	m [kg]	9,8 ³
Feuchtigkeitsklasse		F
Schutzart		IP 00 nach DIN 40050

U_{A3} = max. zul. Transformator-Sekundärspannung gemessen Phase - max. nach 10% Überspannung respas
 U_d = max. mögliche Ausgangsspannung zum Motor mit 100% Typenlaststromwechselspannung
 I_d = zur Dauerlastleistung im Ausgangsbereich bei 45 °C Umgebungstemperatur
 P_{Typ} = $U_d \cdot I_d$
 P_{Verl} = Verlustleistung bei $T_{U, N}$

¹ Angaben für 3 Achsen $U_{max} = 70\text{ (A)}$ $I_{max} = 1,70\text{ (A)}$ $P_{max} = 9,8\text{ (kVA)}$
² Angabe für 1 Achse $U_{max} = 70\text{ (A)}$ $I_{max} = 1,70\text{ (A)}$ $P_{max} = 9,8\text{ (kVA)}$
³ ohne Netzteil $m = 6,9\text{ (kg)}$







- Fußnoten:
- 1) Weitere Daten siehe ID 73000
 - 2) Bitte beachten!
 TSS 4-Version : 2 Sollwertgänge (p Achse (E101 und E102)
 TSS 11-Version : 1 Sollwertgang (E101/E102)
 (Klammerschreibungen gelten für Achse 1)

3 TRM 2 (TSS 4/TSS 11)
 Blockschaltplan



entwurf: 109-390-350A-2

Impulsfreigabe ¹⁾
 Reglerfreigabe ¹⁾
 Sollwertgänge ²⁾

Tachoeingang

Achse 2 entsprechend Achse 1

Achse 3 entsprechend Achse 1

Externe Synchronisation ¹⁾
 $U_{\text{max}} = 20 \text{ V}$

Betriebsbereit Servoregler
 Kontaktbel.: $\leq 50 \text{ V}/20 \text{ VA}$

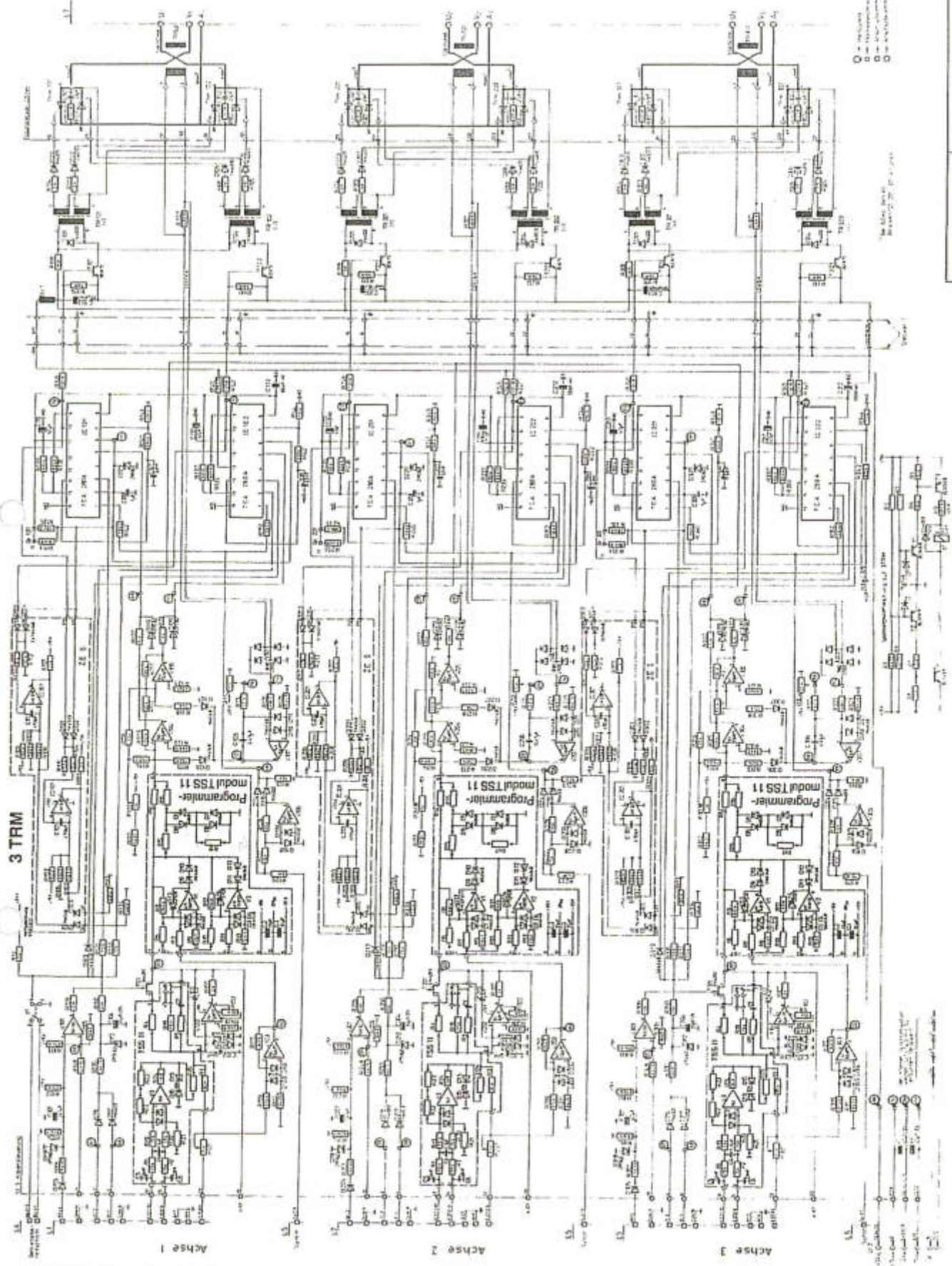
Lastspannung ¹⁾

Regelspannung ¹⁾

Spannungsüberwachung $\pm 15 \text{ V}$

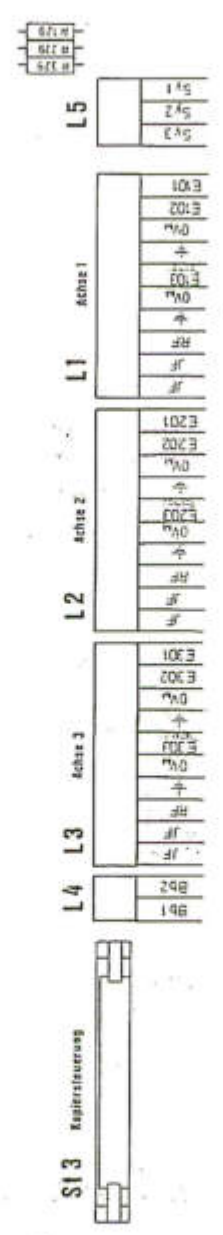
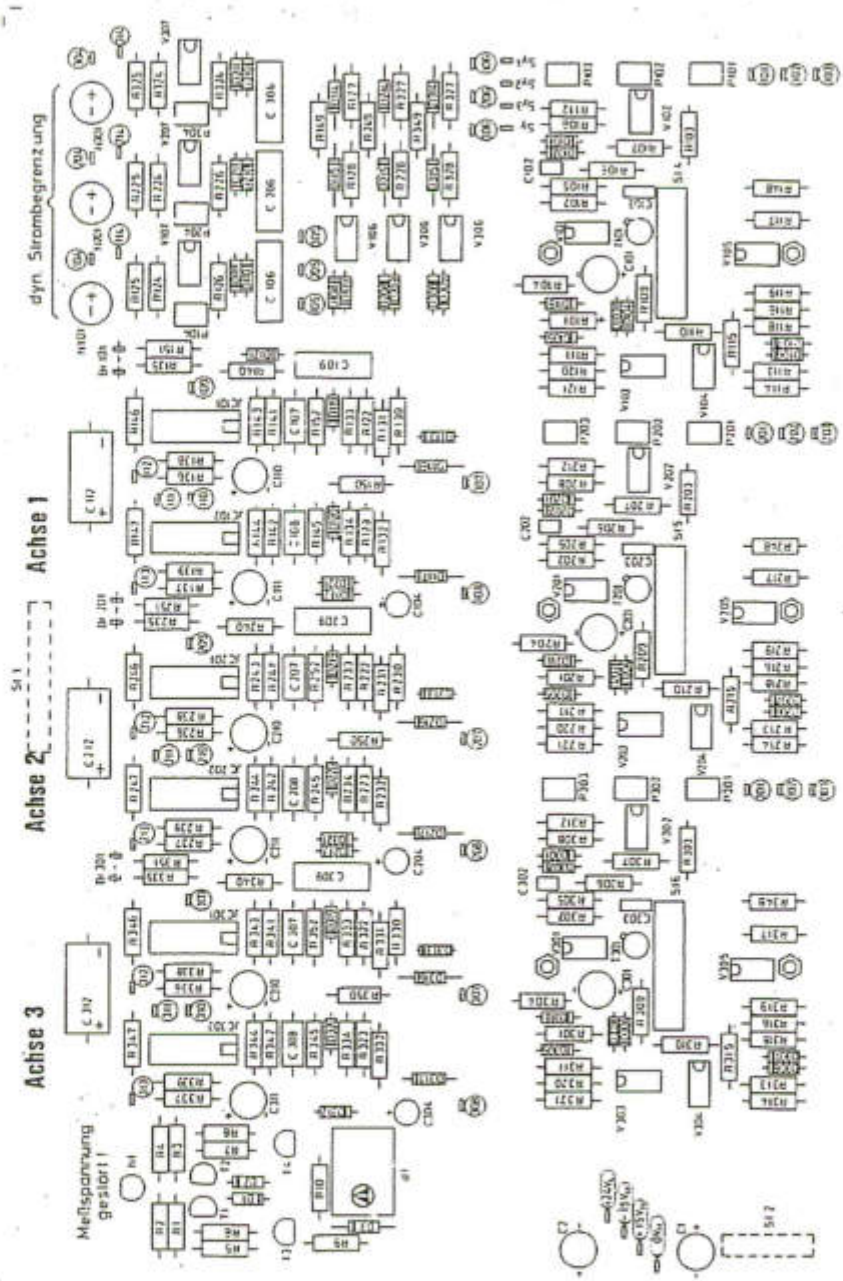
Netzanschluß ¹⁾
 290 V/110 VA, 50 Hz
 (220 V, 160 VA, 60 Hz)



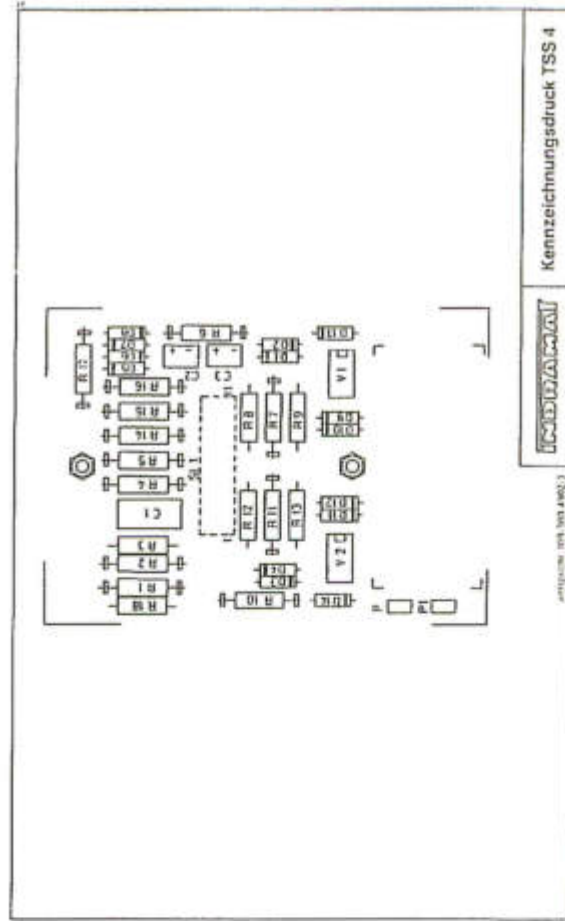
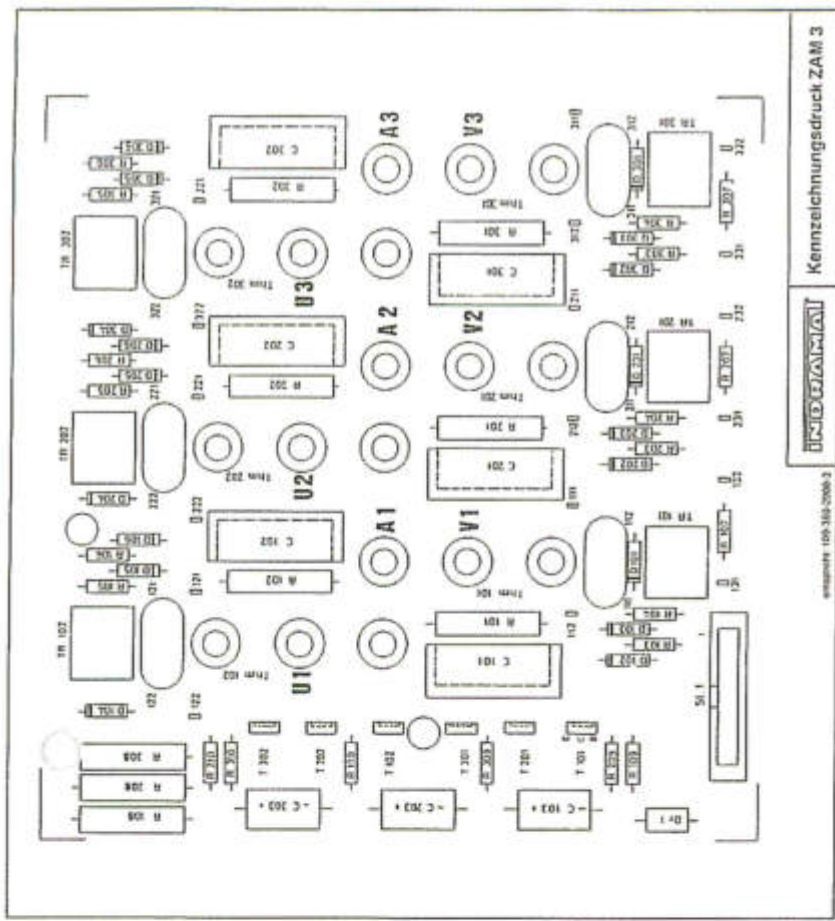
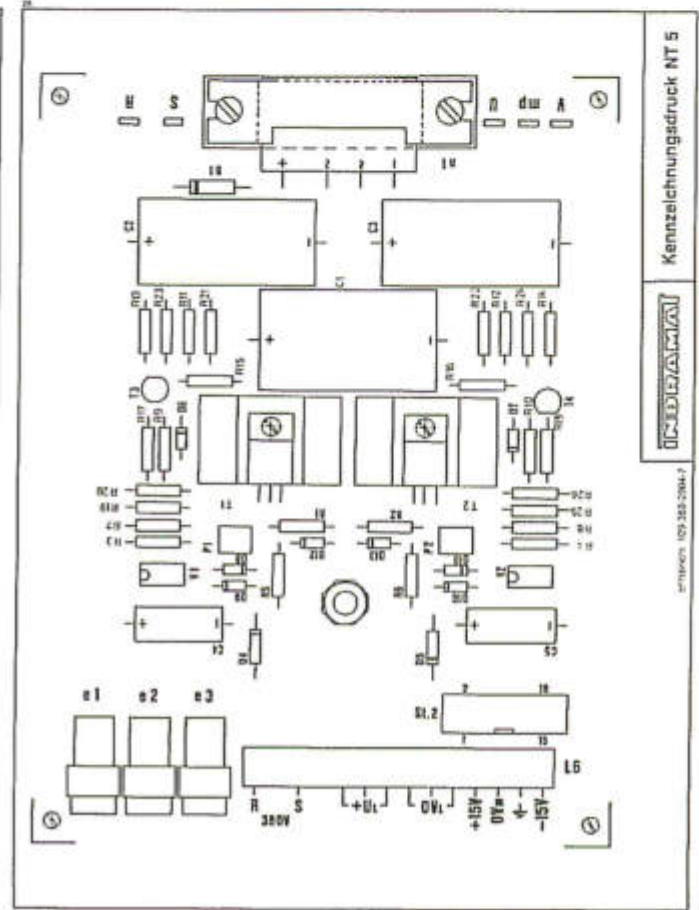
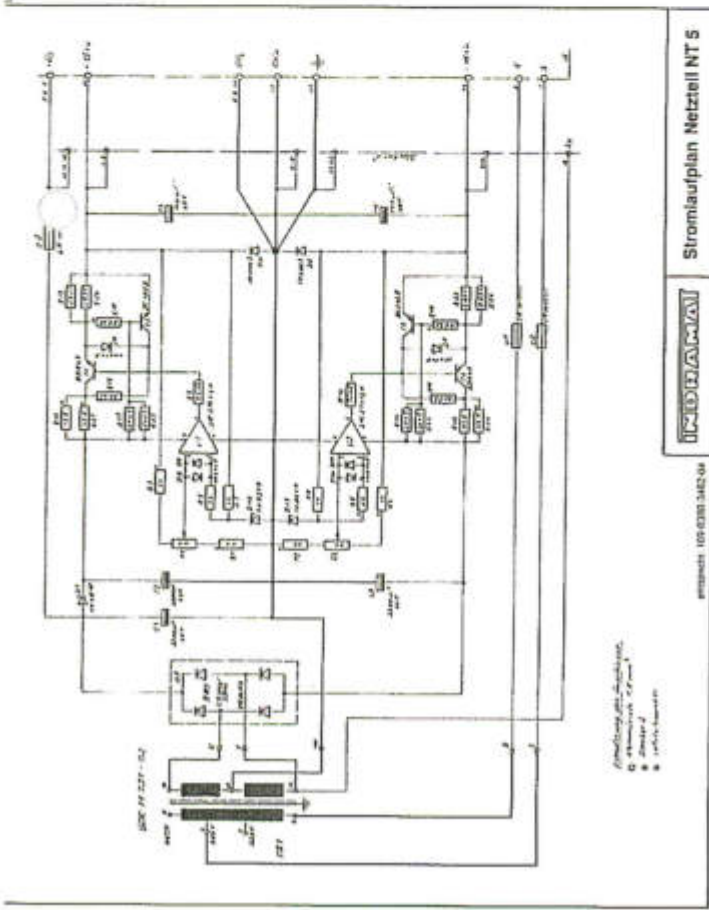


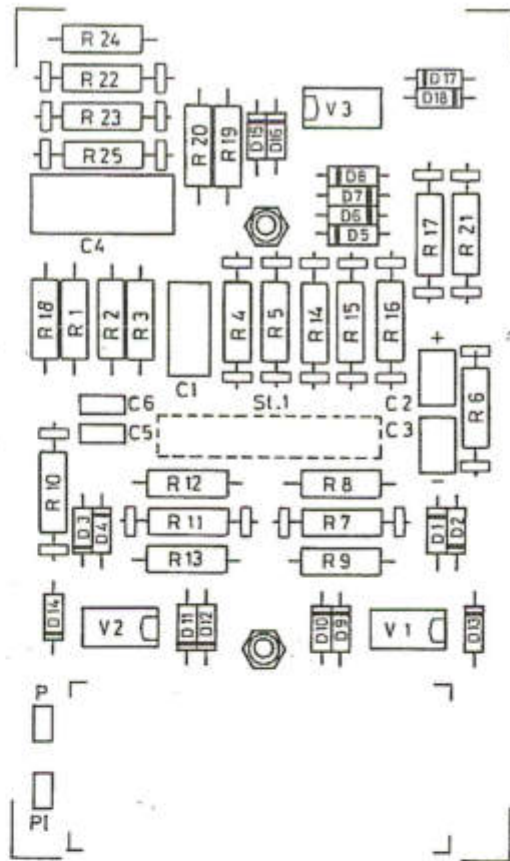
- = Widerstand
- = Kondensator
- ▷ = Diode
- ◻ = Halbleiterschaltung





entspricht 109-280-1901-7

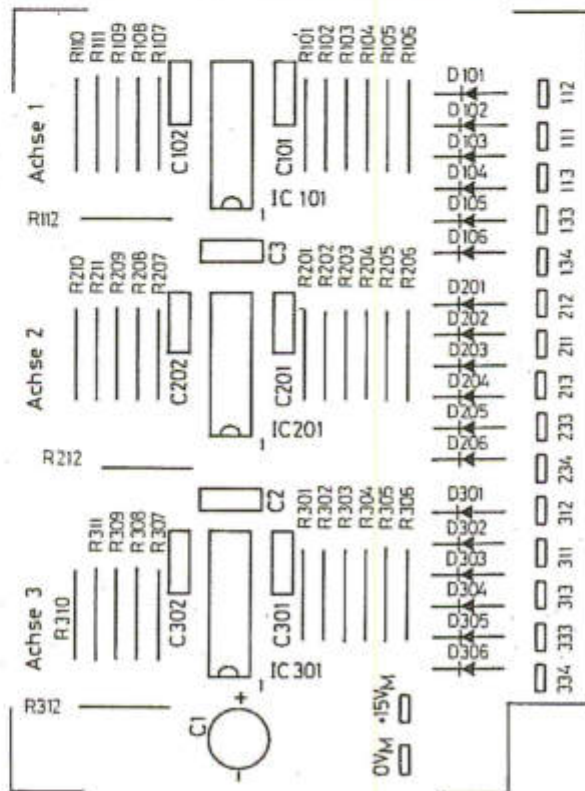




entspricht: 109-380-4912

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
☎ 689 421/689 402 (Service)
Telefax (093 52) 18-4885

England

G.L. Rexroth Ltd.
INDRAMAT Division
4 Esland Place, Love Lane
Clarence, 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
☎ 36 172

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. 5. Maja Nr. 33
YU-41001 Zagreb
☎ 0 41/44 11 14
☎ 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
☎ 8 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
☎ 90/64 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-560 055
☎ 35311
☎ 0845/230 & 790