

LASEROPTISCHES WELLEN AUSRICHTEN

Negative Auswirkungen falsch ausgerichteter Wellen

- erhöhter Energieverbrauch
- erhöhte Maschinentemperatur beeinträchtigt Qualität des Schmiermittels
- Maschinenschwingungen
- Lagerschaden
- Dichtungsverschleiß
- Kupplungsschaden
- dynamische Kräfte in der Kupplung

Mangelhafte Reproduzierbarkeit – Ursachen:

- dynamische Kräfte an der Kupplung
- lose Komponenten
- Haltevorrichtungen und Sensoren berühren stationäre Teile während der Drehung
- Torsionsspiel in der Kupplung
- Änderung der Drehrichtung während der Messung
- übermäßige Schwingung durch umgebende Maschinen und Mitarbeiter
- externer Schwingungseintrag von Nachbaraggregaten
- Personen auf der Maschine
- Thermik lenkt den Laserstrahl ab (über lange Distanzen!)

Ausrichtverfahren

Vorbereitung zum Ausrichten

- Sicherheit**
- Maschine abschalten & gegen Wiedereinschalten sichern
 - Ventile bei Pumpen schließen
 - Kupplungsschutz demontieren

- Kupplung**
- axiale Kupplungsabstände oder Kupplungsspaltmaße aus Datenblatt ermitteln

- Fundament**
- Visuelle Inspektion des Fundamentes und der Maschinen
 - Visuelle Inspektion der Kupplungselemente
 - Prüfen der Maschinenschrauben auf Festigkeit

Ausrichten

- Schritt 1: Montage der Messkomponenten**
- Kettenspannvorrichtung und Messkomponenten auf der Welle und/oder Kupplung montieren

- Schritt 2: Maschinendaten eingeben**
- Werkzeug: Maßband und LASER-EQUILIGN2**
- Abmessungen in das Messgerät eingeben
 - Aggregatdrehzahl eingeben für Toleranzbewertung

- Schritt 3: Lichtstrahl justieren**
- Werkzeug: LASER-EQUILIGN2**
- Lichtstrahl der LASER-EQUILIGN2 justieren

- Schritt 4: erste und zweite Messung (Konrollmessung)**
- Werkzeug: LASER-EQUILIGN2**
- die Wellen in ihrer normalen Betriebsrichtung drehen
 - mindestens zwei Messsequenzen durchführen und in der Messtabelle die Reproduzierbarkeit der Messungen überprüfen

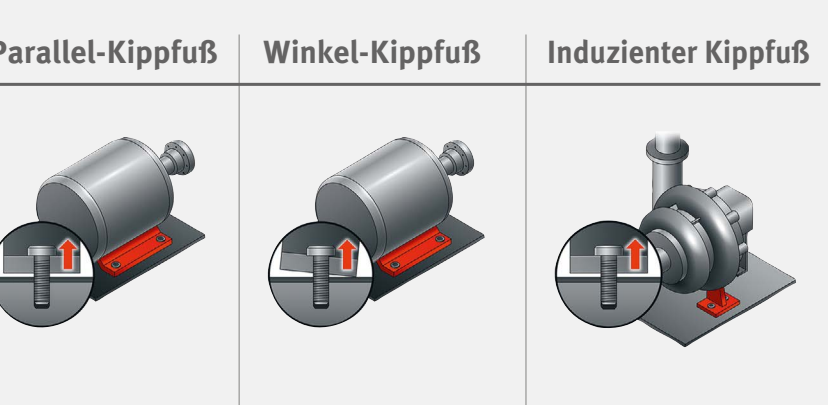
- Ergebnis zu den ersten 4 Schritten**
- innerhalb der Toleranzen: **Prüfung beendet!**
 - ausserhalb der Toleranzen: **Weiter mit Schritt 5**

- Schritt 5: Kippfuß korrigieren**
- Werkzeug: LASER-EQUILIGN2, Fühlermesslehre und Passplatten**
- Kontakflächen der Maschinenfüße säubern
 - verbogene Schrauben und kappenförmige Beilagscheiben ersetzen
 - Kippfußprüfung an der Maschine vornehmen
 - Kontrollmessung durchführen

Kippfußmessung

Warum sollte ein Kippfuß gemessen und korrigiert werden?

- verändert die Maschinenposition in vertikaler und horizontaler Richtung beim Lösen und Anziehen der Befestigungsschrauben
- kann Risse am Maschinenfuß und Maschinengehäuse verursachen
- kann die radiale Belastung am Lager erhöhen
- kann zu erhöhten Maschinenschwingungen führen



Fußschema	Ergebnis	Lösung
diagonal	Paralleler Luftspalt in gegenüberliegenden Füßen	Einen Fuß mit dem gemessenen Wert unterfüttern oder den Wert durch 2 teilen und beide gegenüber liegenden Füße unterfüttern
ein Fuß	Luftspalt an einer Fußseite	Flächen reinigen, beschädigte Passplatten ersetzen, Anzahl der Passplatten minimieren, Maschinenfüße bzw. Fundamentflächen nacharbeiten
mehrere Füße		
gleiche Seite	Paralleler Luftspalt an Füßen einer Maschinen-seite	Rückstellkräfte aus der Kupplung oder Verspannungen im Maschinen aufbau eliminieren

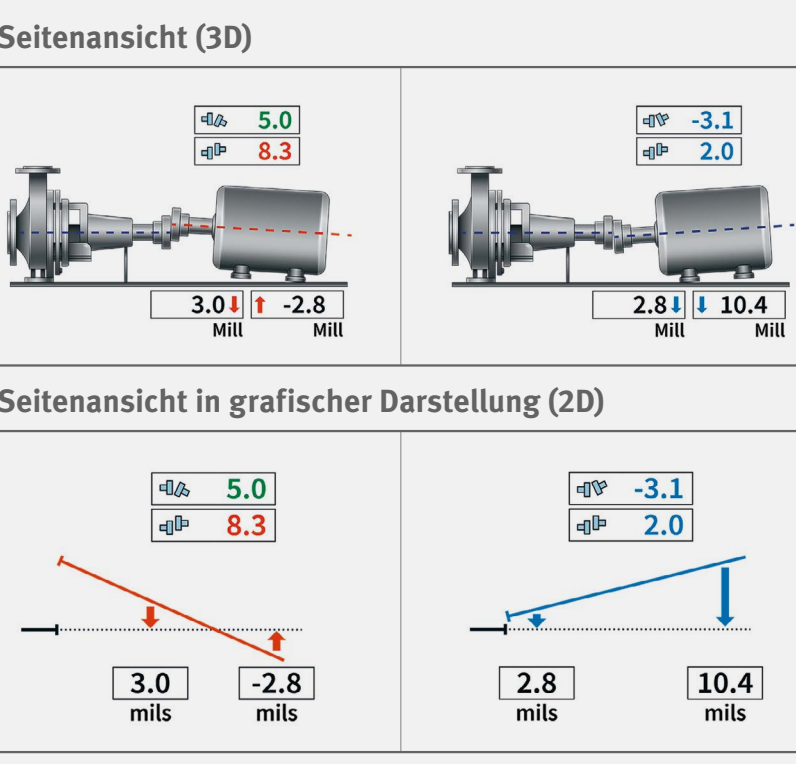
Hinweis

Für das Ausspionieren von Spalten an Maschinenfüßen, kann neben der Fühlerlehre auch Passplattenmaterial in entsprechender Stärke verwendet werden. Empfohlene Anzahl (4 bis 5 Stück) von Passplatten unter dem Maschinenfuß nicht überschreiten.

Kupplungsergebnisse vs. Fußwerte

Die Qualität einer Ausrichtung wird immer an der Kupplung betrachtet:

- Ausrichtung außerhalb der Toleranzen
- niedrige Fußkorrekturwerte
- hohe Werte für Kupplungsergebnisse außerhalb der Toleranzen
- Ausrichtung innerhalb der Toleranzen
- relativ hohe Fußkorrekturwerte
- Werte für Kupplungsergebnisse innerhalb der Toleranzen



Werkzeuge

Digitaler Messschieber
Einsatz: um das Axialspiel der Kupplung und der Dicke der SHIMS (Passplatten) zu messen

Fühlerlehre
Einsatz: um den Kippfuß zu messen

Hydraulischer Keilspreizer TL/TLS
Einsatz: um die Maschine kontrolliert und sanft zu bewegen. ACHTUNG! Bewegen der Maschine verursacht Lager-schäden!

Drehmomentschlüssel
Einsatz: um die Befestigung korrekt anzuziehen

Toleranzen für Klaffung und Versatz (kurze flexible Kupplungen)

Drehzahl min ⁻¹	Klaffung	
	mm*	mils*
600	0,15	15,0
750	0,12	12,3
900	0,10	10,5
1000	0,10	9,6
1200	0,08	8,2
1500	0,07	6,7
1800	0,06	5,7
3000	0,04	3,7
3600	0,03	3,1
6000	0,02	2,0
7200	0,02	1,7

Drehzahl min ⁻¹	Versatz	
	mm*	mils*
600	0,23	9,0
750	0,18	7,3
900	0,16	6,1
1000	0,14	5,5
1200	0,12	4,6
1500	0,09	3,7
1800	0,08	3,1
3000	0,05	1,9
3600	0,04	1,6
6000	0,02	1,0
7200	0,02	0,8

* Spaltenbreite bezogen auf 100 mm/10 Inch Kupplungsdurchmesser

Vorzeichenkonvention für Ergebniswerte an der Kupplungen

Positive Kupplungswerte
+

V = Seitenansicht
H = Draufsicht

Negative Kupplungswerte
-

Winkel vs. Klaffung

Gleicher Winkel – unterschiedliche Klaffung

Gleiche Klaffung – unterschiedliche Winkel

We pioneer motion

SCHAEFFLER

LASER SHAFT ALIGNMENT

Negative Effects of Misaligned Shafts

- Higher energy consumption
- Higher machine temperature and degraded lubricant quality
- Machine vibrations
- Bearing damage
- Seal wear
- Coupling damage
- Dynamic forces in coupling

Poor Reproducibility – Causes:

- Dynamic forces on coupling
- Loose components
- Fixtures and sensors in contact with stationary parts during rotation
- Torsional play in coupling
- Change in direction of rotation during measurement
- Excessive vibration due to surrounding machines and employees
- External vibration input from neighboring units
- People on machine
- Thermally induced airflow deflecting laser beam (over long distances!)

Alignment Procedure

Preparation for Alignment

Safety

- Switch off machine & lock out/tag out
- Close valves on pumps
- Remove coupling guard

Coupling

- Determine axial coupling distances or coupling gap dimensions from data sheet

Foundation

- Visually inspect foundation and machines
- Visually inspect coupling elements
- Check strength of machine bolts

Alignment

Step 1: Mount Measuring Components

- Mount chain tensioner and measuring components on shaft and/or coupling

Step 2: Enter Machine Data

Tools: Tape Measure and LASER-EQUILIGN2

- Enter dimensions on measuring device
- Enter unit speed for tolerance evaluation

Step 3: Adjust Light Beam

Tools: LASER-EQUILIGN2

- Adjust LASER-EQUILIGN2 light beam

Step 4: Perform First and Second Measurements (Test Measurement)

Tools: LASER-EQUILIGN2

- Rotate shafts in their normal operating directions
- Go through at least two measurement sequences and determine measurement reproducibility from measurement table

Result From First Four Steps

- Within tolerances: **Test completed!**
- Outside tolerances: **Continue to step 5**

Step 5: Correct Soft Foot

Tools: LASER-EQUILIGN2, Feeler Gauge, and Shims

- Clean contact surfaces of machine feet
- Replace bent screws and cap washers
- Perform soft foot test on machine
- Perform test measurement

Result
• Within tolerance: Test completed
• Outside tolerance: Repeat test and correction

Step 6: Repeat Measurements

Tools: LASER-EQUILIGN2

- Go through at least two measurement sequences and check measurements

Step 7: Correct Machine

Vertically Align Machine

Tools: Feeler Gauge, Hydraulic Wedge Spreader, Shims, and Torque Wrench

- First perform vertical alignment with precision shims

Horizontally Align Machine

Tools: Hydraulic Wedge Spreader and Torque Wrench

- Then align horizontally
- Move machine using hydraulic jacks, lifting bolts, and adjusting screws on feet
- Set axial distances/gap dimensions on coupling according to data sheet
- Avoid impacts and jerky machine movements because they will cause bearing damage

Step 8: Perform Test Measurement

Tools: LASER-EQUILIGN2

- Go through at least two measurement sequences and determine measurement reproducibility from measurement table

After Alignment

Machine

- Turn back adjusting and lifting screws on machine feet to their initial positions
- Tighten fastening bolts according to torque specifications

Measurement

- Perform final measurement

Result

- Coupling values within tolerances

Measurement Record

- Enter relevant information on unit, such as machine ID, location, and user name, into measurement file and save.

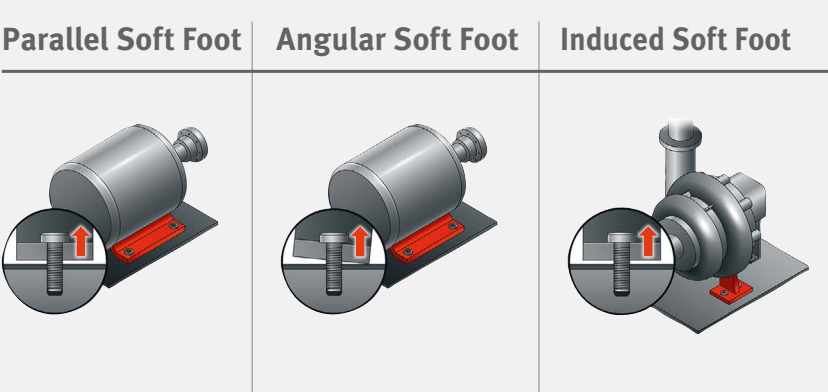
Safety

- Remove measuring device, including sensors, from machine
- Attach coupling guard
- Open valves on pump
- Release machine for operation again and reset circuit protection

Soft Foot Measurement

Why should a soft foot be measured and corrected?

- Changes machine position in vertical and horizontal directions when fastening screws are loosened and tightened
- Can cause cracks in machine foot and machine housing
- Can increase radial load on bearings
- Can lead to more pronounced machine vibrations



Foot Pattern	Result	Solution
Diagonal 	Parallel air gap in feet along diagonal line	Shim one foot with measured value or divide value by 2 feet along diagonal line
One foot 	Air gap on one foot side	Clean surfaces, replace damaged shims, minimize number of shims, rework machine feet or foundation surfaces
Multiple feet 		
Same side 	Parallel gap in feet on one side of machine	Eliminate restoring forces from coupling or stresses in machine structure

Note

For checking gaps on machine feet, shims with appropriate gauges can be used in addition to the feeler gauge.

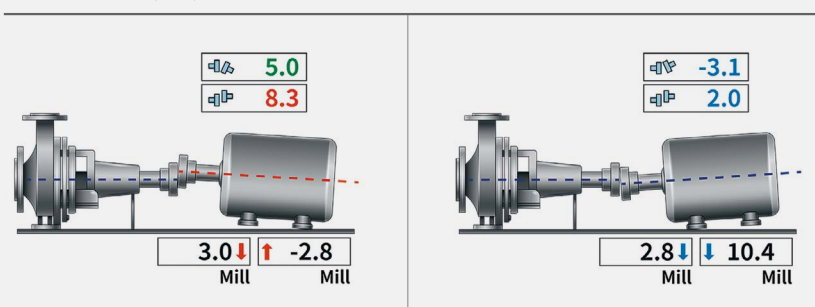
Do not exceed the recommended number (4 to 5 pieces) of shims under the machine foot.

Coupling Results vs. Foot Values

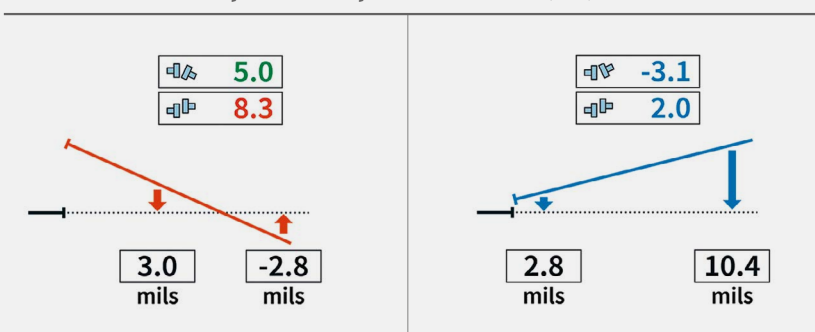
The quality of an alignment is always based on the coupling:

- Alignment outside tolerances
- Low foot correction values
- High values for coupling results outside tolerances
- Alignment within tolerances
- Relatively high foot correction values
- Values for coupling results within tolerances

Side View (3D)



Side View in Graphical Representation (2D)



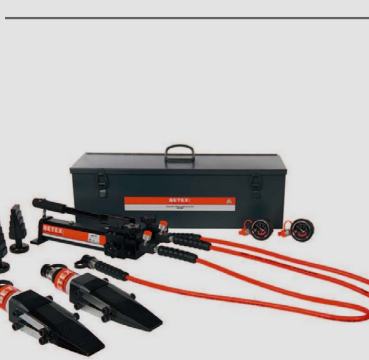
Tools



Digital Calipers
Application: Measurement of axial clearance in coupling and thickness of shims



Feeler Gauge
Application: Measurement of soft foot



Hydraulic Wedge Spreader TL/TLS
Application: Controlled and gentle movement of the machine. CAUTION! Moving the machine with a hammer will result in bearing damage!



Torque Wrench
Application: Correct tightening of fastener

Tolerances for Gap and Offset (Short Flexible Couplings)

Speed		Gap
min ⁻¹	mm*	mils*
600	0.15	15.0
750	0.12	12.3
900	0.10	10.5
1000	0.10	9.6
1200	0.08	8.2
1500	0.07	6.7
1800	0.06	5.7
3000	0.04	3.7
3600	0.03	3.1
6000	0.02	2.0
7200	0.02	1.7

Speed		Offset
min ⁻¹	mm*	mils*
600	0.23	9.0
750	0.18	7.3
900	0.16	6.1
1000	0.14	5.5
1200	0.12	4.6
1500	0.09	3.7
1800	0.08	3.1
3000	0.05	1.9
3600	0.04	1.6
6000	0.02	1.0
7200	0.02	0.8

* Gap width based on 100 mm/10 inch coupling diameter

Sign Conventions for Coupling Results

Positive coupling values
+

V = Side view
H = Top view

Negative coupling values
-

Angle vs. Gap

Same angle – Different gap

Same gap – Different angle

Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Georg-Schäfer-Straße 30
97421 Schweinfurt
Germany
www.schaeffler.com
info@schaeffler.com

In Germany:
Phone 0180 5003872
From other countries:
Phone +49 9132 82-0

Every care has been taken to ensure the correctness of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any errors or omissions. We reserve the right to make technical changes.
© Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Issued: 2025, August
This publication or parts thereof may not be reproduced without our permission.