Erstellung von Eigenschafts- und Bewertungsprofilen für den schweißtechnischen Einsatz von Wolframelektroden

Kurzbericht zum Forschungsvorhaben, DVS-Nr: 03.080, AiF-Nr.: 15.231

Forschungsstelle: Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg
Niederlassung der GSI mbH
Leiter: Dr.Ing. Steffen Keitel
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Karlheinz Hesse

Laufzeit des Forschungsvorhabens: 01.07.2007 – 30.06.2009

Stand der Arbeiten

Zur Durchführung schweißtechnischer Versuche wurde eine analoge Stromquelle (ELMA – Analog05) mit transistorisiertem Leistungsteil verwendet und ein wassergekühlter WIG Schweißbrenner (ARBITIG MT 300). Um eine Beeinflussung des Zündverhaltens der Wolframelektroden durch das Erwärmen des Werkstücks auszuschließen wurden die Zündungen auf einer wassergekühlte Kupfervorrichtung durchgeführt. Damit man das Zündverhalten der Elektroden beurteilen kann, wurden die Prozessparameter wie Schweißstrom und Spannung mittels dem Schweißdatenerfassungssytem WeldQAS 5 (HKS Prozesstechnik) aufgezeichnet. Zur Auswertung des Zündverhaltens diente zusätzlich ein Transienten Recorder, um den zeitlichen Verlauf von Zündvorgängen beurteilen zu können. Den Versuchsaufbau mit den messtechnischen Geräten ist in Bild 1 wiedergegeben.

Bild 1: Versuchsaufbau zur Beurteilung des Zündverhaltens von Wolframelektroden

Um die Zündversuche reproduzierbar durchzuführen, wurden die Wolframelektroden mit einem Durchmesser von d=2,4mm mit einem Winkel von 30° angeschliffen. Die gemessene Rauheit

der geschliffenen Kegelflächen von mehreren Elektroden lag in einem Bereich von Ra=0,51-0,64µm. Die Elektroden waren am Minus-Pol der Stromquelle angeschlossen. Die angeschliffenen Elektroden sind in Bild 2 abgebildet.

Bild 2: Wolframelektroden angeschliffen

Die Beurteilung des Zündverhaltens kann anhand der zeitlichen Verläufe des Schweißstromes bzw. Spannung erfolgen. Dazu kann man mit dem Schweißdatenerfassungssytem (HKS) Referenzmessungen des Stromes und der Spannung aufzeichnen und mit Hüllkurven versehen, in dessen Grenzen „gute Zündungen“ liegen müssen. Wird bei den späteren Serienzündungen der vorgegebene Bereich der Referenzmessung über- oder unterschritten, so kann das als „schlechte Zündung“ benotet werden. Der Notenspiegel des HKS-Sysytems liegt im Bereich von 1 (gut) bis 8 (schlecht). Die Referenzmessung erfolgte für jeden Elektrodenwerkstoff aus 30 Zündversuchen, aufgeteilt in 3 X 10 Zündungen. Nach jeweils 10 Zündungen wurde die Elektrode neu angeschliffen und Referenzmessung wiederholt. Aus diesen Versuchen ergab sich die Referenzkurve mit dem Toleranzbereich von ±5% in Form von Hüllkurven für den Strom bzw. Spannungsverlauf.

Die Zündversuche wurden mit einem Schweißstrom von I=60A und I=80A durchgeführt. Der Abstand der Elektrodenspitze zur Kupferplatte betrug 3mm und der Abstand Elektrodenspitze zur Schutzgasdüse 2mm. Der zeitliche Ablauf der Zündversuche bestand in t=2/6s, d.h. die Schweißzeit betrug 2 Sekunden gefolgt von einer Pause mit 6 Sekunden. Es wurden die Elektroden WT20, WC20 und WL15 von Hersteller A und WT20, WC20 und WL20 von Hersteller B untersucht. Nach der Bestimmung der Referenz- bzw. Hüllkurven wurden 100 Zündungen mit einem Schweißstrom von I=60A durchgeführt. Die oben angegebenen Elektroden zündeten einwandfrei, ohne dass Unterschiede im Zündverhalten festzustellen gewesen wäre. In Bild 3 sind als Beispiel die Spannungsverläufe und in Bild 4 die Stromverläufe der 100 Zündungen dargestellt.

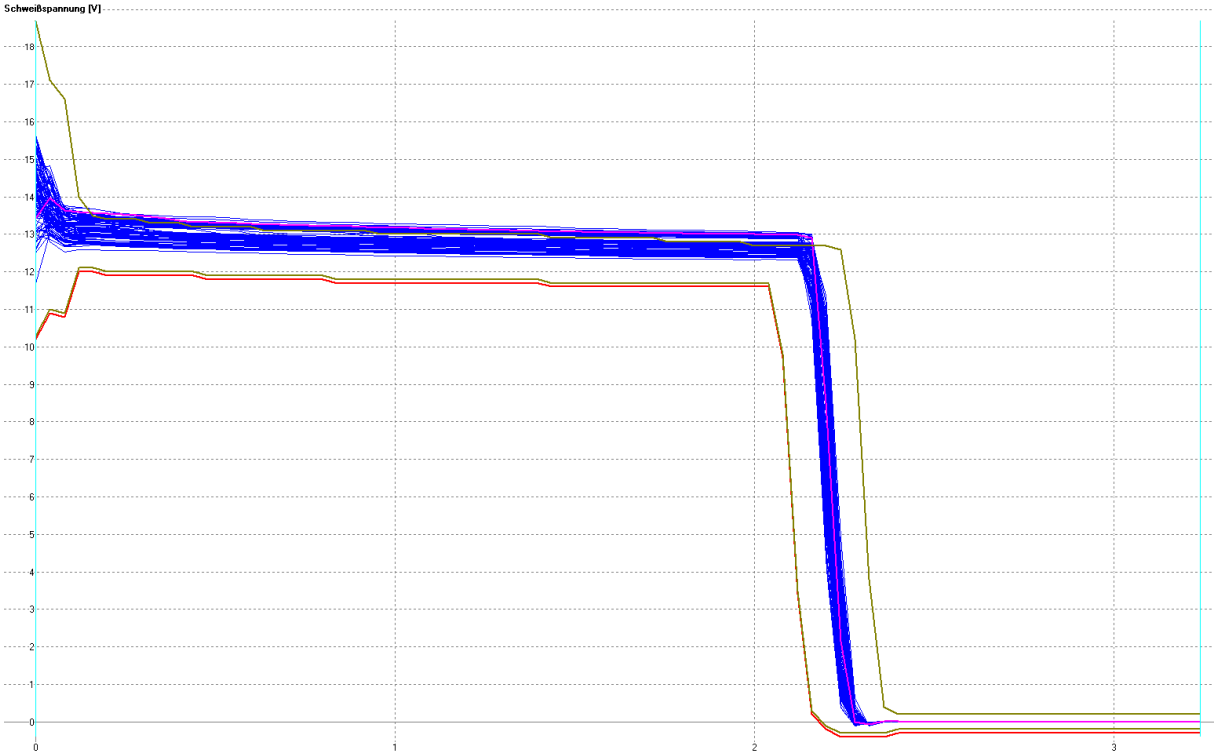


Bild 3: Spannungsverläufe der WC20 (Hersteller A) für 100 Zündungen bei I=60A

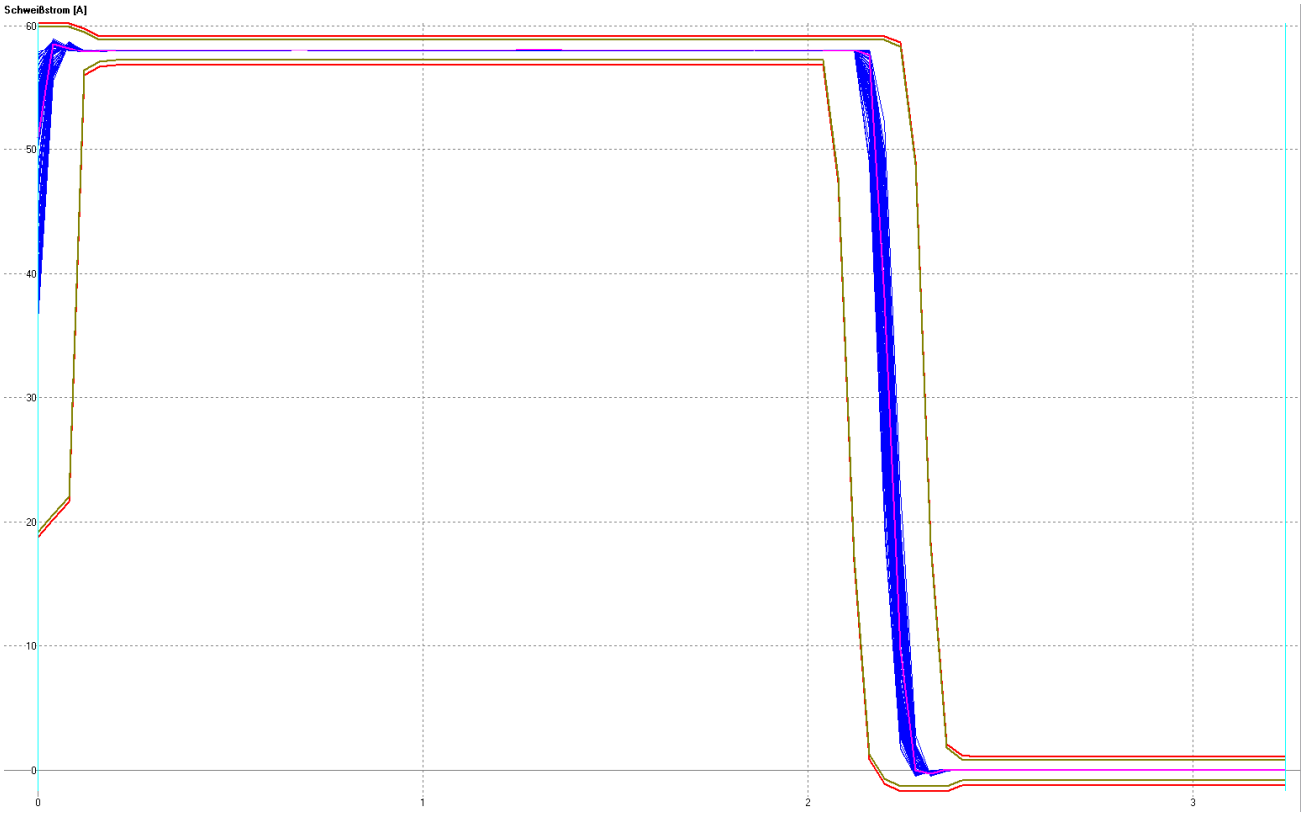
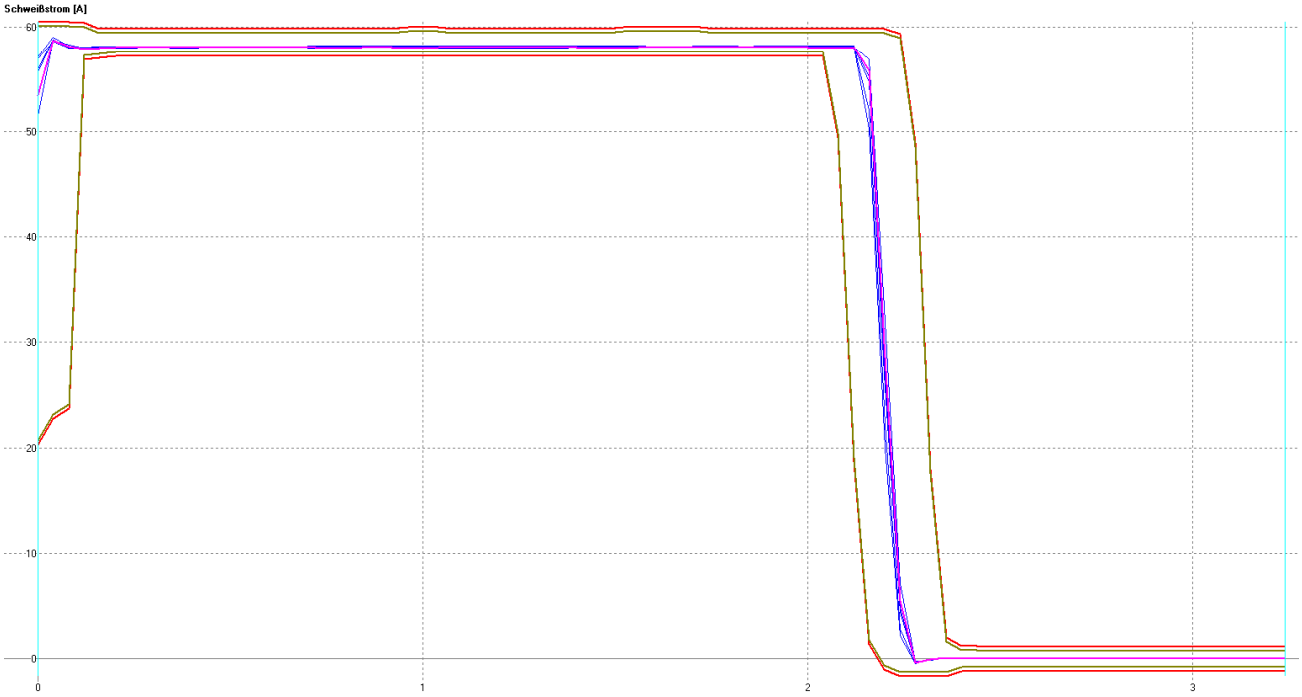


Bild 4: Stromverläufe der WC20 (Hersteller A) für 100 Zündungen bei I=60A

Die Kurven für den Stromverlauf lagen alle innerhalb der Hüllkurven. Da keine signifikanten Unterschiede im Zündverhalten zu erkennen waren, wurde die Anzahl der Zündungen erhöht auf 500. Auch dabei ergaben sich keine gravierenden Unterschiede im Zündverhalten der

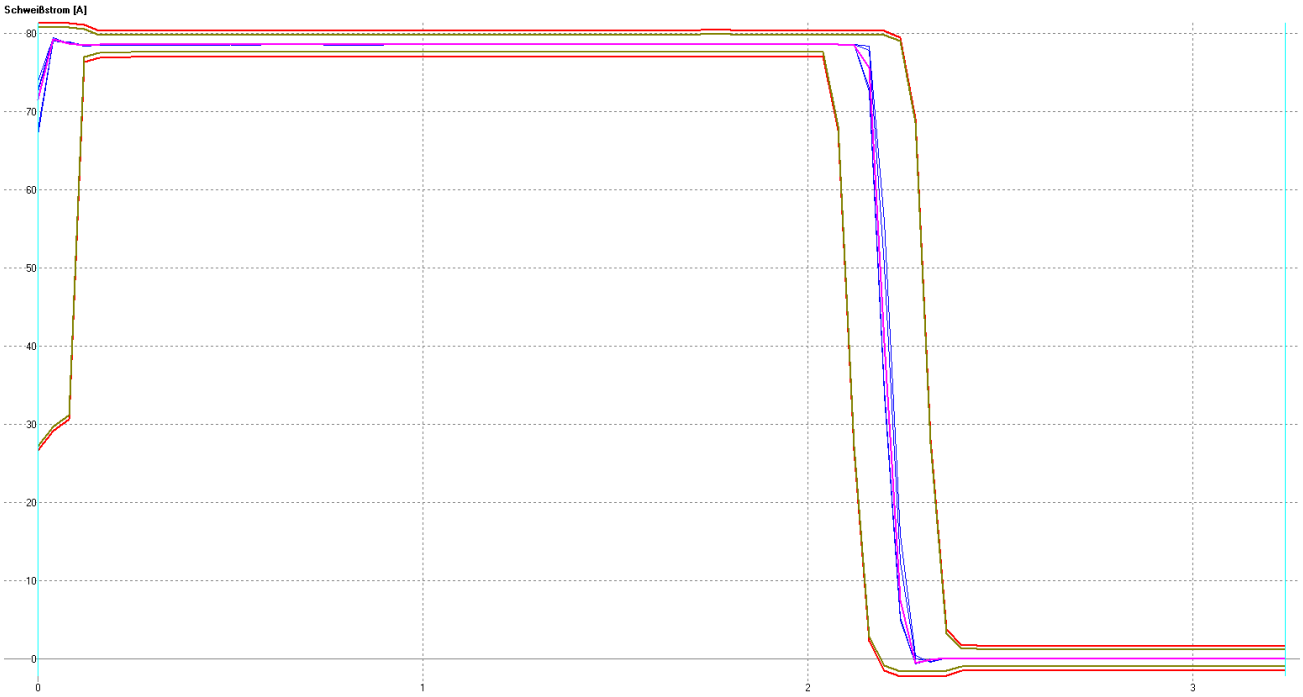
Elektroden. Alle Kurven lagen innerhalb der Hüllkurven, wie Bild 5 für eine WT20 Elektrode (A) z. B. zeigt. Auf die Darstellung des Spannungsverlaufes wurde hier verzichtet.



Datum	Zeit	Anlage	Aufz.-Nr.	Kennzeichnung	Bezeichnung
18.12.2007	15:12:11	60906111	933	FV WIG	
18.12.2007	14:57:51	60906111	833	FV WIG	
18.12.2007	14:43:31	60906111	733	FV WIG	
18.12.2007	14:29:11	60906111	633	FV WIG	
18.12.2007	14:14:50	60906111	533	FV WIG	
18.12.2007	14:00:39	60906111	434	FV WIG	

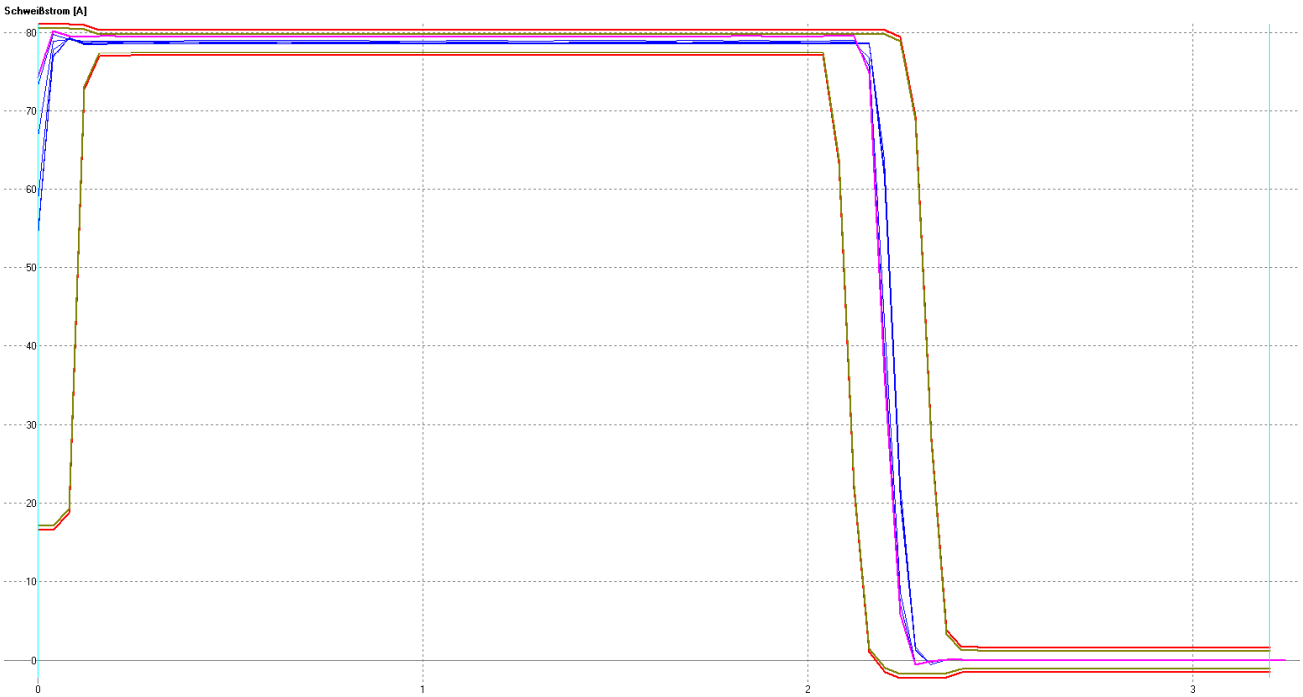
Bild 5: Stromverläufe der WT20 (Hersteller A) für 500 Zündungen bei I=60A

Um die Zündbedingungen im Hinblick auf fehlerhafte Zündungen infolge Verschleißerscheinungen zu erhöhen, wurden 500 Zündungen mit einem Schweißstrom von I=80A durchgeführt. Selbst unter dieser Beanspruchung konnten keine fehlerhaften Zündungen festgestellt werden. Alle Elektroden lieferten dasselbe Ergebnis, wobei die Verläufe des Stromes in Toleranzbereich der Hüllkurven lagen. In den Bildern 6 und 7 sind die Stromverläufe der WC20 und WT20 (Hersteller B) zu sehen.



Datum	Zeit	Anlage	Aufz.-Nr.	Kennzeichnung	Bezeichnung
21.12.2007	12:30:46	60906111	1030	FV WIG	
21.12.2007	12:16:26	60906111	930	FV WIG	
21.12.2007	12:02:07	60906111	830	FV WIG	
21.12.2007	11:47:47	60906111	730	FV WIG	
21.12.2007	11:33:27	60906111	630	FV WIG	
21.12.2007	11:19:15	60906111	531	FV WIG	

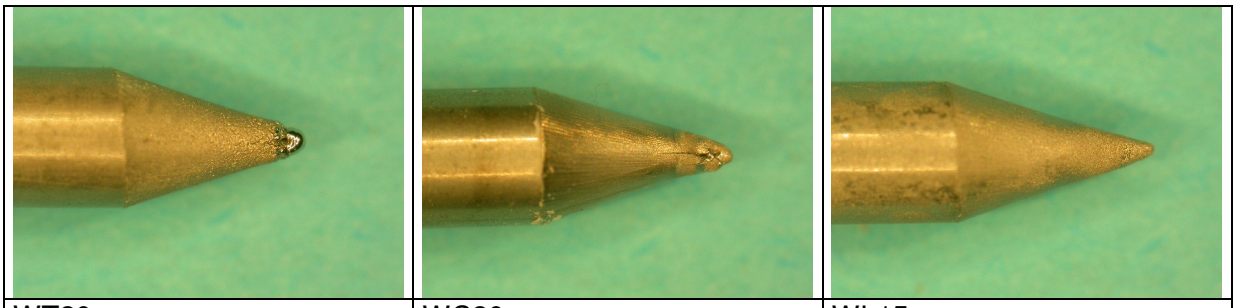
Bild 6: Stromverläufe der WC20 (Hersteller B) für 500 Zündungen bei I=80A



Datum	Zeit	Anlage	Aufz.-Nr.	Kennzeichnung	Bezeichnung
21.12.2007	10:50:03	60906111	500	FV WIG	
21.12.2007	10:35:44	60906111	400	FV WIG	
21.12.2007	10:21:24	60906111	300	FV WIG	
21.12.2007	10:07:04	60906111	200	FV WIG	
21.12.2007	09:52:44	60906111	100	FV WIG	
21.12.2007	09:38:32	60906111	1	FV WIG	

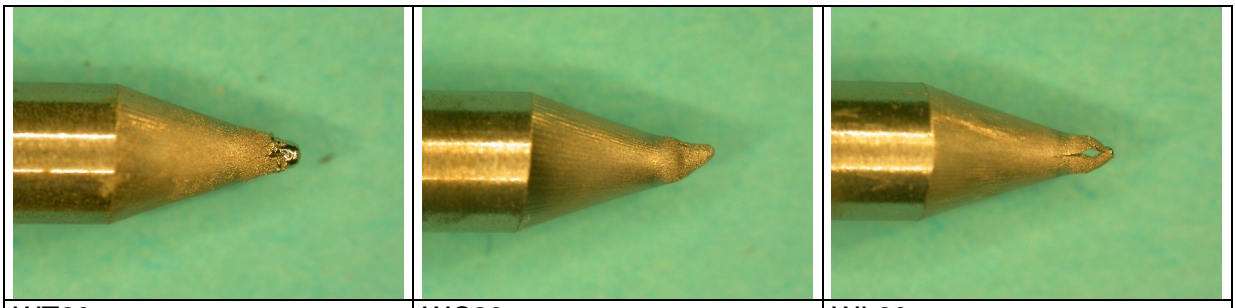
Bild 7: Stromverläufe der WT20 (Hersteller B) für 500 Zündungen bei I=80A

Nach den Zündversuchen wurden die Elektroden mikroskopisch beurteilt. Die Elektrodenspitzen der WT20, WC20 und WL15 (Hersteller A) sind in Bild 8 und die entsprechenden Elektrodenspitzen des Herstellers B sind in Bild 9 gegenübergestellt.



WT20	WC20	WL15

Bild 8: Elektrodenspitzen nach 500 Zündungen bei I=80A (Hersteller A)



WT20	WC20	WL20

Bild 9: Elektrodenspitzen nach 500 Zündungen bei I=80A (Hersteller B)

Bei Betrachtung der Elektrodenspitzen sind die Unterschiede auffällig. Die Elektrodenspitzen der WT20 zeigen bei den Herstellern A und B Anschmelzungen, deren Größe bei beiden Elektroden ungefähr gleich ist. Offensichtlich haben die Anschmelzungen noch keinen gravierenden Einfluss auf das Zündverhalten. Die WC20 – Elektrode des Herstellers A hat einen Riss in der Spitze und die des Herstellers B eine Deformation, wobei eine mechanische Einwirkung ausgeschlossen werden kann. Die geringste Beeinflussung der Spitze ist bei der WL15 des Herstellers A zu verzeichnen. Hier ist keine Anschmelzung und kein Riss sichtbar. Die WL20 des Herstellers B hat einen Riss in der Spitze, der bereits zu einem Aufklaffen der Rissflächen geführt hat. Anschmelzungen sind nicht nachzuweisen. Aufgrund der unterschiedlichen Elektrodenspitzen erscheint es bemerkenswert, das alle Elektroden dasselbe Zündverhalten zeigten.