

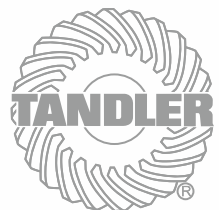
# Zahnräder und Verzahnungsteile gears and geared components

Höchste Qualität und Präzision seit 1949

*highest quality and precision since 1949*

Kegelräder  
Spiralkegelräder  
Stirnräder  
Innenverzahnungen  
Keilwellen- und  
Zahnwellenverbindungen  
Schnecken und Schneckenräder  
Zahnstangen  
individuelle Bauteile  
Härten von Metallen  
Lohnfertigung  
Rennsporttechnik

*bevel gears  
spiral bevel gears  
spur gears  
internal gearing  
splined and toothed  
shaft couplings  
worms and worm gears  
gear racks  
custom components  
hardening of metals  
sub-contracting  
racing gears*



Wenn präzise Bewegungsabläufe zählen

*when precise movement sequences count*

ZAHNRAD | GETRIEBE | HÄRTEREI

**Made in Germany**

HÄRTEREI  
**TANDLER**

**KS**  
Kutz & Schulze





ZAHNRAD | GETRIEBE | HÄRTEREI

## Präzision aus Deutschland seit 1949

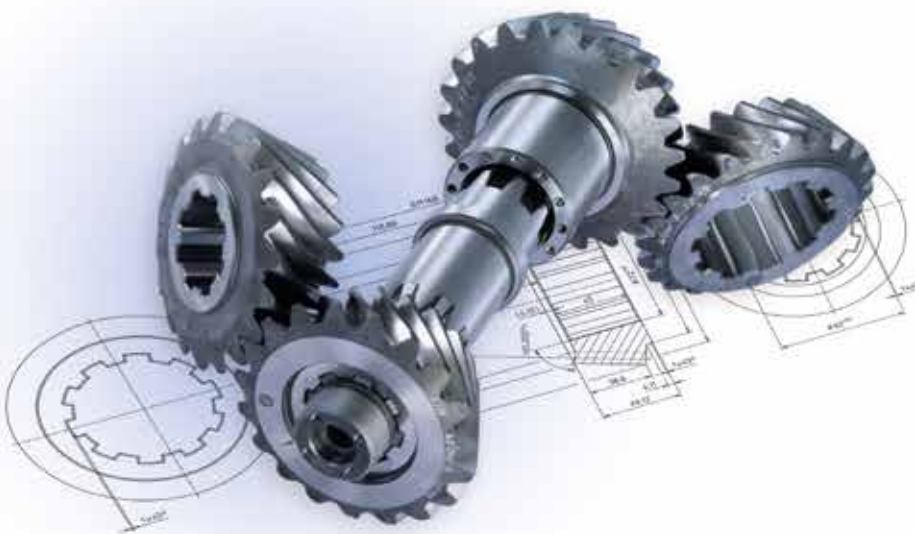
Wir sind Hersteller für Zahnräder und Verzahnungsteile, die wir in Einzelanfertigung oder in Serie am Standort Deutschland fertigen. Durch die zur TANDLER-Unternehmensgruppe zugehörigen Härtereien bieten wir eine Fertigungstiefe von nahezu 100 %.

Seit 1949 überzeugen wir unsere Kunden durch maximale Qualität und höchste Präzision in der Fertigung. Dabei setzen wir auf modernste Spezialmaschinen von namenhaften Herstellern. Wir haben uns darauf spezialisiert, extrem kleine Toleranzen einzuhalten und unsere Fertigung durch kontinuierliche Qualitätskontrollen nach DIN 9001, Forschung und Entwicklung ständig zu optimieren.

### *german precision since 1949*

*We are manufacturers of gears and geared components, which we can manufacture as single components or in runs at our sites in Germany. The hardening shops belonging to the TANDLER Group mean we can offer almost 100 percent vertical integration.*

*Our maximum quality and flawless precision in manufacturing processes have impressed customers since 1949. In doing so, we rely on state-of-the-art special machinery from prestigious manufacturers. We are specialised in adhering to extremely small tolerances and in the steady optimisation of production through continuous quality control according to DIN 9001, research and development.*



Spiralkegelräder  
spiral bevel gears

## Zahnräder und Verzahnungsteile / gears and geared components

### Inhalt / contents

4



Kegelräder / <i>bevel gears</i>	6
Spiralkegelräder mit Zylo-Paloid-Verzahnung / <i>spiral bevel gears with cyclo-paloid gearing</i>	7
Hochpräzises Schleifen / <i>high precision grinding</i>	8
Semi-Completing / <i>semi-completing</i>	8
Hartschälen mit HPG-S-Verfahren / <i>hard peeling based on the HPG-S method</i>	9
Qualitätsregelkreis Closed Loop / <i>closed loop quality control</i>	10
Auslegung der Sollgeometrie / <i>designing the target geometry</i>	11
Achswinkel ungleich 90 ° / <i>axis angle unequal to 90°</i>	11
Palloid-Verzahnung / <i>palloid gearing</i>	12
Hypoid-Verzahnung / <i>hypoid gearing</i>	13
Zerol-Verzahnung / <i>zerol gearing</i>	13
gerad- und schrägverzahnt / <i>straight and helical toothed</i>	14
Läppen / <i>lapping</i>	15



Stirnräder / <i>spur gears</i>	16
geradverzahnt / <i>straight-cut</i>	16
schrägverzahnt / <i>helical toothed</i>	17
Stirnradvarianten / <i>spur gear variants</i>	18
Doppelschrägverzahnung / <i>double helical gearing</i>	18
Beveloidverzahnung / <i>beveloid gearing</i>	18
Bogenverzahnung / <i>spiral gearing</i>	19
Pumpenzahnräder / <i>pump gearwheels</i>	19
Schraubenräder / <i>helical gears</i>	20
Schalträder / <i>ratchets</i>	20
einstellbare Stirnräder / <i>adjustable spur gears</i>	21
Verbindungsvarianten / <i>connection variants</i>	21
Schleifen von Stirnrädern / <i>grinding of spur gears</i>	22
Wälzschleifen / <i>hob grinding</i>	22
Profilschleifen / <i>profile grinding</i>	23



Innenverzahnungen / <i>internal gearing</i>	24
Wälzstoßen / <i>gear shaping</i>	24
individuelle Bauteile / <i>custom components</i>	25
Schleifen / <i>grinding</i>	25



Keil- und Zahnwellenverbindungen / <i>splined and toothed shaft couplings</i>	26
Keilwellen und -naben / <i>splined shafts and hubs</i>	26
Zahnwellen und -naben / <i>toothed hubs and shafts</i>	26
Sonderprofile / <i>special profiles</i>	27
Schleifen / <i>grinding</i>	27



Schnecken und Schneckenräder / <i>worms and worm gears</i>	28
--	----



Zahnstangen / <i>gear racks</i>	29
---------------------------------	----



individuelle Bauteile und Verzahnungen / <i>custom components and gearing</i>	30
Elipsen-Räder / <i>elliptical gears</i>	30
exzentrische Bohrungen / <i>eccentric bores</i>	30
Schleifen geometrischer Formen / <i>grinding of geometric shapes</i>	30
Polygonschleifen / <i>polygon grinding</i>	30
Zahnradverbindungen schrägverzahnt / <i>toothed hub coupling, helical cut</i>	31
Zylo-Paloid-Verzahnungssegmente / <i>cyclo-paloid gearing segments</i>	31



Härten von Metallen <i>hardening of metals</i>	32
---	----



Qualitätssicherung <i>quality assurance</i>	34
--	----



Lohnfertigung <i>sub-contracting</i>	38
---	----



Rennsporttechnik <i>racing gears</i>	39
---	----



Wir sind TANDLER <i>we are TANDLER</i>	40
---	----



Fertigungsmaße in der Übersicht <i>overview of production sizes</i>	44
--	----



Bestellhinweis, Kontakt <i>information for orders, contact</i>	46
---	----



## Kegelräder bevel gears



Abb. 6.1

Seit Jahrzehnten fertigen wir für unseren weltweiten Kundenstamm erstklassige Kegelräder. Die Einsatzgebiete sind vielfältig und reichen von Applikationen in Druckmaschinen, Bearbeitungszentren oder Verpackungsmaschinen bis hin zum Rennsport. Unsere besondere Stärke liegt in der wirtschaftlichen Fertigung kleinster Losgrößen ab der Stückzahl 1, bei einer sehr großen Variantenvielfalt. Mit unseren erfahrenen Mitarbeitern, in Verbindung mit einem ausgezeichneten Maschinenpark, erfüllen wir höchste Qualitätsansprüche. Diese Philosophie wird durch eigene Härtereien nach dem neuesten Stand der Technik vervollständigt. Jedes von TANDLER gefertigte Spiralkegelrad beginnt mit einer Verzahnungsauslegung, mit der Software KIMoS, aus dem Hause Klingelnberg. Schon hier werden besondere Kundenwünsche berücksichtigt. Nach der Wahl des Verzahnungsverfahrens und der Auslegung spezieller Korrekturen, wird die Sollgeometrie erstellt. Diese gespeicherten Daten begleiten den kompletten Fertigungsablauf. Wir arbeiten mit den bewährten Verzahnungsvarianten Palloid und Zyko-Palloid von Klingeln-

Hohe Last, geringes Spiel.

*High load, low clearance.*

berg. Bei Bedarf können wir auch auf verschiedene andere Verzahnungsarten zurückgreifen, die im Teilwälzverfahren gefertigt werden. Hierbei ist auch eine konische Zahnhöhe möglich. Durch Schleifen der Verzahnung auf Klingelnberg Hochpräzisionsmaschinen der G-Baureihe, bearbeiten wir die Verzahnung nach dem Härten, so dass die Abweichung der Zahnform auf wenige  $\mu\text{m}$  reduziert wird. Eine Qualitätsregelschleife von Klingelnberg, der „Closed Loop“, unterstützt den Prozess und ermöglicht einen zuverlässigen, präzisen und jederzeit reproduzierbaren Fertigungsablauf.

*We have manufactured premium bevel gears on behalf of our global customer base for decades. They are used in many areas, ranging from applications in print machinery, processing centres, packaging machines and even motor racing. We are particularly strong in the efficient production of the smallest*



Geschliffene Verzahnung einer Siebdruckmaschine / ground gearing for a screen printing machine

Abb. 6.2

*batch sizes from 1 piece, with a very wide selection of variants. Our experienced employees and excellent machinery ensure that even the highest quality standards are met. State-of-the-art, company hardening shops add the finishing touches to this philosophy. Every spiral bevel gear manufactured by Tandler begins with designing the gearing using KIMoS software by Klingelnberg. Special customer wishes are already taken into account at this stage. The target geometry is created once the gearing method has been selected and specific corrections are complete. The data compiled in this way is used throughout the manufacturing process. We use the proven palloid and cyclo-palloid gearing methods from Klingelnberg. We can also draw on alternative gearing options where necessary, which are then manufactured according to the partial hobbing method. This method enables the creation of a conical tooth depth. Once hardening is complete, we grind the teeth on Klingelnberg's high-precision machines from the G series to reduce the deviation in tooth shape to just a few  $\mu\text{m}$ . A Klingelnberg quality control loop supports the process and enables a reliable, precise and consistently reproducible production sequence.*



Abb. 6.3

Zyko-Palloid-Doppelradsatz / cyclo-palloid double gear set

## Spiralkegelräder mit Zyko-Palloid-Verzahnung

*spiral bevel gears with cyclo-palloid gearing*

Als Satz unschlagbar gut.  
*Unbeatably good as a set.*

### Spiralkegelräder mit Zyko-Palloid-Verzahnung

*spiral bevel gears with cyclo-palloid gearing*

Modul / module	1 - 10
Durchmesser / diameter	max. 600 mm
Zahnbreite / tooth width	max. 100 mm
Zähnezahl / number of teeth	6 bis / to 120
Übersetzungs- verhältnis / transmission ratio	max. 1 : 10
Achsversatz / axis offset	+/- 60 mm
Messerkopf- radien / cutter head radii	55, 75,100,135,170
Qualität HPG-S nach DIN / quality HPG-S according to DIN	bis / up to 6 DIN 3965



Zyko-Palloid-Radsatz mit Tellerrad (rechts) und Ritzel / cyclo-palloid gear set with crown gear (right) and pinion

Abb. 7.1

Dieses Verfahren eignet sich besonders für die variantenreiche Kleinserienfertigung und zählt zu den Universalverfahren. Schon bei der Auslegung können viele Parameter wie der Modul, der Spiralwinkel und die Tragbildgestaltung konstruktiv beeinflusst werden. Der Name dieser Verzahnungsvariante basiert auf dem erzeugten Zahn längsverlauf in Form einer verlängerten Epizykloide. Die Verzahnung wird kontinuierlich gewälzt und hat über die gesamte Zahnbreite

eine konstante Zahnhöhe. Der Messerkopf ist zweiteilig ausgeführt und wird über eine spezielle Kupplung angetrieben, so dass der Außenmesserkopf zum Innenmesserkopf exzentrisch einstellbar ist. Durch diese variable Einstellbarkeit kann die Kontaktzone, bzw. das Tragbild in der Länge gestaltet werden. Die Endbearbeitung nach dem Härten erfolgt durch Läppen, Hartschälen mit CBN-Schneiden (HPG-S) oder einem Schleifprozess (Semi-Completing).

Messerkopf  
Zyko-Palloid  
(Weich-  
verzahnung)  
*Cyclo-palloid  
cutter head (soft  
gearing).*



Abb. 7.2

*This method is especially suitable for small-batch production with its large number of variants and is considered one of the universal processes. Engineering of many parameters such as the module, the helix angle and the contact pattern can be influenced during the design phase. The name given to this gearing variant is derived from the longitudinal teeth pattern in the form of an elongated epicycloid. The gearing is rolled continuously and exhibits a*

*constant tooth depth across the entire tooth width. The cutter head is designed with two parts and is driven by a special coupling to enable eccentric adjustment of the outer cutter head relative to the inner cutter head. This adjustment capability allows longitudinal variability of the contact zone, i.e. the contact pattern. After hardening, the parts are finished using lapping, hard peeling with CBN blades (HPG-S) or a grinding process (semi-completing).*

## Hochpräzises Schleifen *grinding*

Seit 2008 haben wir die Möglichkeit Spiralkegelräder auf modernsten Maschinen der G-Reihe von Klingelnberg durch Schleifen zu bearbeiten. Mit diesen Maschinen lassen sich über die vielen Freiheitsgrade der CNC-gesteuerten Achsen unterschiedliche Kegelrad-Verzahnungsarten fertigen. Dies geschieht herstellerunabhängig und für besondere Anwendungen kann die Vorverzahnung durch ein Tiefschleifen aus dem vollen Material erfolgen. Die Zahn längsform ist bei allen Schleifverfahren bogenförmig, da es sich immer um Teilverfahren handelt. Durch die steigenden Anforderungen nach einer Übertragung ohne Drehwinkelfehler und einer geräuscharmen Auslegung, wird bei TANDLER ein Anteil von über 90 % aller Radsätze durch Schleifen bearbeitet.

Wiederholungsgenau bis aufs  $\mu$ .

*Repetition accuracy in a  $\mu$ m range.*

### Schleifen von Zyko-Palloyd-Verzahnung

*grinding of cyclo-palloyd gearing*

Modul / module	0,7 - 12
Durchmesser / diameter	max. 600 mm
Achsversatz / axis offset	+/- 100 mm
Qualität nach DIN / quality according to DIN	bis / to 4 DIN 3965
Achswinkel / axis angle	2° bis / to 178°



Abb. 8.1

Geschliffener Radsatz / ground gear set

*We have been able to grind spiral bevel gears on state-of-the-art G-series machines from Klingelnberg since 2008. These machines enable the production of different types of bevel gear teeth thanks to the CNC-controlled axes and their many degrees of freedom. This process is vendor-independent, and rough machining can take place for special applications by deep grinding the solid material. In a longitudinal direction, the teeth are arc-shaped in all grinding processes, as they are always division processes. In response to increasing demands for transmission without angular misalignment and low-noise design, over 90% of all gear sets at Tandler are processed by grinding.*

**Gerne bieten wir Ihnen eine Schleifauslegung an.**

*We would be delighted to offer our grinding option.*

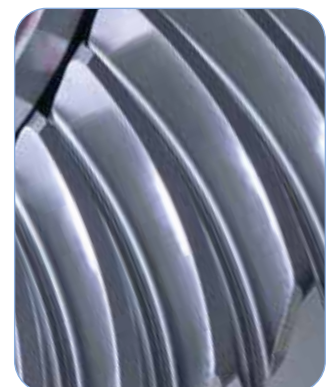
## Semi-Completing *semi-completing*

Diese Schleifbearbeitung ist auf Verzahnungen abgestimmt, die im Zyko-Palloyd-Verfahren vorbearbeitet wurden. Wie aus dem Namen hervorgeht, wird jede Flanke in einem getrennten Arbeitsgang separat im Teilwälz-Verfahren bearbeitet. Während die parallele Zahnhöhe erhalten bleibt, wird die Zahn längsform der verlängerten Epizykloide in einen Kreisbogen gewandelt. Einhergehend mit der separaten Bearbeitung jeder

Flanke sind viele topographische Modifikationen möglich. Im Fertigungsprozess ist diese Verzahnung gut zu korrigieren und es lassen sich bei extrem guter Reproduzierbarkeit sehr gute Qualitäten erzielen.

*This grinding process is suitable for gears with rough machining according to the cyclo-palloyd method. As the name suggests, each flank is machined in a separate work cycle based on the partial hobbing method.*

*While the parallel tooth depth is preserved, the longitudinal shape of the teeth as an elongated epicycloid is transformed into an arc. Many topographical modifications are possible during the separate machining of each flank. This gearing form can easily be corrected during the production process. It also enables excellent and highly reproducible qualities.*



Zahnflanken, geschliffen / ground tooth flanks

Abb. 8.2



## Hartschälen mit HPG-S-Verfahren

*hard peeling based on the HPG-S method*



Abb. 9.1



HPG-S-Verzahnungen / HPG-S gearing

Abb. 9.2

Mit dem HPG-S-Verfahren können Verzahnungen, die im Zylo-Palloid-Verfahren mit Aufmaß vorverzahnt wurden, nach dem Härten nachbearbeitet werden. Die Verzahnung wird hierbei mit speziellen CBN-Messern wälzgeschält. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht in der Vor- und Nachbearbeitung auf einer Maschine. Die erzielbaren Qualitäten kommen dem Schleifen sehr nahe. Durch die hohen Kräfte beim Verzahn sind aber bezüglich der Wiederholgenauigkeit, wie z. B. dem Einbaumaß einige Einschränkungen zu beachten und die Prozessführung ist durch einen unkalkulierbaren Verschleiß der empfindlichen

Werkzeugschneiden sehr aufwendig. Einige Korrekturen lassen sich im Gegensatz zu den Schleifprozessen nur mit Sondermessern durchführen. Wir nutzen dieses Verfahren für Kunden, die aufgrund langjähriger zertifizierter Prozesse keine Schleifbearbeitung zulassen. Durch die steigenden Anforderungen an die Genauigkeit ist diese Verzahnung stark rückläufig. Eine Schleifauslegung ist grundsätzlich immer möglich. Gerne bieten wir Ihnen diese Auslegung an.

Messerkopf  
Zylo-Palloid mit  
CBN-Schneide  
(Hartverzahnung)

*Cyclo-palloid  
cutter head with  
CBN insert  
(hard gearing)*



Abb. 9.3



Abb. 9.4

*The HPG-S method enables downstream processing of oversized, rough-machined gears produced using the cyclo-palloid method. This involves roller peeling of the gears using special CBN blades. The benefit of this method is that rough and fine processing take place using the same machine. The achievable qualities come very close to grinding. However, the high forces required to cut the gears mean that some restrictions will apply to the accuracy of reproduction, e.g. the precise fit, and that process*

*control is extremely complex due to incalculable wear on the sensitive tool blades. Unlike in grinding processes, some corrections can only be made using special blades. We use this method for customers who do not permit grinding due to certified processes that have been in place for many years. There is little demand for this method because of the rising demands that are placed on accuracy. Grinding is always possible as a rule. We would be delighted to offer this option.*

## Qualitätsregelkreis Closed Loop

### closed loop quality control

Wichtiger Bestandteil der Prozesskette zum Schleifen von Kegelrädern ist der Qualitätsregelkreis Closed-Loop. Bei der Verzahnungsauslegung definiert der Konstrukteur die

Sollgeometrie der Verzahnung in KIMoS. Diese wird mit den Bearbeitungsprozessen der Maschinen verknüpft. Beim Einrichten oder fertigungsbe-

auf der Koordinatenprüfmaschine mit den Soll-Daten aus KIMoS verglichen. Über die Korrektursoftware KOMET werden Abweichungen durch Anpassen der Maschinenbewe-

gung oder der Abrichtparameter korrigiert. Bei Bedarf wird der Closed-Loop mehrfach durchlaufen.

Auslegungsdaten  
design data

Auslegungs-Software KIMoS  
KIMoS design software



Abb. 10.1

**Gerne begleiten wir Sie bei der konstruktiven Auslegung und erstellen die Verzahnungsparameter.**

*We would be delighted to help design your parts and prepare the gearing parameters.*

**Für die geometrische Auslegung erstellen wir Ihnen selbstverständlich eine Drehkontur.**

*Naturally, we prepare a milling contour for the geometrical design on your behalf.*

Closed loop quality control is an important part of grinding bevel gears. While designing the gearing, the engineer uses KIMoS to define the target geometry. This geometry is then transferred for the machining processes. The actual data on the coordinate testing machine is compared

with the target data from KIMoS during set-up or production. The KOMET correction software is used to fix deviations by adjusting the machine movement or truing parameters. The closed loop process is performed several times if necessary.

Fräs-/Schleifmaschine  
milling/grinding machine



Abb. 10.2

Auslegungsdaten  
design data

Materialfluß Kegelrad  
material flow, bevel gear

Koordinaten-Messmaschine  
coordinate measuring machine

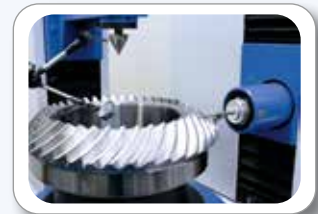


Abb. 10.3

**Closed Loop**

Korrekturdaten  
correction data



Abb. 10.4

Korrektur-Software KOMET  
KOMET correction software

außerhalb der Toleranz  
outside the tolerance

innerhalb der Toleranz  
inside the tolerance

Messdaten  
measurement data

Materialfluß Kegelrad  
material flow, bevel gear



Abb. 10.5

## Auslegung der Sollgeometrie und Tragfähigkeit / designing the target geometry and load-carrying capacity

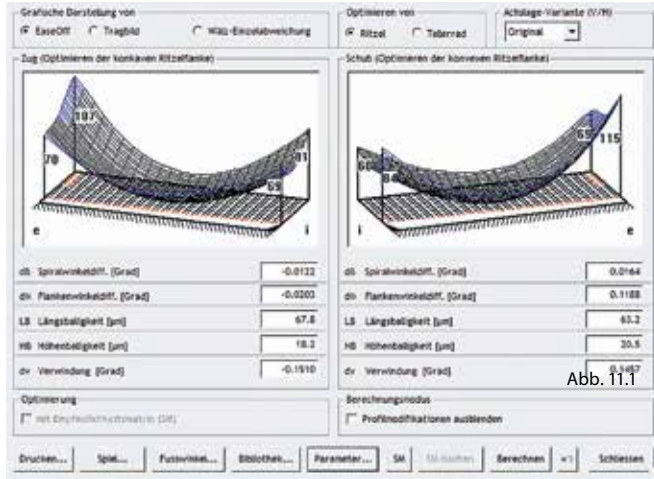


Abb. 11.1

Simulation Sollmessdaten / Simulation with target measurement data Abb. 11.1

Kegelradverzahnungen werden bei TANDLER mit der aktuellsten KIMO Software, einem Produkt der Firma Klingelnberg, ausgelegt. Hier werden die Soll-Daten der Verzahnung für die Zahn- und Präzisionsmessmaschinen erstellt. Das Programm ist speziell auf unsere Fertigung zugeschnitten und stützt sich bei der Festigkeitsberechnung auf gültige Normen. Alle kundenseitigen Vorgabezeichnungen werden vor der Programmerstellung überprüft. Auf Wunsch begleiten wir Sie auch gerne bei Ihrer konstruktiven Auslegung und erstellen die Verzahnungsparameter und die geometrische Auslegung für die Drehkontur. Zu unserem Tagesgeschäft gehört auch das Vermessen und die Auslegung verschlissener Radsätze nach Muster. Diese nicht ganz einfache Aufgabe, die teilweise auch das Vermessen der Gehäuse oder Gegenstücke erforderlich macht, führen wir gerne für Sie durch. Bei spiralverzahnnten Kegelradsätzen sind die Achswinkel und auch die Lage der Achsen innerhalb der Maschinengrenzen gestaltbar. Auch eine Kombination untereinander ist möglich.

## Achswinkel ungleich 90° axis angle unequal to 90°

Einen großen Erfahrungsschatz haben wir in der Fertigung von Radsätzen mit einem Achswinkel ungleich 90°. Diese Anordnung wird besonders häufig in der Werkzeugmaschinenindustrie für die Antriebe der Fräsköpfe verwendet. Die Genauigkeitsansprüche sind hier durch die Forderung nach hohen Drehzahlen bei geringstem

*We can draw on a wealth of experience in the production of gear sets with an axis angle unequal to 90°. This arrangement is used with particular*

Verdrehflankenspiel sehr ausgeprägt. Für die teilweise komplexen Einbaubedingungen in den Getriebegehäusen fertigen wir auf Kundenwunsch auch Radsätze mit eingegengten Einbaumaßen. Gerne protokollieren wir dies mit einer zusätzlichen Tragbildsimulation, in Verbindung mit einer Einflanken-Wälzprüfung.

*frequency to drive cutter heads in the machine tool industry. The accuracy requirements are extremely strict in this area due to the demand for high speeds*

Tandler designs bevel gears using the latest KIMO software by Klingelnberg. It generates the target data for gears produced using the gear and precision measuring machines. The program is customised for our production processes and draws on valid standards to calculate the strength. All customer drawings containing specifications are checked prior to creating the program. We would be delighted to help design your parts, prepare the gearing parameters and create the geometric design for the milling contour. The measurement and design of worn gear sets is also a routine task for us. We would be delighted to handle this task on your behalf, although it is not always simple and sometimes



verschlossener Radsatz / worn gear set

Abb. 11.2

requires us to take measurements of the casing and the mating parts. The axis angles as well as the position of the axes within the machine limits can be configured for spiral-toothed bevel gear sets. Combinations are also possible.

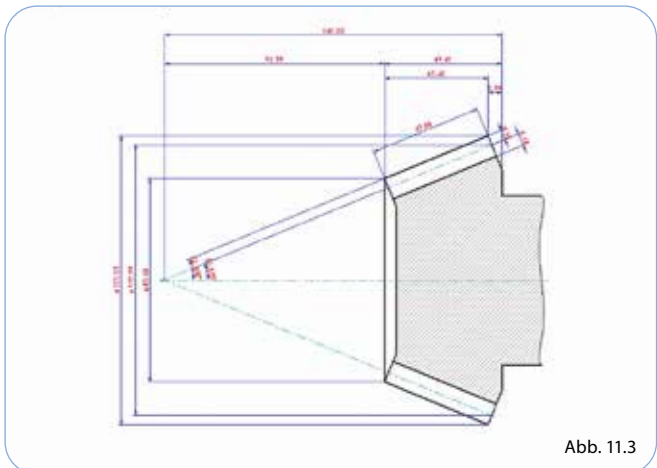


Abb. 11.3

Rohlingsform eines Ritzel / blank for a pinion

with minimum circumferential backlash. At the request of our customers, we also produce compact gear sets to accommodate the sometimes highly complex circumstances of installation in the gearbox. We are happy to document this process by performing an additional contact pattern simulation in connection with composite testing.

**Radsätze mit eingegengten Einbaumaßen?  
Für uns kein Problem.**

*Gear sets for cramped spaces?  
No problem for us.*



Abb. 11.4



# Palloid-Verzahnung

palloid gearing



Diese Verzahnungsart wird mit einem kegelförmigen Werkzeug erzeugt, welches durch die markante Formgebung in der Umgangssprache gerne als Tannenbaumfräser (Abb. 12.2) bezeichnet wird. Das Fräsverfahren ist kontinuierlich und als Besonderheit ist bei dieser Kegelradverzahnung die Zahn­längsform als Evolvente ausgebildet. Die Zahn­höhe, sowie die Zahndicke, ist über den kompletten Zahn konstant. Eine Nachbearbeitung nach dem Härten ist nur durch L äppen möglich, so dass auf eine verzugsarme Wärmebehandlung viel Wert gelegt werden muss. Wir fertigen die

Palloid-Verzahnung auf einer hochwertigen CNC-Maschine, der letzten Generation von Klingelnberg. Viele unserer Kunden setzen diese sehr belastbare Verzahnung im Bereich des Rennsports ein. Die Palloid-Verzahnung ist durch eine konstante Zahndicke, guter Fußausrundung und die besondere Zahn­längsform sehr unempfindlich gegen Verlagerungen unter Last und wurde früher bei vielen leistungs- und drehmomentstarken Sportfahrzeugen als Standard eingesetzt.

Altbewährt, klassisch,  
verlässlich und belastbar.  
*Proven, established, reliable and resilient.*

*This gear type is produced using a conical tool, which is often referred to as a 'Christmas tree cutter' (Fig. 12.2) due to its distinctive shape. The milling method is continuous. A special feature of this bevel gearing is that the longitudinal teeth are designed in an involute form. The tooth depth and thickness remain constant throughout the tooth. Lapping is the only feasible method of finishing once hardening is complete, which makes the selection of low-warpage heat treatment particularly important. We manufacture the palloid gearing on a high-quality, latest-generation CNC machine from Klingelnberg. Many of our customers use this highly resilient form of gearing in the area of motor sport. Constant tooth thickness, good root rounding and the special longitudinal shape of the teeth make palloid gearing highly insensitive to misalignment under load, which is why it was once used as the gold standard in many high-performance and high-torque sports cars.*

Spiralkegelräder mit Palloid-Verzahnung spiral bevel gears with palloid gearing	
Modul / module	1 - 6
Durchmesser / diameter	max. 275 mm
Spiralwinkel / spiral angle	max. 60°
Zähnezahl / number of teeth	5 - 120
Übersetzung / transmission	max. 1 : 10
Hypoidversatz (Achsversatz) / hypoid offset (axis offset)	+/- 50 mm



Palloidfräser eingängig / single-speed palloid milling cutter  
Abb. 12.2



## Hypoid-Verzahnung

### hypoid gearing



Abb. 13.1

Unsere Kegelradsätze können auch mit einem Achsversatz gefertigt werden. Auch die Herstellung von Einzelstücken ist auf unseren modernen Maschinen problemlos zu realisieren. Dabei ist die erzielbare Genauigkeit mit anderen Radsätzen identisch. Viele Eigenschaften, wie z. B. hohe Übersetzungen in einer Stufe oder besondere Einbauverhältnisse bei Fahrzeugen, werden hierdurch erst ermöglicht. Durch den Versatz der Achse vom Ritzel, kann der Ritzelkopf größer ausgeführt werden, so dass sich die Tragfähigkeit der Verzahnung steigern lässt. In der Praxis ist aber zu beachten, dass die einzelnen Parameter bei der Auslegung sehr genau geprüft werden müssen, damit das gesamte System, hinsichtlich Wirkungsgrad, Leistungssteigerung und Laufruhe, ausgewogen bleibt. Bei der Auslegung unterstützen und beraten wir Sie gerne.

Our bevel gear sets can also be manufactured with axis offset. Single-piece batches are also easy to manage using our modern machinery. The achievable accuracy is comparable to other gear sets. Many properties, such as high gear ratios in one stage or special mounting circumstances in vehicles, are only possible using this procedure. The offset between the axis and the pinion means that the pinion head can be larger, thus increasing the load-bearing capacity of the gearing. In practice, however, it is necessary to check the design of the individual parameters very precisely to ensure that the overall system remains balanced with regard to efficiency, increased performance and smooth running. We would be delighted to assist and advise you during the design phase.

Hypoid-Verzahnung hypoid gearing	
Modul / module	1 - 12
Durchmesser / diameter	max. 650 mm
Spiralwinkel / spiral angle	unbegrenzt / unlimited
Zähnezahl / number of teeth	5 - 120
Übersetzung / transmission	max. 1 : 15
Hypoidversatz (Achsversatz) / hypoid offset (axis offset)	+/- 100 mm



Achsversatz / axis offset

Abb. 13.2

## Zerol-Verzahnung

### zerol gearing

In vielen Fällen kann eine Geradverzahnung durch eine Zerol-Verzahnung ersetzt werden (siehe Seite 19). Diese Prüfung empfiehlt sich grundsätzlich bei größeren Stückzahlen. Im Gegensatz zu den gehobelten Radsätzen, die nach dem Härten geläpft werden, ist hier eine Bearbeitung durch Schleifen möglich. Bei einer Zerol-Verzahnung (siehe Abb. 13.3 oben) haben das Tellerrad und das Ritzel einen mittleren Spiralwinkel von 0° bis 10°. Diese Verzahnungsauslegung wird gerne verwendet, wenn ein geradverzahnter Radsatz ersetzt werden muss, ohne dass die Lagerung neu berechnet bzw. geändert werden soll. Bogenverzahnung kann geschliffen werden und ermöglichen daher höhere Qualitätsstufen.

Zerol gearing can replace a straight-cut gear in many cases (refer to page 19). This test is generally recommended for larger runs. Grinding is possible in this case, unlike planed gear sets that can only be lapped after hardening. In Zerol gearing (refer to Fig. 13.3 above), the crown wheel and the pinion have an average spiral angle of 0° to 10°. This tooth design is often selected to replace a straight-cut gear set without recalibrating or modifying the bearings. Spiral-toothed gear sets can be ground and therefore enable higher quality levels.



Zerol-Umsetzung nach einer  
geradverzahnenden Vorlage  
zerol realisation based on a  
straight-gear sample

Abb. 13.3



gerad- u. schrägverzahnt  
straight and helical toothed



Abb. 14.1

Trotz vieler Vorteile der Spiralverzahnung gibt es noch zahlreiche sinnvolle Anwendungen mit gerad- und schrägverzahnten Kegelrädern. Hierzu gehören unter anderem eine sehr große, realisierbare Zahnbreite, eine vom Einbaumaß unabhängige radiale Lageorientierung des Ritzels, oder die Austauschbarkeit von historischem Material. Durch neue Berechnungsmethoden, einhergehend mit den entsprechenden Programmiermodulen, erleben viele Geradverzahnungen zurzeit eine Renaissance. Für diese weitgehend ungenormten Verzahnungen, deren Ausführung in der Vergangenheit, sowohl vom Hersteller, als auch vom Maschinentyp, abhängig waren, stehen heute ähnliche Korrektur- und Messmethoden zur Verfügung, wie für die Bogenverzahnung.

Ob gerade, schräg, klein oder groß, immer wenn es winklig weitergehen muss.  
*Whether straight, helical, small or large: for whenever the angle counts.*



Modul 0,3 und 10 / module 0.3 and 10

Abb. 14.2

Kegelräder gerade verzahnt bevel gears straight-cut	
Modul / module	0,3 - 10
Durchmesser / diameter	4 - 600 mm
Zahnbreite / tooth width	max. 80 mm
Achswinkel / axis angle	10° - 180°

Kegelräder schräg verzahnt angled bevel gears	
Modul / module	0,3 - 10
Durchmesser / diameter	4 - 600 mm
Zahnbreite / tooth width	max. 80 mm
Achswinkel / axis angle	10° - 180°
Schrägungs- winkel / helix angle	nach Teilungsüber- deckung / according to pitch coverage



Abb. 14.3

Tellerrad mit 12 Kegelrädern / crown gear with 12 bevel gears

Despite the numerous benefits of spiral gearing, there are still many useful applications for straight and helical bevel gears. They include the extremely large achievable tooth width, a radial arrangement of the pinion (independent of the mounting

circumstances) and the ability to replace historical material. Many straight-cut gears are currently experiencing a renaissance due to the new calculation methods used in connection with suitable programming modules. The design of these

largely non-standardised gears was previously dependent on both the manufacturer and the machine type. But now they can use similar correction and measuring methods as those that are available for spiral gearing.

Wir fertigen unsere geradzahnten Kegelräder auf modernen CNC-Maschinen im Teilwälzverfahren mit Scheibenfräsern aus Hartmetall. Die Kontrolle erfolgt auf Klingenberg Präzisionsmesszentren. Für Verzahnungen mit einem extrem kurzen Werkzeugauslauf oder dem Oldtimersektor, in Verbindung mit den hierbei notwendigen Anpassarbeiten, stellen wir auch Besonderheiten im Hobelverfahren her. Diese penibel gewarteten Maschinen werden durch unsere langjährig erfahrenen Mitarbeiter bedient. Ein im heutigen CNC-Zeitalter selten gewordenes Relikt.



Verzahnungsfräsen / gear milling



Abb. 15.2

We manufacture our straight-cut bevel gears on modern CNC machines according to the partial hobbing method using disc cutters made of hard metal. Klingenberg precision measur-

ing centres are used for quality assurance. We also use planing to create special features for gear tooth systems with an extremely short tool run-out or in the classic car sector, in which



Abb. 15.1

Differential Radsatz / differential gear set

modification is often necessary. These painstakingly maintained machines are operated by our highly experienced employees. A rare relict in the modern age of CNC.



Teilwälzfräsen einer Geradzahnung / partial hobbing for a straight-cut gear

Abb. 15.3

## Läppen lapping

Der vermeintlich einfache Läpp-Prozess von Kegelradverzahnungen ist auch heute nicht wegzudenken. Einige Verzahnungen, wie die Palloid-Verzahnung, mit ihren ganz speziellen Vorteilen, lassen sich nicht schleifen. Da sich stark streuende Härteverzüge nicht durch Läppen beseitigen lassen und die Verwendung von Härtepressen in der Kleinserienfertigung nicht wirtschaftlich vertretbar ist, muss auf den Prozessablauf in der Fertigung und die Chargierung in der Härterei besonderen Wert gelegt werden. Durch die gleichzeitige Bearbeitung von Tellerrad und Ritzel gibt es in einigen Anwendungsfällen auch wirtschaftliche Betrachtungen. Der Bediener der Läppmaschine hat einen sehr wichtigen Anteil am Prozess. Viele Einflüsse, wie z. B. die Beschaffenheit des Läppmittels, Bremswirkung und Maschinenbewegung, bedürfen jahrelanger Erfahrung.

The supposedly simple process of lapping bevel gears remains indispensable to this day. Some gearings like palloid gearing – with its particular benefits – are unsuitable for grinding. Since highly dispersed hardening dis-

tortions cannot be eliminated by lapping and the use of hardening presses in small-batch production is not economical, particular attention must be paid to the production and batch loading workflows in the



Radsatz beim Läppen auf der Maschine / gear set during machine lapping

Abb. 15.4

hardening shop. The question of economic efficiency may also apply to the simultaneous machining of crown wheel and pinion for some applications. The lapping machine operator makes a very significant con-

tribution to the process. Many influential factors, among them the properties of the lapping agent, the braking effects and the machine movements, require years of experience.

## Stirnräder spur gears



Abb. 16.1

Stirnrad / spur gear

Das in der Getriebetechnik am meisten verwendete Zahnrad ist das Stirnrad, welches in den Universitäten gemäß der Formgebung gerne auch als Zylinderrad bezeichnet wird. Stirnradverzahnungen haben in den letzten Jahrzehnten einen großen Entwicklungsprozess durchlaufen. Neben den extrem gestiegenen Genauigkeitsansprüchen in  $\mu$ -Bereichen werden zunehmend mehr Flankenkorrekturen gefordert, die speziell auf die Einsatzsituation des Kunden zugeschnitten sind. Diese Präzisionsbearbeitungen erledigen wir nach der Wärmebehandlung in unserer hauseigenen Härtereie fast ausschließlich durch ausgewählte Schleifprozesse. Die abschließende Dokumentation erfolgt in Abstimmung mit unseren Kunden. Um diese hohen Qualitätsansprüche umsetzen zu können, arbeiten wir sowohl in der Produktion, als auch bei der Qualitätsprüfung, mit einem modernen, universellen Maschinenpark namhafter deutscher und schweizer Hersteller. Dieser ist für die Fertigung kleiner Serien mit automatischer Beladung und für Einzelstücke ausgelegt. Hierfür halten wir ein großes Sortiment an Spannmitteln und Werkzeugen bereit. Eine unserer besonderen Kompetenz liegt in der Rekonstruktion von Musterteilen und deren Neuauslegung.

## Geradverzahnte Stirnräder straight-cut spur gears

Geradverzahnungen werden bedingt durch die fehlende axiale Kraftkomponente im Betrieb häufig in Planetengetrieben oder Antriebsformen eingesetzt, bei denen auf eine besondere verstärkte Axiallagerung verzichtet werden soll. Eine Sondersituation bildet das Zahnwellenprofil, welches als reine Mitnahmeverzahnung genutzt wird. Das übertragbare Drehmoment von geradverzahnten Stirnrädern ist in der Regel etwas niedriger, als bei einer schrägverzahnten Ausführung, da der Anteil der Zähne, die sich zeitgleich im Eingriff befinden, geringer ist.

Für parallele Bewegungsabläufe entwickelt.

*Developed for parallel motion sequences.*

*Spur gears are the most commonly used form of gear technology; they are often called cylindrical gears in university settings due to their shape. There has been considerable progress in the development of spur gearing over recent years. Aside from the rapidly rising accuracy requirements in a  $\mu\text{m}$  range, customers are demanding increasing numbers of flank corrections that need to be tailored specifically to the particular application situation. We almost always use selected grinding processes for precision finishing after heat treatment in our in-house hardening shop. The final documentation is produced in coordination with our customers. We use modern, universal machinery made by prestigious German and Swiss manufacturers for both production and quality control in order to implement these*



Abb. 16.2



Abb. 16.3

### Stirnrad geradverzahnt

*spur gear straight-cut*

Modul / module	0,3 - 10
Durchmesser / diameter	8 - 800 mm
Qualität / quality	bis / to 8
Zahnbreite / tooth width	max. 500 mm
Wellenlänge / shaft length	max. 1000 mm

*rigorous quality requirements. The machines are designed for the production of small runs with automatic loading or for single pieces. We keep a wide range of clamping devices and tools in stock for this purpose. Among our particular specialities is the reconstruction and redesign of sample parts.*

### Exakt ausgewählte Schleifprozesse nach der Wärmebehandlung machen uns so präzise.

*Our rigorously selected grinding processes after heat treatment make us so incredibly precise.*

*Straight-cut gears are often used in planetary gears or for drive forms that do not require a specially reinforced axial bearing due to the absence of an axial force component during operation. Splined shaft profiles are an exception in this regard and are used exclusively as a driving gear. Broadly speaking, the transmittable torque of spur gears is a little lower compared to helical gears, as the proportion of teeth that mesh simultaneously is lower.*



# Schrägverzahnte Stirnräder

helical toothed spur gears



Gangradsatz / gearwheel set



Abb. 17.1

Abb. 17.2

Schrägverzahnte Stirnräder werden mit Ausnahmen von wenigen Sonderfällen immer als Laufverzahnung ausgelegt. Die Größe des Schrägungswinkels ist von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig und die Axialkraftkomponente muss bei der Gestaltung der Lagerung berücksichtigt werden. Entsprechend der Auslegung können sich mehrere Zähne zeitgleich im Eingriff befinden, im Gegensatz zu der Geradverzahnung, wodurch das übertragbare Drehmoment gesteigert werden kann.

Flankenmodifikationen sind sowohl hinsichtlich der Zahnbreite, als auch der Zahnhöhe auslegbar. Teilweise können diese im Produktionsprozess von der Werkzeugmaschine abhängig sein. Die Auslegung einer separaten Flankentopographie von Lastflanke und Schubflanke ist möglich.

**Wir fertigen für Sie alle marktüblichen Modifikationen und beraten Sie gerne bei der Auslegung.**  
*We can manufacture all customary modifications on your behalf and would be happy to advise you on the design.*

Stirnrad schrägverzahnt	
spur gear helical toothed	
Modul / module	0,3 - 10
Durchmesser / diameter	8 - 800 mm
Schrägungswinkel / helix angle	rechts / right-hand max. 49° links / left-hand max. 39°
Qualität ungeschliffen / non-ground quality	7 - 8
Zahnbreite / tooth width	max. 500 mm
Wellenlänge / shaft length	max. 1000 mm



Schrägstirnrad / helical gear

Abb. 17.3



Abb. 17.4

Apart from a few exceptions, helical toothed spur gears are used as running gears. The magnitude of the helix angle depends on numerous factors, and the axial force component must be considered when designing the bearing arrangement. Unlike in straight-cut gears and depending on the design, several teeth may mesh at the same time, which increases the transferable torque. Modified flanks are possible, both in terms of the tooth width and its depth. In some cases this may depend on the tool machine used in the production process. Load flanks and thrust flanks can be designed with separate topographies.

Schrägstirnrad, verstellbar / helical gear, adjustable

## Stirnradvarianten

### spur gear variants



Abb. 18.1

Doppelschrägverzahnung / double helical gearing

*The teeth are arranged symmetrically in double helical gearing. The helix angle is often designed in a range of between 20 and 30°. The axial forces in the bearing are virtually neutralised by this tooth configuration. This type of gearing is mainly used in fast turbo gears. The flank lines converge at the apex point. By measuring directly on the grind-*

*ing machine, we can produce purposeful modifications and ensure highly precise determination of the apex point. A run-out for the tool must be taken into account for machining in all cases.*

Varianten machen die Vielfalt bunt.

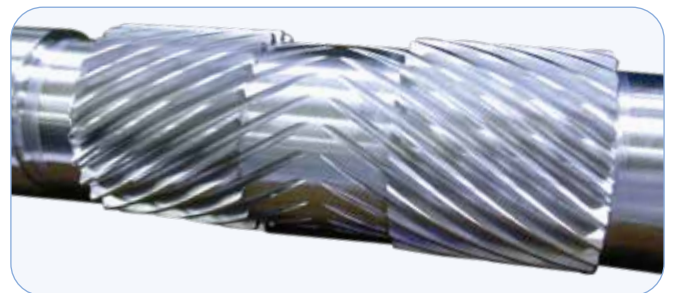
*Variants add spice and diversity.*

## Doppelschrägverzahnung

### double helical gearing

Bei der Doppelschrägverzahnung ist die Verzahnung symmetrisch angeordnet. Der Schrägungswinkel wird häufig in einem Bereich von 20° bis 30° ausgeführt. Durch die Zahnanordnung werden die Axialkräfte in der Lagerung nahezu neutralisiert. Diese Verzahnungsform wird vorwiegend in schnelllaufenden Turbogetrieben eingesetzt. Die Flankenlinien treffen sich

im so genannten Apex-Punkt. Durch Messungen direkt auf der Schleifmaschine können wir die Modifikationen zielgerecht fertigen und die Lage des APEX- Punktes sehr genau bestimmen. Für die Bearbeitung ist bei der Auslegung in jedem Fall ein Auslauf für das Werkzeug zu berücksichtigen.



Doppelschrägverzahnung / double helical gearing

Abb. 18.2

## Beveloidverzahnung

### beveloid gearing



Beveloidritzel / beveloid pinion

Abb. 18.3

Diese Stirnradvariante, häufig auch als Konusrad bezeichnet, dient zur Einstellung des Zahnspiels in Getrieben. Bei der Herstellung wird die Profilverschiebung kontinuierlich über die Zahnbreite verändert. Es lassen sich konstruktiv auch kleine Winkel in einem Bereich von ca. 12° zwischen der Eingangs- und Abtriebswelle realisieren.

*This spur gear variant, often referred to as a conical gear, is used to adjust the backlash in gears. During production, the profile shift is continuously changed over the tooth width. Even small angles in a range of approx. 12° between the input and output shafts can be realised.*





Bogenverzahnung / spiral gearing

Abb. 19.1

A slight arc (Fig. 19.2) is clearly noticeable in spiral gearing (Fig. 19.1 to 19.3), which extends from the root and across the entire width of the teeth. The term spiral gearing is used for this shape instead of crowning. Spiral gearing can be produced both as prefab or as a ground

variant. Spiral gearing is mainly used as a coupling component if axial, radial and angular displacements need to be compensated.

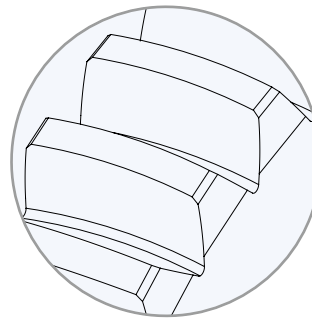
**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

## Bogenverzahnung spiral gearing

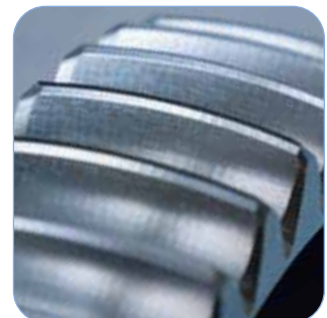
Bei einer Bogenverzahnung (Abb. 19.1 bis 19.3) kann man sehr deutlich am Fußgrund einen leichten Bogen (Abb. 19.2) über die gesamte Zahnbreite sehen. In diesem Fall spricht man nicht mehr von einer Breitenballigkeit, sondern von einer Bogenverzahnung. Die Bogenverzahnung kann

sowohl als Fertigverzahnung, als auch als geschliffene Variante hergestellt werden. Bogenverzahnungen werden vorwiegend als Kupplungsbestandteil eingesetzt, wo ein Ausgleich von Axial-, Radial- und Winkelverlagerungen stattfinden muss.



Bogen am Fußgrund / arc at the root

Abb. 19.2



Bogenverzahnung / spiral gearing

Abb. 19.3

## Pumpenzahnräder pump gearwheels

Für Zahnradpumpen im Motorsport und viele andere Anwendungsbereiche stellen wir Pumpenräder mit evolventischem Zahnprofil her. Diese Radkörper zeichnen sich neben einer besonderen Verzahnungsgeometrie zusätzlich

*We manufacture pump gearwheels with involute tooth profiles for gear pumps in motor sports and many other applications. Aside from a special gearing geometry, these wheel*

durch eingeeengte Toleranzen in der Zahnbreite und im Kopfkreisdurchmesser aus (siehe Abb. 17.4). Sprechen Sie uns darauf an, oder schicken Sie uns Ihre Fertigungszeichnung, gerne auch als Datei, zu.

*bodies are characterised by narrowed tolerances in the tooth width and tip circle diameter (refer to Fig. 17.4). Just get in touch or send us your production drawing, also as a file.*



Pumpenzahnräder/ pump gearwheels

Abb. 19.4

## Stirnradvarianten

*spur gear variants*



Schraubenräder / helical gears

Abb. 20.1

## Schraubenräder

*helical gears*

Schraubenräder sind eine Sonderform der Schrägstirnräder mit sich kreuzenden Achsen. Normalerweise beträgt der Achswinkel 90°. Da sich die Schraubenräder beim Wälzvorgang nur in einem Punkt berühren, kann nur ein relativ geringes Drehmoment übertragen werden. Schraubenräder fertigen wir häufig für Nebenantriebe in älteren Fahrzeugen.

*Helical gears are a special form of spiral bevel gears in which the axes cross. The axis angle is usually 90°. Only a relatively low torque can be transmitted, as the helical gears only touch at one point during the rolling process. We often produce helical gears as power take-offs for older vehicles.*

Varianten machen die Vielfalt bunt.

*Variants add spice and diversity.*

## Schalträder

*ratchets*



Abb. 20.2



Abb. 20.3

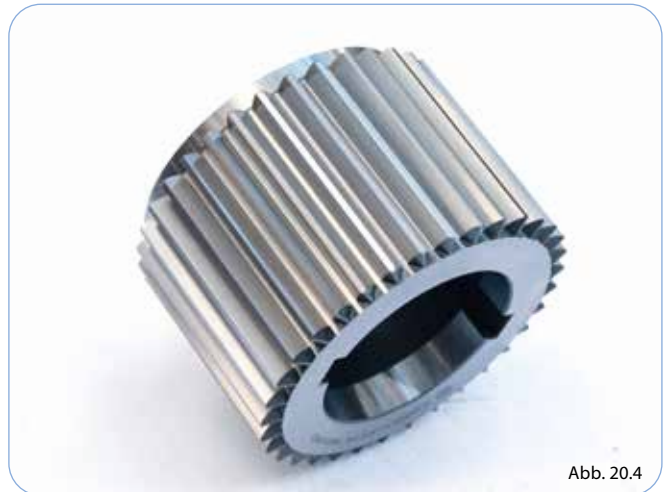


Abb. 20.4

Alle Stirnräder können mit einer Schaltkantenrundung versehen werden. Diese weitgehend ungenormten Profile fertigen wir nach Zeichnung oder Muster auf unseren Spezialmaschinen. Die Einsatzgebiete liegen hier im Bereich des Oldtimer-Rennsports, bis hin zu Anwendungen in hochwertigen Werkzeugmaschinen.

*All spur gears can be shaped with a switching edge rounding. We manufacture these largely non-standardised profiles on our special machinery based on drawings or samples. They are used in vintage car racing and even in applications used for high-quality tool machines.*



Abb. 20.5



Abb. 20.6

## einstellbare Stirnräder

### *adjustable spur gears*

In der Verpackungs- und der Druckindustrie werden zum Einstellen des Verdrehflankenspiels oder zur Vermeidung von Schwingungen häufig Radsätze mit einem einstellbaren Gegenrad versehen. Hierbei wird ein Radkörper vom Doppelstirnrad mittels Exzenter, Langloch, Feder oder einem ähnlichen Mechanismus gegenüber dem feststehenden Radkörper verdreht.

*Gear sets are often fitted with an adjustable mating gear to adjust the circumferential backlash or to prevent vibration in the packaging and printing industries. In this case, the dou-*

*ble spur gear uses an eccentric, elongated hole, spring or similar mechanism to rotate a gear body against another fixed gear body.*



Abb. 21.1

Doppelstirnrad / double spur gear

## Verbindungsvarianten

### connection variants

Für eine dauerhaft spielfreie Verbindung zwischen Welle und Stirnrad fertigen wir verschiedene Anschlusskomponenten. Diese reichen über einfache Schrumpfverbindungen bis hin zu Ölpressverbänden und Konusklemmrings.

*We manufacture various coupling components to ensure a permanently backlash-free connection between the shaft and the spur gear. They range from simple shrink-fit connections to oil press fits and conical clamping rings.*



Doppelstirnrad / double spur gear

Abb. 21.2



Abb. 21.3

Schrägstirnrad mit Konus-Klemmelement / helical gear with coned clamping element

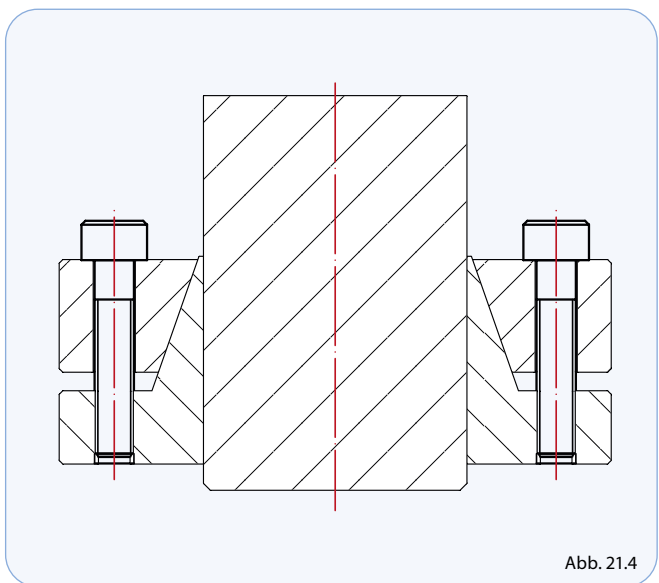


Abb. 21.4



## Schleifen von Stirnrädern

### grinding of spur gears



geschliffene Stirnräder / ground spur gears

Abb. 22.1

Durch die stetig steigende Leistungsdichte der Getriebe, im Zusammenhang mit der hiermit verbundenen Wärmebehandlung, ist der Anteil der geschliffenen Verzahnungen in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Um unseren Kunden einen möglichst großen Umfang bieten zu können, setzen wir neben dem Wälzschleif- auch das Profilschleifverfahren ein. Bei der Fertigung von Prototypen mit besonderen geometrischen Abhängigkeiten oder Terminalsituationen, die eine Beschaffung von Sonderwerkzeugen nicht zulassen, können wir die Profile vor der Wärmebehandlung durch Schleifprozesse aus dem vollen Material fertigen.

The proportion of ground gear tooth systems has risen considerably in recent years due to the steady rise in gear power density, along with the associated heat treatment. We use a profile grinding process in addition to generating grinding to offer our customers the widest possible range of products. For the production of prototypes with special geometric dependencies or to accommodate tight deadlines that do not permit the procurement of special tools, we can use grinding processes to manufacture profiles from solid materials prior to heat treatment.

Stirnrad flankengeschliffen spur gear flank ground	
Modul / module	0,8 - 15
Durchmesser / diameter	max. 800 mm
Schrägungswinkel / helix angle	0° - 90°
Qualität nach DIN / quality according to DIN	bis / to 4 DIN 3962/67
Wellenlänge / shaft length	max. 2000 mm

## Wälzschleifen

### hob grinding



Wälzschleifmaschine / gear grinding machine

Abb. 22.3

Das Wälzschleifen ist ein hochproduktives Verfahren. Der Schleifkörper ist in Form einer Schleifschnecke gestaltet und das abgerichtete Profil in der Scheibe ist geradflankig. Die Zahnflankenform entsteht durch einen kontinuierlichen Wälzvorgang. Innerhalb eines Modulbereiches können mit einer Schleifscheibe theoretisch fast alle Zähnezahlen nur durch Maschineneinstellungen erzeugt werden. Bei Profilmodifikationen ist in vielen Fällen ein besonderes diamant-besetztes Abrichtwerkzeug erforderlich. Für kleinere Serien kann dies durch einen zeilenförmigen Abrichtprozess mit einer Sonderrolle erfolgen.

Hob grinding is a highly productive method. The grinding wheel is designed in the form of a grinding worm and the dressed profile in the wheel shows straight flanks. A continuous rolling process produces the shape of the tooth flanks. Theoretically at least, almost any number of teeth can be produced by one grinding wheel in modular operation, merely by changing the machine settings. A special dressing tool with a diamond contact surface is often needed for profile modifications. When dealing with smaller series, this can be managed using a special roller in a linear dressing process.



Automatische Beladung einer Wälzschleifmaschine / automatic loading of a gear grinding machine

Abb. 22.2

Schleifschnecken der Reishauer / grinding worms in the Reishauer

Abb. 22.4



## Profilschleifen *profile grinding*

Beim Profilschleifen wird jede Zahnücke einzeln bearbeitet. Im Gegensatz zum Wälzschleifen handelt es sich um einen diskontinuierlichen Prozess. Da sich die Zahnform auch in Abhängigkeit von der Zähnezahl ändert, ist es erforderlich die Schleifscheibe für jede Verzahnung mit einer Diamantrolle neu abzurichten. Das hochpräzise CNC-gesteuerte Abrichten der Schleifscheibe ermöglicht hierbei, bezogen auf die Zahnhöhe, viele Profilmodifikationen. Bei einigen Korrekturen ist das zeitgleiche Bearbeiten beider

Flanken in einem Zweiflankenschliff nicht möglich, da diese über eine synchrone Kombination vieler Achsbewegungen erzeugt werden. In diesem Fall werden beide Flanken einer Zahnücke in einem Einflankenschliff separat geschliffen. Als Besonderheit bieten wir Ihnen die Bearbeitung von Werkstücken mit einer Länge von 2000 mm an. Hierbei ist das Schleifen der Verzahnung über den kompletten Bereich möglich. Die abrichtbaren Schleifkörper können einen Durchmesser bis zu 40 mm aufweisen. Gerne können Sie uns auch Ihre Profildaten im DXF-Format zur Verfügung stellen.



Profilschleifmaschine / profile grinding machine

Abb. 23.1

**Stellen Sie uns Ihre Profildaten im DXF-Format zur Verfügung.**

*Send us your profile data in DXF format.*

**Werkstücke bis zu einer Länge von 2000 mm.**

*Workpieces with a length of up to 2000 mm.*



horizontales Profilschleifen / horizontal profile grinding

Abb. 23.2

**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

*Each tooth space is machined individually in profile grinding. Unlike hob grinding, this is a discontinuous process. As the tooth shape also changes depending on the number of teeth, it is necessary to attach a diamond roller to the grinding wheel for each tooth variant. High-precision, CNC-controlled dressing of the grinding wheel permits numerous profile modifications in relation to the tooth depth. Simultaneous machining of both flanks in a dual-flank*

*grinding process is not possible for some corrections, as this method requires a synchronous combination of many individual axis movements. In this case, the two flanks in a tooth space are machined separately using a single-flank grinding process. Among our particular services is the ability to machine workpieces with a length of 2000 mm. We are able to grind the entire tooth surface. Compatible grinding wheels can have a diameter of up to 40 mm. Feel free to send us your profile data in DXF format.*





## Innenverzahnungen

*internal gearing*

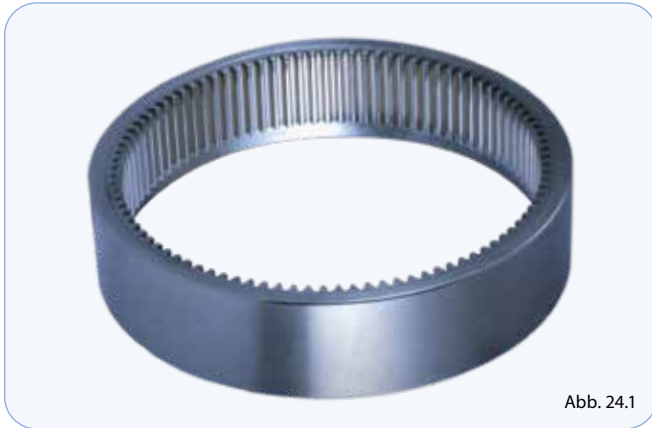


Abb. 24.1

Hohlrads / ring gear

Maximale Platzausnutzung bei erhöhter Festigkeit.

*Maximum space utilisation with improved strength.*

Stoßen <i>shaping</i>	
Modul / <i>module</i>	0,5 - 7
Durchmesser / <i>diameter</i>	max. 420 - 500 mm
Hubhöhe ohne Werkzeug / <i>hub height without tool</i>	max. 215 mm
Profil / <i>profiles</i>	DIN 3962/67, DIN
Qualität / <i>quality</i>	bis / <i>to</i> 8

Innenverzahnungen bieten wir als Laufverzahnungen und als Steckverzahnungen nach DIN 5480, DIN 5481 und DIN 5482 an. Zugewiesen auf Ihren Anwendungsfall stehen uns hierfür vom Räumen, Wälzstoßen bis hin zum Drahterodieren und dem Profilschleifen verschiedene Bearbeitungsverfahren zur Verfügung.

*We offer internal gearing as running gears and splines according to DIN 5480, DIN 5481 and DIN 5482. Depending on your requirements, we can draw on various machining processes, ranging from broaching and gear shaping to wire erosion and profile grinding.*

## Wälzstoßen

*gear shaping*



Stoßmaschine / *shaping machine*

Abb. 24.2

Besonders beim Stoßen von Innenverzahnungen sind die Werkzeuge nur sehr begrenzt universell einsetzbar. Aus diesem Grund bevorraten wir eine große Vielzahl von Werkzeugen und Aufnahmen und prüfen die Wälzkinematik vor jedem Fertigungsauftrag mit spezieller Software. Für die Fertigung von Profilen in hoch vergüteten Werkstoffen verwenden wir Werkzeuge aus speziell abgestimmten Materialien und Beschichtungen.

*The tools have only a limited capability for universal use, especially in the shaping of internal gearing. This is why we keep a large number of tools and mountings in stock and use special software to check the rolling kinematics prior to each production order. We use tools made of specially selected materials and particular coatings to produce high-grade profiles.*



Innenverzahnungen / *internal gearing*

Abb. 24.3



Abb. 24.4

Schrägstirnrads mit Zahnradprofil / *helical gear with toothed hub profile*

## individuelle Bauteile custom components

Bei exotischen und schwer zu zerspanenden Materialien fertigen wir Innenverzahnungen auf unseren Drahterodiermaschinen. Hierbei sind auch konische Profile und schrägverzahnte Ausführungen möglich. Verfahrensbedingt ist grundsätzlich eine durchgehende Bohrung notwendig.

*When dealing with unusual or demanding materials, we manufacture internal gearing made of unusual materials on our wire erosion machines. Conical profiles and helical-toothed designs are also possible. A continuous bore is always necessary for procedural reasons.*



Erodieren / eroding

Abb. 25.1

**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

### Erodieren

eroding

Durchmesser / diameter	500 mm
Zahnbreite / tooth width	400 mm
Qualität / quality	7

## Schleifen grinding

Für besondere Genauigkeitsansprüche schleifen wir Innenverzahnungen auf unserer Profilschleifmaschine mit einem Vorsatzkopf. Hierbei verwenden wir abrichtbare Schleifscheiben und können daher relativ kurzfristig auf besondere Wünsche reagieren. Eine integrierte Messeinrichtung an der Maschine stellt sicher, dass die Verzahnung prozesssicher eingemittet und zwischengeprüft wird. Durch die oft begrenzten Bauraumverhältnisse sind teilweise fertigungsbedingte Einschränkungen zu beachten. Dies gilt insbesondere für Schrägverzahnungen und Ausläufe. Gerne beraten wir Sie diesbezüglich bereits in der konstruktiven Phase.



Innenverzahnung mit Schleifscheibe / internal gearing with grinding

Abb. 25.2

### Schleifen von Innenverzahnungen

grinding of internal gearing

Modul / module	0,5 - 7
Durchmesser innen / inner diameter	min. 100 - 500 mm
Spanndurchmesser außen / outer clamping diameter	max. 800 mm
Zahnbreite / tooth width	160 mm
Profile / profiles	DIN 3962/67, DIN 5480/81/82
Qualität / quality	5

*We fit an attachment head to our profile grinding machine in order to accommodate special accuracy requirements when grinding internal gearing. In this process, we use dressable grinding wheels and are hence able to respond rather rapidly*

*to special requests. An integrated measuring device on the machine ensures that the gearing is centred accurately during production and is subject to in-process controls. It is necessary in some cases to accommodate manufacturing restrictions*

*due to the frequently limited space. This applies in particular to helical gears and run-outs. We would gladly advise you in this regard during the engineering phase.*

## Keilwellen- und Zahnwellenverbindungen splined and toothed shaft couplings



Abb. 26.1

Keilwellenverbindung / splined shaft coupling

Ein Präzisions-Zahnrad funktioniert nur in Kombination mit einer Welle- Nabenverbindung, die dieser Genauigkeitsanforderung entspricht. Häufig wird dieser Gesichtspunkt in der Praxis vernachlässigt. Wir stimmen die Produktionsschritte für Sie präzise aufeinander ab, so dass die Komponenten exakt auf Ihren Anwendungsfall zugeschnitten sind. Reduziertes Spiel, erhöhte Rundlaufgenauigkeit, ein leichter Schiebesitz oder besondere Bezüge zu aufgepassten Bauteilen sind für uns das Tagesgeschäft.

*A precision gearwheel only works in combination with a shaft-hub connection that satisfies this accuracy requirement. But this aspect is often neglected in reality. We ensure precise coordination of the production steps on your behalf to ensure that the components are tailored exactly to your requirements. Reduced play, increased concentricity, an easy sliding fit or special covers for fitted components are our bread and butter.*

## Keilwellen und Keilnaben splined shafts and toothed hubs



Abb. 26.3

*We manufacture all standard splined shaft and splined hub couplings. Departing from the standard values, many of our customers define restricted tolerance ranges, as the workpieces are heat treated and*

Wir fertigen alle gängigen Keilwellen – und Keilnabenverbindungen. Viele unserer Kunden legen entgegen der Normwerte eingeschränkte Toleranzbereiche fest, da die Werkstücke wärmebehandelt werden und das Fügspiel undefiniert ist. In diesem Fall können die Wellen und Naben auch in geschliffener Ausführung geliefert werden. Bei sehr hohen Anforderungen wird die Baugruppe gemäß Ihrem Anforderungsprofil satzweise gepaart und gekennzeichnet.

*the joint play is undefined. The shafts and hubs can be delivered with grinding in this case. If the requirements are particularly strict, the assembly is paired in sets according to your specifications and then labelled.*

Auf Wunsch auch gehärtet!

*And hardened on request, too!*



Abb. 26.2

Keilwelle / splined shaft

### Keilwellen

splined shafts

nach / according to	DIN ISO14
	DIN 5461
	DIN 5462
	DIN 5463
	DIN 5464
	DIN 5471
	DIN 5472

### Zahnwellen

toothed shafts

nach / according to	DIN 5480
	DIN 5482

### Kerbverzahnung für Zahnwellen und Zahnnaben

splines for toothed shafts and hubs

nach / according to	DIN 5481
---------------------	----------

### Keilwellenprofil

splined shaft profiles

Schleiflängen bis / grinding lengths up to	2000 mm
--	---------

### Keilnabenprofil

splined hub profiles

Schleiflängen bis / grinding lengths up to	300 mm
--	--------

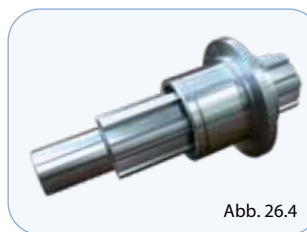


Abb. 26.4

Keilwellenverbindung / splined shaft coupling

## Zahnwellen und Zahnnaben toothed shafts and hubs

Eine Besonderheit ist das Schleifen bis zu einer nutzbaren Verzahnungslänge von 2000 mm. Durch den Einsatz von sehr kleinen Schleifkörpern (ca. Ø 40 mm) sind kurze Ausläufe an Störkonturen möglich.

*Grinding up to a usable toothing length of 2000 mm is one of our particular capabilities. The use of very small grinding wheels (approx. Ø 40 mm) allows short run-outs on interfering contours.*

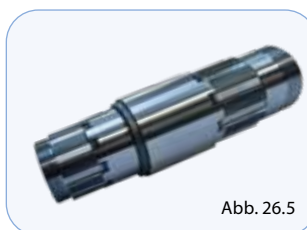


Abb. 26.5

Keilwelle / splined shaft



## Sonderprofile *special profiles*

Neben evolventischen Profilen schleifen wir auch Rändelprofile für Transportwalzen, bis hin zu hydraulischen Antriebskomponenten. Durch eine Eingabe von Daten im DXF-Format, können wir spezielle Profilformen fertigen. Gerne können Sie uns diese zur Verfügung stellen oder wir legen die Daten für Sie aus.

Auf Wunsch auch  
gehärtet!

*And hardened on  
request, too!*

*Besides involute profiles, we also grind knurled profiles for transport rollers and even hydraulic drive components. We are able to manufacture special profile shapes by entering data in DXF format. You can either make this data available to us, or we will prepare it on your behalf.*



Abb. 27.1

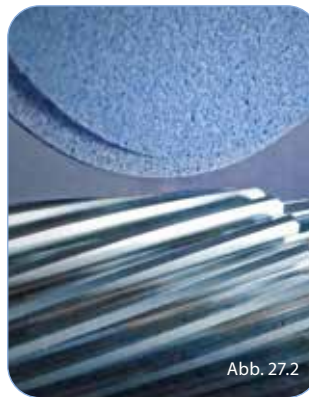


Abb. 27.2

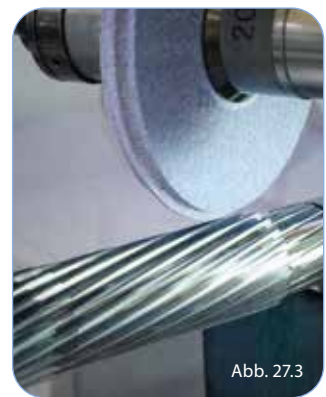


Abb. 27.3

## Schleifen *grinding*



Abb. 27.4

Die Bearbeitung der Werkstücke führen wir auf High-End-Schleifmaschinen renommierter Hersteller durch. Die effektiv nutzbare Profillänge beträgt bis zu 2000 mm. Es kann wahlweise mit abrichtbaren Schleifscheiben oder

mit CBN gearbeitet werden. Die Messung langer Verzahnungen über 800 mm erfolgt innerhalb der Maschine. Die eigenständige Messeinheit ist außerhalb des Bearbeitungsraums angeordnet.



Abb. 27.5

*We process workpieces on high-end grinding machines by prestigious manufacturers. The effectively usable profile length is up to 2000 mm. We can work either with dressable grinding wheels or with CBN. Measurement of teeth with a length of more than 800 mm takes place inside the machine. The independent measuring unit is located outside the machining zone.*

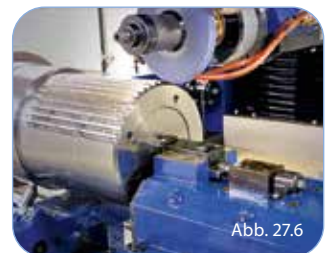


Abb. 27.6

## Schnecken und Schneckenräder worms and worm gears



Abb. 28.1

Schneckenradsatz / worm gear set

Die Schneckengetriebe kommen vorwiegend bei großen Übersetzungen, niedrigen Drehzahlen und hohen Drehmomenten zum Einsatz. Der Gleitanteil ist bei dieser Verzahnungsform sehr hoch.

*Worm gears are mainly used for high transmission ratios, low speeds and high torques. The sliding motion is very high in this type of gearing.*

Hohe Übersetzung bei kleinstem Bauraum.

*High transmission in very compact spaces.*



Abb. 28.2

Schneckenschleifen / worm grinding

Schon bei der Auslegung sind spezielle Eigenschaften wie z. B. der Wirkungsgrad oder eine eventuelle Selbsthemmung zu berücksichtigen um die Vorteile dieser Verzahnungsform nutzen zu können. Die Materialien von Schnecke und Schneckenrad

müssen sauber aufeinander abgestimmt werden. Neben den Schneckenradsätzen für unsere Getriebepalette fertigen wir auch Werkstücke nach Kundenspezifikation. Gerne legen wir auch die Konstruktionsparameter für Sie aus.

*Specific properties such as effectiveness or any self-inhibition must be taken into account during design in order to enjoy the benefits of this type of gearing. The materials used in the worm and the worm gear must be coordinated carefully. In addition to the worm gears in our gear range, we also manufacture workpieces to suit customer specifications. We would gladly design the engineering parameters on your behalf.*

gefräst milled	
Profil / profile	ZK
Modul / module	1 - 7
Achsabstand / centre distance	40 - 230 mm
Durchmesser ca.	max. 120 mm
Wellenlänge / shaft length	max. 420 mm

geschliffen ground	
Profil / profile	auf Anfrage
Modul / module	1 - 7
Achsabstand / centre distance	40 - 230 mm
Durchmesser ca.	max. 120 mm
Wellenlänge / shaft length	max. 420 mm



Abb. 28.3

Schnecke / worm



## Zahnstangen gear racks

Von rotierend zu linear.

*From rotating to linear.*



Abb. 29.1

Zahnstange / gear racks

Eine Zahnstange ist ein wichtiges Maschinenelement, wenn rotierende in lineare Bewegungen umgewandelt werden und umgekehrt. Zahnstangen sind grundlegend Stirnräder mit Evolventenverzahnungen, die aber einen unendlich großen Grundkreis haben. Deshalb wird aus der Evolvente bei Zahnstangen ein trapezförmiges Profil. Dieses Profil wird auch als Bezugsprofil für Stirnräder genutzt. Wir fertigen Zahnstangen in gefräster und flankengeschliffener Ausführung ganz nach Ihren Wünschen.

*A gear rack is an important machine element when rotary movements are translated into linear movements (and vice versa). Racks are basically spur gears with involute toothing, but possess an infinitely large base circle. This is why the involute in*

*gear racks becomes a trapezoid profile. The profile is also used as a reference for spur gears. We produce gear racks in milled and flank-ground versions, based on your wishes.*



Abb. 29.2

Lenkungsgetriebe mit Zahnstange, formula student / steering gear with gear rack, formula student



## individuelle Bauteile und Verzahnungen

*custom components and gearing*

Den Satz "Wir fertigen nach Ihren Wünschen" nehmen wir sehr wörtlich. So sind über die Jahre viele individuelle Bauteile und Verzahnungen entstanden, die faszinierende Formen und Konstruktionen aufweisen.

*We apply a very literal translation to the statement "We manufacture according to your wishes". Over the years, we have developed many individual components and toothing systems with fascinating forms and designs.*

Wir fertigen nach Ihren Wünschen.

*We manufacture according to your wishes.*

## Elipsen-Räder

*elliptical gears*



Abb. 30.1

Elipsen-Räder mit exzentrischer Bohrung / *elliptical gears with eccentric bores*

## Schleifen geometrischer Formen

*grinding of geometric shapes*

Mit unseren hoch präzisen Schleifmaschinen können wir neben dem Schleifen von Passsitzen und Bohrungen auch Polygonprofile, sowie diverse andere, individuelle Formen (siehe Abb. 30.2 und 30.3) fertigen.

*In addition to the grinding fits and bores, our high-precision machinery allows us to produce polygonal profiles as well as various other individual shapes (refer to Fig. 30.2 and 30.3).*

## exzentrische Bohrungen

*eccentric bores*

Die in Abb. 30.1 dargestellten Ellipsen- oder Unrundräder haben neben ihrer unrunder Verzahnung auf einem elliptischen Teilkreisdurchmesser, zusätzlich eine exzentrisch liegende Bohrung. Lässt man die beiden Räder gegeneinander abrollen, ist dies ein ungewöhnter, amüsanter Anblick. Hier läuft es ausnahmsweise einmal "unrund".

*In addition to their non-circular toothing on an elliptical pitch circle diameter, the elliptical or non-circular gears shown in Fig. 30.1 have an eccentrically positioned bore. Watching the two gearwheels roll against each other is an unusual and amusing sight. It is one of the exceptional cases when things do not run 'smoothly'.*



Abb. 30.2

Schleifen geometrischer Formen und Polygonaußenschleifen / *grinding of geometric shapes and outer polygon grinding*

## Polygon-schleifen

*polygonal grinding*



Abb. 30.3

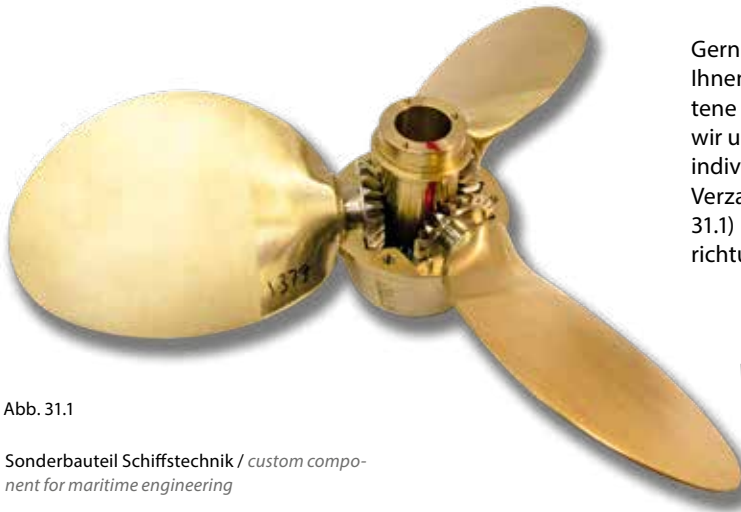


Abb. 31.1

Sonderbauteil Schiffstechnik / custom component for maritime engineering

Gerne erarbeiten wir mit Ihnen, die auf Sie zugeschnittene Lösung. Dabei lassen wir uns beim Handling von individuellen Bauteilen und Verzahnungen (siehe Abb. 31.1) immer wieder neue Vorrichtungsvarianten einfallen.

**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

*We would be delighted to collaborate on developing your custom solution. You can rely on us coming up with a steady stream of new variants when handling individual components and tothing systems (refer to Fig. 31.1).*

Auch schrägverzahnte Zahnnabenverbindungen (Abb. 31.3) oder Zyklopalloid-Verzahnungssegmente aus Edelstahl (Abb. 31.2), mit sehr hohen Übersetzungen, sind für uns kein Problem. Sprechen Sie uns an, wir finden auch für Ihre Anwendung die passende Lösung.

*Even helical toothed hub connections (Fig. 31.3) or stainless steel segments with cyclo-paloid gearing (Fig. 31.2) and very high transmission ratios are no problem for us. Just contact us. We will find the right solution for your application.*

## Zahnnabenverbindungen schrägverzahnt toothed hub coupling with helical gearing



Zahnnabe / toothed hub



Zahnwelle / toothed shaft

schrägverzahnte Zahnnabenverbindung / helical toothed hub coupling

Abb. 31.3

## Zyklo-Palloid- Verzahnungssegmente cyclo-paloid gearing segments



Zyklopalloid-Verzahnungssegment / cyclo-paloid gearing segment

Abb. 31.2



Abb. 31.4

Unsere kleinsten Verzahnungen sind kaum größer, als eine Bleistiftspitze.

*Our smallest gearing teeth are barely bigger than a pencil tip.*



Stirnräder mit exzentrischer Bohrung / spur gears with eccentric bores

Abb. 31.5



## Härten von Metallen

hardening of metals



Härten von Stahl durch Wärmebehandlung hat in der Industrie eine hohe Bedeutung, da Maschinen immer kleiner und leichter werden und immer größere Kräfte aufnehmen müssen. Seit vielen Jahren arbeiten wir mit unseren eigenen Lohnhärtereien HärtereiTANDLER, in Bremen und Kutz & Schulze HärtereiTandler und Zahnradtechnik, in Hamburg, zusammen. Das macht uns schnell und flexibel und wir können unseren Kunden, abgestimmt über alle Fertigungsstufen, ein perfekt entwickeltes Produkt anbieten. Kompetenz, Qualität und Teilnahme an Forschungsvorhaben haben zu einem stetigen Wachstum und Ausbau der angebotenen Behandlungsarten geführt. Heute decken beide Härtereien nahezu die gesamte Palette an Wärmebehandlungsarten ab. Besonderer Wert wird auf die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement gelegt. Eine Zulassung zur Wärmebehandlung flugtechnischer Bauteile, durch und für die Luftfahrtindustrie, runden das umfassende Leistungsspektrum ab.

*Hardening of steel by heat treatment is of great importance in industry, as machines are becoming smaller and lighter and must withstand ever greater forces. For many years, we have been working with our own contract hardening shops: HärtereiTANDLER in Bremen and Kutz & Schulze HärtereiTandler and Zahnradtechnik in Hamburg. This makes us fast and flexible, and we can provide our customers with a perfectly developed product, coordinated across all stages of production. Competence, quality, and participation in research projects have led to a steady growth and expansion of the types of treatment offered. Today, both hardening shops cover almost the entire range of heat treatment types. Special emphasis is placed on quality assurance and quality management. An approval for the heat treatment of aeronautical components, by and for the aviation industry, rounds out the comprehensive range of services.*



Abb. 32.1

Induktionshärten / induction hardening

Wenn's auf die Härte ankommt!  
When hardness matters!



Abb. 32.2

Vergüten, glühende Charge / tempering, red-hot batch



Abb. 32.3

Schachtofenanlage / shaft furnace system

### Härteverfahren hardening methods

Einsatzhärten /  
case hardening

Vergüten /  
quenching and tempering

Gasnitrieren, Gasnitro-  
carburieren / gas nitriding,  
gas nitrocarburizing

Tan-Ox® / Tan-Ox®

Tenifer®/Tenifer®Q/QP/QPQ

Tenifer® 30 NO /  
Tenifer® 30 NO

Vakuumhärten /  
vakuum hardening

Induktionshärten /  
induction hardening

Spannungsarmglühen /  
stress relief heat treatment

Salzbad-Abschrecken /  
salt bath quenching

Strahlverfahren /  
blasting process

### Materialprüfung material testing

Materialbestimmung von  
Eisenwerkstoffen /  
material determination of  
ferrous materials

Härteprüfung /  
hardness testing



Vakuumhärten / vakuum hardening

Abb. 32.4



Salzbad-Abschrecken / salt bath quenching

Abb. 32.5

Da jedes Bauteil unterschiedliche Beanspruchungen erfährt, muss das Härteverfahren genau darauf abgestimmt sein. So erhalten Bauteile beim Gasnitrieren eine besondere Oberflächenhärte und Verschleißfestigkeit, wobei das Einsatzhärten eine hohe Randschichthärte bei Stahlbauteilen und Werkstücken erzeugt.

*The hardening process needs to be adjusted precisely, as each component is exposed to different stresses.*

*Gas nitriding gives components a special surface hardness and wear resistance, while case hardening produces a high surface hardness for steel components and workpieces.*



Einsatzhärten mit 1400 mm x 2000 mm (Durchmesser x Länge) / case hardening with 1400 mm x 2000 mm (diameter x length)

Abb. 33.1



Abb. 33.2

Materialbestimmung /  
material determination



Abb. 33.3

Überprüfung im Labor /  
laboratory examination

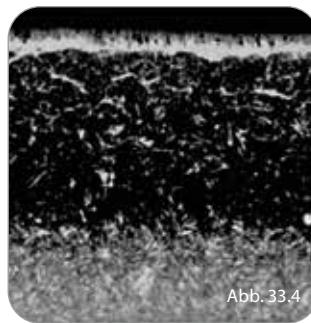


Abb. 33.4

Schliffbild / grinding pattern

Mit dem Tan-Ox® Wärmebehandlungsverfahren der Härterei TANDLER, wird eine deutlich erhöhte Korrosionsbeständigkeit der Werkstücke und eine erhöhte Festigkeit der Oberfläche erreicht. Es handelt sich um eine definierte Kombination aus verschiedenen, thermochemischen Prozessschritten mit anschließender Oxidation der Bauteile.

Durch Vakuumhärten erzielen hochlegierte Stähle ein Höchstmaß an Härte und Festigkeit bei geringem Verzug. Da im Vakuum keine Oxidation stattfindet, bleiben die Werkstücke metallisch blank und sauber.



Abb. 33.5

Gasnitrieren /  
gas nitro-  
carburizing



Abb. 33.6

Einsatzhärten /  
cas hardening



Abb. 33.7

Strahlverfahren /  
blasting process



Abb. 33.8

Tenifer® QPQ /  
Tenifer® QPQ



Abb. 33.9

Induktionshärten  
induction  
hardening



Abb. 33.10

Tenifer® 30 NO /  
Tenifer® 30 NO



Abb. 33.11

Auftragen einer Schutzmaske zum partiellen Härten / application of a protective layer for partial hardening



Abb. 33.12

*The Tan-Ox® heat treatment process used at the TANDLER hardening shop enables a significant increase in the corrosion resistance of workpieces and an improved surface strength. This method is a defined combination of various thermochemical process steps, followed by component oxidation.*

*High-alloy steels achieve maximum hardness and strength with low warpage by means of vacuum hardening. The workpieces remain metallic and clean, as oxidation does not occur in a vacuum.*

*Alle weiteren Wärmebehandlungsverfahren und Informationen, siehe*

*For all other heat treatment methods and information, visit*

[www.haertereitandler.de](http://www.haertereitandler.de)  
[www.kutz-und-schulze.de](http://www.kutz-und-schulze.de)



## Qualitätssicherung quality assurance

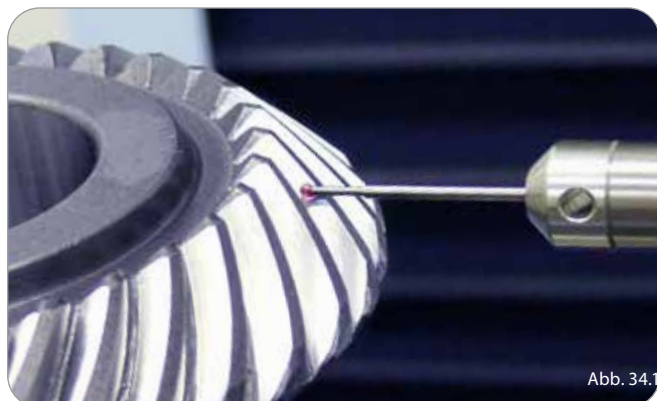


Abb. 34.1

Die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit unserer Bauteile, verbunden mit einer hohen Flexibilität bei der Erfüllung individueller Anforderungen gehören zu unseren Qualitätsleitsätzen. Für uns bedeutet das Wort Qualität nicht nur den Kunden wunschgemäß zu beliefern, sondern auch einen gut funktionierenden After-Sales-Service anzubieten. Hieraus entstehen über Jahre gewachsene Partnerschaften zu unseren Kunden und Lieferanten. Unser Qualitätsmanagement definiert die Qualität in Planung, Steuerung und Prüfung, die wir leben, sich unsere Kunden wünschen und die auch Standards der ISO 9001

erfüllen. Neben dieser Norm haben uns viele Kunden durch ihr eigenes Auditverfahren begutachtet, um die Produktion ihrer Bauteile bei uns frei zu geben. Nur eine stetige Förderung und Weiterbildung unserer Mitarbeiter wird diesem hohen Anspruch gerecht. Eine konsequente Erläuterung und Vermeidung einmal aufgetretener Fehler und die Umsetzung von Fehlervermeidungsstrategien machen uns dabei immer erfolgreicher. Zur Sicherung unserer Qualitätsansprüche ist ein regelmäßiges Kalibrieren unserer Mess- und Prüfeinrichtungen und Warten des Maschinenparks obligatorisch.

### Wir leben Qualität!

*We live for quality!*

*The reliability and durability of our parts, combined with a high degree of flexibility in meeting individual requirements, are part of our guiding principles of quality. For us, the word "Quality" means not only giving customers what they want, but also providing well-functioning after-sales service. This results in partnerships with our customers and suppliers that have grown over the years. Our quality management defines the quality in planning, control, and testing that we live by, is what our customers want, and also meets ISO 9001 standards. In addition to this standard, many customers have used their own audit procedure to assess us and approve the production of their components at our company. This high standard can only be met by the continuous support and training of our employees. Once they have occurred, the consistent clarification and avoidance of errors and implementation of error avoidance strategies make us ever more successful.*

### Unsere Prüfverfahren our testing methods

Spektralanalyse  
spectral analysis

Härteprüfung  
hardness testing

Metallographie  
metallography

Rautiefenbestimmung  
surface finish testing

Koordinatenmessgeräte (KMG)  
coordinate measuring machines (CMMs)

Faro-Arm  
Faro Arm

Präzisionsmesszentren  
precision measuring centers

Einflankenwälzprüfung  
single flank rolling testing

Wuchten vertikaler Bauteile  
vertical component balancing

Magnetpulver-Rissprüfung  
magnetic particle crack testing

Barkhausenrauschen-Analyse (BNA)  
Barkhausen Noise Analysis (BNA)

Signieren  
signing

## Unsere Prüfverfahren our testing methods

### Spektralanalyse (OES) spectral analysis



Abb. 34.2

Zur Bestimmung der Materialzusammensetzung, z. B. bei Musterteilen, nutzen wir die Spektralanalyse. So können wir schnell und sicher die chemischen Zusammensetzungen der Metalle bestimmen und erstellen auf Wunsch einen entsprechenden Prüfbericht.

*Spectral analysis is used to determine the material composition, for instance of sample parts. This means we can identify the chemical composition of metals quickly and reliably and prepare a corresponding test report on request.*

### Härteprüfung nach Vickers hardness testing according to Vickers



Abb. 34.3

Die Härteprüfung ist eines der wichtigsten Elemente der Qualitätssicherung. Mit ihr können Materialeigenschaften, wie Festigkeit, Zähigkeit und Verschleißfestigkeit beurteilt werden. Wir können sowohl in Brinell, in Rockwell und Vickers die Härte prüfen.

*Hardness testing is among the most important steps in quality assurance. It enables an assessment of material properties such as strength, toughness and wear resistance. We can test hardness according to the Brinell, Rockwell and Vickers scales.*



**Rauhtiefenbestimmung**  
surface finish testing



Abb. 35.1

Die industrielle Fertigungsmesstechnik verlangt nach schneller, einfacher und dennoch hochpräziser Vermessung von Werkstücken. Ein wesentlicher Punkt ist dabei die Oberflächenrauheit von geschliffenen Oberflächen. Zur Bestimmung von Anlageflächen und Passsitzen nutzen wir unser mobiles Oberflächenrauheitsmessgerät von Mitutoyo. Bei Verzahnungen haben wir die Möglichkeit auf unseren Präzisionsmesszentren zurück zu greifen. Mithilfe dieser Verzahnungsmessmaschinen kann im Fertigungsprozess die Rauheit der Verzahnung gemessen werden.

Industrial production measuring technology demands the fast, simple and nevertheless highly accurate measurement of workpieces. The roughness of ground surfaces is a crucial aspect in this process. We use our Mitutoyo mobile surface roughness measuring device to determine contact surfaces and fits. Our precision measuring centres are also available for gears. These gear measuring machines can determine tooth roughness during the manufacturing process.



Beispiel eines Zahnflanken-Messprotokolls.

Example of a tooth flank measuring log.

Precision measuring centres, continued:

Our measuring centres are used to compare gear geometry against the calculated target data. We are able to accommodate an outer diameter of up to 1000 mm in this process. In a target/actual comparison, we check the current status, e.g. the topography, concentricity, geometry and quality against the target data. This enables us to make quick corrections during production operations. We are able to assess your sample parts or existing but unknown gearing configurations to create a gearwheel sample for the production of a new part. This only works if the gearing is present. We are happy to prepare a tooth flank log (Fig. 35.5) for your components. Please understand that this service is subject to a charge.

**Koordinatenmessgeräte (KMG)**  
coordinate measuring machines (CMMs)

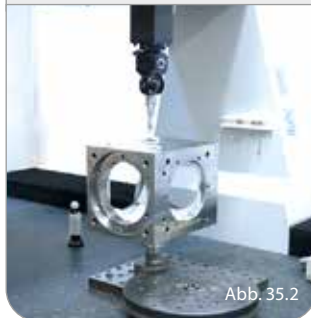


Abb. 35.2

Unsere für Serien und zur Endkontrolle geeignete hoch genaue und stetig kalibrierte 3D-Koordinatenmessmaschine Wenzel LH65 kann unterschiedlichste Bauteile in den Achsgrößen  $x = 650$  mm,  $y = 1000$  mm,  $z = 500$  mm messen. Im klimatisierten Messraum kann die Maschine im 1/1000 Bereich angewendet werden.

Suitable for series runs and final inspections, our highly accurate and continuously calibrated 3D coordinate measuring machine Wenzel LH65 can measure a wide variety of components in the axis sizes  $x = 650$  mm,  $y = 1000$  mm,  $z = 500$  mm. The machine can be operated in the 1/1000 range in our climate-controlled measuring room.

**Faro-Arm**  
Faro Arm



Abb. 35.3

Die Arm-basierte mobile Mess-Lösung Faro PowerGage bietet die Möglichkeit, Koordinatenpunkte im Raum zu erfassen, zum Beispiel für theoretische Maße, wie Winkelmaße an Kegelrädern und vielen weiteren, diversen Bauteilen. Der Faro-Arm ist durch seine einfache Handhabung und schnellen Bedienbarkeit optimal zur Kontrolle des laufenden Fertigungsprozesses zu verwenden.

The arm-based mobile measuring solution Faro PowerGage allows us to capture coordinate points in a spatial relationship, for example for theoretical dimensions such as the angular dimensions of bevel gears and many other components. Thanks to its simple handling and fast operability, the Faro arm is ideal for conducting in-process controls during production.

**Präzisionsmesszentren**  
precision measuring centers



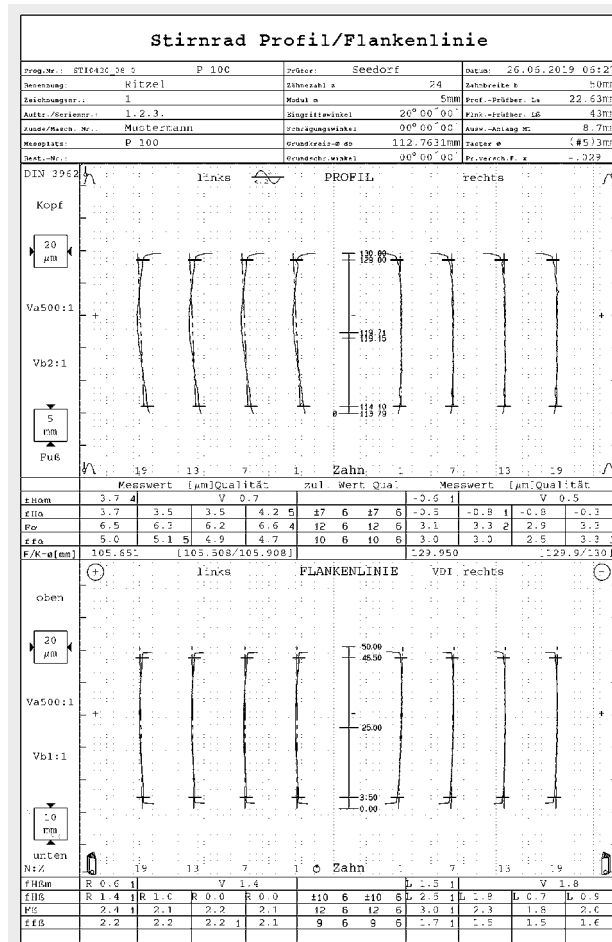
Abb. 35.4

Durch die hohen Genauigkeitsanforderungen, und ständig steigender Komplexität unserer Bauteile, sind die besten verfügbaren Messtechniken und ein optimiertes Maschinen- und Softwarekonzept unbedingt notwendig. Unsere Klingelnberg Präzisionsmesszentren der P-Serie decken heute einen Großteil der Messungen ab und sind auch Bestandteile unseres Closed-Loop Fertigungsverfahrens (siehe Seite 10). Diese Messzentren können bis zu sechs verschiedene konventionelle Messgeräte ersetzen, die vollautomatisch und oft in nur einer Aufspannung durchgeführt werden. Unter anderem übernehmen die Maschinen Messungen, wie z. B. allgemeine Koordinatenmessung, Form- und Lagemessung, Rauheitsmessung und Konturmessung. Mit unseren Messzentren wird die Verzahnungsgeometrie gegen die errechneten Soll-Daten gemessen. Dabei können wir einen Außendurchmesser von bis zu  $\varnothing 1.000$  mm abdecken. Bei einem Soll-/Ist-Abgleich überprüfen wir den Ist-Zustand, z. B. der Topographie, des Rundlaufs, der Geometrie und der Qualität zu den Soll-Daten. So können wir während des laufenden Fertigungsprozesses schnelle Korrekturen vornehmen. Bei uns besteht auch die Möglichkeit Ihre Muster- oder vorhandene, unbekannte Verzahnungen zu ermitteln, sodass wir anhand eines Musterzahnrad ein neues Bauteil herstellen können. Hierbei muss die Verzahnung aber noch vorhanden sein. Gerne erstellen wir Ihnen auch ein kostenpflichtiges Zahnflankenmessprotokoll (Abb. 35.5) für Ihre Bauteile.

The best available measuring techniques and an optimised machine and software strategy are vital to accommodate the strict accuracy requirements and the constantly evolving complexity of our components. Our Klingelnberg precision measuring centres from the P-series can currently handle a significant proportion of our measurements and are integral elements in our closed-loop manufacturing process (refer to page 10). These measuring centres can replace up to six different, conventional measuring devices, work automatically and often without the need for retooling. Among other things, these machines perform tasks such as general coordinate measurements, shape and positional measurements, roughness measurements and contour measurements.

Continued in the left-hand column:

Abb. 35.5



## Unsere Prüfverfahren

### our testing methods

Einflankenwälzprüfung  
single flank rolling testing



Abb. 36.1

Das Wälzverhalten eines Kegelradsatzes sagt viel über die Qualität der Verzahnung aus. Die konventionelle Einflankenwälzprüfung, die nach DIN 3960 bei niedrigen Drehzahlen und geringer Last durchgeführt wird, eignet sich sehr gut zur Beurteilung der Fertigungsqualität. Die Prüfung findet unter vorgegebenem Einbaumaß, Zahnspiel und Achswinkel nach den Normen DIN 3965, ISO 1328 und AGMA 17485 statt. Der Prüfaufbau erfolgt nach den gleichen Vorgaben, wie auch später im Einbauzustand, und sorgt somit für eine sorgenfreiere Verwendung. Auf Wunsch erstellen wir Ihnen gerne ein kostenpflichtiges Protokoll der Einflankenwälzprüfung auf dem Sie alle Daten ihres Radsatzes erkennen können.

The rolling behaviour of a bevel gear set says a lot about the quality of the gearing. Conventional single flank rolling testing, which is performed at low speed and load according to DIN 3960, is an excellent method of assessing the production quality. The test is carried out with specified installation dimensions, tooth clearance and axis angle according to the standards DIN 3965, ISO 1328 and AGMA 17485. The test assembly is created based on the same specifications that are used for the mounted part and hence ensures trouble-free operation. Subject to a charge, we would also be delighted to prepare a log of the single flank rolling test containing all the data relating to your gear set.

Tragbild  
contact pattern



Abb. 36.2

Für eine optimale Kraftübertragung der Zahnflanken werden alle unsere Zahnradpaarungen anhand des Tragbildes überprüft und eingestellt.

All of our gear pairs are checked and adjusted based on the contact pattern to ensure ideal power transmission from the tooth flanks.

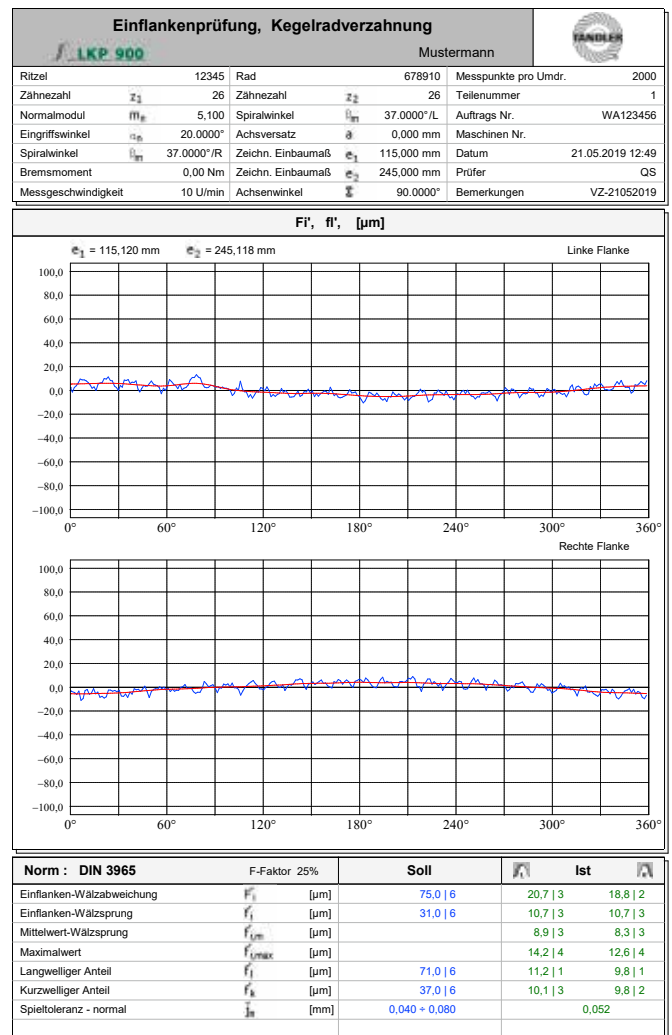


Abb. 36.3

Klingenberg-Präzisionsmesszentren im Hause TANDLER / Klingenberg precision measuring centres at TANDLER

Wuchten vertikaler Bauteile  
vertical component  
balancing



Abb. 37.1

Als Wuchten bezeichnen wir das Verringern einer Unwucht in unseren Zahnradern. Da fast alle rotierenden Körper eine Unwucht haben, die zu Vibrationen, Geräuschen oder erhöhtem Verschleiß führen kann, ist ein Ausgleich der hoch beanspruchten Bauteile durch individuelle Massenverteilung notwendig. Um zusätzlich noch geringe Lieferzeiten zu ermöglichen, haben wir eine Schenck TypVE3/cab920 in unserem Haus. Hiermit können wir Werkstücke im statischen, sowie im dynamischen Bereich, in einem Durchmesser von Ø 600 mm und einer Aufbauhöhe von 320 mm wuchten.

*We use the term 'balancing' to describe imbalance reduction in our gears. Given that imbalance affects virtually all rotating bodies and can cause vibration, noise or elevated wear, customised mass distribution is necessary in order to restore equilibrium to highly stressed parts. We run a Schenck typeVE3/cab920 at our company to keep delivery times short as well. This device enables us to balance workpieces with a diameter of Ø 600 mm and a mounted height of 320 mm in both a static and dynamic range.*

Die Anwendung der Verfahren erfolgt in enger Absprache mit dem Kunden. Zusätzlich zu unseren intern festgelegten Prüfkriterien können auch Erstmusterprüfberichte, eine Chargenrückverfolgbarkeit und Stichprobenumfänge definiert werden. Die Dokumentation der Masse durch Protokolle von unseren Präzisionsmesszentren, Tragbildfotos, Einflanken-Wälzdiagramme oder Werkzeugeigenschaften gehört zu unserem Tagesgeschäft. Um unseren hohen Qualitätsstandart zu gewährleisten, werden die Mitarbeiter auf diese Prüfverfahren geschult und zertifiziert. Prüfungen werden nach EN 10204 3.1 dokumentiert. Wir leben Qualität, dies belegen wir nicht nur durch die DIN ISO 9001. Zahlreiche große und namhafte Unternehmen aus allen Branchen gehören zu unseren Kunden und haben unsere Abläufe in Form von Auditberichten bestätigt.

Magnetpulver-Rissprüfung  
magnetic particle crack  
testing



Abb. 37.2

Ein weiteres wichtiges Werkzeug der Qualitätssicherung ist die Magnetpulverprüfung. Bei diesem Verfahren der zerstörungsfreien Oberflächenrissprüfung werden die Fehler in Form von Rissen nahe und an Oberflächen von ferromagnetischen Werkstoffen erkannt. Dabei kommen die Gesetze des Magnetismus zum Einsatz. Die Fehler im vormagnetisierten Werkstoff erzeugen geringe Streufelder an der Oberfläche, an diesen Streufeldern sammelt sich das Magnetpulver. Für eine bessere Auswertung der Risse hat unser Prüfmittel fluoreszierende Eigenschaften, die wir unter ultraviolettes Licht sichtbar machen.

*Magnetic particle testing is another important resource in our quality assurance process. This method of non-destructive surface testing detects crack defects near to and on the surfaces of ferromagnetic materials. It draws on the principles of magnetism. The first step is to magnetise the material. Defects in the material produce small stray fields on the surface, and the magnetic particles collect on them. Our test agent possesses fluorescent properties that we visualise using ultraviolet light to enable better assessment of the cracks.*

Schleifbrandprüfung  
(Barkhausenrauschen)  
Barkhausen Noise Analysis (BNA)



Abb. 37.3

Die Barkhausenrauschen Analyse beruht auf der magnetoelastischen oder mikromagnetischen Methode. Die Methode ist ein induktives Messen eines rauschartigen Signals, welches bei Magnetisierung eines gehärteten Bauteils erzeugt wird. Sie gehört zu den zerstörungsfreien Methoden zur Prüfung von Schleifbrand und Wärmebehandlungsfehlern. Unsere Messungen führen wir mit der Stresstech Roll-Scan 300 durch und konnten mit diesem Gerät nicht nur unsere Qualitätskontrolle bereichern, sondern auch unseren Schleifprozess optimieren.

*We coordinate closely with the customer when using this method. Apart from our in-house test criteria, we can also define specifications for initial sample test reports, batch traceability and sample sizes. Documentation of dimensions in logs obtained from our precision measuring centres, contact pattern photos, single flank rolling diagrams or factory certificates can be provided as a matter of course. We train and certify our employees in these test methods in order to guarantee our excellent quality standards. Tests are documented according to EN 10204 3.1. DIN ISO 9001 certification is not the only proof that we live for quality. Our customer base includes numerous large and prestigious companies from all industries that have endorsed our processes in the form of audit reports.*

*Barkhausen noise analysis is based on the magnetoelastic or micromagnetic method. The method involves inductive measurement of a noise-like signal generated when a hardened component is magnetised. It is among the non-destructive methods to test grinding burn and heat treatment defects. We perform our measurements using the Stresstech Roll-Scan 300, a device which has enriched our quality control and optimised our grinding process.*

### Wir leben Qualität!

*We live for quality!*

Signieren  
signing

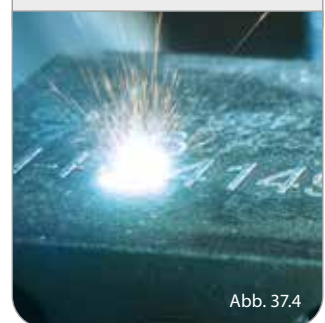


Abb. 37.4

Durch eine Signierung ist jederzeit eine Nachverfolgbarkeit Ihrer Bauteile möglich.

*Signatures guarantee the traceability of your parts at all times.*



## Lohnfertigung

### sub-contracted machining

Wir nehmen für Sie auch einzelne Produktionsschritte in Lohnfertigung vor. Möchten Sie uns mit einer Lohnfertigung beauftragen, wir bieten sämtliche Verfahrensschritte auch als Lohnfertigung an. Dazu gehören nicht nur Drehen oder Fräsen, Sie können auch nur das Verzahnen von geradzahnten Kegelrädern oder das Vermessen von Stirnrädern bei uns durchführen lassen. Sehen Sie dazu die rechte Tabelle oder rufen Sie uns unter TANDLER Zahnrad- und Getriebefabrik, Abteilung Verzahnung, an. Die notwendigen Kontaktdaten finden Sie am Ende dieser Broschüre.

*We can also carry out individual production steps in sub-contracted machining for you. Should you wish to commission sub-contracted machining from us, all our process steps can also be offered in this form. This includes not just turning or milling, but also simple tooththing of straight-cut bevel gears or measurement of spur gears. Take a look at the table on the right or call our Gearing Department at TANDLER Zahnrad- und Getriebefabrik. You will find the necessary contact details at the end of this brochure.*

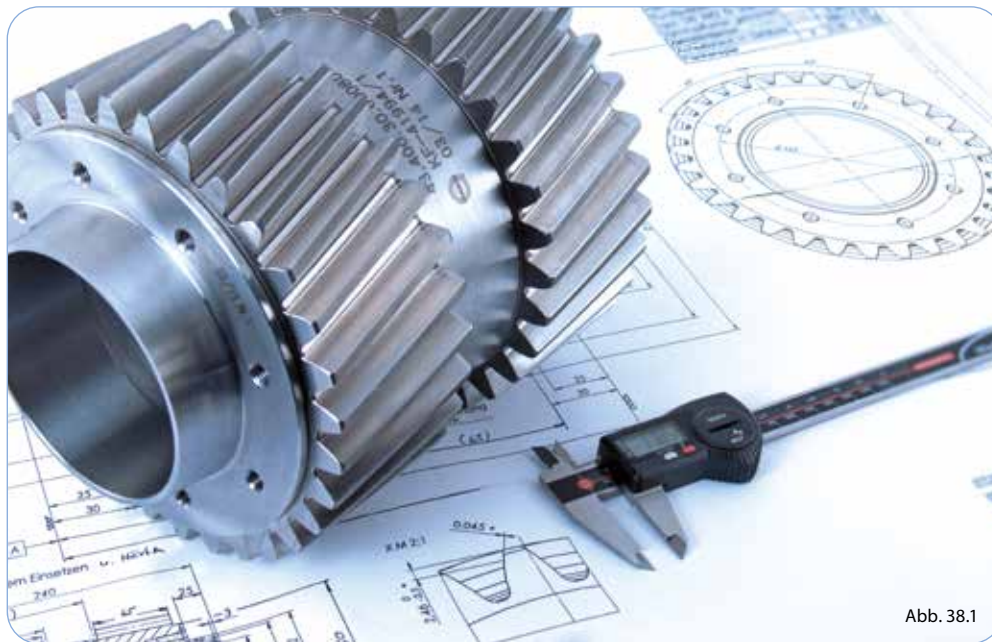


Abb. 38.1

Nutzen Sie unser Know-How.

*Benefit from our expertise!*

#### Fertigungsbereiche

*production areas*

Sägen / *sawing*

Drehen / *turning*

Bohren / *drilling*

Fräsen / *milling*

Räumen / *clearing*

Palloid-Verzahnungen /  
*pallloid gearing*

Hobeln / *planing*

Stoßen / *shaping*

Zahnflankenschleifen /  
*gear flank grinding*

Zyklo-Palloid-Verzahnungen /  
*cyclo-pallloid gearing*

Stirnräderverzahnungen /  
*spur gear tooththing*

Drahterodieren /  
*wire eroding*

Schleifen / *grinding*

Läppen / *lapping*

verschiedene Härte- und Wärmebehandlungsverfahren siehe Seite 32-33 /  
*refer to pages 32-33 for various hardening and heat treatment processes*

diverse Prüfverfahren siehe Seite 34-37 /  
*Refer to pages 34-37 for various test procedures*

**Gerne bieten wir alle Verfahrensschritte in Lohnfertigung an.**

*We would be delighted to offer all process steps for sub-contracted machining.*

## Rennsporttechnik

### TANDLER racing drives



Abb. 39.1



Abb. 39.2

TANDLER Porsche 911, Rundstrecke /  
TANDLER Porsche 911, circuit



Abb. 39.3

Ferrari 312 B3, Formel 1 / Ferrari 312 B3,  
Formula 1



Abb. 39.4

Alfa Romeo GTV 2.0, Bergrennen / Alfa  
Romeo GTV 2.0, mountain racing

TANDLER verbindet wie keine andere Firma Präzisionsverzahnungen der höchsten Qualität mit Leidenschaft für klassische Automobile und Rennsport. Wir sind die Spezialisten für die Herstellung von maßgeschneiderten Verzahnungsteilen für Fahrzeuge aller Art. Unsere Manufaktur, mit nahezu unbegrenzter Fertigungstiefe, im Zusammenspiel mit unserem Know-How und unserer Erfahrung, ermöglicht es uns, Kegelradsätze nach

Muster neu auszulegen und herzustellen. Dabei können wir auch besondere Übersetzungswünsche berücksichtigen. Und dies ab einer Stückzahl von eins. Neben Teller-/Kegelradsätzen und Differenzial-Ausgleichsrädern können wir auch Getriebehauptwellen, Gangradpaare oder Antriebswellen herstellen. Reproduktionen von Ölpumpenrädern und Nockenwellenantrieben sind ebenfalls möglich.

Maßgeschneidert,  
markenspezifisch,  
hochwertig.

*Custom-built,  
brand-specific,  
superior products.*

[www.tandler-racing-drives.com](http://www.tandler-racing-drives.com)

Verzahnungsteile für den harten Rallye-Einsatz Ihres Klassikers.

*Geared components, designed to drive your classic car in demanding rally environments.*

Wir sind marken- und typen-unabhängig, die Einsatzgebiete unserer Zahnräder sind vielfältig: Von Vorkriegsfahrzeugen über zeitgenössische Klassiker, bis zu aktuellen Modellen, vom Rallye-Boliden bis zum hochgezüchteten Formel-1-Fahrzeug. Unsere Abteilung TANDLER Racing steht Ihnen mit Rat und Tat zur Seite und findet mit Ihnen die optimale Lösung. Sprechen Sie uns an.

#### Fertigung nach Muster

*sample-based manufacturing*

Teller- und Kegelradsätze /  
*disk and bevel gear sets*

Gangräder / *gearwheels*

Getriebewellen /  
*gear shafts*

Verzahnungstechnik für  
Motoren / *gearing  
technology for engines*

Antriebswellen /  
*drive shafts*

Welle-Nabe-Verbindungen  
*shaft-hub couplings*

individuelle Verzahnungs-  
teile / *Custom geared  
components*



Abb. 39.5

Gangradsatz für Lancia Stratos /  
gearwheel set for a Lancia Stratos



Abb. 39.6

Teller-/Kegelradsatz gefertigt nach Muster mit Wunschübersetzung / *disk/bevel  
gear set manufactured according to a sample with custom transmission*

TANDLER is unique in combining precision gearing systems of the highest quality with its passion for classic cars and motor sports. We are undisputed specialists in the production of tailored geared components for all kinds of vehicles. Our workshop with a virtually limitless vertical integration in combination with our expertise and experience enables us to reconfigure and manufacture bevel gears based on your samples. We can also take special transmission requests into account. This can be done from an order quantity of just one. Besides disk/bevel gear sets and differential compensation gears, we can

also manufacture main gearbox shafts, gearwheel pairs or drive shafts. The reproduction of oil pump wheels and camshaft drives is possible as well. We are not restricted to specific brands or types, and our gearwheels are used in many different areas: from pre-war cars to contemporary classics and the latest models, from rally cars to the most sophisticated Formula 1 racers. Our TANDLER Racing Department is at your beck and call to provide advice and assistance and is certain to find the ideal solution. Get in touch with us.



## Wir sind TANDLER.

*We are TANDLER.*



Wir produzieren Zahnräder und Verzahnungsteile mit nahezu 100 % Fertigungstiefe, die wir einzeln oder in Serie fertigen können. Unser hochmoderner Maschinenpark ermöglicht es uns, alle Arbeitsschritte, vom Rohmaterial bis zum fertigen Produkt, bei uns im Hause durchzuführen. Dabei stehen uns unter anderem 5-Achs-Fräsmaschinen, CNC-Drehmaschinen mit angetriebenen Werkzeugen und Y-Achse, Verzahnungs- und Profilschleifmaschinen, sowie hochpräzise Messtechnik zur Verfügung.

*We manufacture gears and geared components with almost 100% vertical integration, which we can produce individually or in series. Our state-of-the-art machinery enables us to perform all work steps in-house, from the raw material to the finished product. The machinery at our disposal includes 5-axis milling machines, CNC lathes with driven tools and Y-axis, toothing and profile grinding machines, as well as high-precision measuring technology.*



### Härten von Metallen.

*Hardening of metals.*

Wärmebehandlungen erfolgen in unseren eigenen Lohnhärtereien.

*Heat treatments are carried out in our own contract hardening shops.*

### Rennsporttechnik und Formula Student.

*Racing gears and Formula Student.*



Darüber hinaus fertigen wir Zahnräder für historische Rennfahrzeuge und fördern in Zusammenarbeit mit Teams der Formula Student die Entwicklung elektrisch betriebener Formelautos.

*We also manufacture gears for vintage race cars and collaborate with Formula Student teams to promote the development of electrically powered formula cars.*



ZAHNRAD | GETRIEBE | HÄRTEREI

### Seit 1949 für Qualität und Langlebigkeit.

*Synonymous with quality and durability since 1949.*

Seit 1949 vertrauen Kunden unserer Erfahrung und Innovationskraft. Wir entwickeln auf höchstem Niveau, begleitet von strengen Qualitätskontrollen bei allen Bearbeitungsschritten.

*Our customers have placed their trust in our experience and innovative spirit since 1949. We apply the highest standards of manufacturing, accompanied by rigorous quality checks during all stages of machining.*

Erfahre mehr!  
*Learn more!*



### Projektbezogene, individuelle Beratung.

*Project-based, specific advice.*

Unsere erfahrenen Spezialisten entwickeln basierend auf Ihren Wünschen und Anforderungen die richtige Lösung, um Ihnen eine hohe Verfügbarkeit Ihrer Maschinen und Anwendungen zu gewährleisten. Eine partnerschaftliche Arbeitsweise sowie unsere flachen Hierarchien machen uns dabei schnell und flexibel. Vertrauen auch Sie unseren rund 200 Mitarbeitern.

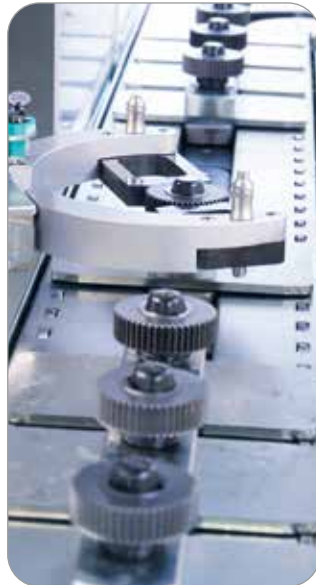
*Our experienced specialists adhere to your wishes and requirements to develop the right solution, ensuring excellent availability of your machines and applications. With a working style based on partnership and flat hierarchies, we are fast and flexible. You can rely on our roughly 200 employees.*





## Ein kleiner Ausschnitt unserer hochwertigen Produktionsmaschinen.

*Here is a brief overview of our high-quality production machinery.*



## Als Einzelteil oder in Serie.

*As single parts or in runs.*

Als Verzahnungsmanufaktur fertigen wir exakt für Ihre individuelle Anwendung. Als Einzelteil oder in Serie. Dabei legen wir Wert auf höchste Qualität.

*As a gear manufacturer, we produce exactly what you need for your individual application. As single parts or in runs. We attach the utmost importance to quality in this process.*



## Unser Maschinenpark wächst stetig.

*Our set of machinery is growing steadily.*

## Machen Sie einen Rundgang durch unsere Fertigung.

*Take a tour around our production facilities.*



## Hochwertige Zahnräder und Getriebe aus Bremen.

*High-quality gears and geared parts from Bremen.*

### Fertigung in höchster Präzision.

*Manufacturing at the highest level of precision.*



Wir konstruieren und fertigen Zahnräder in höchster Präzision und mit maximaler Lebensdauer. Dabei sind wir nicht nur Verzahnungsprofi, sondern auch im Getriebebau für unsere präzisen und langlebigen Applikationen weltweit bekannt.

*We design and manufacture gears with the highest precision and maximum service life. Not only are we consummate professionals in the creation of toothed systems, we are known throughout the world for our precise and durable applications in gearbox manufacturing.*

Rund 200 Mitarbeiter des Familienunternehmens fertigen heute Getriebe und Verzahnungsteile, die speziell auf die Anforderungen der Kunden abgestimmt sind. Dabei legt das Unternehmen besonderen Wert auf höchste Präzision. 100 % der Getriebebauteile (außer Normteile) kommen aus der eigenen Fertigung.

*Around 200 employees in the family firm are responsible for manufacturing gears and geared components that are specifically tailored to customer requirements. When making its products, the company attaches huge importance to achieving maximum precision. We manufacture 100% of the gearbox parts (except standard components) in-house.*



ZAHNRAD | GETRIEBE | HÄRTEREI

## Made in Germany

Bremen

Tel.: +49 421 5363-6  
Fax: +49 421 5363-801  
[www.tandler.de](http://www.tandler.de)  
[info@tandler.de](mailto:info@tandler.de)

## Härtereien der TANDLER-Unternehmensgruppe.

*Hardening shops within the TANDLER Group.*

**Made in Germany**

Für alle Bereiche der Industrie, wie z. B. Maschinenbau, Landmaschinenbau oder Luftfahrt, bieten wir individuelle Härteverfahren an den Standorten Bremen und Hamburg. Da Maschinen stetig kleiner und leichter werden und immer größere Kräfte aufnehmen müssen, hat das Härten von Stahl durch Wärmebehandlung eine hohe Bedeutung.

*We offer customized hardening processes at our locations in Bremen and Hamburg for all areas of industry, such as mechanical engineering, agricultural machinery manufacturing, and aviation. As machines are becoming smaller and lighter and have to withstand ever greater forces, the hardening of steel through heat treatment is of great importance.*



Bremen

Tel.: +49 421 5363-950

Fax: +49 421 5363-960

[www.haertereitandler.de](http://www.haertereitandler.de)

[anfragen@haertereitandler.de](mailto:anfragen@haertereitandler.de)



Hamburg

Tel.: +49 40 656 10 37

Fax: +49 40 656 27 79

[www.kutz-und-schulze.de](http://www.kutz-und-schulze.de)


[haertereikutz-und-schulze.de](mailto:haertereikutz-und-schulze.de)








## Fertigungsmaße in der Übersicht


### Overview of production sizes

 <b>Spiralkegelräder</b> spiral bevel gears	Modul / module	Durchmesser / diameter [mm]	Zahnbreite / tooth width [mm]	Zähnezahl / number of teeth	Überset- zungs- verhältnis / transmission ratio	Achsversatz / axis offset [mm]	Messerkopf- radien / cutter head radii [mm]	Qualität / quality
Zyklo-Palloid-Verzahnung / cyclo-palloid gearing	1 - 10	max. 600	max. 100	6 - 120	max. 1 : 10	+/- 60	55, 75, 100, 135, 170	bis / to 6
Schleifen von Zyklo-Palloid-Verzahnung / grinding of cyclo-palloid gearing	0,7 - 12	max. 600				+/- 100		bis / to 4
Palloid-Verzahnung / palloid gearing	1 - 6	max. 275		5 - 120	max. 1 : 15	+/- 100		bis / to 7
Hypoid-Verzahnung / hypoid gearing	1 - 12	max. 650		5 - 120	max. 1 : 15	+/- 100		bis / to 7

 <b>Kegelräder</b> bevel gears	Modul / module	Durchmesser / diameter [mm]	Zahnbreite / tooth width [mm]	Zähnezahl / number of teeth	Überset- zungs- verhältnis / transmission ratio
gerade verzahnt / straight-cut	0,3 - 10	4 - 600	max. 80		max. 1 : 10
schräg verzahnt / helical toothed	0,3 - 10	4 - 600	max. 80		max. 1 : 10

 <b>Stirnräder</b> spur gears	Modul / module	Durchmesser / diameter [mm]	Zahnbreite / tooth width [mm]	Wellenlän- ge / shaft length	Schrägungs- winkel / helix angle	Qualität / quality
gerade verzahnt / straight-cut	0,3 - 10	8 - 800	max. 500	max. 1000		bis / to 8
schräg verzahnt / helical toothed	0,3 - 10	8 - 800	max. 500	max. 1000	rechts/right-hand max. 49° links/left-hand max. 39°	bis / to 8
flankengeschliffen / flank ground	0,8 - 15	max. 800		max. 2000	0° bis 90°	bis / to 4


 <b>Innen- verzahnungen</b> internal gearing	Modul / module	Durchmes- ser, innen / inner diameter	Spann- durchmes- ser / damp-ing diameter	Zahnbreite / tooth width [mm]	Hubhöhe / hub height [mm]	Qualität / quality
Wälzstoßen gerade verzahnt / gear shaping, straight-cut	0,5 - 7	max. 420 - 500			max. 215	bis / to 8
Innenverzahnungsschleifen / internal gear tooth grinding	0,5 - 7	min. 100 - 500	max. 800	max. 160		5


 <b>Erodieren</b> eroding	Modul / module	Durchmesser / diameter [mm]	Zahnbreite / tooth width [mm]	Qualität / quality
	0,8 - 7	max. 500	max. 400	bis / to 7





**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

 <b>Keilwellen und Zahnwellen</b> <i>splined shafts and toothed shafts</i>	DIN / DIN	Länge / length [mm]
Keilwellen/ <i>splined shafts</i>	DIN ISO 14	max. 2000
	DIN 5461	max. 2000
	DIN 5462	max. 2000
	DIN 5463	max. 2000
	DIN 5464	max. 2000
	DIN 5471	max. 2000
	DIN 5472	max. 2000
Zahnwellen/ <i>toothed shafts</i>	DIN 5480	max. 2000
	DIN 5482	max. 2000

 <b>Keilnabenprofile</b> <i>splined hub profiles</i>		Schleiflänge / grinding length [mm]
		300

 <b>Zahnnabenprofile</b> <i>toothed hub profiles</i>	
	auf Anfrage / on request

 <b>Schnecken</b> <i>worms</i>	Modul / module	Durchmesser / diameter [mm]	Achsabstand / centre distance [mm]	Wellenlänge / shaft length [mm]	Profil / profile
gefräst / <i>milled</i>	1 - 7	max. 120	40 - 230	max. 420	ZK
geschliffen / <i>ground</i>	1 - 7	max. 120	40 - 230	max. 420	auf Anfrage / on request

## Bestellhinweis

information for orders



**Wir sind spezialisiert auf individuelle Lösungen. Fragen Sie diese gerne bei uns an.**

*We are specialists for custom builds. Just tell us what you need.*

### Wie sollte Ihre Anfrage optimal aussehen?

*What is the best way to send us your enquiry?*

Grundsätzlich gibt es zwei unterschiedliche Abläufe beim Bestellvorgang. Entweder Sie schicken uns eine PDF-Datei Ihrer Fertigungszeichnung oder ein Muster-Bauteil. Bitte rufen Sie uns bei der Variante "Muster-Bauteil" unbedingt vorher an, um den Fertigungsaufwand zu besprechen. Sehr gerne nehmen wir auch per E-Mail Ihre STEP- und DXF-Dateien entgegen.

*There are basically two ways to place an order. Either you send us a PDF file with your production drawing or a sample component.*

*Make sure you call us before sending a sample component in order to discuss the workload involved. We would also be delighted to receive an email with your STEP or DXF files.*

vorab telefonische/E-Mail-Anfrage  
prior phone/email enquiry



Sie schicken uns Ihre Fertigungszeichnung

*You send us your production drawing*



als PDF-, STEP- oder DXF-Datei

*as a PDF, STEP or DXF file*



Sie schicken uns ein Muster-Bauteil

*You send us a sample component*

Sie erhalten ein Angebot, erteilen im Idealfall den Auftrag und erhalten eine Auftragsbestätigung  
*You receive a quotation, ideally place the order and are then sent an order confirmation*

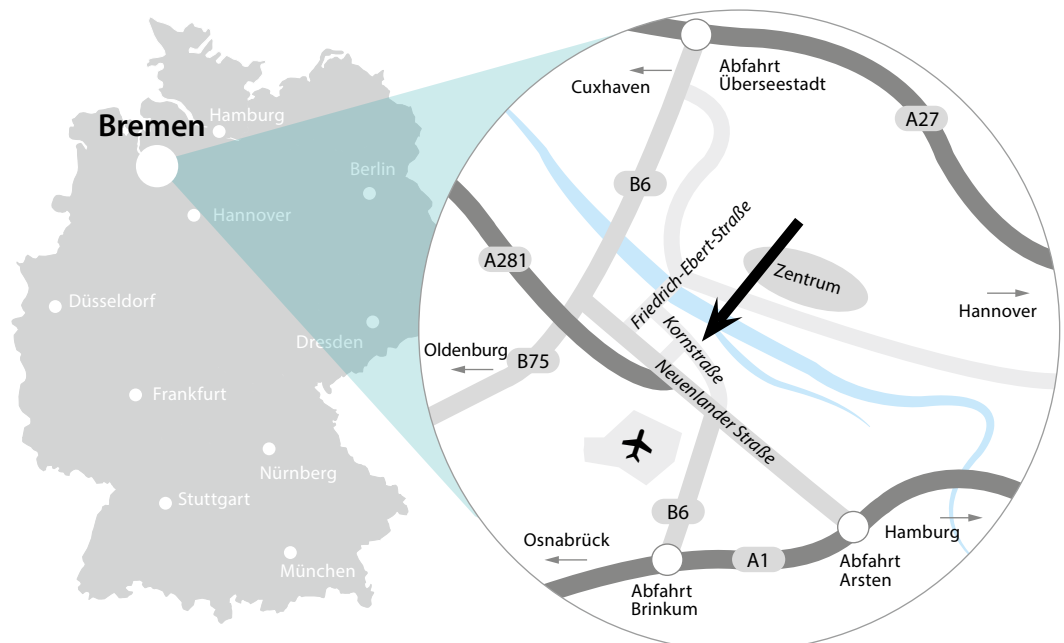
Ihr Bauteil geht in den Versand / Sie erhalten Ihr Muster-Bauteil zurück  
*We ship your component/Your sample component is returned*

## Anfahrt

directions to us



HÄRTEREIHÄNDLER





## Kontakt TANDLER-Unternehmensgruppe contact TANDLER Group



TANDLER Zahnrad- und  
Getriebefabrik  
GmbH & Co. KG  
Kornstraße 297-301  
28201 Bremen  
Deutschland

Tel.: +49 421 5363-6  
Fax: +49 421 5363-801

tandler@tandler.de  
www.tandler.de



Härterei TANDLER  
GmbH & Co. KG  
Kornstraße 291  
28201 Bremen  
Deutschland

Tel.: +49 421 5363-950  
Fax: +49 421 5363-960

anfragen@haererei-tandler.de  
www.haererei-tandler.de



Kutz & Schulze Härterei und  
Zahnradtechnik GmbH & Co. KG  
Neumann-Reichardt-Straße 36  
22041 Hamburg-Wandsbek  
Deutschland

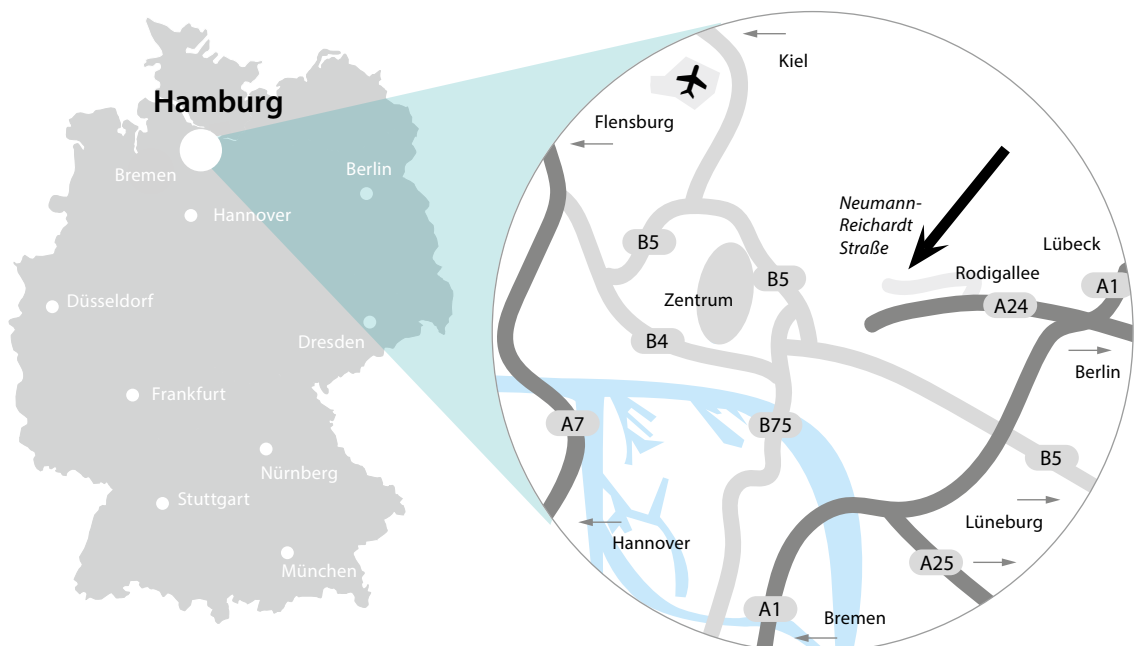
Tel.: +49 40 656 10 37  
Fax: +49 40 656 27 79

haererei@kutz-und-schulze.de  
www.kutz-und-schulze.de



Komm ins Team!

## Anfahrt directions to us



## Unsere Produkt-Kataloge/our product catalogues



**Spiralkegelgetriebe**  
*spiral bevel gearboxes*



**Hochleistungskraftgetriebe**  
*PowerMaster gearboxes*



**Drehzahlüberlagerungsgetriebe**  
*speed modulation gearboxes*



**ServoFoxyx® Getriebe**  
*ServoFoxyx® gearboxes*



**ServoFoxyx® Hypoidgetriebe**  
*ServoFoxyx® hypoid gearboxes*



**Planetengetriebe P**  
*planetary gearboxes P*



**Zahnräder und Verzahnungsteile**  
*gears and geared components*



**Härten**  
*heat treatment*



Impressum/contact details  
TANDLER Zahnrad- und  
Getriebefabrik GmbH & Co. KG  
Kornstraße 297-301  
D-28201 Bremen  
Tel.: +49 421 5363-6  
Fax.: +49 421 5363-801  
www.tandler.de  
E-Mail: info@tandler.de



tandler.de/karriere

Konzept/Text/Grafik:  
TANDLER Zahnrad- und  
Getriebefabrik GmbH & Co. KG  
Auflage: 10/2025  
Alle Rechte vorbehalten.  
Nachdruck oder elektronische  
Verbreitung nur mit Zustimmung  
des Herausgebers.  
Die technischen Daten entsprechen  
dem Stand der Drucklegung.  
Den neuesten Stand finden Sie unter  
www.tandler.de.  
Irrtümer können wir leider nicht  
ausschließen.

editor/graphics:  
TANDLER Zahnrad- und  
Getriebefabrik GmbH & Co. KG  
Edition: 10/2025  
All rights reserved.  
The reproduction or electronic  
distribution of any part of this  
catalogue may not be carried out with-  
out the permission of the publisher.  
The technical data is correct at the time  
of printing.  
For the latest information see  
www.tandler.de.  
Errors and omissions excepted.



ZAHRAD | GETRIEBE | HÄRTEREI

**Made in Germany**

