

# Minimierung der Randzonenschädigung bei der drahterosiven Bearbeitung von Hartmetall

H. Juhr, K. Künanz, H.-P. Schulze<sup>1</sup>, M. Läuter<sup>1</sup>, G. Wollenberg<sup>1</sup>

Der Einsatz von Hartmetall gewinnt für den Einsatz bei Schneid- und Umformwerkzeugen zunehmend an Bedeutung. Es können hierbei im Vergleich zu Werkzeugstählen bedeutend höhere Standmengen erzielt werden. Ein breiterer Einsatz von Hartmetall in diesem Sektor ist daher anzustreben. Es stehen jedoch wesentliche, berechnete Vorbehalte für eine breitere Anwendung von Hartmetall, da mit diesem Werkstoff bezüglich der Prozesssicherheit Probleme verbunden sind.

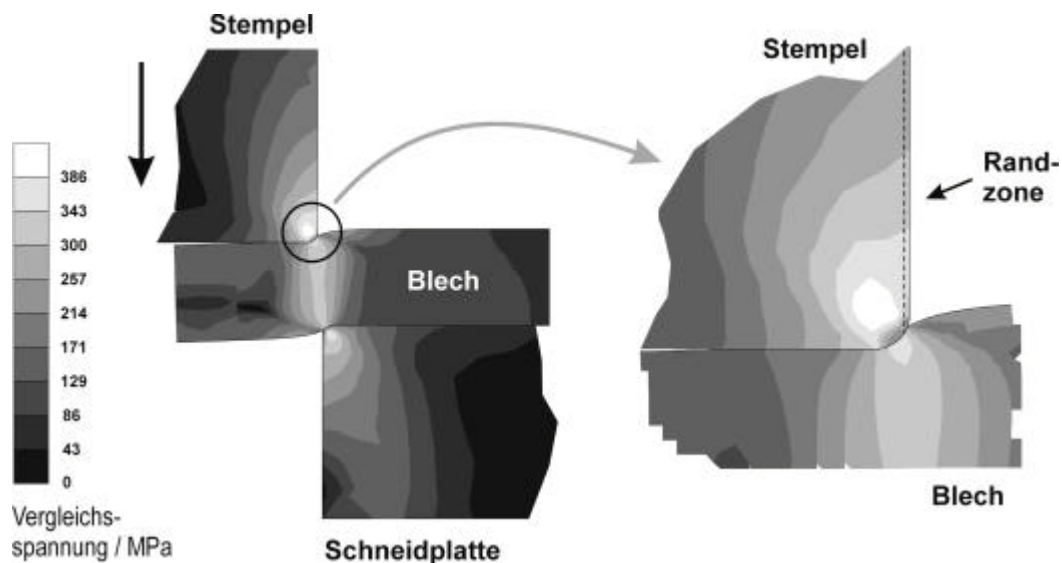


Bild 1: Beanspruchung der aktiven Bauteile beim Schneiden

Die am Schneidstempel und an der Schneidplatte wirkenden mechanischen Spannungen nehmen beim Schneiden von Blech sehr hohe Werte an, die auch in den Randbereichen wirksam sind (Bild 1). Bei der Verwendung von Hartmetall kommt als Bearbeitungsverfahren für die Stempel, Schneidplatten und Schneideinsätze nur das Formschleifen und das Drahterodieren zur Anwendung. Dem Einsatz des Formschleifens sind jedoch geometrisch Grenzen gesetzt, so daß das Drahterodieren eine unumgehbare Lösung darstellt.

Ein großer Nachteil des Verfahrens ist das generelle Auftreten höherer Schädigungen der Randzone, die auf den thermischen Charakter des Verfahrens zurückzuführen sind. Hierbei wird eine Eigenspannungszone induziert und es treten Risse auf, die teilweise bis tief in das Grundmaterial hereinreichen. Weitere Schädigungen der Randzone entstehen durch elektrochemische Vorgänge in der Phase vor der Zündung der Impulse, wenn eine hohe Spannung anliegt. Gegeben durch die Materialzusammensetzung (Kobalt-Wolframcarbid) kommt es zu einer kritischen partiellen Auflösung des Kobalts.

<sup>1</sup> IGET / Lehrstuhl Theoretische und Allgemeine Elektrotechnik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

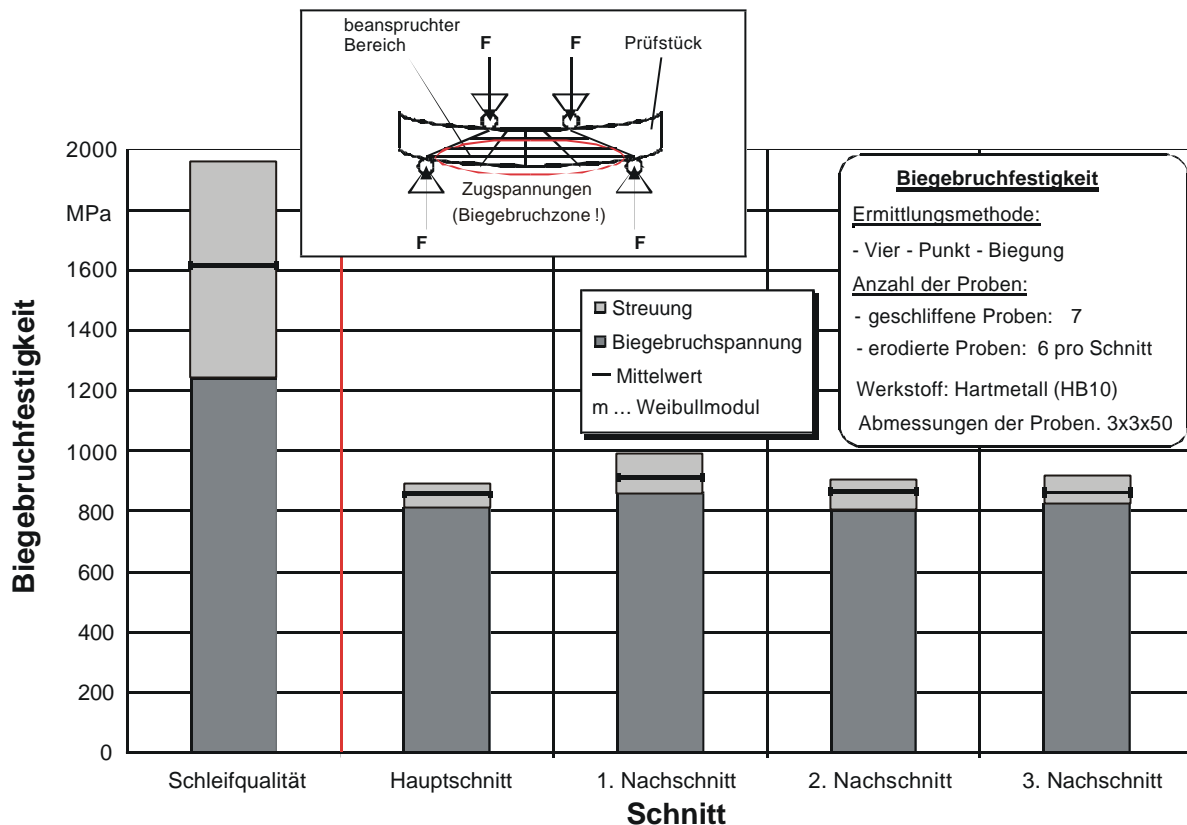


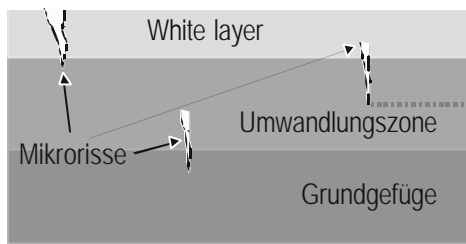
Bild 2: Biegebruchspannung in Abhängigkeit von der Bearbeitungsstufe

Als Indikator für die Schädigung der Randzone ist die Vierpunkt-Biegebruchspannung drahterosiv geschnittener Biegebruchstäbe sehr gut geeignet, da hier die Randzonenschädigung aus der Sicht der Beanspruchung bewertet wird.

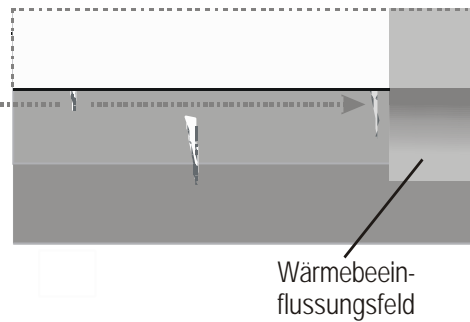
Die Schädigungen der Randzone lassen sich nur bedingt durch Nachschnitte beseitigen (Bild 2). Gestufte Bearbeitungstechnologien sind vornehmlich auf eine Optimierung der Rauheit ausgerichtet. Die Dicke der in den Nachschnitten abgetragenen Schichten reicht bei einer so optimierten Technologie im allgemeinen nicht aus, um die durch den Hauptschnitt induzierten Schädigungen zu beseitigen. Aber auch eine Vergrößerung der abgetragenen Schichtdicke in den Nachschnitten bewirkt nur eine geringe Verbesserung der Biegebruchspannung.

Hier besteht die Vermutung, daß bestehende Risse, die durch den Hauptschnitt verursacht wurden auch bei den geringeren Temperaturen der Nachschnitte und weiterhin bedingt durch die hohen Eigenspannungen in der Randzone durch die Nachschnitte weiter vorwachsen (Bild 3). Das bedeutet, daß einmal eingebrachte Risse sich durch Nachschnitte nicht mehr beseitigen lassen.

## Hauptschnitt



## 1. Nachschnitt



## Abtrag

Temperaturbereich  
mit Rißwanderung  
Temperaturbereich  
ohne Rißwanderung

## 2. Nachschnitt

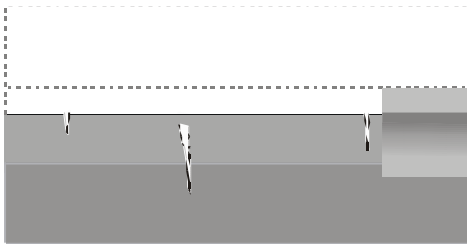


Bild 3: Durch die Nachschnitte bedingtes Rißwachstum

Daraus lassen sich folgende Entwicklungsaufgaben ableiten:

- Verringerung der Randzonenschädigung durch eine erheblich reduzierte thermische Tiefenwirkung bei gleicher Produktivität. Daraus folgt eine kürzere Durchlaufzeit, weil die Anzahl der Nachschnitte reduziert werden kann
- Verbesserung der Oberflächenrauheit bei vergleichbarer Produktivität bereits im Hauptschnitt. Auch dadurch kann die Anzahl der Nachschnitte reduziert werden und die Hauptzeit sinkt.

Eine Reduzierung der thermischen Tiefenwirkung kann durch eine Absenkung der Entladeenergie erzielt werden. Damit ist in der Regel eine Produktivitätseinbuße verbunden. Ein weiterer Weg ist eine Modifizierung der Pulsform. Dabei kann die Entladedauer bei gleich bleibender Impulsenergie reduziert werden. Dazu ist es notwendig, die Stromanstiegs- und -abfallgeschwindigkeit zu vergrößern. Bei herkömmlichen Generatoren sind die Geschwindigkeiten konstant und haben Werte von 200 bis 400 A/μs. Durch die Konstanz der Geschwindigkeiten sind die Entladedauer und der Impulsstromscheitelwert fest verkoppelt. Sie lassen sich nicht getrennt voneinander wählen. Für die Untersuchungen kam daher ein neuartiger Generator zum Einsatz, bei dem sich die Geschwindigkeiten beeinflussen lassen und der zudem größere Geschwindigkeitswerte zulässt (bis 700 A/μs) (Bild 4). Weiterhin ist es möglich, eine Flankenformung vorzunehmen, wenn mehrere Stufen existieren, die zeitversetzt gezündet werden.

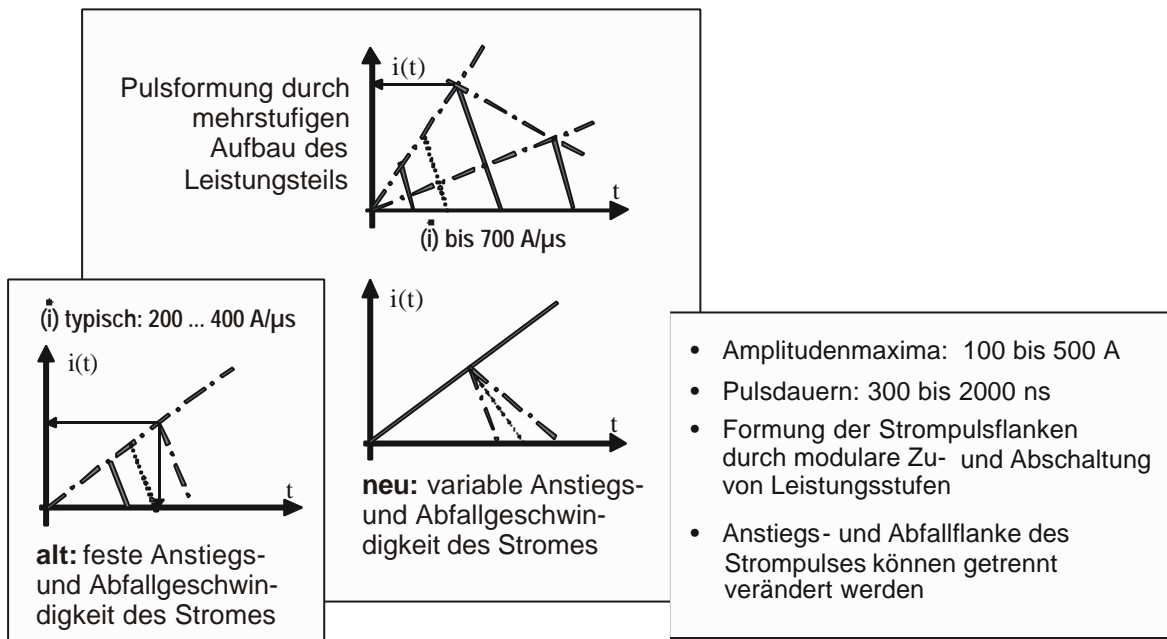


Bild 4: Hochstromnadelimpulsgenerator: neue Konzepte

Für die Untersuchungen wurden Impulse mit gleicher Entladeenergie, aber variablen Entladedauern verglichen. Dieses Impulsregime wurde mit einer Entladeenergie von 3,6 mJ im Hauptschnitt angewendet. Mit der Verkürzung der Entladedauer erhöht sich entsprechend der Wert des Impulsstromes (Bild 5). Die Schmelzisoothermen liegen dabei dichter und die thermische Tiefenwirkung wird reduziert. Als Referenz werden die Ergebnisse eines Seriengenerators gegenübergestellt. Hierbei treten die längsten Entladedauern und der geringste Impulsstrom auf.

In Bild 6 ist ersichtlich, daß bei geformten Impulsen die erwartete Reduzierung der Randzonenschädigung nicht erreicht wird. Gleichwohl zeigen jedoch die Ergebnisse geringerer Entladeenergien erwartungsgemäß höhere Biegebruchspannungen. Daraus kann geschlossen werden, daß mit einer Impulsformung bei für den Hauptschnitt üblichen Entladeenergien keine Verbesserung der Randzonenschädigung erzielt werden kann. Es muß daher bereits im Hauptschnitt mit reduzierter Entladenergie gearbeitet werden. Die Entladenergien weisen dabei kürzere Werte auf, wie sie für Nachschnitte typisch sind. Durch eine Verkürzung der Entladedauer unter Nutzung größerer Stromanstiegsgeschwindigkeiten ist damit eine Reduktion der Pausendauer möglich. Durch diese Maßnahme sind mittlere Prozeßleistungen möglich, die denen von herkömmlichen Hauptschnitten entsprechen.

Auch für die Rauheiten zeigt bei isoenergetischen Pulsen mit 3,6 mJ und 1 mJ eine Pulsformung keinen Einfluß. Bei Entladedauern unter 500 ns wurde eine signifikante Verkleinerung der Rauheit beobachtet.

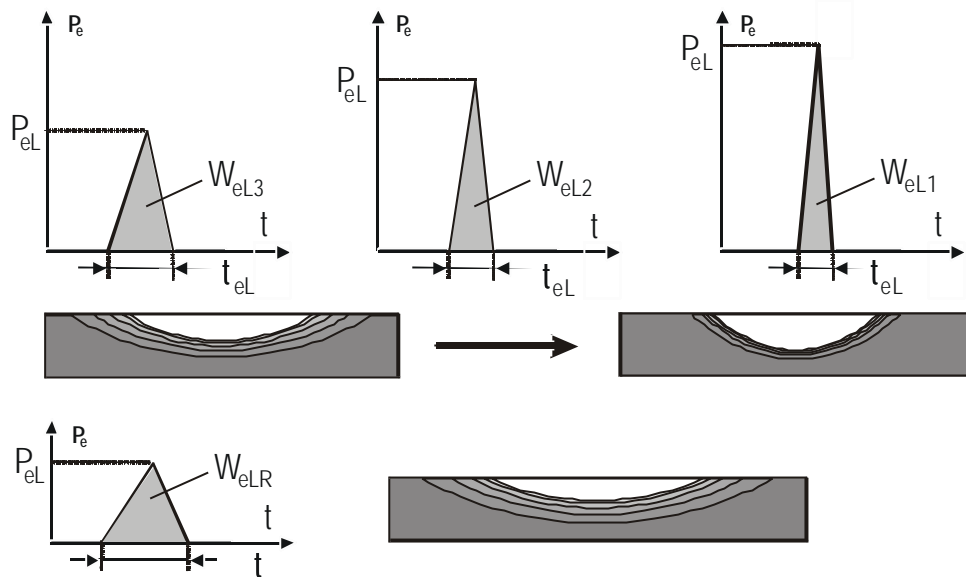


Bild 5: Versuchsreihe mit Impulsformung

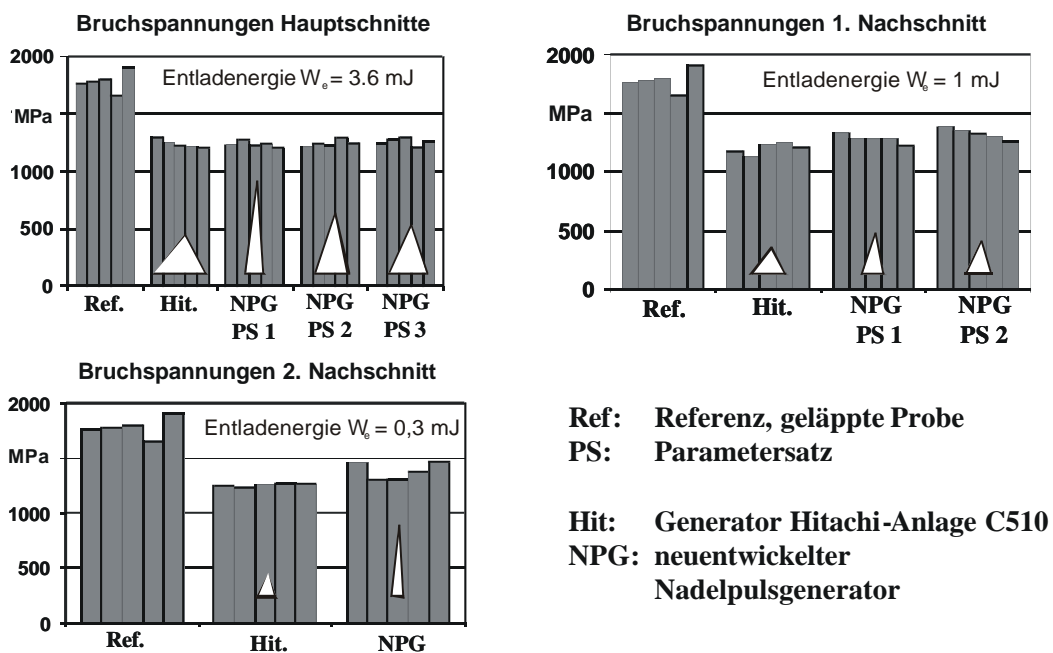


Bild 6: Ergebnisse der Versuche: Biegebruchspannungen

Unter Verwendung der oben genannten Methode wird auch hier das angestrebte Ziel erreicht: Durch die Reduktion der Entladenergie im Hauptschnitt wird eine geringere Rauheit erzielt und es sind weniger Nachschnitte zur Erreichung der Zielrauheit erforderlich.