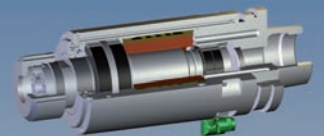
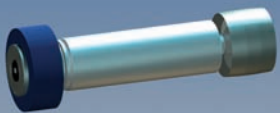


# Betriebsanleitung für Spindeleinheiten



SPINDEL- UND LAGERUNGSTECHNIK  
FRAUREUTH GMBH





Jede Spindeleinheit wird vor Verlassen des Werkes nach modernsten Prüfmethoden und von erfahrenen Fachleuten gewissenhaft geprüft. Nur einwandfreie Spindeleinheiten, für die wir eine Garantie übernehmen, verlassen das Werk.

Diese Betriebsanleitung gehört in die Hände der Einrichter und Mitarbeiter, die mit den Motorspindeln täglich arbeiten. Ebenfalls in die Hände der Mechaniker und Elektriker, denen die Wartung und Pflege obliegt.

Die Spindeleinheiten sind feinmechanische Präzisionserzeugnisse. Dabei sind die Wälzlager mit extrem hoher Genauigkeit gefertigt. Nur bei genauer Einhaltung unserer Bedienungs- und Wartungsvorschriften ist eine hohe Laufzeit und gute Betriebssicherheit gewährleistet.

Unsachgemäße Behandlung führt zu unerwünschten Stillstandszeiten und kostspieligen Reparaturen.

## Adressen, Telefonnummern und Ansprechpartner:

Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH  
Bereich Spindeleinheiten  
Fabrikgelände 5  
D-08427 Fraureuth / Sachsen

Tel.: 0049 / (0)3761 / 801-0  
Fax: 0049 / (0)3761 / 801-249

Internet: [www.slf-fraureuth.de](http://www.slf-fraureuth.de)  
E-Mail: [slf@slf-fraureuth.de](mailto:slf@slf-fraureuth.de)





**Inhalt**

<b>Abschnitt</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
1	Sicherheitstechnische Forderungen	3
2	Drehrichtung	5
3	Einbau	6
4	Schmierung	7
5	Spindelabdichtung	7
6	Inbetriebnahme	7
7	Lagerwechsel und Reparatur	10
8	Spindeln und Spindeltriebe mit Wasserkühlung – Hinweise	10
9	Betriebsstörungen	11
10	Umfangsgeschwindigkeitstabelle	12



## 1. Sicherheitstechnische Forderungen

Es sind nicht nur die unter diesem Abschnitt aufgeführten allgemeinen, sondern auch die in den anderen Abschnitten eingefügten speziellen Sicherheitshinweise zu beachten.

### Personalqualifikation

Das Personal für die Montage, Bedienung und Wartung muss die entsprechende Qualifikation für diese Arbeiten aufweisen. Verantwortungsbereich, Zuständigkeit und die Überwachung des Personals müssen durch den Betreiber genau geregelt sein.

### Gefahren bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann sowohl eine Gefährdung für Personen als auch für die Anlage zur Folge haben. Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise führt zum Verlust jeglicher Schadenersatzansprüche.

### Sicherheitsbewusstes Arbeiten

Die in dieser Betriebsanleitung aufgeführten Sicherheitshinweise, die bestehenden nationalen Vorschriften zur Unfallverhütung, sowie eventuelle interne Arbeits-, Betriebs- und Sicherheitsvorschriften des Betreibers, sind zu beachten.

### Sicherheitshinweise für den Maschinenhersteller und Betreiber/Bediener

Um Gefährdungen von Personen und Anlagen auszuschließen, ist seitens des Maschinenherstellers für ausreichenden Berührungsschutz im Arbeits- und Antriebsbereich der Spindeleinheit zu sorgen (Berührungsschutz rotierender Teile). Diese Sicherheitsvorrichtungen sind nicht Bestandteil der Spindeleinheit und der Spindellieferung.

Gefährdungen durch elektrische Energie sind auszuschließen. Hierzu ist eine ordnungsgemäß, von entsprechend qualifizierten Personen, durchgeführte Installation zwischen Spindeleinheit und Maschine notwendig. Weiterführende Einzelheiten hierzu finden Sie z.B. in den Vorschriften des VDE und der örtlichen Energieversorgungsunternehmen. Wartungs- und Reinigungsarbeiten sind nur bei Stillstand der Spindeleinheit und Anlage zulässig. Ohne die genannten Schutzvorrichtungen ist die Inbetriebnahme unzulässig.

### Eingriffe, Reparaturen, Ersatzteile und Werkzeuge

Eingriffe in die Spindeleinheit sind ohne vorherige Absprache mit dem Hersteller unzulässig. Für Reparaturen dürfen nur Original-Ersatzteile verwendet werden. Reparaturen dürfen grundsätzlich nur vom Hersteller bzw. durch vom Hersteller autorisierte Firmen vorgenommen werden.

Es sind für den Betrieb der Spindeleinheit nur einwandfreie und von autorisierten Herstellern stammende Werkzeuge zu verwenden.

### Unzulässige Betriebsweise

Die Betriebssicherheit der Spindeleinheit ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung gewährleistet. Die Spindeleinheiten sind nicht für den Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre gedacht und geeignet.

### Transport

Zum Transport größerer Spindeleinheiten sind radial angebrachte Gewindebohrungen für Ringschrauben vorgesehen. Es sind nur einwandfreie Anschlagmittel zu verwenden.



### Gefährdung durch elektromagnetische Felder (bei Motorspindeln)

Durch betriebsmäßig auftretende elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (EMF) kann für Personen, die sich in unmittelbarer Nähe des Produktes aufhalten - insbesondere für Personen mit Herzschrittmachern, Implantaten o. ä. - eine Gefährdung auftreten. Vom Maschinen-/Anlagenbetreiber und von Personen, die sich in der Nähe des Produkts aufhalten, sind die einschlägigen Richtlinien und Normen zu beachten! Dies sind beispielsweise im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) die EMF-Richtlinie 2013/35/EU, die Normen DIN EN 12198-1 bis 12198-3 sowie in der Bundesrepublik Deutschland die Berufsgenossenschaftliche Unfallverhütungsvorschrift BGV 11 mit zugehöriger Regel BGR 11 „Elektromagnetische Felder“.

Danach ist eine Gefährdungsanalyse jedes Arbeitsplatzes durchzuführen, Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahren und Belastungen für Personen abzuleiten und anzuwenden sowie Expositions- und Gefahrenbereiche festzulegen und zu beachten.

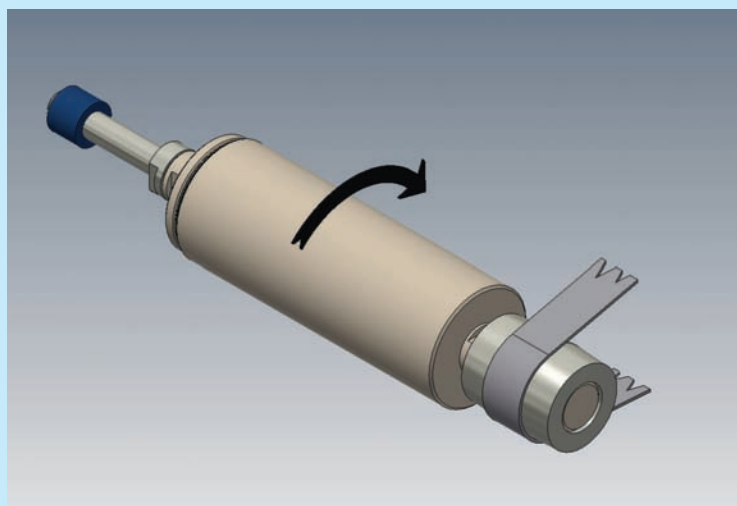
## 2. Drehrichtung

Bei erstmaliger Inbetriebnahme einer Spindel ist die Drehrichtung zu kontrollieren. Auf dem Firmenschild ist neben der Spindelbezeichnung ein Drehrichtungspfeil angebracht, ebenfalls auf den Schleifkörperflanschen.

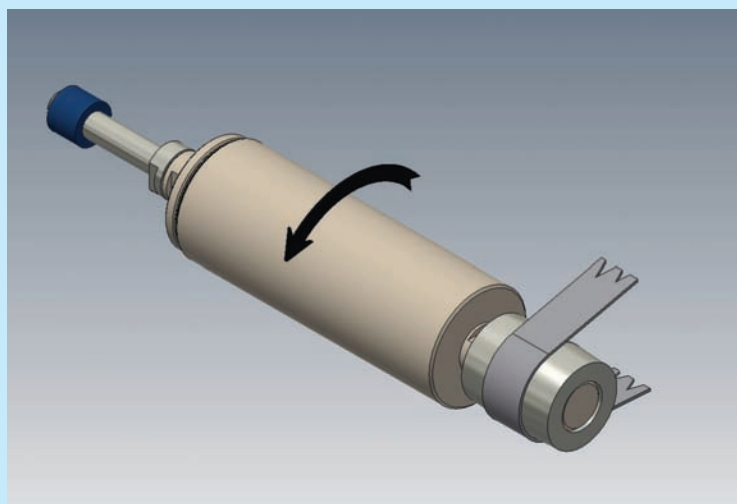
Die Drehrichtung der Spindel ist auf dem Spindelkasten oder einer Sicherheitsabdeckung dauerhaft und gut sichtbar anzubringen (Schutzgütemaßnahme).

Die zulässige Drehzahl, auf dem Typenschild angegeben, darf keinesfalls überschritten werden.

**Abb. 1: Definition der Drehrichtung**



Rechtslauf



Linkslauf

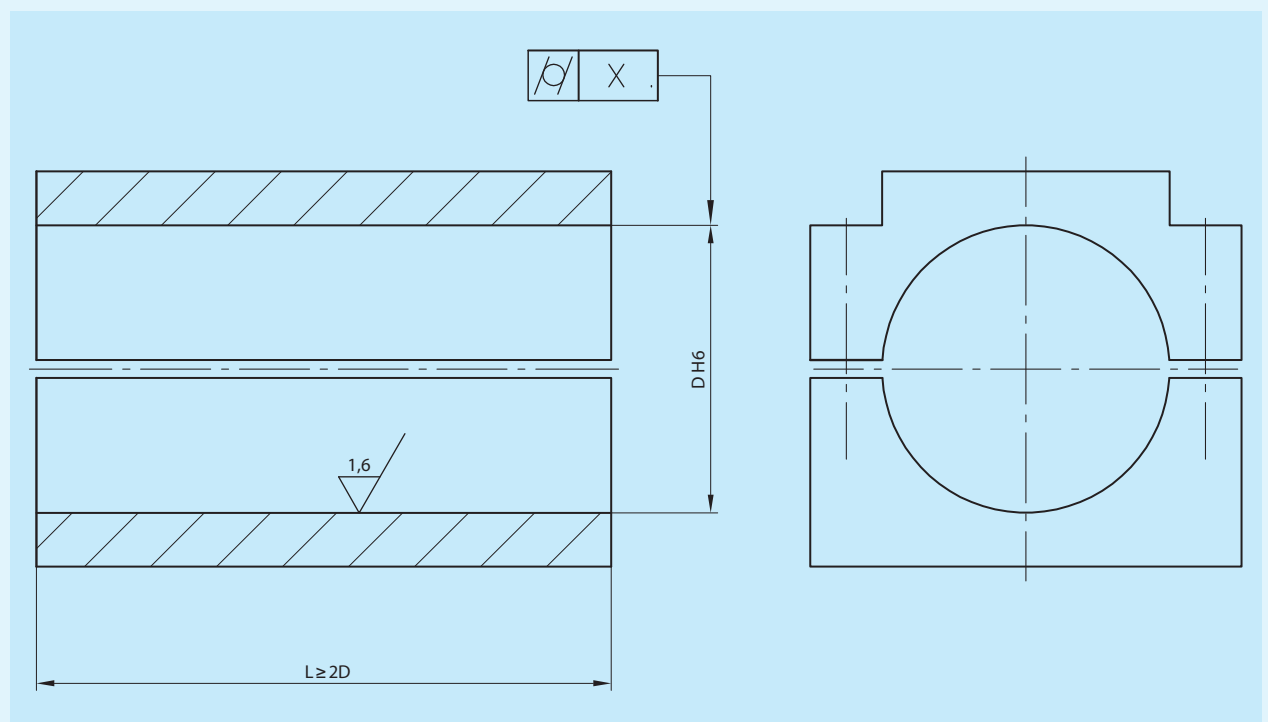
### 3. Einbau

Die Schleifspindel soll mindestens auf einer Länge, die dem doppelten Spindeldurchmesser entspricht, eingespannt werden. Nach Möglichkeit sind geschlitzte Spindelhalter zu verwenden. Eine zum Aufweiten des Spindelhalters vorgesehene Abdrückschraube erleichtert das Einführen der Spindel. Schläge auf die Spindel sind zu vermeiden. Die Spindel soll nicht direkt durch Druckschrauben, die auf die Spindelhülse wirken, im Spindelhalter geklemmt werden. Beim Spannen im Spindelhalter darf die Spindelhülse nicht oval verdrückt werden. Für Schleifspindeln, deren Hüsendurchmesser kleiner als die Bohrung des Spindelhalters ist, können entsprechend präzise gefertigte Zwischenbuchsen verwendet werden.

Spindelhülse D [mm]	X [mm]
≤ 80	0,010
> 80	0,016

Empfohlene Bearbeitung des Spindelträgers nach Bild 2.

Abb. 2: Empfohlene Ausführung des Spindelträgers



#### 4. Schmierung

Für alle riemen- und direktangetriebenen Spindeln ist standardmäßig eine Fettdauerschmierung vorgesehen. Die Lebensdauer der Spindereinheit hängt in hohem Maße von der Qualität der Schmierung ab. Deshalb verwenden wir nur hochwertige für höchste Drehzahlen verwendbare Schmierfette. Fettgeschmierte Spindereinheiten sind mit einer wartungsfreien Fettfüllung auf Lebensdauer geschmiert.

In unseren Spindereinheiten kommen die Wälzlagerfette Klüber Isoflex NBU 15 und Lubcon Turmograese Highspeed L252 zum Einsatz.

Bei Öl-Luft-geschmierten Spindeln wird eine separate Schmiervorschrift mitgeliefert, die die exakte Schmiermittelmenge und den Zyklus vorgibt.

#### 5. Spindelabdichtung

Unsere Spindeln werden durch eine berührungslos wirkende Labyrinthdichtung gegen das Eindringen von Fremdstoffen geschützt.

Optional besteht die Möglichkeit, einen Anschluss für das Zuführen von Sperrluft vorzusehen. Besonders bei ungünstiger Strahl- und Spritzeinwirkung von Kühlschmierstoff kann diese Maßnahme von Vorteil für die Spindel-Lebensdauer sein.

Der Druck der Sperrluft sollte ca. 0,6 ...0,8 bar vor der Spindel betragen. Es ist getrocknete Luft zu verwenden. Die Luftaufbereitung kann mittels einer üblichen Pneumatik-Wartungseinheit erfolgen.

#### 6. Inbetriebnahme

##### Arbeitsschutztechnische Forderungen

Für die Inbetriebnahme einer Spindel und die Werkzeugbefestigung sind unbedingt die geltenden Sicherheitsforderungen zu beachten.

Für Schleifspindeln und -maschinen sind vor allem die Normen zur Maschinensicherheit (DIN EN ISO 12100)

im Allgemeinen und für Schleifmaschinen und Schleifkörper (DIN EN 13218; DIN EN 13236) im Speziellen zu beachten. Die hier enthaltenden Forderungen sind als Mindestanforderungen zu betrachten.

Verbleibende Gefährdungen bestehen bei Einschraubdorn und Schleifkörper. Verschlossene Teile, insbesondere bei Einschraubdornen, sind rechtzeitig auszutauschen.

Unrund laufende Dorne müssen ebenfalls rechtzeitig ausgewechselt werden.

Bei Eigenfertigung muss die Qualität wie bei Originaldornen gesichert sein.

Überlange Dorne können eine Reduzierung der Drehzahl erfordern. In solchen Fällen wird eine Rückfrage beim Hersteller empfohlen.

Die Schutzgüte für die eingebaute Motorspindel muss in Verbindung mit der Maschine nachgewiesen werden.

Darüber hinaus ist für das Aufstecken und Abnehmen des Schleifkörperflansches, der Riemenscheibe, oder der Einschraubdorne noch folgendes zu beachten:

Die Schleifkörperflansche und Riemenscheiben ohne Passfeder sind nur für Rechts bzw. Linkslauf vorgesehen. Beachte die Drehrichtungspfeile auf der Spindel!

Vor dem Aufstecken sind die Sitze gründlich zu reinigen. Selbst kleinste, zwischen die Sitzflächen geratene Fremdkörper, rufen einen Schlag hervor und lassen sich, einmal eingepresst, nur sehr schwer entfernen.

Wir empfehlen, dies besonders zu beachten, da durch Unwucht Schwingungen erzeugt werden, die zu unsauberem Schliff und zu vorzeitigem Lagerausfällen führen.

**Daher peinlichste Sauberkeit, wenn ein einwandfreier Rundlauf erzielt werden soll!**

Das Bestreichen der Sitzflächen mit Graphitfett oder MoS<sub>2</sub> erleichtert das spätere Lösen des Flansches durch den zurückbleibenden Fettfilm. Der Flansch ist bei fest-



gehaltener Spindelwelle unter leichtem Hin- und Herdrehen aufzudrücken und gewissenhaft zu befestigen.

**ACHTUNG! Schleifdorne und Befestigungsmuttern für Flansche und Riemenscheiben haben folgende Gewin- derichtung:**

Gewin-derichtungen	
Rechtslauf der Spindel	Rechtsgewinde
Links-lauf der Spindel	Linksgewinde

Axiale Schläge oder das Abdrücken mittels Schrauben- dreher sind untersagt!

Zum Abnehmen des Flansches ist die Innensechskant- mutter herauszuschrauben. Durch Einschrauben des mitgelieferten Abziehers ist der Flansch vom Kegel der Welle abzuziehen. Einschraubdorne nur im kalten Zu- stand wechseln und nicht zu hart anziehen. Bei Ein- schraubdornen mit Gewindestift diesen zunächst von Hand in die Welle einschrauben.

**Einschraubdorne dürfen niemals in der Schleifspindel durch Schläge ausgerichtet werden!**

Für das Aufstecken und Abziehen der Riemenscheibe gelten sinngemäß die Angaben wie zum Wechseln der Flansche.

**Ein wichtiger Hinweis für Spindeln mit Hülsendurch- messer 32 ... 50 mm:**

Das max. zulässige Anzugsmoment für die Innen- sechskantmutter zum Befestigen von Flansch und Rie- menscheibe ist auf 8 Nm zu begrenzen, um ein Abbre- chen des relativ kleinen Gewindezapfens am vorderen und hinteren Wellenende zu vermeiden.

### Riemenantrieb

Es sind nur endlos gewebte, dünne Textil-Flachriemen oder für hochtourigen Betrieb zugelassene Nylon-Hoch- leistungstreibriemen zu verwenden. Die Imprägnierung darf keine Unebenheiten bilden und sich nicht abheben.

Die erforderliche Spindeldrehzahl kann aus der Tabelle auf Seite 11 entnommen werden. Die auf der Spindel eingravierte max. Drehzahl und die zulässige Umfangs- geschwindigkeit der Schleifscheibe dürfen keinesfalls überschritten werden.

Der erforderliche Durchmesser der Riemenscheibe der Spindel ( $d_2$ ) kann bei bekannter Antriebsmotordrehzahl ( $n_1$ ) und bekanntem Motorriemenscheibendurchmesser ( $d_1$ ) wie folgt berechnet werden:

$$d_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_2} \quad n_2 = \text{Spindeldrehzahl}$$

### Entfernung des Antriebsriemens

Erfahrungen haben gezeigt, dass sich die Antriebsrie- men während des Betriebes beträchtlich dehnen und nachgespannt werden müssen. Beim Stillstand der Spindel kürzt sich der Riemen, so dass eine übermäßige Beanspruchung der Spindelwelle entstehen kann. Daher ist der Riemen nach Benutzung der Spindel, besonders nach Arbeitsschluss, zu entspannen.

Beim Abnehmen oder Entspannen des Riemens muss der Spindelträger oder Antriebsmotor zurückgeschoben werden. Der Riemen darf niemals im gespannten Zu- stand seitlich von der Riemenscheibe gezogen werden. Die Folge davon ist einseitiges Verziehen und dadurch unruhiger Lauf.

### Einschalten der Spindel

Fettgeschmierte Spindeleinheiten können sofort in Betrieb genommen werden. Vor Arbeitsbeginn sind die Spindeln einige Zeit im Leerlauf zu betreiben, bis eine konstante Temperatur erreicht ist. Diese konstante Betriebstemperatur ist erforderlich, um bei der Bearbeitung die gewünschte Qualität zu erreichen.

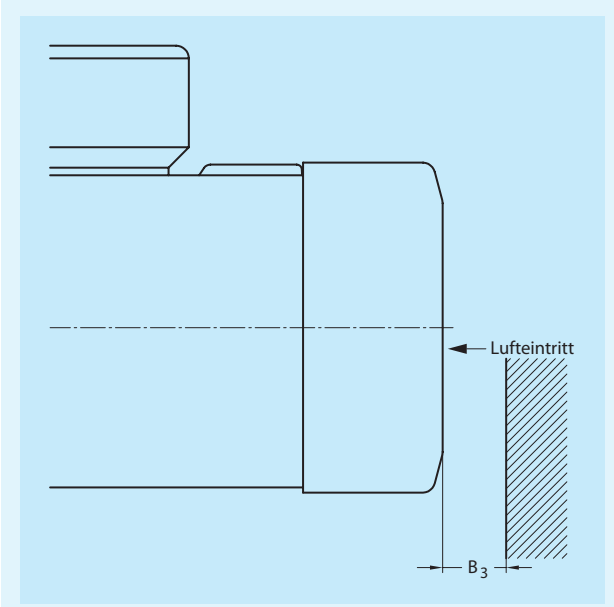
Fettgeschmierte Spindeleinheiten, welche längere Zeit (> 1 Jahr) nicht im Einsatz waren, sollten vor Inbetriebnahme ca. 1 Stunde bei Drehzahl 50% betrieben werden.

### Weitere Hinweise:

- Schleifkörper nicht plötzlich und heftig an das Werkstück ansetzen
- Der arbeitsseitige Abschlussdeckel an der Schleifscheibenseite ist vor Beschädigung zu schützen. Ein Anfahren der Schleifspindel gegen das Werkstück führt zum vorzeitigen Ausfall der Spindel.
- **Stillstehende Spindeleinheiten vor Spritzwasser schützen; Eindringendes Wasser führt zu Lager-schäden**
- Spindeleinheit ständig sauber halten
- Einschraubdorne so kurz und stark wie möglich auswählen

### Bei Motorspindeleinheiten beachten:

Zur ordnungsgemäßen Kühlung des Motors ist der Mindestabstand  $B_3$  zwischen der Lüfterhaube und einer parallelen angrenzenden Fläche unbedingt einzuhalten:



Baugröße	$B_3$
MNFA 60	$\geq 16 \text{ mm}$
MNFA 80	$\geq 16 \text{ mm}$
MNFA 100	$\geq 18 \text{ mm}$
MNFA 125 und MNFA 140	$\geq 35 \text{ mm}$

### Wartung und Pflege

Ausgebaute Spindeleinheiten müssen außen gründlich gereinigt und eingefettet werden.

Alle Ausführungen zu Schleifspindeleinheiten sind sinnesprechend auch auf Spindeleinheiten für andere Bearbeitungsaufgaben anzuwenden.



## 7. Lagerwechsel und Reparaturen

Lagerwechsel und andere Reparaturen an den Spindeleinheiten sollten grundsätzlich vom Hersteller bzw. von autorisierten und geschulten Personen durchgeführt werden.

### **ACHTUNG!**

Bei Fremdeingriffen erlöschen alle Garantieansprüche.

## 8. Spindeln und Spindelantriebe mit Wasserkühlung – Hinweise

Sind Spindeln oder von uns gelieferte Antriebsmotoren mit einer Wasserkühlung ausgestattet, so sind nachfolgende Hinweise zu beachten und als Forderungen zu betrachten, ansonsten besteht die Gefahr des Verlustes der Garantieansprüche.

Die Kühlkreisläufe der Spindel- oder Motorkühlung sollten unabhängig vom Kühlschmierstoffkreislauf sein. Für diese Kühlmittelkreisläufe darf nur entsalztes und entkalktes Wasser unter Zusetzen von korrosionshemmenden Mitteln verwendet werden.

Diese Zusätze dürfen Kupfer- und Aluminiumverbindungen, sowie Materialien für Rundring- und andere Dichtungen nicht beeinträchtigen.

Wir empfehlen Produkte der Firmen MOTOREX und STRUB. Bei Verwendung anderer Zusätze kann es zu Beschädigungen im Kühlkreislauf kommen. Erhebliche Reparaturkosten wären die Folge.

Beim Verwenden dünnflüssigeren Öls (z.B. Hydrauliköl) muss dessen geringere Wärmeaufnahmefähigkeit beachtet werden (Durchflussmenge erhöhen). Analog zu Wasserkreisläufen ist der Betrieb mit aggressiven Ölen hinsichtlich Stahl, Aluminium, Kupfer und Dichtungswerkstoffen untersagt.

Des Weiteren sollte die Kühlmitteltemperatur mindestens 20°C betragen, da sonst die Gefahr der Kondenswasserbildung in der Spindel besteht.



## 9. Betriebsstörungen

Störungen	Mögliche Ursachen
Muster im Schliff (Rattermarken)	Schwingungen in der Maschine, z.B. durch unausgewuchtete Schleifkörper und Motorriemenscheiben; ungleichmäßiger Antriebsriemen. Schleifkörper zu hart, zu unrund bzw. Spindel überlastet.
Brandflecke und Schleifrisse	Kühlmittelmenge zu gering; Schleifkörper zu hart, zu fein oder zugesetzt Zustellung zu grob
Rauer, ungleichmäßiger Lauf der Spindel, kein heller Ton im Leerlauf	Beschädigte Wälzlager
Spindel zu heiß	durch zu schnelles Zustellen überlastet; beschädigte Wälzlager Spindel verklemmt durch zu starkes Anziehen der Klemmschrauben des Spindelträgers
Lautes, schrilles Geräusch beim Schruppen	Spindel durch zu schnelles Zustellen überlastet oder Spindel zu schwach
Motorschleifspindel brummt, läuft nicht oder nur schwer	Unterbrechung der Zuleitung bzw. im Drehstromnetz fehlt eine Phase; Phase und Masse durch falsches ankleben vertauscht Phasenschluss der Statorwicklung; Lagerschaden bzw. Belastung zu hoch
Motorschleifspindel wird zu warm	Netzspannung zu hoch oder zu niedrig (+/- 10% zulässig); Windungs- oder Phasenschluss im Stator; Lüftung behindert



10. Umfangsgeschwindigkeitstabelle (Technische Änderungen vorbehalten)

Schleifspindel-drehzahl	Außendurchmesser des Schleifkörpers in mm																						
	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315		
n [min <sup>-1</sup> ]	Umfangsgeschwindigkeit v in m/s																						
120 000	18,9	25,1	31,4	37,7	50,3	62,8																	
96 000	15,1	20,1	25,1	30,2	40,2	50,3	65,4																
72 000	11,3	15,1	18,9	22,6	30,2	37,7	49,0	60,3															
60 000		12,6	15,7	18,9	25,1	31,4	40,8	50,3	62,8														
48 000			12,6	15,1	20,1	25,1	32,7	40,2	50,3	62,8	80,4												
43 000				13,5	18,0	22,5	29,3	36,1	45,1	56,3	72,1												
40 000					16,8	21,0	27,2	33,5	41,9	52,4	67,0	83,8											
36 000					15,1	18,9	24,5	30,3	37,7	47,1	60,3	75,4											
33 000					13,8	17,3	22,5	27,7	34,6	43,2	55,3	69,2											
32 000					13,4	16,8	21,8	26,8	33,5	41,9	53,6	67,0	83,8										
30 000						15,7	20,4	25,1	31,4	39,3	50,3	62,8	78,6										
29 000						15,2	19,7	24,3	30,4	38,0	48,6	60,7	75,9										
27 000						14,1	18,4	22,6	28,3	35,4	45,3	56,5	70,7										
25 000						13,1	17,0	20,9	26,2	32,7	41,9	52,4	65,5										
24 000							16,3	20,1	25,1	31,4	40,2	50,2	62,8	79,1									
22 500							15,3	18,8	23,6	29,5	37,7	47,1	58,9	74,2									
21 000							14,3	17,6	22,0	27,5	35,2	44,0	55,0	69,2									
20 000								16,8	20,9	26,2	33,5	41,9	52,4	66,0	83,8								
19 000								15,9	19,9	24,9	31,9	39,8	49,8	62,7	79,6								
18 000								15,1	18,9	23,6	30,2	37,7	47,1	59,4	75,5								
16 000									16,8	21,0	26,8	33,5	41,9	52,8	67,1	83,8							
15 000									15,7	19,6	25,1	31,4	39,3	49,5	62,8	78,6							
14 000									14,7	18,3	23,5	29,3	36,7	46,2	58,6	73,3							
13 500									14,1	17,7	22,6	28,3	35,4	44,6	56,6	70,7							
13 000									13,6	17,0	21,9	27,2	34,0	42,9	54,5	68,1							
12 500										16,4	20,9	26,2	32,7	41,2	52,4	65,5	81,8						
12 000										15,7	20,1	25,1	31,4	39,6	50,3	62,9	78,6						
11 500										15,1	19,3	24,1	30,1	38,0	48,2	60,2	75,3						
11 000											18,4	23,0	28,8	36,3	46,1	57,6	72,0	92,2					
10 500											17,6	22,0	27,5	34,6	44,0	55,0	68,7	88,0					
10 000											16,7	20,9	26,3	33,0	41,9	52,4	65,5	83,8					
9 000												18,9	23,6	29,7	37,7	47,1	58,9	75,4	94,3				
8 000												16,8	20,9	26,4	33,5	41,9	52,4	67,0	83,8				
7 500												15,7	19,6	24,7	31,4	39,3	49,1	62,8	78,5				
7 000													18,3	23,1	29,3	36,7	45,8	58,6	73,7	91,6			
6 000													15,7	19,8	25,1	31,4	39,3	50,3	62,8	78,6			
5 500													14,4	18,1	23,0	28,8	36,0	46,4	57,6	72,0			
5 000														16,8	21,3	26,6	33,2	42,5	53,2	66,5	83,8		
4 000															13,2	16,8	20,9	26,2	33,5	41,9	52,4	66,0	
2 850																9,4	11,9	14,9	16,7	23,9	29,8	37,3	47,0
1 440																	6,0	7,5	9,4	12,1	15,1	18,9	23,8

$v = 5,24 \cdot 10^{-5} \cdot d \cdot n$        $v$  [m/s]       $d$  [mm]       $n$  [min<sup>-1</sup>]



**Copyright auf alle Inhalte:**

Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH  
Fabrikgelände 5  
D-08427 Fraureuth/Sachsen  
Fon: +49 / 37 61 / 8010  
Fax: +49 / 37 61 / 801-150  
slf@slf-fraureuth.de  
www.slf-fraureuth.de

SPINDEL- UND LAGERUNGSTECHNIK  
FRAUREUTH GMBH



**Alle Angaben ohne Gewähr. Veränderungen im Zuge technischer Verbesserungen können ohne Vorankündigung umgesetzt werden. Wir liefern unter Zugrundelegung unserer allgemeinen Geschäftsbedingungen** ([www.slf-fraureuth.de/agb-verkauf](http://www.slf-fraureuth.de/agb-verkauf)).

<b>Bilder</b>	Spindel- und Lagerungstechnik Fraureuth GmbH
<b>Design &amp; Layout</b>	CONVEX GmbH Markkleeberg   <a href="mailto:info@convex.eu">info@convex.eu</a>   <a href="http://www.convex.eu">www.convex.eu</a>
<b>Ausgabe</b>	01/2016