

Alle Zähne im Lot?

Durch den Einsatz von hartmetallbestückten Bandsägen kann im Vergleich zu stellitierten Bandsägen die Standzeit deutlich erhöht werden. Ein besonderer Fokus ist bei diesen Werkzeugen auf die Lötverbindung zu legen, da das Versagen der Lötverbindung eines Zahnes zum Beschädigen oder gänzlichen Abbrechen mehrerer nachfolgender Zähne führen kann. Um die Festigkeit der Lötverbindungen zu ermitteln und zu optimieren, werden am Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart, in Kooperation mit der Kähny Maschinenbau GmbH, systematische Untersuchungen an hartmetallbestückten Bandsägeblättern durchgeführt. **PROF. DR.-ING. PROF. H.C. MULT. DR. H.C. MULT. UWE HEISEL, PROF. DR.-ING. FRIEDER SCHOLZ, DR.-ING. THOMAS STEHLE UND DIPL.-ING. PAT.-ING. MICHAEL GROSSMANN¹**

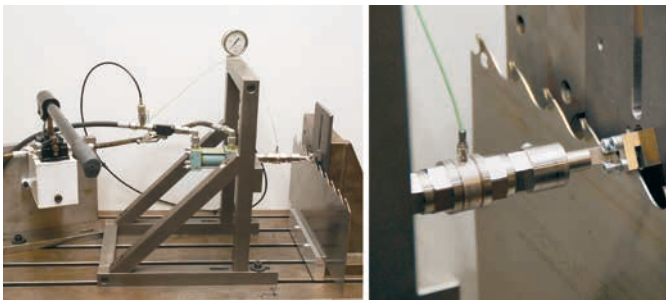


Abb. 1: Versuchsstand zur Ermittlung der Festigkeiten der Lötverbindung

➔ Zum industriellen Einschnitt von Rundholz werden in Sägewerken neben Gatter- und Kreissägen auch Bandsägen verwendet. Die Vorteile der Bandsägetechnik liegen in der hohen Vorschubgeschwindigkeit bei gleichzeitig großem Durchlass und der Möglichkeit des individuellen Schnitts für jedes Brett. Zur Erhöhung der Produktivität beim Bandsägen können die bisher in der Praxis gängigen Stellitzähne durch Hartmetallzähne ersetzt werden. Die Sägebandgrundkörper werden, analog zu hartmetallbestückten Kreissägen, mittels Löttechnik mit den Hartmetallzähnen bestückt. Grundsätzlich ist die Befestigung der Hartmetallzähne bei Bandsägen, aufgrund der deutlich geringeren Grundkörperdicken und somit der geringeren Lötflächen im Vergleich zu den Kreissägen, deutlich kritischer hinsichtlich der erreichbaren Festigkeiten der Lötverbindung. Schon das Versagen der Lötverbindung eines Sägezahnens kann zu Beschädigungen oder dem gänzlichen Abbrechen mehrerer nachfolgender Sägezähne führen.

Aus diesem Grund werden im Rahmen eines Forschungsvorhabens im Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, in Kooperation mit der Fachhochschule Rosenheim und den Unternehmen Alber Trennwerkzeuge GmbH und Kähny Maschinenbau GmbH grundlegende Untersuchungen hinsichtlich der Festigkeit

¹ Die Autoren: Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. mult. Dr. h.c. mult. Uwe Heisel ist Ordinarius und Direktor des Instituts für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart, Dr.-Ing. Thomas Stehle ist Oberingenieur desselben Institutes, Dipl.-Ing. Pat.-Ing. Michael Großmann ist in der Forschungsgruppe Holzbearbeitung tätig, Prof. Dr.-Ing. Frieder Scholz ist Studiendekan an der Fakultät Holztechnik und Bau an der Fachhochschule Rosenheim.

der Lötverbindung bei hartmetallbestückten Bandsägen durchgeführt. Ziel hierbei ist es, die Einflüsse der verfahrenstechnischen Parameter beim Lötprozess, wie beispielsweise die Löttemperatur, die Lötzeit sowie die Einflüsse des Lottyps auf die Festigkeit der Lötverbindung zu quantifizieren und die erreichbare Festigkeit der Lötverbindung zu steigern bzw. die auftretende Streuung der Festigkeiten zu minimieren.

Versuchsdurchführung Zur Ermittlung der Festigkeit der Lötverbindungen bei Band- und Kreissägeblättern wurde am Institut für Werkzeugmaschinen ein Versuchsstand konzipiert und aufgebaut. Der Versuchsstand besteht aus einer Hydraulikpumpe, einem Hydraulikzylinder und einem gehärteten Stempel sowie der Messtechnik zur Ermittlung der auftretenden Kräfte.

Die Ermittlung der Abdrückkräfte erfolgt mittels eines einachsigen Kraftmesselementes, welches zwischen dem gehärteten Stempel und dem Hydraulikzylinder positioniert ist. Die während des Abdrückvorganges durch das Kraftmesselement erzeugte Ladung wird mittels eines Ladungsverstärkers in ein Spannungssignal umgewandelt und anschließend vom Messrechner erfasst und ausgewertet.

Das Abdrücken der Sägezähne vom Sägegrundkörper erfolgt ausschließlich in Richtung der Passivkraft. Die während des Zerspanvorganges auf den Zahn wirkende Schnittkraft bleibt unberücksichtigt, da der Zahn durch diese Kraft in den Zahnsitz gedrückt wird und somit die Schnittkraft für die Festigkeit der Löt-

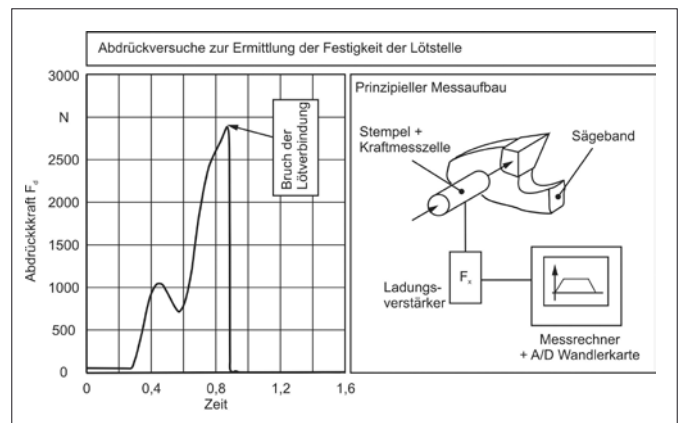


Abb. 2: links: Typischer Verlauf der Kraft über der Zeit beim Abdrücken eines Sägezahns; rechts: prinzipieller Messaufbau für das Abdrücken

verbindung eine untergeordnete Rolle spielt. Abb. 2 zeigt den prinzipiellen Messaufbau zur Ermittlung der Abdrückkräfte auf dem Versuchsstand und exemplarisch einen Kraftverlauf beim Abrücken eines Hartmetallsägezahnes. Die Quantifizierung der Abdrückkräfte erfolgt anhand der maximalen Kraft, die zum Bruch der Lötverbindung führt.

Zur Erstellung der Versuchsproben wurden Sägebandgrundkörper mittels eines von der Fa. Kähny Maschinenbau GmbH speziell für diesen Anwendungsfall entwickelten Automaten mit Hartmetallsägezähnen bestückt. Um statistisch abgesicherte Ergebnisse zu erhalten, werden jeweils 20 Zähne unter konstanten verfahrenstechnischen Bedingungen auf den Sägebandgrundkörper gelötet. Innerhalb der Versuchsreihen erfolgt eine Variation des Lottyps, der Löttemperatur sowie der Lötzeit.

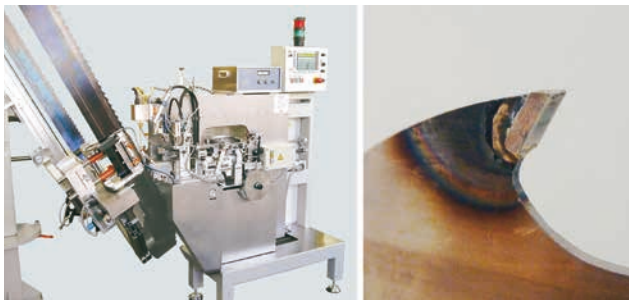


Abb. 3: links: Bestückungsautomat der Fa. Kähny Maschinenbau GmbH; rechts: hartmetallbestücktes Sägeband

Versuchsergebnisse Die unter verschiedenen verfahrenstechnischen Bedingungen gelöteten hartmetallbestückten Sägebandabschnitte werden mittels der aufgebauten Versuchseinrichtung auf die Festigkeit der Lötverbindung untersucht. Zur Charakterisierung der Festigkeit der einzelnen Versuchskonfigurationen dienen der Mittelwert der ermittelten Abdrückkräfte, die innerhalb einer Versuchsreihe zu ermittelnde minimale Abdrückkraft sowie die Standardabweichung der Abdrückkräfte. Hierbei muss ein besonderer Fokus auf die minimale Abdrückkraft gelegt werden, da dieser Kennwert die schwächste Lötverbindung charakterisiert und somit die Lebensdauer der Sägewerkzeuge begrenzt. Untersucht werden die Einflüsse der Löttemperatur, des Lottyps (Lottyp A, Lottyp B) sowie stichprobenartig der Einfluss der Lötzeit auf die erreichbaren Festigkeiten der Lötverbindung. Auf die ermittelten Ergebnisse wird im Folgenden näher eingegangen.

Die Untersuchung der Festigkeit der Lötverbindung zeigt, dass die verfahrenstechnischen Parameter des Lötprozesses sowie der Lottyp signifikante Auswirkungen auf die Festigkeit der Lötverbindung besitzen.

Die erreichbaren mittleren Abdrückkräfte beim Lottyp A liegen, abhängig von der Löttemperatur, in einem Bereich zwischen 1700 N und 2400 N. Grundsätzlich kann mit steigenden Löttemperaturen ein Trend zu höheren Abdrückkräften festgestellt werden. Die minimalen Abdrückkräfte erreichen hierbei Werte zwischen 1070 N und 1500 N. Die Standardabweichung liegt innerhalb der einzelnen Versuchsreihen zwischen 410 N und 540 N.

Beim Lottyp B liegen die ermittelten mittleren Abdrück-

Betriebs- und Fertigungsbedarf

News + Leute

Handhabungstechnik

Interviews

Fertigungstechnik

Oberflächentechnik

Branche

Reportagen

Maschinenkomponenten

Abonnieren Sie jetzt!



www.hob-magazin.com

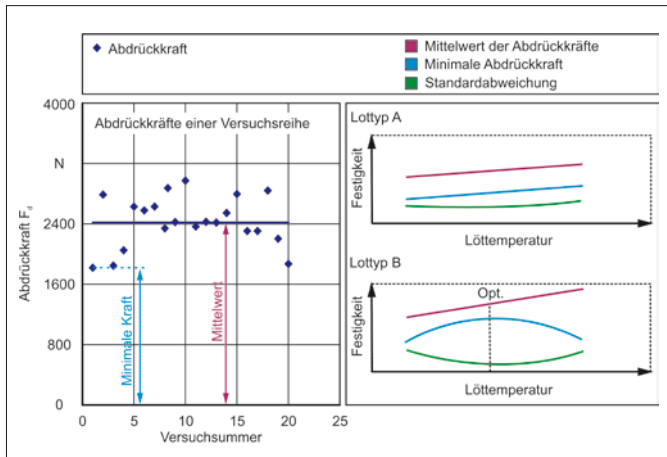


Abb. 4: Festigkeit der Lötverbindung in Abhängigkeit von der Löttemperatur und dem Lottyp

kräfte, ebenfalls abhängig von der Löttemperatur, zwischen 2000 N und 2700 N. Mit steigender Löttemperatur ist eine deutliche Zunahme der mittleren Abdruckkräfte zu verzeichnen. Die minimalen Abdruckkräfte liegen zwischen 460 N und 2090 N. Die anfänglich sehr niedrigen Abdruckkräfte erhöhen sich mit steigender Löttemperatur, wobei das Kräfte maximum bei mittleren Löttemperaturen erreicht wird und im weiteren Verlauf wieder abnimmt. Die Standardabweichung nimmt Werte zwischen 250 N und 550 N an, wobei die kleinsten Werte bei mittleren Löttemperaturen erreicht werden. Die für die mittlere und minimale Abdruckkraft sowie für die Standardabweichung günstigste Löttemperatur liegt in einem Bereich von 740 – 790 °C. Unter diesen Prozessbedingungen können, bezogen auf den Lottyp A, die mittleren und minimalen Abdruckkräfte deutlich gesteigert und die Standardabweichung der Abdruckkräfte minimiert werden.

Bei der Untersuchung des Einflusses der Lötzeit auf die Festigkeit der Lötverbindung zeigt sich, dass mit steigender Lötzeit die mittlere Abdruckkraft geringfügig gesteigert werden kann. Gleichzeitig sind ebenfalls eine Reduktion der Standardabweichungen und eine Erhöhung der minimalen Abdruckkräfte zu beobachten.

Da bisher noch keine Erkenntnisse bezüglich der Festigkeit von

Lötverbindungen bei Bandsägewerkzeugen bekannt sind und somit keine Erfahrungswerte bzw. keine Richtwerte für die Festigkeit der Lötverbindungen vorliegen, wurde im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen auch die Festigkeit der Lötverbindungen von Kreissägeblättern unterschiedlicher Hersteller (KSB1, KSB2, KSB3) zu Vergleichszwecken ermittelt.

Da die Kreissägeblätter unterschiedliche Stammsblattstärken aufweisen und die Abdruckkräfte von der Lötfläche abhängen, ist ein direkter Vergleich der Abdruckkräfte nicht möglich. Aus diesem Grund wurden die Abdruckkräfte der einzelnen Sägezähne ermittelt und auf die jeweiligen Lötflächen bezogen. Durch dieses Vorgehen wird die ertragbare Abdrückspannung (Abdruckkraft pro Lötfläche) ermittelt und es wird somit der Vergleich von unterschiedlichen Sägeblättern ermöglicht. Abb. 5 zeigt die an den Kreissägeblättern ermittelten Abdrückspannungen sowie die mittleren und minimalen Abdrückspannungen und die auftretenden Standardabweichungen. Ebenfalls dargestellt sind die Abdrückspannungen eines Sägebandes, welches unter optimierten verfahrenstechnischen Parametern gelötet wurde.

Bei den untersuchten Kreissägeblättern werden mittlere Abdrückspannungen zwischen 124 – 173 N/mm² und minimale Abdrückspannungen zwischen 87 – 130 N/mm² ermittelt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die mittleren Abdrückspannungen des Sägebandes mit 242 N/mm² sowie die minimalen Abdrückspannungen mit Werten von 202 N/mm² deutlich über den mittleren und minimalen Abdrückspannungen der auf dem Markt befindlichen Kreissägeblätter liegen. Die Standardabweichung konnte bei dem unter optimierten verfahrenstechnischen Bedingungen gelöteten Sägeband, im Vergleich zu der Standardabweichung der Kreissägeblätter (27 – 45 N/mm²), auf 24 N/mm² reduziert werden.

Zusammenfassung Der Lötverbindung bei hartmetallbestückten Bandsägen kommt besondere Bedeutung zu, da das Versagen einer Lötverbindung das Beschädigen oder gänzliche Abbrechen nachfolgender Zähne verursachen kann. Aus diesem Grund wurden umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Festigkeit der Lötverbindungen bei hartmetallbestückten Sägewerkzeugen durchgeführt. Zur Durchführung dieser Untersuchungen wurde ein Prüfstand konzipiert und aufgebaut, der es ermöglicht, die Festigkeiten der Lötverbindungen experimentell zu ermitteln. Im Rahmen der Versuchsreihen konnte der Einfluss der verfahrenstechnischen Parameter wie der Löttemperatur, des Lottyps sowie der Lötzeit systematisch untersucht und quantifiziert werden. Weiterhin konnten die verfahrenstechnischen Einstellparameter hinsichtlich der erreichbaren mittleren Festigkeiten, der minimalen Festigkeiten und der Standardabweichung optimiert werden. Zu Vergleichszwecken erfolgten zusätzliche Untersuchungen an handelsüblichen, hartmetallbestückten Kreissägewerkzeugen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die Optimierung der verfahrenstechnischen Parameter, Festigkeiten der Lötverbindungen an Bandsägen erreicht werden konnten, die erheblich über den Festigkeiten der Lötverbindungen von vergleichend untersuchten Kreissägewerkzeugen liegen.

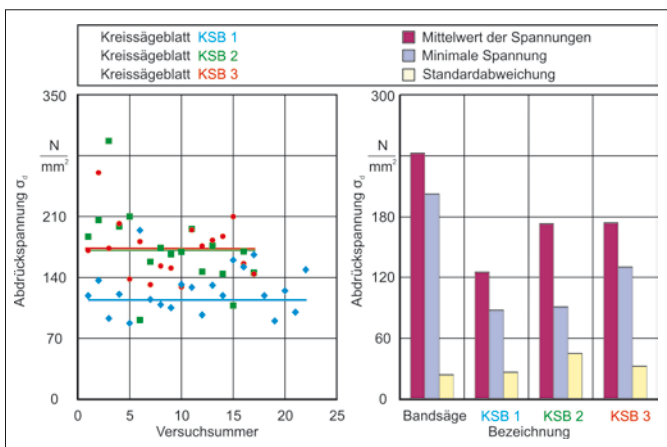


Abb. 5: Vergleich der Festigkeiten der Lötverbindungen bei Kreissäge- und Bandsägeblättern