



Bereit für große Aufgaben

Inhalt:

- Zentrales Ziel: Kürzere Boden-zu-Boden-Messzeiten
... Seite 2
- Vielseitig anpassbar
... Seite 3

Wo große Leistungen und ein hohes Drehmoment gefragt sind, kommen Großgetriebe zum Einsatz: In Schiffsgetrieben, Zement- und Kohlemühlen sowie in Wind- oder Wasserkraftwerken. Um die hohen Ansprüche beispielsweise an die Laufeigenschaften, den Wirkungsgrad und eine geringe Geräuschemission dauerhaft zu gewährleisten, sichern Prüfeinrichtungen im Fertigungsprozess Qualität und Auslegung ab. KLINGELNBERG hat die Modellreihe der großen industriellen Präzisionsmesszentren vollständig neu entwickelt und sie den aktuellen Marktbedürfnissen angepasst.

Präzise Messungen legen in der Fertigung den Grundstein für die Einhaltung enger Toleranzen – und damit für die Effizienz des gesamten Getriebes. Um die aktuelle Qualität des Werkstücks zu bestimmen und gegebenenfalls notwendige Korrekturen in der Prozesskette zu veranlassen, müssen die Großmesszentren einfach zu bedienen und schnell sein.

Das Innenleben der Getriebe für Windkraftanlagen ist besonders qualitätssensibel. Dazu zählen Stirnräder, Sonnenradwellen, Planetenräder und Innenverzahnungsringe. Ein sicherer, zuverlässiger Betrieb – auch bei extremen Wettersituationen – ist unumgänglich, denn nur so ist eine lange und wirtschaftliche Lebensdauer sicher.

Durch die zunehmende Größe der Teile kommt es zu immer größeren Herausforderungen in der Produktion. Die Kunden bzw. die Klassifikationsgesellschaften benötigen eine lückenlose Dokumentation, die nur mit regelmäßigen Messungen gewährleistet werden kann.

Präzisionsmesszentren		
	Werkstückdurchmesser	Werkstückgewicht
	mm	kg
P 150	1.800	8.000
P 150 W	1.500	8.000
P 250	2.800	15.000
P 250 W	2.500	15.000
P 350	3.800	20.000
P 350 W	3.500	20.000

Präzisionsmesszentren für breites Bauteil-Spektrum

Messaufgaben	P 150–P 350		P 150 W–P 350 W	
	•••	••	•••	••
Zylinderrad-Außenverzahnung	•••	••		
Zylinderrad-Innenverzahnung	••		•••	
Zylinderrad-Wellen	•••		••	
Kegel-Tellerrad	••		(•••)	
Kegel-Ritzelwellen	•••		(••)	
Schneckenräder	•••		••	
Getriebschnecken	•••		••	
Verzahnwerkzeuge	••		o	
MFL-Wellen	•••		••	
MFL-Bohrungen	•		•••	
Rauheit-Zylinderrad	•••		(••)	
Rauheit-Kegelrad	•••		(••)	
Schleifbrand-Zylinderrad	••		(••)	

Erläuterung: *sehr gut geeignet* ••• *gut geeignet* •• *geeignet* • *in Vorbereitung* () *nicht vorgesehen* o

Der hohe Anspruch an die Prozesssicherheit und an die damit einhergehende Qualitätsdokumentation erfordert eine werkstattgerechte und fertigungsnahe Messtechnik. Die Hersteller von Großverzahnungen benötigen daher hochpräzise Messgeräte, die möglichst problemlos betrieben werden können. Diesem Anspruch wird die neue Modellreihe der P-Serie gerecht. Klingelberg bietet nun eine durchgängige Messtechnologie im Anwendungsbereich bis zu 3.800 Millimeter. Damit werden höchste Qualitätsanforderungen und die Normen der Klassifikationsgesellschaften erfüllt. Die neuen Maschinenausführungen ermöglichen es, anspruchsvolle Formmessaufgaben mit hochgenauen Verzahnungsmessungen zu kombinieren.

Zentrales Ziel: Kürzere Boden-zu-Boden-Messzeiten

Die Messzentren für Großverzahnungen eignen sich zur Messung von Werkstücken mit einem Außendurchmesser bis 3.800 Millimeter und einem Gewicht bis 20.000 Kilogramm. Zur Messwertaufnahme sind die Anlagen mit einer Drehtisch-Messachse und drei Linear-Messachsen ausgestattet. Der neue Drehtisch bietet eine hohe Laufgenauigkeit (Rund- und Planlauf < 0,5 Mikrometer) als wichtige Voraussetzungen für eine genaue Messung von Maß-, Form- und Lageabweichungen (MFL-Messungen) in einem Arbeitsgang. Für die Drehpositionserfassung ist ein hochgenaues Winkelmesssystem an der Drehtischachse angebaut. Um die Messwerte an den Zahnflanken optimal aufzunehmen, kommen 3D-Tastsysteme mit digitalen Messwertgebern zum Einsatz.

Die Verfahrenswege der Linearachse erlauben es, in horizontaler Ebene Messwege bis 800 Millimeter und vertikal Abstände bis zu 2.000 Millimeter messtechnisch zu erfassen. Der Drehtisch und die Linear-Messachsen werden direkt über AC-Motoren angetrieben, sind wartungsfrei und bieten somit die Voraussetzung für niedrige Betriebskosten. Als Unterbau für den Drehtisch und den Messaufsatz mit den Linearachsen dient ein tragfähiges Maschinenbett. In Kombination mit einem geeigneten Fundament steht so eine geometrisch sichere Basis für die Messmaschine zur Verfügung. Die genannten Konstruktionsmerkmale eignen sich, um große Durchmesserunterschiede an verzahnten Werkstücken in einem Ablauf zu erfassen und auch große Längenmaße einbeziehen zu können.

Die Präzisionsmesszentren können wahlweise mit einer geraden, horizontalen Messachse einschließlich einem 3D-Tastsystem oder mit einer nach unten abgewinkelten Messachse (W-Ausführung) geliefert werden. Die horizontale Messachse ist vielseitig verwendbar für scheibenförmige Werkstücke und Wellen sowie Verzahnwerkzeuge. Die abgewinkelte Variante ist besonders geeignet zum Prüfen der Verzahnungen in Planetengetrieben der Windkraftindustrie. Hier besteht die Messaufgabe darin, Innenverzahnungen mit großen Verzahnungsbreiten zu prüfen und an den Planetenrädern hochgenaue MFL-Messungen in Werkstückbohrungen durchzuführen. Durch den abgewinkelten Messarm kann der 3D-Tastkopf in der Bohrung nah an die Messstelle herangeführt werden und sorgt so für eine hohe Messgenauigkeit.

Spezielle Merkmale erleichtern den Beladevorgang vor einer Messung. Um wellenförmige Werkstücke vertikal zwischen zwei Aufnahmespitzen aufzunehmen, können sie wahlweise mit einem Ständer mit Gegenspitze für einen Einspannbereich bis 2.500 Millimeter ausgestattet werden. Scheibenförmige Werkstücke werden „fliegend“ auf dem Drehtisch der Messmaschine aufgelegt. Je nach Werkstückgröße stehen hierfür zusätzliche Aufnahmemittel zur Verfügung. Um eine genaue Messung durchführen zu können, muss die Lage der Werkstückachse im Vergleich zur Drehtischachse ermittelt werden. Bei der P-Baureihe ist es möglich, diese durch Antasten der Referenzfläche zu bestimmen. Alle Messbewegungen werden anschließend im Werkstückkoordinatensystem durchgeführt. Die Steuerung kompensiert Abweichungen im Bereich von bis zu 10 Millimeter. Diese Ausstattung vereinfacht den Beladevorgang der Messmaschine erheblich, da der Bediener die schweren Werkstücke nicht mehr mühsam zur Drehtischachse ausrichten muss. Zentrierelemente oder Markierungen im Millimeterbereich sind völlig ausreichend. Als Alternative bieten die Messmaschinen eine mechanische Ausrichthilfe über ein integriertes Luftlager im Drehtisch. Hiermit lassen sich auch schwere Werkstücke exakt ausrichten.

Mithilfe der Bedienerführung kann der Bediener innerhalb von kurzer Zeit ein Messprogramm erstellen, um den Messablauf zu definieren. Dazu gibt er die zu prüfenden Parameter sowie die Normen oder Vorschriften ein, nach denen die Auswertung erfolgen soll.

Mithilfe der Auswertesoftware lassen sich Soll- und Ist-Form der Messergebnisse zuverlässig vergleichen. Dies ist von Bedeutung, da insbesondere große Verzahnungen mit hohen Belastungen im Profil und in der Flankenlinie stark modifiziert werden und hierfür besondere Auswertemethoden zum Einsatz kommen.

Zur Dokumentation der Messergebnisse (Bild 1) gibt es verschiedene Möglichkeiten: Neben der gedruckten Ausgabe der Ergebnisse besteht die Möglichkeit, sie online weiterzuverarbeiten.

Das Closed-Loop-Prinzip (z.B. in der Kegelradproduktion) vernetzt die Messgeräte per Datenbank mit den anderen Produktionseinrichtungen – so fließen die Messergebnisse unmittelbar in den Verzahnprozess und in die Werkzeugeinstellungen mit ein.

Vielseitig anpassbar

Über die serienmäßige Ausstattung hinaus gibt es die Möglichkeit, die Messzentren individuell mit weiterem Zubehör auszustatten. Dadurch können sie speziell an die jeweilige Messaufgabe angepasst werden.

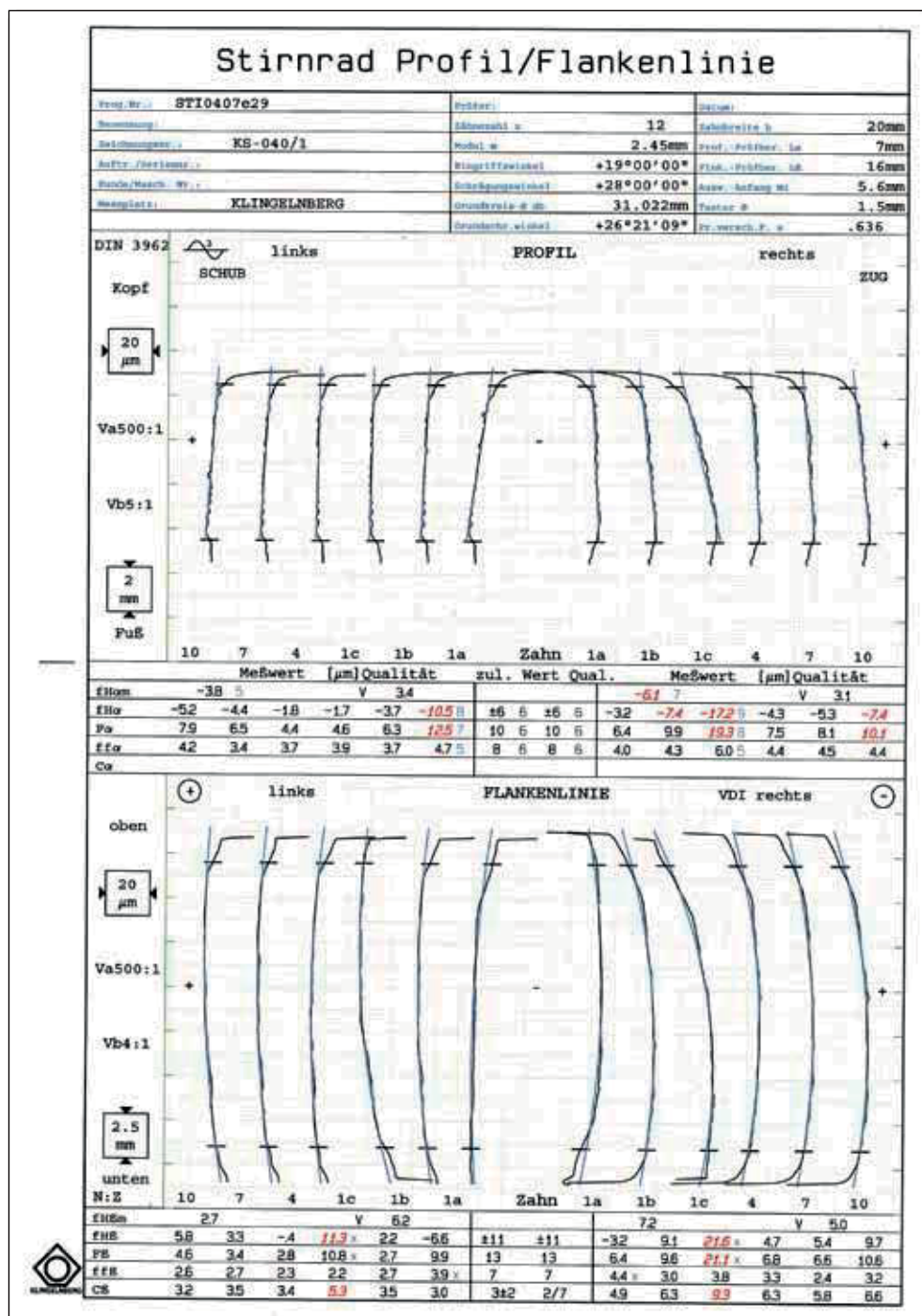


Bild 1: Messprotokoll der Profil-Flankenlinienmessung



Bild 2:
Planscheibe mit Auflage und Zentrierelement

Zur Aufnahme von scheibenförmigen Werkstücken gibt es spezielle Auflage- und Zentrierelemente. Diese machen eine Außen- oder Innenzentrierung möglich. Eine Kunststoffummantelung verhindert, dass das Werkstück bei der Kranbeladung beschädigt wird. Die hierbei erreichte Zentriergenauigkeit im Millimeterbereich ist ausreichend, um den Messablauf direkt zu starten.

Für große, ringförmige Werkstücke wie beispielsweise Innenverzahnungen stehen zusätzlich Planscheiben (Bild 2) mit unterschiedlichen Durchmesser zur Verfügung. Sie sind so beschaffen, dass ein Wechsel mit geringem Rüstaufwand möglich ist. Die für den Drehtisch passenden Aufnahmeelemente können auch auf der Planscheibe zum Einsatz kommen.

Wellenförmige Werkstücke werden bevorzugt zwischen Spitzen aufgenommen. Es stehen unterschiedliche Ständer mit Gegenspitze zur Verfügung. Für kleinere Werkstücke oder Verzahnwerkzeuge gibt es abnehmbare Ständer mit einer Gegenspitze. Um die Prüfung von sehr langen und großen Wellen zu realisieren, sind fest montierte Ständer mit Gegenspitze erhältlich – damit lassen sich Einspannlängen von bis zu 2.500 Millimeter messen. Um den Ausleger auf die notwendi-

ge Einspannlänge einzurichten oder an die Beladeposition anzupassen, kann der Ständer über eine kabellose Fernsteuerung bedient werden.

Die optional erhältlichen automatischen Tasterwechseleinrichtungen beschleunigen den Prozess, wenn mehrere unterschiedliche Messaufgaben hintereinander ablaufen. Der Taster wird dann automatisch während des Messablaufs gewechselt. Dabei bleibt die Präzision erhalten, da der Tasteraufnahmehalter über eine hohe Zentriergenauigkeit verfügt. Sollten für bestimmte Messungen doch Tasterkalibrierungen notwendig sein, sind diese außerhalb der Maschinenmitte möglich. Der Bediener erhält bei einem manuellen Tasterwechsel die notwendigen Anweisungen über den Bildschirm.

Die Maschinen der P-Baureihe bieten optional die Möglichkeit, die Oberflächenrauheit an Zahnflanken zu bestimmen. Diese Einrichtung ist einfach zu adaptieren und arbeitet nach dem Prinzip des Tastkufenverfahrens. Es liefert die Parameter Mittelrauhwert (Ra), gemittelte Rauhtiefe (Rz) und maximale Rauhtiefe (Rt) in einem Ablauf mit anderen Messungen. Das spezielle Tastsystem wird entweder manuell oder automatisch gewechselt. Zu den jeweiligen Modulgrößen stehen entsprechende Rauheitstastsysteme zur Verfügung.

Genauere Messergebnisse können nur unter Berücksichtigung der Werkstücktemperatur zum Zeitpunkt der Messung erzielt werden. Bei der Bestimmung von Prüfparametern für Profilflankenlinien und für das Zahnweitenmaß können nur wenige Grad Celsius Abweichung von der Referenztemperatur (20 Grad Celsius) Ergebnisunterschiede im zweistelligen Mikrometerbereich hervorrufen. Um derartige Messungenauigkeiten zu vermeiden, bieten die neuen P-Maschinen optional einen Sensor zur Werkstücktemperaturerfassung. Dieser wird manuell vor dem Messablauf auf das Werkstück aufgesetzt werden. Die Temperaturmessung dauert nur wenige Sekunden – alle nachfolgenden Verzahnungsmessergebnisse beziehen sich dann auf die Referenztemperatur.



*Bild 3: Präzisionsmesszentrum P 150 W
Präzise und schnelle Messung von Werkstücken bis 1.500 Millimeter
Durchmesser und einem Gewicht bis 8.000 Kilogramm*



*Bild 4:
Messarm mit Überwachungskamera*

Der abgewinkelte Messarm der W-Ausführung ist standardmäßig mit einer Überwachungskamera ausgestattet. Die sehr kompakte Kamera wird je nach Messaufgabe und Beobachtungsrichtung flexibel am Messarm befestigt. Sie dient in erster Linie dazu, dass der Bediener bei Messungen von Innenverzahnungen die Position des Taststifts am Monitor der Bedieneinheit verfolgen und gegebenenfalls Korrekturen vornehmen kann.

Rückmeldungen aus der Praxis bildeten die Basis für die Entwicklung der neuen großen Präzisionsmesszentren und Messkonzepte. Im Vordergrund standen dabei die zentralen Anforderungen des Marktes nach schnelleren Prozessen bei gleichzeitig höchsten Qualitätsstandards. Das modular aufgebaute Gesamtsystem ermöglicht die Anpassung der Messgeräte an die individuellen Anforderungen der Industrie.



Dipl.-Ing. Günter Mikoleizig