

1.3 Einsatzgebiet

Die Klingelberg R30 Laufprüfmaschine ist von ihrer Konzeption auf die Ein- und Zweiflanken-Wälzprüfung sowie Helixprüfung von wellen- und radförmigen Stirnradverzahnungen in der Grossserienfertigung ausgerichtet. Neben diesen beiden quasistatischen Prüfverfahren erlaubt die Maschine Körperschallmessungen bis zu einer maximalen Drehzahl von 3000 U/min. Für die Laufprüfung im Einflankenkontakt kann ein Dauerbremsmoment von bis zu 20 Nm aufgebracht werden, kurzfristig bis 30 Nm. Die Messwerterfassung und -auswertung erfolgt mit der hauseigenen Prüfsoftware NoisyS32. Die Konzeption von NoisyS32 erlaubt es dem Anwender, die für ihn relevanten Prüfverfahren in individuellen Prüfzyklen miteinander zu kombinieren.

Maschinenbaulich basiert die R30 auf einem kompakten Baukastenkonzept, das in Abhängigkeit von der Prüflingsgeometrie eine individuelle Ausstattung und Anordnung von Einflanken-, Zweiflanken- und Helixprüfslitten erlaubt.

Die R30 kann sowohl manuell als auch automatisch beladen werden. Bei der Einbindung in ein Fertigungstransportsystem übernimmt ein Roboter oder ein spezielles Handhabungssystem die Ladeschnittstelle zwischen Transportsystem und Maschine. Die automatisierte Integration der R30 in die Fertigungslinie erlaubt bei hartfeinbearbeiteten Stirnverzahnungen neben der reinen Beurteilung des Lauf- und Geräuschverhaltens auch eine direkte Überwachung des Fertigungsprozesses.

1.3.1 Prüfungsmöglichkeiten

- Einflanken-Wälzprüfung (EWP):
 - Dynamische Zahnspielmessung
 - Klopfererkennung
- Zweiflanken-Wälzprüfung (ZWP):
 - Rundlaufprüfung an lückenhaften Kupplungsverzahnungen
 - Klopfererkennung
- Körperschallprüfung:
 - Im Einflankenkontakt
 - Im Zweiflankenkontakt
- Helixprüfung im Zweiflankenkontakt

HINWEIS



Jeder darüber hinausgehende Gebrauch der Maschine ist zu unterlassen. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht, das Risiko trägt allein der Benutzer.

1.4 Prüfverfahren und Prüfsoftware

Folgende Prüfverfahren können einzeln oder kombiniert durchgeführt werden:

- Einflanken-Wälzprüfung nach DIN 3960 und VDI 2608
- Zweiflanken-Wälzprüfung nach DIN 3960 und VDI 2608
- Körperschallprüfung im Einflankenkontakt und Zweiflankenkontakt
- Helix-Prüfung im Zweiflankenkontakt

1.4.1 Einflanken-Wälzprüfung

Bei der Einflanken-Wälzprüfung werden das Werkstück und das Gegenrad (Lehrzahnrad oder Gegenwerkstück) bei definiertem Achsabstand miteinander abgewälzt. Dabei wird das Werkstück angetrieben und das Gegenrad mit einem variablen Bremsmoment belastet, um einen Einflankenkontakt sicherzustellen. Die Auswertung erfolgt getrennt nach Zug- und Schubflanke.

Die Abweichungen während der Drehübertragung von Werkstück und Gegenrad werden von hochauflösenden Winkelmesssystemen erfasst.

Auswertefunktionen und Messwertdarstellung der Einflanken-Wälzprüfung:

- Konfigurierbarer Prüfablauf durch freie Parametrierung von Drehzahl, Bremsmoment, Achsabstand, Z-Achse, sowohl stationär als auch dynamisch über Rampen
- Lehrzahnradkompensation
- Resampling von der Drehwinkel- in die Zeitdomäne
- Differenzierung der Wälzsignale (1. und 2. Ableitung)
- Zerlegung der Wälzsignale in kurz- und langwellige Anteile
- Umdrehungssynchrone Mittelung (bezogen auf Werkstück und/oder Gegenrad)
- Berechnung des gemittelten Zahneingriffs
- 2D/3D-Spektren aus der Ordnungs- und/oder Frequenzanalyse
- Order-Cuts
- Kennwerte nach DIN 3960:
 - Fi' - Einflanken-Wälzabweichung
 - fi' - Einflanken-Wälzsprung
 - fi'_{gem} - Einflanken-Wälzsprung gemittelt
 - fl' - langwelliger Anteil der Einflanken-Wälzabweichung
 - fk' - kurzwelliger Anteil der Einflanken-Wälzabweichung
- Klopfererkennung (Positionen und Höhen)
- Beliebige Ordnungen und Frequenzen aus den Spektren
- Darstellung der Messergebnisse als Wälzdiagramme, Order-Cuts, 2D/3D-Ordnungs- und Frequenzspektren sowie alphanumerische Darstellung der Ist-Werte
- Anzeige der Klassifikationsergebnisse (Gut / Nacharbeit / Ausschuss)

1.4.2 Zweiflanken-Wälzprüfung

Bei der Zweiflanken-Wälzprüfung werden das Werkstück und das Lehrzahnrad im Zweiflankenkontakt miteinander abgewälzt, wobei das Werkstück angetrieben wird. Durch eine in Achsabstandsrichtung wirkende definiert aufgebrachte Kraft wird sichergestellt, dass die linken und rechten Zahnflanken beider Verzahnungen stets gleichzeitig und damit spielfrei im Eingriff bleiben.

Die Achsabstandsabweichungen während des Abwälzens von Werkstück und Lehrzahnrad wird von einem hochauflösenden Längenmesssystem erfasst.

Auswertefunktionen und Messwertdarstellung der Zweiflanken-Wälzprüfung:

- Konfigurierbarer Prüfablauf durch freie Parametrierung von Drehzahl, Prüfkraft und Z-Achse
- Lehrzahnradkompensation
- Zerlegung der Wälzsignale in kurz- und langwellige Anteile
- Umdrehungssynchrone Mittelung der Wälzsignale
- Berechnung des gemittelten Zahneingriffs
- 2D-Spektren aus der Ordnungsanalyse
- Kennwerte nach DIN 3960:
 - F_i'' - Zweiflanken-Wälzabweichung
 - f_i'' - Zweiflanken-Wälzsprung
 - F_r'' - Wälz-Rundlaufabweichung
 - a'' - Zweiflanken-Wälzabstand
 - MdK - Zweikugelmass (als Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert)
- Klopfererkennung (Positionen und Höhen)
- Beliebige Ordnungen aus den Spektren
- Darstellung der Messergebnisse als Wälzdiagramme sowie alphanumerische Darstellung der Ist-Werte
- Anzeige der Klassifikationsergebnisse (Gut / Nacharbeit / Ausschuss)

1.4.3 Körperschallprüfung

Die Körperschallprüfung kann sowohl im Einflanken- als auch im Zweiflankenkontakt erfolgen, wobei die Messergebnisse im Einflankenkontakt für die Qualitätsbeurteilung des Laufverhaltens aussagefähiger sind.

Mit der Körperschallprüfung im Einflankenkontakt können die Kennwerte im hohen Drehzahlbereich bis 3000 U/min bei unterschiedlichen Lastmomenten ermittelt werden. Auf Grund der hohen Drehzahl und der zwischen den Zahnflanken wirkenden Kräfte müssen hierbei die Verzahnungspartner mit Sprühöl geschmiert werden.

Auswertefunktionen und Messwertdarstellung der Körperschallprüfung:

- Resampling von der Zeit- in die Drehwinkeldomäne
- Umdrehungssynchrone Mittelung (bezogen auf Werkstück und/oder Gegenrad)
- Berechnung des gemittelten Zahneingriffs
- 2D/3D-Spektren aus der Ordnungs- und/oder Frequenzanalyse
- Order-Cuts
- Berechnung von Minimum, Maximum, Effektivwert, Mittelwert und Crestfaktor aus dem Zeitsignal
- Statistische Zeitmerkmale (Kenngrößen aus Amplitudenverteilung zur Erkennung von Klopfen)
- Beliebige Ordnungen und Frequenzen aus den Spektren
- Darstellung der Messergebnisse als Zeitsignale, Order-Cuts, 2D/3D-Ordnungs- und Frequenzspektren sowie alphanumerische Darstellung der Ist-Werte
- Klassifikationsergebnisse (auch Klopfenerkennung)

1.4.4 Helix-Prüfung im Zweiflankenkontakt

Bei der Helix-Prüfung werden das Werkstück und das speziell ausgebildete und auf einem Pendelkopf kardanisch gelagerte Lehrzahnrad im Zweiflankenkontakt miteinander abgewälzt.

Durch den Pendelkopf übertragene Kippbewegungen werden von zwei hochauflösenden Längenmesssystemen in radialer (Konizitätsverlauf) und tangentialer (Flankenwinkelabweichung fHß) Richtung erfasst.

Auswertefunktionen der Helix-Prüfung:

- Verlauf der Flankenlinien-Winkelabweichung (fHß) für linke und rechte Flanke
- Berechnung des Mittelwerts, Maximalwerts und Minimalwerts aus den fHß-Verläufen
- Konizitätsverlauf
- Klopfererkennung (Positionen und Höhen) aus Achsabstandssignal des Helixschlittens, im speziellen Zahnbeschädigungen an den Zahnenden
- Darstellung der Messergebnisse als Messkurven sowie alphanumerische Darstellung der Ist-Werte
- Anzeige der Klassifikationsergebnisse (Gut / Nacharbeit / Ausschuss)

1.4.5 Prüfsoftware NoisyS32

Die Messdatenerfassung und -analyse für die unterschiedlichen Prüfmethoden erfolgt mit der Prüfsoftware NoisyS32.

Zur Auswertung der Messreihen stehen dem Anwender verschiedenste Module zur Verfügung. Beispielsweise können für die Einflanken-Wälzprüfung sowohl standardisierte Kennwerte, wie die Einflanken-Wälzabweichung, aber auch nicht genormte Kennwerte, wie die Amplituden der Eingriffsharmonischen, berechnet werden.

Für die Prüfverfahren der Zweiflanken-Wälzprüfung, der Körperschallprüfung und der Helix-Prüfung sind analoge Auswertemodule verfügbar.

Neben der Ermittlung von Kennwerten ist eine Darstellung der Messergebnisse in Form von Diagrammen möglich. Für die Anzeige von Zeitverläufen als auch von Ordnungs- und Frequenzspektren kann der Anwender zwischen einer Vielzahl von 2D- und 3D-Diagrammen auswählen.

Je nach Bedarfsfall kann die Anzeige von Kennwerttabellen und Diagrammen individuell auf dem Bildschirm konfiguriert werden. Dieser Komfort trägt den unterschiedlichen Anforderungen des Labor- und des Produktionsbetriebes Rechnung.

Die Ausgabe der Diagramme erfolgt auf Drucker, auch über Netzwerk, oder in den Formaten pdf, bmp, emf, jpeg und tif.

Für den Datenexport im qs-STAT-Format steht eine qs-STAT-Schnittstelle zur Verfügung.

Details der Prüfsoftware sind im separaten Handbuch von NoisyS32 beschrieben.

1.5 Maschinenbeschreibung

1.5.1 Merkmale

- Die Maschine kann als komplette Einheit transportiert werden
- Kompakte Bauart mit geringem Platzbedarf
- Robuste Konstruktion mit grosser statischer und dynamischer Steifigkeit für höchste Prüf- und Wiederholgenauigkeit
- Die Maschinenausführung erlaubt den Einsatz im Messraum sowie in fertigungsnahe Umgebung
- Modular gestalteter Maschinenaufbau für spezifische Kundenanwendungen konfigurierbar. Dabei können bis zu 6 Prüfschlitten für unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden
- Gutes Be- und Entladen der Werkstücke durch ergonomisch günstige Konstruktion
- Maschinenbett aus Grauguss und auf passiven Schwingungsdämpfern gelagert
- Maschinentisch mit NC-Drehmotor für den Werkstückantrieb
- Höhenverstellung des Maschinentisches mit NC-Drehmotor (Option)
- Prüfschlitten mit NC-Linearmotoren für die Vor-/Rückwärtsbewegungen
- Höhenverstellung des Gegenhalters mit NC-Drehmotor (Option)
- Vollraumschutz mit pneumatisch betätigten Schiebetüren und Einklemmschutz (Sicherheitsleiste) sowie elektro-mechanischen Türschutzschaltern
- Integrierte Pneumatikeinheit auf schwenkbarer Montageplatte
- Sprühölschmierung bei Einflankenwälzprüfungen im hohen Drehzahlbereich
- Umwelt- und wartungsfreundliche elektrostatische Ölnebel-Absauganlage (Option)
- Elektrik nach DIN EN 60204 (IEC 60204)
- 2-teiliger Schaltschrank auf dem Maschinengestell mit:
 - Hauptschalter inkl. Sicherheitsverriegelung
 - Automatischem Luft / Luft-Kühlaggregat auf Schaltschrantür montiert
 - Maschinensteuerung
 - Messrechner mit Prüfsoftware NoisyS32
 - Innenbeleuchtung
 - Service-Steckdose
- Schwenkbares Bedienpult für Einricht- und Automatikbetrieb mit:
 - Eingabetastaturen
 - Monitor für Maschinenbedienung
 - Monitor für Messrechner
 - Schnittstellenanschlüsse
 - Aufbewahrungsfach für Kopfhörer
- Maschinenzustandsleuchte
- Maschinenbeleuchtung im Arbeitsraum

- Industrie-Messrechner, installiert im Schaltschrank, mit:
 - Betriebssystem Windows XP Professional (mehrsprachig)
 - Prüfsoftware NoisyS32 zur Messwertaufnahme und -auswertung mit einfacher Sprachumschaltung der Bedienoberfläche (deutsch / englisch)
 - Messwertaufnahmekarte ADXMP
 - Datensicherungsprogramm Symantec Norton Ghost (deutsch oder englisch)
 - Ferndiagnosemöglichkeit mittels Remote Desktop von Windows XP. Hierzu ist eine kundenseitige Freischaltung des VPN-Tunnels erforderlich