

Konturbearbeitung

Industrielle Anwendung des Seilsägens

JÜRGEN HOFFMANN

Das Trennverfahren Seilsägen ist dann besonders vorteilhaft, wenn Bögen, Ecken, Nuten oder geschlossene Konturen zu bearbeiten sind. Es wurde nun eine kleine Seilsäge entwickelt, die keine Führungsrollen mehr benötigt und mit der auch Graphit, Grünkeramik, Hartmetall-Grünlinge und kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffe im industriellen Maßstab wirtschaftlich bearbeitet werden können.



Das Seilsägen ist im allgemeinen als ein gängiges Trennschleifverfahren bekannt, das gegenwärtig vorwiegend im Bergbau und in Steinmetzbetrieben angewendet wird. Auf Maschinen, deren Aufbau dem einer Bandsäge ähnlich ist, werden große, endlos verbundene Sägesaile eingesetzt, die auf Umlenkrollen mit einem Durchmesser von 0,5 m und größer laufen und Schnittfugen von 5 bis 10 mm Breite erzeugen.

Beim Bandsägen wird eine Führung angestrebt, die sich möglichst nah an der Bearbeitungsstelle befindet. Dies führt zu höherer Laufruhe, stabilisiert das Werkzeug und verbessert so die Fertigungsgenauigkeit und die erreichbare Oberflächenqualität. Gleiches gilt für das Seilsägen.

Standzeit bis 1000 Stunden ist realisierbar

Weil das Seil im Gegensatz zum Band rundum mit Schneidkörnern belegt ist und in jede Richtung schneidet, sind auch die Führungs- und Umlenkrollen der Maschine dem Kontakt mit den Schneidkörnern ausgesetzt. Durch die Verwendung gummierter Führungsrollen, in denen das Sägesaile läuft, wird zum einen das Seil schonend umgelenkt, zum anderen eine Beschädigung der Rollen vermieden. Der Gummibelag der Führungsrollen, in der das Sägesaile

auf den Umlenkrollen läuft, wird auch abgenutzt. Dennoch sind hier sehr lange Standzeiten bis etwa 1000 Betriebsstunden möglich.

Diese Zeiten werden jedoch nur erreicht, wenn keine Relativbewegung zwischen Seil und Rolle vorliegt. Bei großem Umschlingungswinkel der Rolle durch das Seil wirken folgende Faktoren dem Schlupf und der Abnutzung entgegen: die große Auflagefläche des Seils und die mit größerem Umschlingungswinkel steigende Anpreßkraft des Seils an die Rolle.

Die Umlenkrollen werden vom Sägesaile soweit umschlungen, daß der Rollenbelag hier nur wenig abgenutzt wird. Die Führungsrollen werden jedoch mit geringer Anpreßkraft gegen das Sägesaile gedrückt, denn das herkömmliche Sägesaile ist nicht dafür ausgelegt, um den kleinen Radius der Führungsrolle gebogen zu werden. Wäre es dafür ausgelegt, so könnten die Umlenkrollen der Maschine entsprechend kleiner gewählt werden.

Einem auf die Seil-Trennschleiftechnik spezialisierten Unternehmen ist es nun gelungen, endlos verbundene Sägesaile zu entwickeln, deren hohe Biegefestigkeit es erlaubt, Umlenkrollen mit 100 mm Durchmesser zu verwenden. Dies wurde durch die Verwendung dünner Seile mit 0,5 bis 1,5 mm Durchmesser möglich. Die Seile haben eine sehr viel höhere Flexibilität als die in diesem Durchmesserbereich üblichen einadrigen Drähte. Somit können nun Umlenkrollen verwendet werden, die so klein sind, daß keine Führungsrollen mehr nötig sind, um das Seil nahe der Bearbeitungsstelle zu führen.

Dünne Sägesaile haben zusätzliche Vorteile

Prinzipiell haben Seilsägen folgende Vorteile:

► Es können beliebige Konturen in einem Arbeitsgang bearbeitet werden.



Nur 0,5 bis 1,5 mm beträgt der Durchmesser dieses Sägesailes, mit dem filigrane Konturen schnell und genau hergestellt werden können.

- Das Werkzeug klemmt nicht; es schneidet sich selbst frei.
- Die Spanräume werden aufgrund der mehrfachen Biegung des Seils bei jedem Umlauf besser gereinigt, als es bei starren Werkzeugen der Fall ist.

Durch die Verwendung der neuen, im Durchmesser stark verringerten Sägesaile ergeben sich weitere Vorteile: kleine Eckradien und filigrane Konturen, präzise Schnitte wegen des eng geführten Sägesailes, niedrige Bearbeitungskräfte, keine Materialausbrüche, niedrige Spankräfte, wenig Verschnitt und Schneidstaub sowie geringe Wärmebringung.

Mit der Größe der Umlenkrollen reduziert sich auch die Baugröße der Maschinen. Dies macht deutlich reduzierte Preise möglich.

Dr. Jürgen Hoffmann ist Geschäftsführer der Dramet GmbH in Großmaischeid.

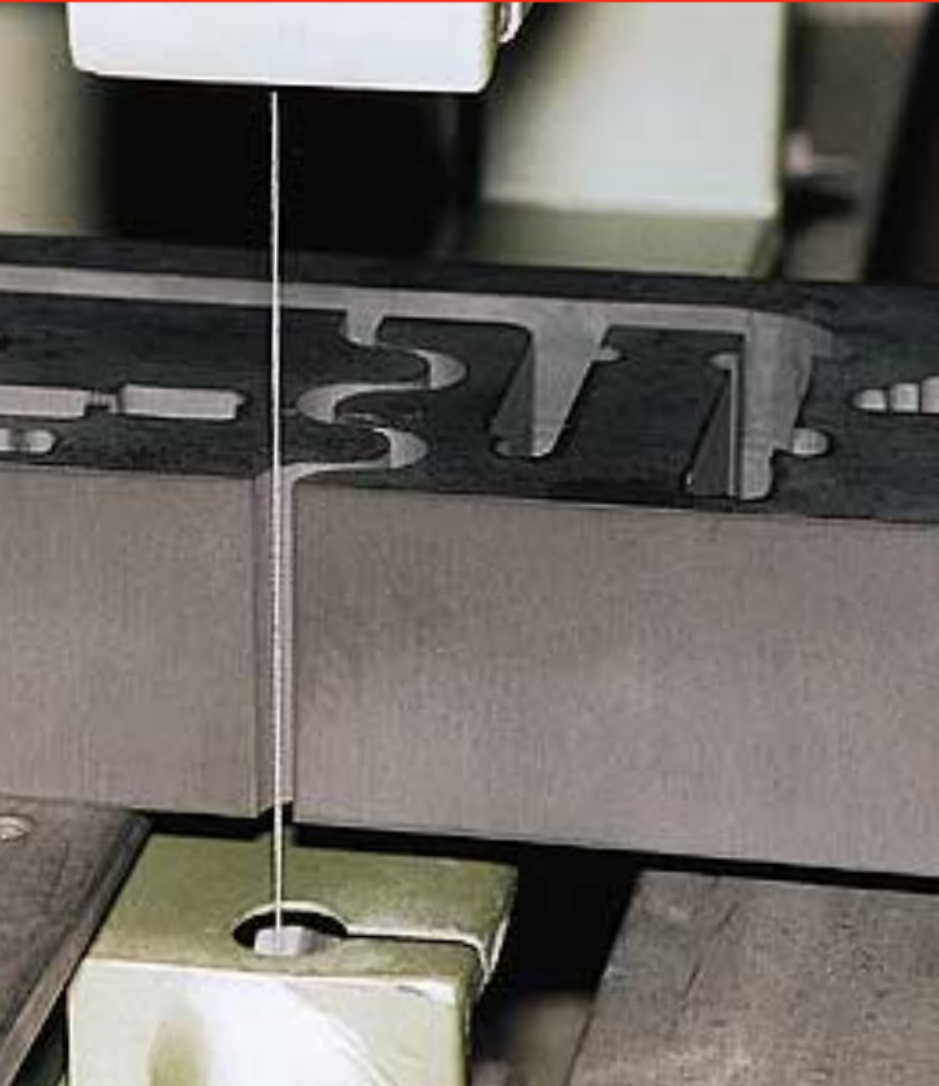


Bild: Verfasser

drittens mit einem CNC-geführten Kreuztisch, wobei der Arbeitsbereich 400 mm × 180 mm groß ist und die maximale Werkstückhöhe 130 mm beträgt.

Wie bereits erwähnt wurde, besteht ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens Drahttrennschleifen darin, daß der Draht in jede Richtung schneidet. Dies bedeutet aber auch, daß beim Trennschleifprozeß eine exakte Führung des Werkstücks wichtig ist, da der Draht jedes seitliche Verschieben des Werkstücks, also das Rucken, auf der Schnittfläche nachbildet. Weil häufig gerade Schnitte ausgeführt werden müssen, genügt in vielen Anwendungsfällen der linear geführte Arbeitstisch, um optimale Schnittflächen zu erzeugen. Sollen auch Kreise und Konturen exakt bearbeitet werden, so ist eine gesteuerte Werkstückführung wichtig.

Linear geführter Tisch hebt Schnittflächenqualität

In Bild 2 sind Werkstücke abgebildet, die mit einer Seilsäge mit CNC-Kreuztisch gefertigt wurden. Bei der Bearbeitung der verschiedenen Werkstoffe sind folgende Merkmale beachtenswert: Graphitelektroden für die Funkenerosion werden aus 20 bis 70 mm hohen Platten herausgeschnitten. Filigrane Konturen und dünne Stege lassen sich in ununterbrochenem Schnitt problemlos herstellen.

Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff (CFK) und glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) können bearbeitet werden, ohne daß die Teile an den Schnittflächen ausfasern. Die dabei erreichbare hohe Oberflächengüte

So sind beispielsweise Basismodelle dieser Fertigungseinrichtung bereits für weniger als 6000 Mark erhältlich.

Drei verschiedene Maschinentypen sind gegenwärtig verfügbar. Allen Ausführungen gemeinsam ist, daß das endlos ausgebildete Säge-seil über drei Rollen läuft (Bild 1). Die beiden vorderen Rollen führen das Seil möglichst nahe an der Bearbeitungsstelle. Die hintere Rolle ist mitsamt dem dahinterliegenden Motor beweglich angeordnet, damit das Seil eingelegt und gespannt werden kann. Die Seilgeschwindigkeit ist stufenlos von 0 bis 3000 m/min einstellbar. Sollte es erforderlich sein, werden die Maschinen mit einer Kühlschmiermittelanlage ausgestattet. Beim Bearbeiten besonders verschleißintensiver Werkstoffe lassen sich somit die Reibung mindern und die Prozeßwärme effizient abführen.

Werkstückauflage und Werkstückführung können nach unterschiedlichen Prinzipien gestaltet

sein: erstens mit feststehender Werkstückauflageplatte, auf der das Werkstück während der Bearbeitung manuell geführt wird, zweitens mit linear geführtem Tisch, auf dem ein seitlich verstellbarer Anschlag angebracht ist, und

Bild 1: Gemeinsames Merkmal aller Sägemaschinenvarianten ist das endlos ausgebildete Säge-seil, das über drei Rollen läuft, und für das keine separaten Führungsrollen nötig sind.





Bild 2: Charakteristische Werkstücke, die auf Seilsägemaschinen qualitätsgerecht hergestellt werden können.



Bild 3: Auch an sehr nachgiebigen Werkstoffen wie Schaumstoff sind mit Seilsägen maßhaltige Schnitte möglich.

Bilder: Verfassers

Je nach Werkstoff des Teiles realisierbare Prozeßkenngrößen beim Seilsägen.

Werkstoff	Werkstückhöhe mm	Vorschub mm/min	Schnittgeschwindigkeit m/min	Rauhtiefe R_a μm
Graphit	70	10– 50	1800	1,6–3,2
Hartmetall-Grünling	25	10– 80	2000	1,6–3,2
CFK	3,5	30– 300	1600	0,8–3,2
GFK	32	10– 80	1600	0,8–3,2
Aluminiumoxid	70	20– 500	2200	–
Rigips	12	300–1200	2400	–
Gummi	10	80– 350	1500	–
Schaumstoff	60	200–2000	2000	–
gepreßte Glaswolle	90	200–2000	2500	–
Styropor	60	500–4000	2200	–

ist wichtig, um ein Delaminieren der Teile im späteren Einsatz zu verhindern. Hartmetall- und Keramikwerkstücke können im Grünzustand gut bearbeitet werden, weil die niedrigen Schnittkräfte keine Abplatzungen verursachen. Aufgrund der niedrigen Spannkräfte wird das Werkstück beim Fixieren während des Bearbeitungsprozesses nicht beschädigt. Dämmstoffe wie Glaswolle oder Styropor bieten dem Sägeseil wenig Widerstand. Sie lassen sich ebenfalls problemlos und schnell trennen. Bild 4 verdeutlicht, wie genau und gleichmäßig dünne Schichten auch von solch nachgiebigen Materialien wie Schaumstoff mit der Sägemaschine abgetrennt werden können.

In der Tabelle ist dargestellt, mit welchen Schnittparametern die

jeweiligen Werkstoffe mit Hilfe des Seilsägeprozesses bearbeitet werden können. Abhängig davon, ob Genauigkeit oder Produktivität im Vordergrund stehen, werden die Vorschubkennwerte im angegebenen Bereich dem Bedarf entsprechend variiert. Es ist bereits jetzt abzusehen, daß die Liste der Werkstoffe, die mit kleinen Seilsägen mit dünnem Seildurchmesser und ohne Führungsrollen vorteilhaft zu bearbeiten sind, bald zu ergänzen sein wird. So will man zukünftig dem Bedarf entsprechen, der aus Fertigungsaufgaben bei der Glasbearbeitung resultiert. Dort ist die geringe Wärmeerbringung des Seilsägens wichtig, damit auch besonders feine Konturen erzeugt werden können, ohne daß das Material wegbreicht. **MM**