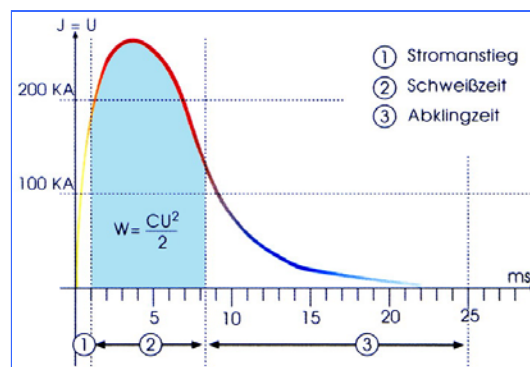




## Kondensatorentladungsschweißen (KE-Schweißen)

Das Kondensatorentladungsschweißen (kurz KES) gehört zu den Widerstands-schweißverfahren und findet vor allem beim Buckelschweißen Anwendung.

Die *Prinzipien* und die genaue Funktion des KE-Schweißens lassen sich am besten an Hand der Entladungskurve erläutern.



Das KE-Schweißen ist durch einen schnellen Stromanstieg, eine extrem kurze Schweißzeit und hohe Schweißströme charakterisiert. Daraus resultieren eine Vielzahl von *Vorteilen*.

Vor allem in Zeiten steigender Energiekosten ist die *Wirtschaftlichkeit* und Effizienz des KE-Schweißens hervorzuheben.

Aus der Kombination von optimaler Wärmeeinbringung, Schweißen unterhalb der Schmelztemperatur und hoher Abkühlgeschwindigkeit erschließt es für das Widerstandsschweißen eine Vielzahl bisher unschweißbarer Applikationen.

Bedingt durch die kurze Schweißzeit und den geringen Wärmeeintrag ermöglicht das KE-Schweißen einen stabilen Prozess und eine genaue *Qualitätssicherung*.

Das KE-Schweißen hat sich in den letzten 10 Jahren in vielfältigen Applikationen am Markt bewährt und durchgesetzt. Es kommt vor allem auf die Anpassung der Schweißgeometrie, eine gründliche Prozessvorbereitung durch Schweißversuche und fachgerechte Auswahl der Schweißanlagen an.

Dazu stehen wir Ihnen gern mit unseren Erfahrungen und unserem komplett ausgestatteten Schweißlabor zur Verfügung.



## Prinzip des KE-Schweißen

Beim KE-Schweißen wird die zum Schweißen benötigte Energie aus einer vorher geladenen Kondensatorenbank über einen Thyristor auf einen oder mehrere Schweißtransformatoren geschaltet.

Durch die schnelle Entladung der in den Kondensatoren gespeicherten Energie steigt der Strom im Sekundärkreis sehr schnell an. Und mit dem im Schweißbuckel erzeugten Widerstand erhöht sich die Temperatur an der Schweißstelle ebenso schnell.

Dieser schnelle Temperaturanstieg erhitzt die Schweißzone bevor die Wärme abfließen kann und verhindert somit eine Erwärmung der Bereiche um die Schweißstelle. Bereits nach wenigen Millisekunden ist der Buckel abgeschweißt, ohne dass zuvor die Umgebung der Schweißstelle vollständig durchgewärmt werden muss.

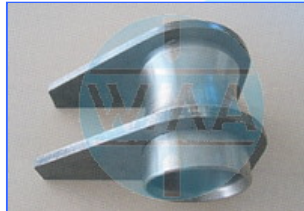
Dieser Effekt ist verantwortlich für alle Vorteile und Möglichkeiten des KE-Schweißens.

### Schweißbeispiele:

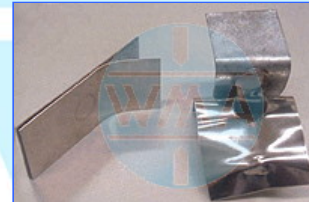
1 Konturbuckelschweißen, 2 Doppel-Ringbuckelschweißen, 3 Anlauffarbenfreies Schweißen, 4 Schweißen ohne Nacharbeit, 5 gehärtete Stahlkugel zäh verschweißt, 6 Stahl-Messing-Schweißung, 7 verzinkte Bauteile (Rück- und Vorderseite)



1



2



3



4



5



6



7

Technische Änderungen, die dem Fortschritt dienen, behalten wir uns vor.

© by WMA Schmidt & Bittner GmbH, Baumwaide 23, D-74360 Illfeld-Auenstein, Tel. +49 7062 9066-0, Fax +49 7062 9066-20  
info@wma-sb.de oder wma-sb@t-online.de, <http://www.wma-sb.de>



## Vorteile KE-Schweißen

Das KE-Schweißen ist gekennzeichnet durch eine sehr kurze Schweißzeit und einen schnellen Stromanstieg. Alle Vorteile dieses Verfahrens gegenüber anderen Widerstandsschweißverfahren resultieren daraus.

Aber auch als Alternative zu unterschiedlichen Nahtschweißverfahren bis hin zum LASER- und Elektronenstrahlschweißen, hat sich dieses Verfahren in der Vergangenheit bewährt. Die Vorteile des KE-Schweißens beziehen sich auf drei Bereiche:

### 1. Werkstoffe und Materialien:

- Schweißen von Mischverbindungen --> Kupferrohre an Stahlgehäuse
- Schweißen von Stählen mit einem C-Gehalt über 0,2% --> Getriebebauteile
- Schweißen von Sinterwerkstoffen --> Diamant/Bronzemischungen für Steinbohrer und Sägeblätter
- Schweißen von gehärteten Materialien --> Maschinenelemente
- Schweißen von hochfesten Werkstoffen --> PKW – Fahrgastzelle

### 2. Oberflächen

- Schweißen von galvanisch und feuerverzinkten Oberflächen ohne Zerstörung der Zinkschicht
- Schweißen von chromatisierten Oberflächen
- Schweißen von Chrom/Nickel-Stählen mit dünner Blechdicke frei von Anlauffarben
- Schweißen von einseitig nichtleitend beschichteten Blechen

### 3. Geometrien

- Schweißen von extrem unterschiedlichen Wandstärken und Blechdicken --> Membranen auf Massivkörper
- Nahtlängen bis 600 mm in einem Niedergang
- Vielbuckelschweißen --> 50 Buckel in einer Schweißung

### Geschwindigkeit

- max. Ladezeit 0,86 s

### Zusammengefasst:

- höchste Prozessfähigkeit
- geringster Elektrodenverschleiß
- Präzisionsschweißen ohne Verziehen oder Ausglühen
- Schweißen von Werkstücken unterschiedlichster Querschnitte und Oberflächen
- Schweißen verschiedener Werkstoffe
- Schweißen von Stählen mit  $C > 0,2\%$
- Schweißen von hochfesten und Mehrphasen-Stählen



## KE-Schweißen: Wirtschaftlich und sparsam im Energieverbrauch

Das Widerstandsschweißen und speziell das Buckelschweißen sind sehr wirtschaftliche Verfahren. Die Schweißverbindung funktioniert ohne Zusatzmaterial, es benötigt keine weiteren Hilfsstoffe wie Prozessgase und die Anfertigung bzw. Vorbereitung der Bauteile und lässt sich im Allgemeinen mit einfachen Umformprozessen im Rahmen der Geometrierstellung der Bauteile realisieren.

Hinzu kommt, dass sich Buckelschweißprozesse mit einer hohen Taktrate realisieren lassen. Je nach Größe der Schweißverbindung sind Maschinentakten zwischen 1,5 s und 5,0 s möglich. Damit haben sich die Buckelschweißverfahren vor allem in der Massenfertigung etabliert.

Mit der Entwicklung des KE-Schweißens hat sich auch der gravierendste Nachteil des Buckelschweißens relativiert. Dieser Nachteil lag, und liegt für alle anderen Verfahren immer noch, in den hohen Anschlussleistungen, den damit verbundenen Strombereitstellungskosten und den bei der Einphasentechnik systembedingten, asymmetrischen Netzbeanspruchungen. Selbst bei den modernen, dreiphasig angeschlossenen Mittelfrequenz-Schweißsystemen sind hohe Anschlusswerte notwendig.

Das KE-Schweißen schafft hier gleich in drei Punkten Abhilfe:

1. Die zum Schweißen benötigte Energie wird aus vorher geladenen Kondensatoren entnommen. Das Laden erfolgt während den üblichen Nebenzeiten, wie zum Beispiel während des Zylinderhubes oder beim Be- und Entladen der Bauteile. Üblicherweise sind 32-63 A Absicherung für die Maschinen völlig ausreichend.
2. Da beim KE-Schweißen kaum Wärme in das umgebende Material und die Elektroden abfließt, wird im wesentlichen nur die Energie zugeführt, welche zum Erwärmen der Buckelgeometrie notwendig ist. Das dokumentiert sich u.a. darin, dass für das KE-Schweißen **keine Wasserkühlung** notwendig ist.
3. Die zu schaltende Schweißenergie hat nur noch geringen Einfluss auf die Anschlusswerte. Damit wird es möglich auch lange Nähte oder große Durchmesser (bis 250 mm) in einem Niedergang zu schweißen.

Das Laden der Kondensatoren hat dabei keinen Einfluss auf die Taktzeit. Und wenn bei einer Doppelschweißung nachgeladen werden muss? Kein Problem: Die NIMAK Power-KES Maschinen sind auch bei Leistungen von 50.000 Ws nach **einer Sekunde** nachgeladen.

## Qualitätssicherung beim KE-Schweißen

Durch die geringe Wärmeentwicklung treten gleich mehrere Effekte auf, welche die Qualitätssicherung verbessern:

1. Da beim KE-Schweißen keine Wasserkühlung notwendig ist, entfällt ein Parameter der beim Anfahren der Anlage und beim Betrieb immer die Ergebnisse einer Schweißung beeinflussen kann. Typische Fehlerquellen sind Temperaturunterschiede im Kühlwasser, schwankende Durchflussmengen, jahreszeitliche Schwankungen der Umgebungstemperatur und Verschmutzungen im System.
2. Nur beim KE-Schweißen garantiert die für das Buckelschweißen typische, großflächige Überdeckung der Elektroden über der Verbindungsstelle vergleichsweise lange Elektrodenstandzeiten. Eine langsame Abnutzung unterstützt einen stabilen und damit in engeren Grenzen kontrollierbaren Prozess.
3. Die Umgebung der Schweißstelle wird nicht erwärmt und scheidet damit bei der Betrachtung der Istparameter einer Schweißung aus. Die Toleranzen der Istwerte lassen sich somit enger fassen.

Typische Kontrollparameter einer KE-Schweißung sind:

- die Stromkurve mit all Ihren Spitzen und Durchschnittswerten, sowie den relevanten Zeiten
- die Elektrodenkraft und deren Verlauf während der Schweißung
- der Zustand der Bauteile vor der Schweißung und die Wegänderung durch die Verdrängung der Buckelgeometrie (der sogenannte Einsink- oder Abschmelzweg)

Nur das KE-Schweißen ermöglicht eine so genaue Einstellung der Toleranzen, dass tatsächlich nur schlecht geschweißte Teile als fehlerhaft detektiert werden.

