

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Anwendung der Funkenerosion

VDI 3402

Blatt 4

Application of Electrical Discharge
Machining (EDM)

Inhalt	Seite
1 Zweck und Anwendungsbereich	2
2 Möglichkeiten des Funkerosiven Bearbeitens	2
2.1 Anwendungsempfehlungen	2
2.2 Einschränkungen	3
3 Kennzeichnung der Bearbeitungsgeometrie an den Werkstücken ...	3
4 Verfahrensvarianten	3
4.1 Simultane Bearbeitung	3
4.2 Sequentielles Bearbeiten	4
4.3 Kombiniertes Bearbeiten (Senken)	4
4.4 Kombiniertes Bearbeiten (Schneiden)	4
4.5 Formerzeugendes Senkerodieren (kombiniertes Bearbeiten)	6
4.5.1 Planetär-Erodieren	6
4.5.2 Bahngesteuertes Senkerodieren	9
5 Erodierverfahren – Erodierverfahren	10
5.1 Erodierverfahren	10
5.1.1 Spanntechniken	10
5.1.2 Spültechniken	11
5.1.3 Gestaltung der Arbeitsvorgänge	13
5.2 Erodierverfahren	13
5.2.1 Verfahren des Senkerodierens	13
5.2.2 Verfahren des Schneiderodierens	14
6 Werkstück	14
6.1 Erodierbarkeit der Werkstoffe	14
6.2 Vorbehandlung	14
6.3 Nachbehandlung	14
7 Werkzeugelektroden	14
7.1 Werkstoffe	14
7.2 Auswahlkriterien beim Senkerodieren	15
7.3 Auswahlkriterien beim Schneiderodieren (Drahtelektroden)	15
8 Auswahlkriterien und Anforderungen an die Arbeitsmedien	15
8.1 Senkerodieren	15
8.2 Schneiderodieren	15
Schrifttum	16

VDI-Gesellschaft Produktionstechnik (ADB)
Ausschuß Elektroerosives Bearbeiten

VDI-Handbuch Betriebstechnik, Teil 2

1 Zweck und Anwendungsbereich

Diese Richtlinie, deren Basis erarbeitet wurde im Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM), beinhaltet im wesentlichen eine Übersicht über Einsatzmöglichkeiten und Probleme bei der Anwendung im Hinblick möglichst wirtschaftlicher Nutzung.

Darüber hinaus ist diese Richtlinie eine aktuelle Ergänzung der Richtlinien VDI 3402 Blatt 1 bis 3. Seit Veröffentlichung von Blatt 1 dieser Richtlinienreihe hat sich die Technik des Funkenerosiven Bearbeitens (FE-Bearbeiten bzw. EDM) wesentlich weiterentwickelt.

Des weiteren soll diese Richtlinie auch einen Beitrag zur Vereinheitlichung der Begriffe und Definitionen leisten.

2 Möglichkeiten des Funkenerosiven Bearbeitens

2.1 Anwendungsempfehlungen

Das FE-Bearbeiten wird bevorzugt angewendet

- bei besonderer mechanischer Festigkeit des zu bearbeitenden Werkstückstoffes, beispielsweise bei hochvergüteten Stählen, Hartmetallen oder anderen

Werkstoffen mit besonderen metallurgischen Eigenschaften, die das spanende Bearbeiten erschweren oder unmöglich machen,

- bei komplizierten geometrischen Werkstückformen.

Die Vorteile dieses Fertigungsverfahrens sind

- Wirtschaftlichkeit, die weniger auf kurzen Hauptzeiten, sondern auf hoher Auslastbarkeit, geringen Rüst- und Nebenzeiten sowie Ersparnis an mehrstufigen Arbeitsfolgen beruht,
- hohe Qualität der Form-, Lage- und Maß-Toleranz,
- vergleichsweise einfach herzustellende Außenform der Werkzeugelektrode aus leicht bearbeitbarem Werkstoff (z. B. Kupfer oder Graphit).
- bessere Herstellmöglichkeit komplexer Werkstückgeometrien als das spanende Bearbeiten mit rotierenden Werkzeugen,
- weniger Arbeitsgänge, Zwischenkontrollen und Rüstaufwand durch das Fertigen in einer Aufspannung,
- automatischer und flexibler Prozeßablauf,
- Entstehen einer muldigen, ungerichteten Oberfläche, mit Rauheiten bis zu $R_z \geq 1,0 \mu\text{m}$ bzw. $R_a \geq 0,15 \mu\text{m}$, Bild 1 und 2
- durch Glätten erodierter Oberflächen ein höherer Profiltraganteil t_p , Bild 3.

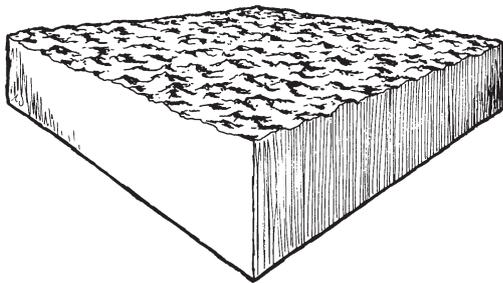


Bild 1. Erodierter Oberflächentopographie

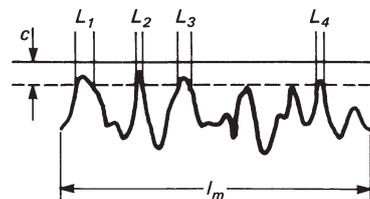


Bild 3. Profiltraganteil t_p

$$t_p = \frac{1}{l_m} (L_1 + L_2 + \dots + L_n) \cdot 100\%$$

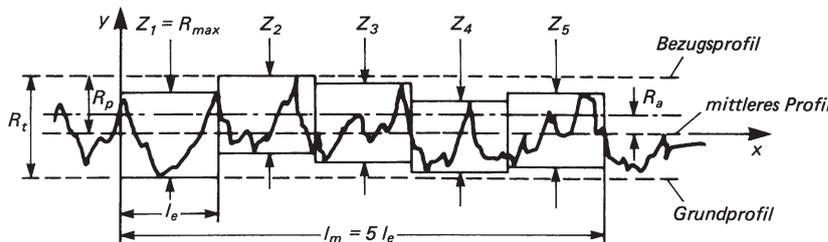


Bild 2. Rauheitskenngrößen

$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |y| dx$$

$$R_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Z_i$$

2.2 Einschränkungen

- Der Verschleiß der Werkzelektrode erfordert ggf. für genaue Bearbeitung einen Wechsel der Werkzeug-Elektroden.
- Die Werkzeug-Elektrode muß allseitig auf ein den Funkenspalt berücksichtigendes Untermaß gebracht werden (siehe auch Abschnitt 4.5).
- Die anfallende Prozeßwärme führt in der Randzone zu einer thermischen Beeinflussung des Werkstoffes, Bild 4. Bei Stählen und Stahllegierungen besteht die Randzone meistens aus einer sogenannten „weißen Schicht“ als wiedererstartete Schmelze (im Mikro-Bereich) und einer getemperten Umwandlungszone. Die Eindringtiefe hängt von den Bearbeitungsbedingungen ab und kann in der praktischen Anwendung entsprechend gesteuert werden.

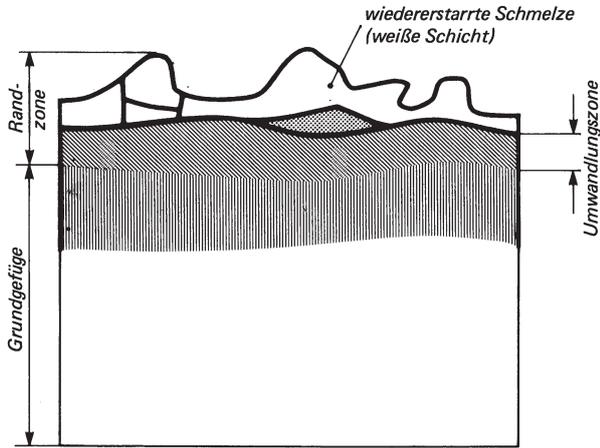


Bild 4. Schema der thermischen Beeinflussung in den Randschichten

3 Kennzeichnung der Bearbeitungsgeometrie an den Werkstücken

Kontur

Die Kontur kennzeichnet den Umriß der Aufsicht eines bearbeiteten Werkstücks. Bei Gravuren und Durchbrüchen kann die Kontur auch in wählbaren Schnittebenen unterhalb der Werkstückoberfläche betrachtet (ermittelt) werden, Bild 5.

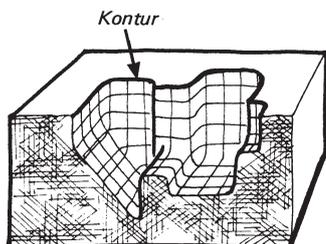


Bild 5. Kontur einer Bauform

Profil

Das Profil kennzeichnet den Seitenriß eines bearbeiteten Werkstücks parallel (Senkerodieren) oder senkrecht (Schneiderodieren) zur Vorschubrichtung, Bild 6.

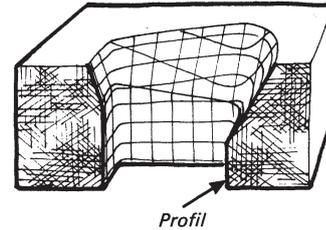


Bild 6. Profil eines Durchbruchs

4 Verfahrensvarianten

Die FE-Bearbeitung kann abbildend oder erzeugend und in beliebiger Kombination dieser beiden Varianten angewendet werden.

4.1 Simultane Bearbeitung

Bei simultaner Bearbeitung sind mehrere Elektroden in einem Halter, Bild 7, oder mehrere Werkstücke auf einem Tisch, Bild 8, innerhalb eines Arbeitsvorganges zusammengefaßt.

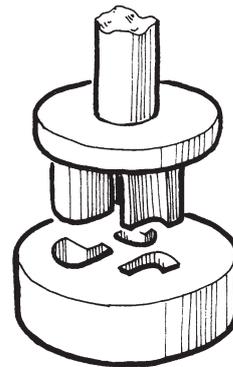


Bild 7. FE-Senken - Zusammenfassung mehrerer Elektroden auf einem Halter

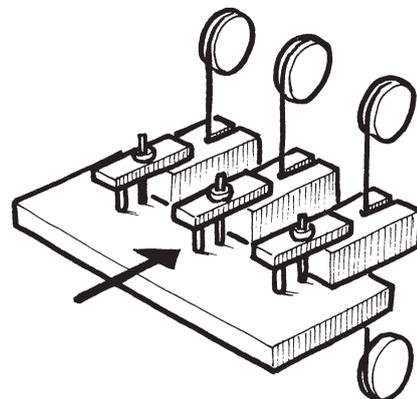


Bild 8. FE-Schneiderodieren mit mehreren Drahtelektroden