

Neuartige Werkzeugkonzepte zur Produktivitätssteigerung der robusten Schwerzerspannung³

Dipl.-Ing. Frank Arnold

1 Einleitung

Die technologischen Eingriffsbedingungen, speziell die Schnitttiefe und die daraus resultierenden Schnittkräfte, unterliegen bei der Drehbearbeitung besonders bei gegossenen oder geschmiedeten Rohteilen einem starken Einfluss der geometrischen Abweichungen des Rohteiles (Rundheit, Rundlauf, Zylinderform).

Durch innovative Ansätze zur Verfahrensentwicklung in Verbindung mit neuen Bearbeitungs- und Werkzeugkonzepten soll die Herausforderung der verfahrensbedingten geometrischen Abweichungen der Rohteile angenommen und die Bearbeitung auf robusten Produktionsmaschinen wirtschaftlich verbessert werden.

2 Entwicklung einer Messeinrichtung für die Ausrichtung des Rohteiles in einer bearbeitungsoptimalen Lage

Eine Reduzierung der Auswirkungen der Rohteilunwuchten und des damit verbundenen Maschinen- und Werkzeugverschleißes kann durch eine Optimierung der Aufspannlage des Rohteiles (Abbildung 1) erreicht werden.

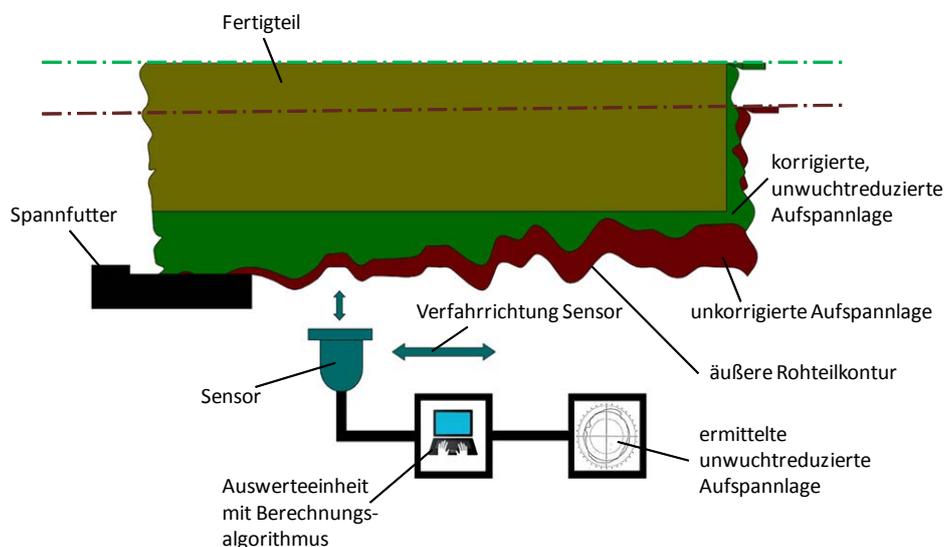


Abbildung 1: Prinzipskizze der sensorgestützten Rohteilerfassung (überhöhte Darstellung)

Dafür ist zunächst eine sensorgestützte Rohteilerfassung und –auswertung durch Überführung in ein rechnerinternes Volumenmodell und Ermittlung des resultierenden Trägheitsmomentes durchzuführen. Davon werden im Folgenden Korrekturmaßnahmen zur Unwuchtreduzierung unter Beachtung der erfassten Rohteil- und der zu erreichenden Fertigteilgeometrie (z.B. Korrektur der verwendeten Aufspannlage) abgeleitet. Eine in konventionelle Leit- und Zugspindeldrehmaschinen integrierbare Lösung für eine automatisierte, schnelle und sichere

³ Das Projekt wird über die AiF im Rahmen der Fördermaßnahme Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi gefördert.

Geometrieerfassung und –auswertung mit einer Dauer der Geometrieerfassung unter 2 Minuten und Messabweichung im Bereich von $\pm 0,5\text{mm}$ stellt das Ziel dar.

2.1 Aufteilung des Werkstückes und Ermittlung der Schwerpunkte

Die Aufmessung des Werkstückes erfolgt entlang der Längsachse durch den Vorschub. Die Messpunkte liegen somit auf einer Helikalbahn um den Umfang verteilt. Die Welle wird in eine diskrete Anzahl Scheiben unterteilt. Der Radius eines Abschnittes wird über einen Abstandssensor ermittelt. Abhängig von der Messfrequenz und der Drehzahl der Maschine wird jede Scheibe in eine diskrete Anzahl Segmente unterteilt (siehe Abbildung 2 und 3).

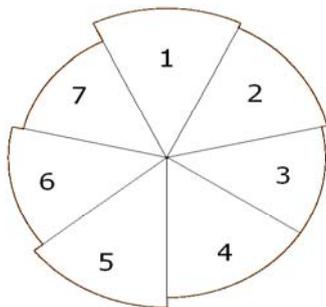


Abbildung 2: Unterteilung einer Scheibe in sieben Segmente

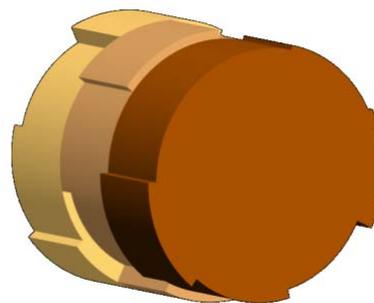


Abbildung 3: Unterteilung des Werkstückes in Scheiben und Segmente

Jeder Schwerpunkt besitzt entsprechend dem Bezugssystem der Scheiben je eine x- und y-Koordinate. Werden nun die Schwerpunkte aller Scheiben entlang der Länge des Werkstückes errechnet, kann über eine lineare Regression eine Korrekturgerade ermittelt werden. Da die Zentrierung im Reitstock als nicht veränderlich angesehen wird, muss die Gerade bei der ersten Scheibe durch den Nullpunkt verlaufen.

2.2 Praktische Tests

Der Algorithmus wurde theoretisch und praktisch getestet. Während der Entwicklung erfolgte eine Überprüfung durch die Modellierung einer Kreisscheibe aus sieben Segmenten, ähnlich der aus Abbildung 2. Der Algorithmus lieferte das gleiche Ergebnis wie Pro/Engineer© WF 4.0. Zudem erfolgte eine erste praktische Untersuchung. Eine Welle von 700mm Länge und 100mm Durchmesser wurde in ein Dreibackenfutter eingespannt und zentriert. Anschließend wurde für den ersten Versuch eine Spannbacke mit 2mm unterfüttert. Es wurde ein Gesamtfehler von 1,5mm ermittelt, der nahezu vollständig korrigiert wurde (Abbildung 4).

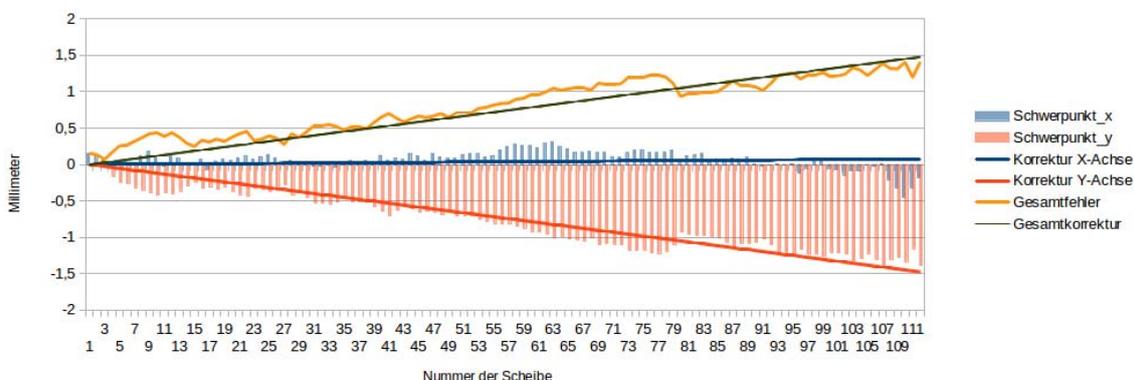


Abbildung 4: Versuchsergebnis, eine Spannbacke unterfüttert

3 Entwicklung modular aufgebauter aktorischer Werkzeugen für den flexiblen Einsatz mehrerer Schneiden sowie Erarbeitung einer Technologie zu deren Einsatz im Bereich der Schwerzerspannung

Der Einsatz modularer aktorischer Werkzeugen kann die problematischen Auswirkungen der geometrischen Abweichungen des Rohteiles auf die Werkzeugschneide reduzieren. Hierfür werden kombinierbare, im Schnitt gesteuert verstellbare Drehwerkzeuge entwickelt. Besondere Beachtung findet hierbei die entstehende Passivkraft. Eine variable Schnittaufteilung in Abhängigkeit von Gesamtschnitttiefe, Antriebsleistung der Maschine und zu bearbeitendem Werkstoff stellt das Ziel der Untersuchungen dar. Als Effekt wird eine Reduzierung der Schneidenbelastung erwartet. Das Prinzip ist in Abbildung 5 dargestellt.

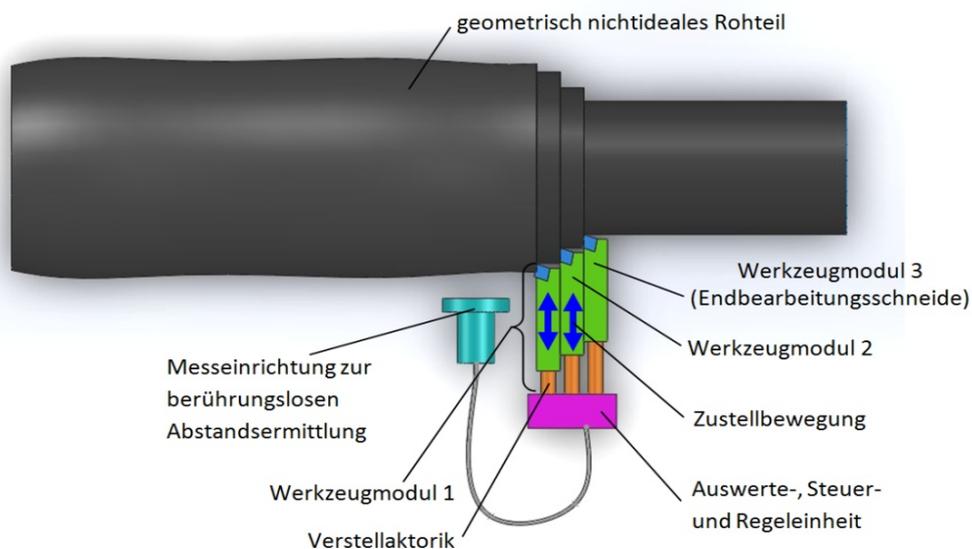


Abbildung 5: Versuchsergebnis, eine Spannbacke unterfüttert

3.1 Werkzeugkonstruktion und Regelalgorithmus

Für die Umsetzung des Konzeptes wurde eine Konstruktion mit SolidWorks erstellt (Abbildung 6). Zum Einsatz als Antrieb für die Verstellung der einzelnen Werkzeuge kommen Hydraulikzylinder zum Einsatz. Der entsprechende Regelalgorithmus zur Rohteilerfassung und zur Ansteuerung der einzelnen Werkzeuge wurde mit dem System DIADEM erstellt (Abbildung 7).

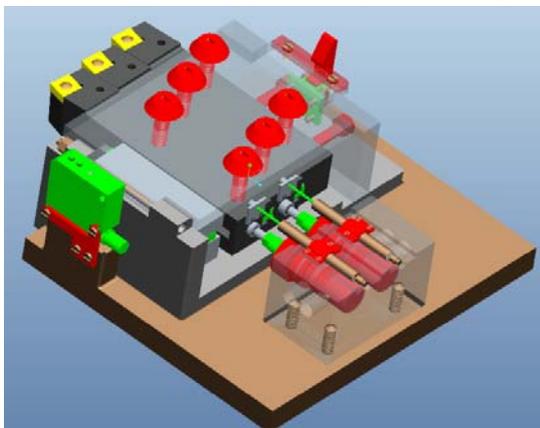


Abbildung 6: Werkzeugkonstruktion

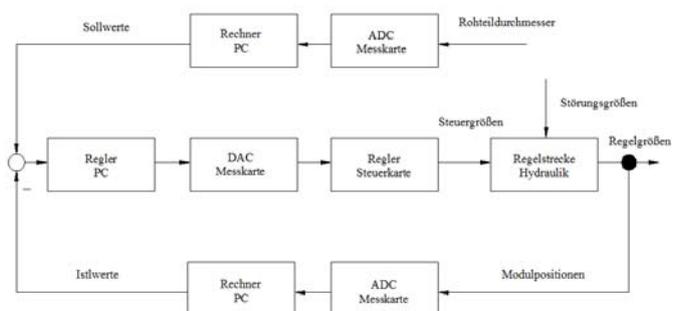


Abbildung 7: vereinfachter Regelalgorithmus

Der Regelalgorithmus wurde zunächst mittels aufgenommenen Oberflächen- datensätzen auf seine Einsatzfähigkeit überprüft. Ein wichtiges Kriterium ist die Aufteilung der Gesamtschnitttiefe auf die am Versuchswerkzeug einzusetzenden 3 Einzelschneiden. Abbildung 8 verdeutlicht diese Aufteilung und zeigt, wie Schrupp- und Nachschruppschneide die kurzwelligen Oberflächenabweichung reduzieren bis die Endbearbeitungsschneide eine fast kontinuierliche Schnitttiefe vorfindet.

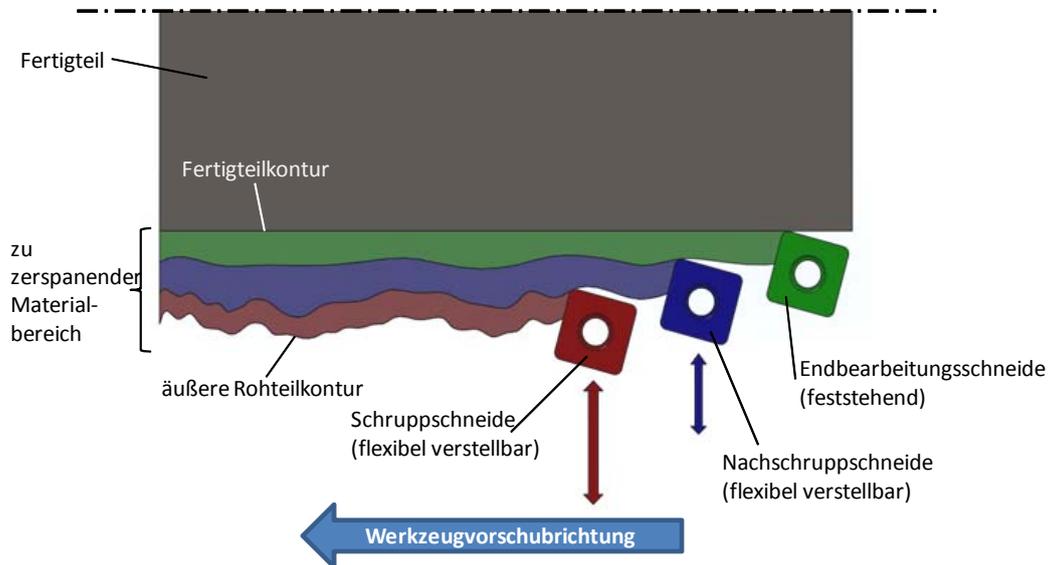


Abbildung 8: Versuchsergebnis, eine Spannbacke unterfüttert

3.2 Umsetzung und Test

Nach der konstruktiven Auslegung wurde das Versuchswerkzeug zur Fertigung freigegeben. Das Ergebnis ist in Abbildung 9 dargestellt. Als Verstellelemente kommen 2 kompakte, doppelwirkende Hydraulikzylinder mit einer Maximalkraft von 10 kN zum Einsatz. Angesteuert werden diese von einer Hydraulikanlage der Fa. Roemheld (Abbildung 10), welche mit einem Maximaldruck von 500 bar arbeitet.

Zum aktuellen Zeitpunkt des Berichtes erfolgt der Anschluss der Hydraulikanlage zur Ansteuerung der aktorischen Werkzeugelemente. Im Anschluss finden umfangreiche Tests des Versuchswerkzeuges unter Werkstattbedingungen statt.

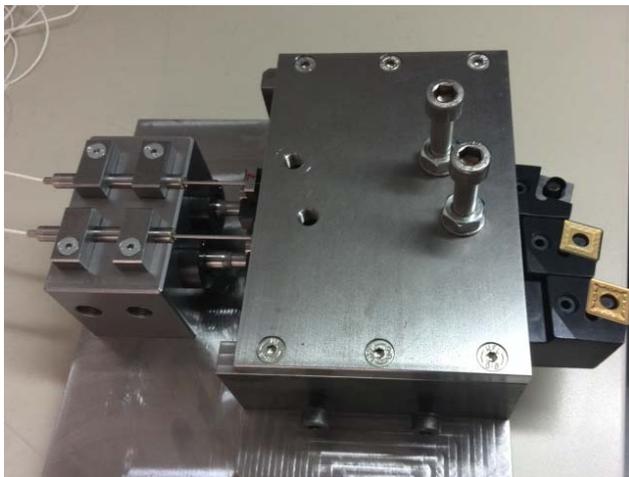


Abbildung 9: Versuchswerkzeug

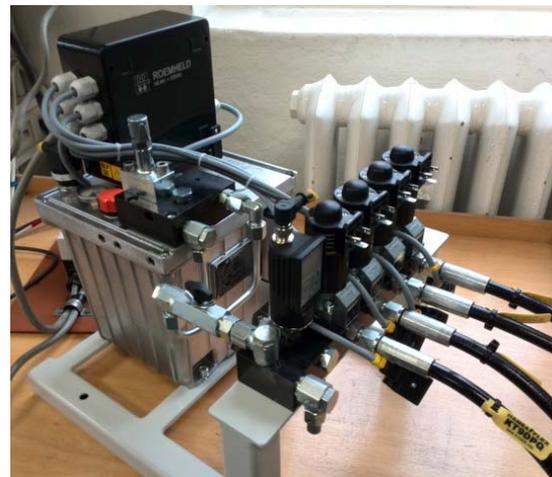


Abbildung 10: Hydraulikanlage

4 Zusammenfassung

Der Einsatz neuartiger Werkzeugkonzepte zur Produktivitätssteigerung in der robusten Schwerzerspannung kann zu deutlich positiven Effekten führen. Durch die Reduzierung der Unwuchten durch eine Verbesserung der Aufspannlage sinkt sowohl die Belastung der Werkzeugschneide als auch die Belastung der Maschinenkomponenten. Beide Faktoren tragen zur Reduzierung der Fertigungskosten bei.

Die Möglichkeit einer flexiblen, an die mit einem Sensor erfassten Rohteilabweichungen angepassten Schnitttiefe reduziert die Belastung der einzelnen Werkzeugschneiden. Die Erprobung des hydraulisch verstellbaren Versuchswerkzeugs ist Gegenstand aktuell laufender Arbeiten. Mit Vorlage der Ergebnisse können Rückschlüsse auf Einsatzfähigkeit und Effektivität der Bearbeitung gezogen werden.

Literatur

- /ARB-14/ Arnold, F.; Bretschneider, R.: Ansätze für die Produktivitätssteigerung bei der Zerspanung von Guss- und Schmiedekrusten. Vortrag zum Fachkolloquium „Innovation Drehbearbeitung Entwicklungen – Anwendungen – Trends“. Vortragsband zum 17. Fachkolloquium am 26.09.2014, Dresden: Selbstverlag TU Dresden, ISBN 978-3-86780-300-7
- /MOD-14/ Arnold, F.; Bretschneider, R.: Entwicklung und Einsatz neuartiger Werkzeugkonzepte zur Produktivitätssteigerung der robusten Schwerzerspannung unter Berücksichtigung der Rohteilgeometrie und deren Auswirkungen. Zwischenbericht AiF, Dresden/Gröditz 2014
- /CHE-14/ Chen, L.: Messeinrichtung zur Erfassung der Rohteilkontur für die unwuchtreduzierte Ausrichtung in einer bearbeitungsoptimalen Lage. Großer Beleg, TU Dresden 2014
- /QIA-14/ Qian, J.: Werkzeug- und Technologieentwicklung für modulare aktorische Drehwerkzeuge in der Scherbearbeitung. Großer Beleg, TU Dresden 2014