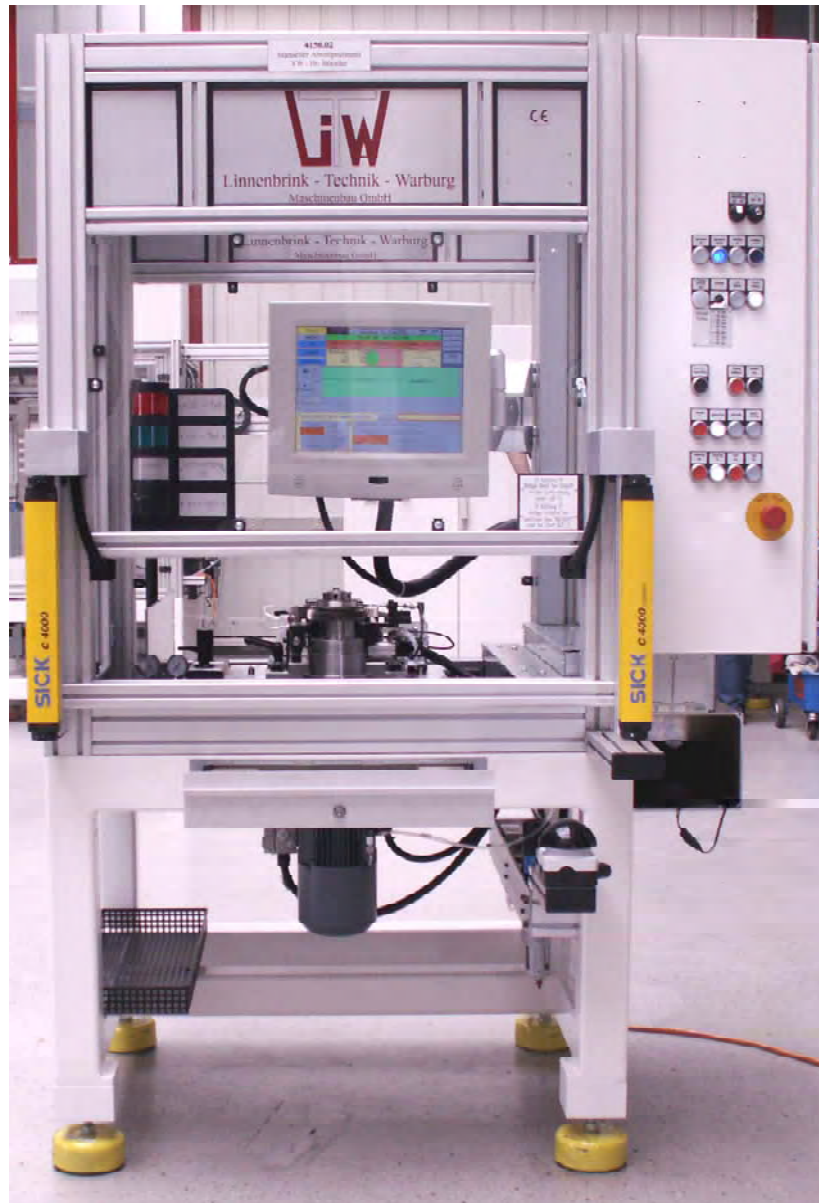




Manueller Zahnradabrollprüfstand

zur Erkennung von Rundlauffehlern
und Beschädigungen an der Zahneingriffsfläche



Aufbau und Funktion

Bei dem Handprüfstand handelt es sich um eine halbautomatische Vorrichtung zur Prüfung von Zahnrädern auf Beschädigungen und Rundlauffehler.

Während des Prüfprozesses wird der Abrollvorgang zweier im Eingriff befindlicher Zahnräder simuliert, wobei das zu prüfende Zahnrad ein kalibriertes Abrollrad bzw. ein Gegenrad antreibt. Die Beschickung und Entnahme der Werkstücke erfolgt manuell, während der Prüfablauf nach Einlegen des Werkstückes und nach Betätigen des Handtasters automatisch erfolgt. Die Einleitung der Drehbewegung für den Abwälvorgang erfolgt durch das zu prüfende Zahnrad selbst, das über seine Aufnahme angetrieben wird. Zum Abwälzen fährt das Abrollrad (bzw. Gegenrad), das in dem Prüfschlitten drehbar gelagert eingespannt ist, frontseitig auf den Prüfling und fädelt ein.

Mit dem Prüfstand können unabhängig voneinander und ohne mechanische Umrüstung zwei verschiedene Prüfverfahren durchgeführt werden:

Prüfungsmöglichkeiten

Mit dem Handprüfstand lassen sich unabhängig voneinander drei verschiedene Prüfverfahren durchführen:

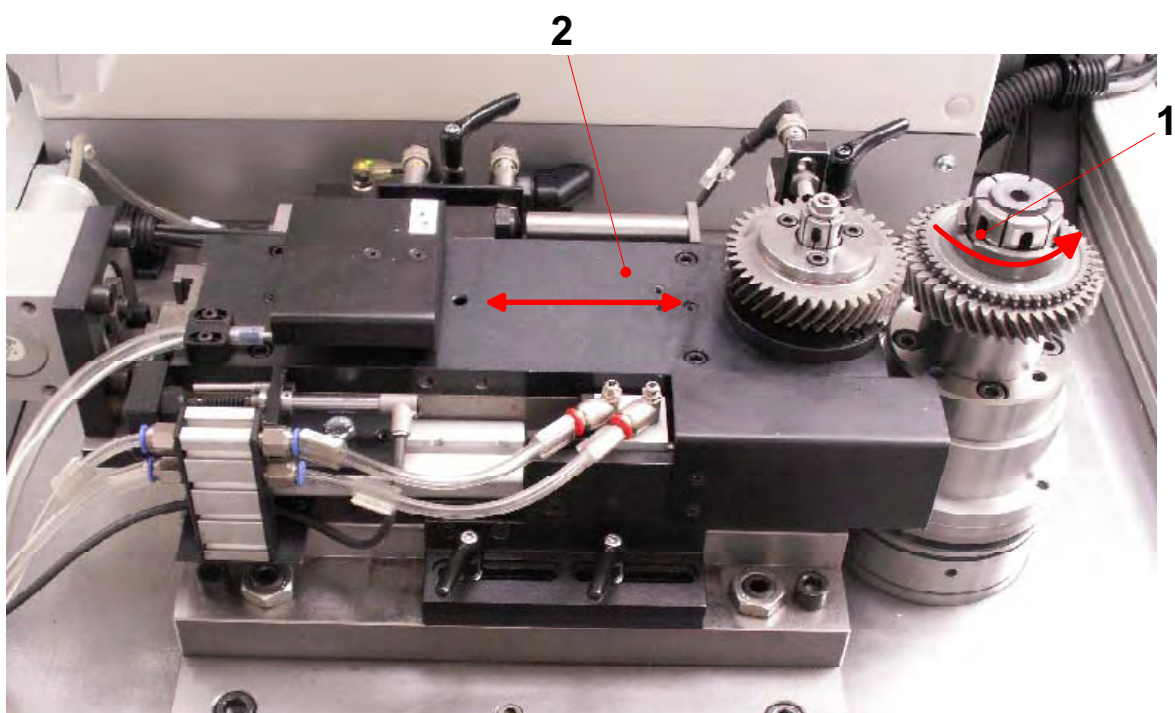
a.) Zweiflankenwälzprüfung

Geräuschprüfung zur Erkennung von Beschädigungen ("Klopfer") an der Zahneingriffsfläche

Während der Geräuschprüfung wird der Prüfling ca. 10 bis 15 Umdrehungen rechts- und linksdrehend am Abrollrad abgerollt.

Die Prüfung erfolgt unter einer konstant gehaltenen Drehzahl des Prüflings von ca. 150-300 U/min, abhängig von der Art der Zahnradpaarung Prüfling / Abrollrad. Die beim Abrollvorgang entstehenden Schwingungen werden durch einen am Prüfschlitten befindlichen Körperschallsensor erfasst.

Durch Herausfilterung der Schwingungsbeiträge des synchron drehenden Prüflings können nun dessen Beschädigungen an der Zahneingriffsfläche erkannt werden.

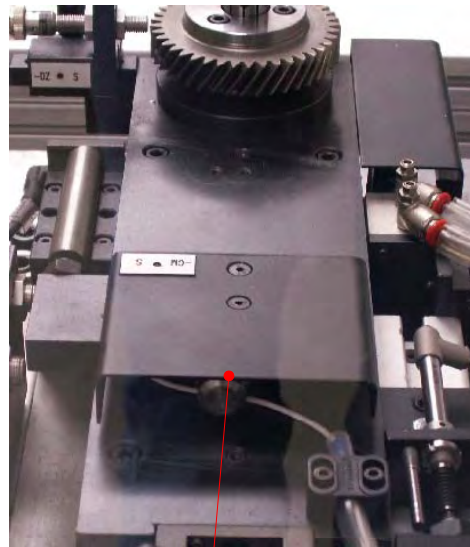


1 : Werkstück-Aufnahme mit Prüfling (angetrieben)

2 : Schlitten mit Abrollrad (in Prüfrichtung verschiebbar)

Sensorik

Drehzahlaufnehmer am Abrollrad



Körperschallsensor
am Prüfschlitten

b.) Die Einflankenwälzprüfung

Geräuschprüfung zur Erkennung von Beschädigungen ("Klopfer") an der Zahneingriffsfläche:

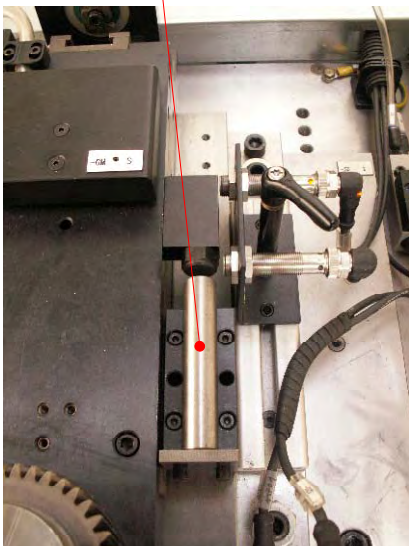
Die Prüfung erfolgt wie die Zweiflankenwälzprüfung in beide Drehrichtungen, jedoch mit dem Unterschied, dass bei der Zahnradpaarung jeweils immer nur eine Flanke in Kontakt kommt und miteinander abwälzt.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Zahnräder, entsprechend ihrer späteren Einbausituation im Getriebe, unter einem festen, vorgeschriebenen Achsabstand zueinander stehen.

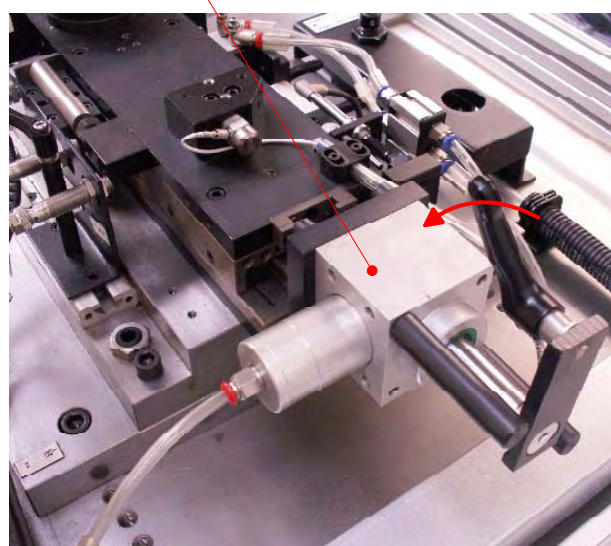
Um den Einflankeneingriff in beide Drehrichtungen zu gewährleisten, erfolgt die Prüfung unter Drehmoment-Vorspannung des Abrollrades, über das ein Bremsmoment (Wirbelstrombremse) eingeleitet wird.

Die Umrüstung der der Prüfstation von Zweiflanken- auf Einflankenprüfung erfolgt durch Einsetzen eines festen Achsabstandsmaßes mit anschließender Arretierung des Prüfschlittens.

Achsabstandsbolzen



Pneum. Klemmpatrone zur Arretierung des Schlittens



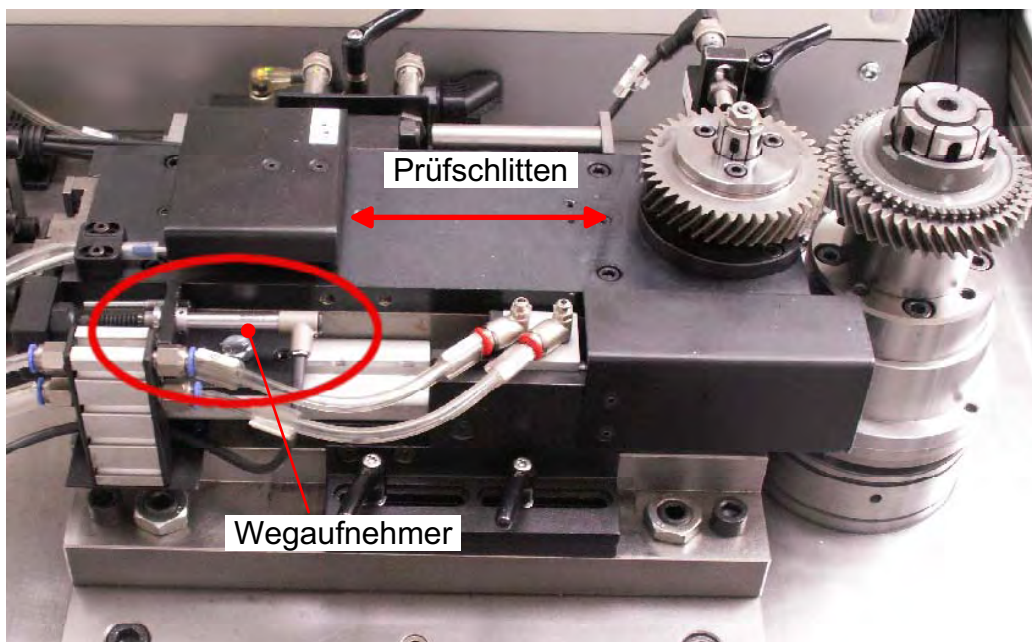
c.) Geometrische Rundlaufprüfung mit dem Wegaufnehmer

Die Rundlaufprüfung erstreckt sich auf eine volle Umdrehung des Prüflings in Zugrichtung. Ausgehend vom Zahn "0" können für jeden einzelnen Zahn des Prüflings unten aufgeführte Prüfwerte ermittelt werden.

Die beim Abrollvorgang auftretenden Achsabstandsänderungen, die sich als Verschiebeweg des Prüfschlittens äußern, werden über einen Meßtaster (Wegaufnehmer) erfaßt.

Diese Achsabstandsänderungen werden zur Ermittlung folgender Prüfmerkmale herangezogen:

- a.) Rundlauf iO / n.i.O.
- b.) Wälzprung iO / n.i.O.
- c.) Achsabstand iO / n.i.O.
- d.) Diametrales Zweikugelmaß i.O / n.i.O.



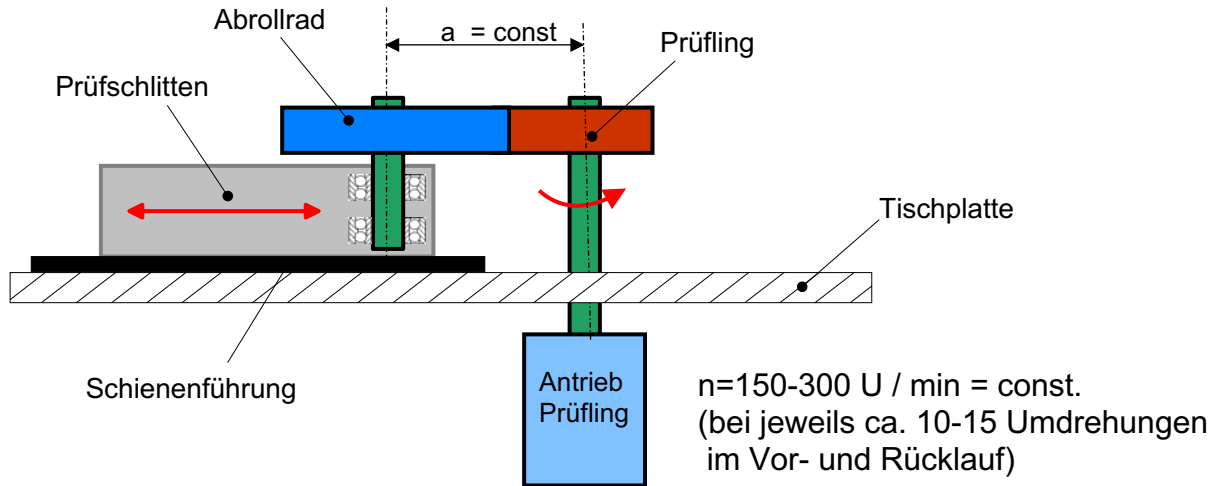
Ein Wechsel zwischen Zweiflankenwälzprüfung und Rundlaufprüfung erfolgt ohne mechanische Umrüstung der Prüfstation.

Funktionsskizzen

1.) Zweiflankenwälzprüfung

Geräuschprüfung zur Erkennung von Beschädigungen an der Zahneingriffsfläche

Merkmal: Variierender Achsabstand a bei Abwälzung im Zweiflankenkontakt



Sensorik: Körperschallsensor am Prüf Schlitten

Prüfergebnisse: -Peak
-RMS
-Verhältnis Peak/RMS

Einflankenwälzprüfung

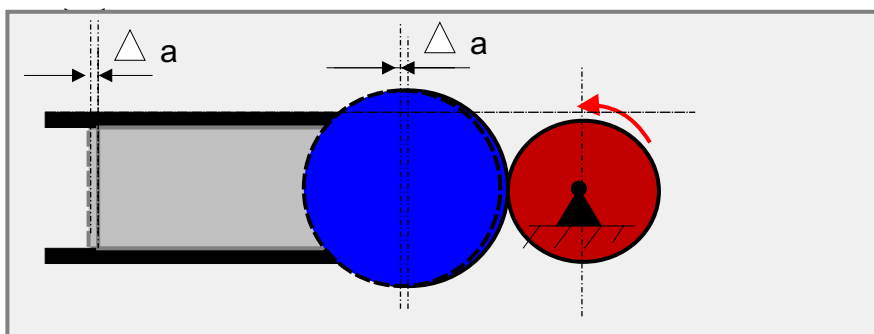
Unterschiede zur Zweiflankenwälzprüfung:

- Fester Achsabstand ($a = \text{const}$) bei Abwälzung im Einflankenkontakt
- Höhere Prüfdrehzahl ($n = 300-600 \text{ U/min} = \text{const}$)

2. Rundlaufprüfung

Geometrische Prüfung zur Ermittlung von Rundlauf Fehlern

Eine volle Umdrehung des Prüflings in Schubrichtung bei variierendem Achsabstand a



Δa = momentane Änderung des Achsabstandes = Verschiebeweg des Prüf Schlittens

Sensorik : Wegaufnehmer zwischen Prüf Schlitten und Grundgestell

Prüfergebnisse : - Rundlauf
- Achsabstand
- Wälz sprung
- Diametrales Zweikugelmass



Prüfungsmöglichkeiten auf dem Handprüfstand

Geräuschprüfung

- Beschädigungserkennung im Zweiflankenprüfverfahren mit anschließender Positionierung des höchsten Ausschlages an vorgegebener Stelle.
- Prüfung erfolgt in Zug- und Schubrichtung.
- Getrennte Anzeige für beide Prüfrichtungen.
- Prüfung ist mit einem Gegenrad oder mit einem Meisterrad möglich.
- Bewertet werden einmal der höchste Ausschlag (Peak), dann der Mittelwert der Ausschläge (RMS) und dann das Verhältnis zwischen Peak und RMS.
- Die Grenzen werden für jedes Bauteil getrennt festgelegt und abgespeichert.
- Die Ergebnisse werden protokolliert und können graphisch als auch in Tabellenform angezeigt werden.
- Die Tabelle wird im CSV - Format gespeichert und kann von jedem gängigen Tabellenkalkulationsprogramm importiert werden.
- Neue Bauteile können einfach durch Hinzufügen angelegt werden.

Rundlaufprüfung

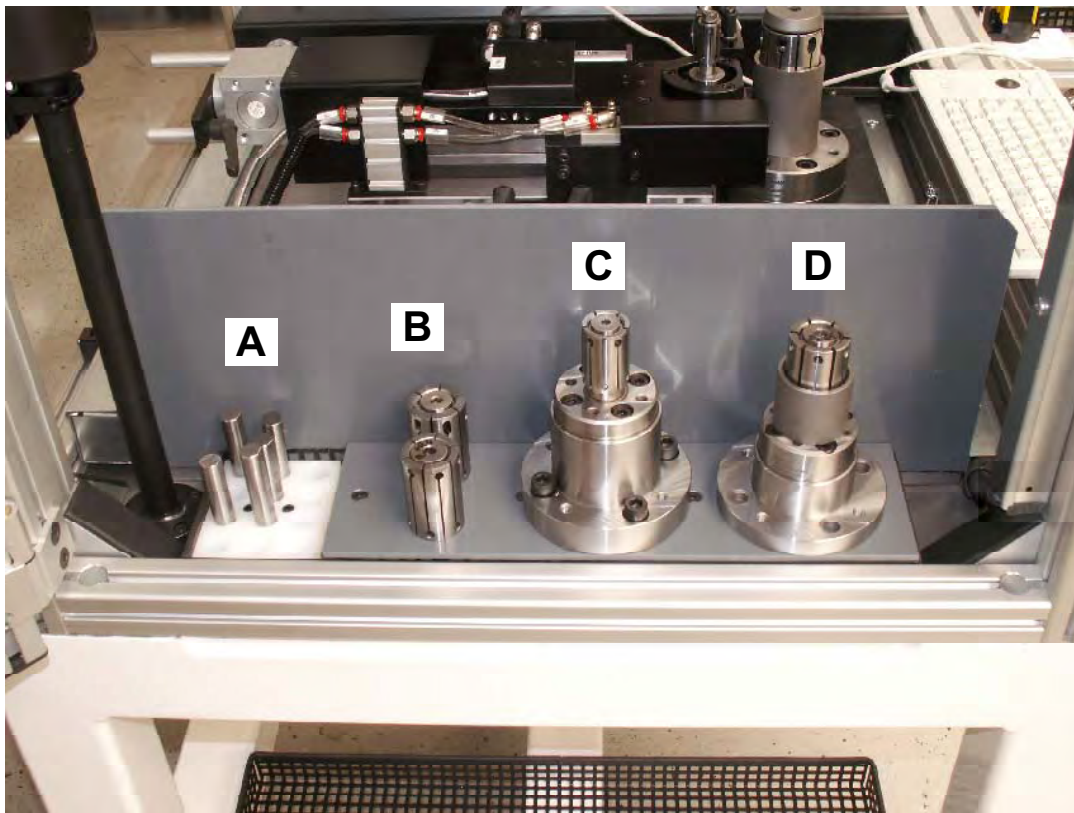
- Abhängig von der Konfiguration werden der Rundlauf und der Wälzsprung sowie zusätzlich der Achsabstand und das Zweikugelmaß geprüft.
- Der Achsabstand und das Kugelmaß werden durch den Vergleich mit einem vermessenen Bauteil oder einem Masterbauteil durchgeführt.
- Prüfung erfolgt bei einer Umdrehung des Bauteils nach Erreichen des Nullimpulses.
- Prüfung ist mit einem Gegenrad oder mit einem Meisterrad möglich.
- Zur Kompensation des Gegen- oder Meisterrades ist ein Anlernen möglich.
- Die Grenzen werden für jedes Bauteil getrennt festgelegt und abgespeichert, ebenso die Kompensationswerte.
- Die Ergebnisse werden protokolliert und können graphisch und in Tabellenform angezeigt werden.
- Die Tabelle ist im CSV – Format gespeichert und kann von jedes gängigen Tabellenkalkulationsprogramm importiert werden.
- Neue Bauteile können einfach durch Hinzufügen angelegt werden.
- Die Rundlaufprüfung kann auch in den automatischen Ablauf einer Geräuschprüfmaschine integriert werden. Dies führt allerdings zu einer Verlängerung der Prüfzeit pro Bauteil um ca. 5-6 Sekunden.

Anmerkung zur Verwendung von Abrollrädern und Gegenrädern.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, bei beiden Prüfverfahren Abrollräder einzusetzen. Aufgrund der häufig auftretenden Balligkeit an Gegenrädern kann die Eingriffsfläche an den Prüflingen nicht vollständig, sondern nur in Teilbereichen abgewälzt werden. Besonders Beschädigungen an den Zahnflankenrändern können mit Gegenrädern nur eingeschränkt geprüft und entsprechend nicht erkannt werden.

Der Einsatz von Abrollrädern hingegen ermöglicht eine genaue Abstimmung an das Werkstück. Es können hiermit gezielt Eingriffsflächen abgerollt werden, an denen bevorzugt Beschädigungen auftreten.

Bauteilabhängige Wechselteile zum Umrüsten der Prüfstation auf einen anderen Zahnradtyp (hier angebracht an Maschine)



- A** : Achsabstandsbolzen (zur Voreinstellung des Achsabstandes)
- B** : Spannhülse
- C** : Grundkörper mit Spanndorn zur Aufnahme der Spannhülse
- D** : Werkstückeinspannung komplett mit Axialanschlag

