

## 4.5 Interferenzsysteme

Dr. Gerd Heinz



### Abstract

Since end of November 2007 the first 'Spectral Controller' for pulse welding machines works at the Technical University Berlin. The continued pulse welding project (BMW-IGF 14607 BG), a cooperation between Technical University Berlin, Institute for Plasma-Physics Greifswald, GFal Berlin and industry companies, like Cloos and Rehm shows first success. Within the project Heinz developed a patented method and a device for controlling the plasma-temperature of MIG/MAG-processes within very short times ( $<10 \mu\text{s}$ ). Reminding a temperature transient of 100 million degree per second this short inspection time is necessary to control any plasma temperature precise enough. The spectral controller is cheap enough for mass production. As the front end it controls a usual pulse arc welding machine 'Cloos Quinto GLC403' over an RS485-interface.

### Spektrale Steuerung von Schweißprozessen

Im Projekt 'Gepulste Lichtbogenfugeprozesse' (BMW-IGF 14607 BG, 02/2006-12/2007) sollte durch Nutzung spektraler Informationen aus dem Lichtbogenplasma einen Regelkreis zwischen Energiequelle und Prozess geschlossen werden, der eine Optimierung des Energieeintrages hinsichtlich eines sicheren Werkstoffüberganges insbesondere bei dünnen Blechen ( $< 0,7 \text{ mm}$ ) ermöglicht.



**Bild:** Blick auf den Versuchsstand. Der Prototyp des Spektralreglers (im Bild links vorn) schweißt seit November 2007 beim Projektpartner TU Berlin, IWF. Im Hintergrund ist der Brennerkopf zu erkennen.  
**Foto:** Frank Hofmann, TU Berlin

Am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin schweißt seit dem

November 2007 die erste, spektral geregelte Pulsschweißmaschine.

Pulsstrom und Pulsdauer können nahezu beliebig eingestellt werden, dennoch überhitzt und explodiert kein Schweißtropfen mehr, die Schweißergebnisse sind nahezu unabhängig von den gewählten Einstellungen der Schweißmaschine.



**Bild:** Blick in den Spektralregler. Mit etwa 100 Bauelementen steuert die vierlagige Leiterkarte eine Pulsschweißmaschine über ein RS485-Interface

Die Entwicklung eines innovativen Schweißverfahrens ist das Ergebnis eines von Dr. G. Heinz (GFal) geleiteten Projektes im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung des BMWi (Förderkennzeichen AIF 14607 BG).

Beteiligt sind neben der GFal die TU Berlin (IWF) mit dem Schweiß-Versuchsstand und das INP Greifswald mit plasmaphysikalischen Grundlagenuntersuchungen sowie Vertreter der Schweißgeräteindustrie.

Die Arbeiten bauen auf ein Ergebnis aus einem früheren BMBF- Projekt (ChopArc/Adamus) derselben Partner auf.

Durch eine Überwachung des Spektrums des Lichtbogens wird die Temperatur bzw. der Energieeintrag geschätzt. Überhitzt der Lichtbogen, wird innerhalb von  $10\mu\text{s}$  gegengesteuert. Die hohe Regelgeschwindigkeit ist nötig, da im Plasma Temperaturtransienten bis zu 100 Millionen Grad pro Sekunde erreicht werden. Im Rahmen des Gesamtprojekts entwickelte Dr. Heinz das Mess- und Regelverfahren sowie den zugehörigen Regler (Patent eingereicht).

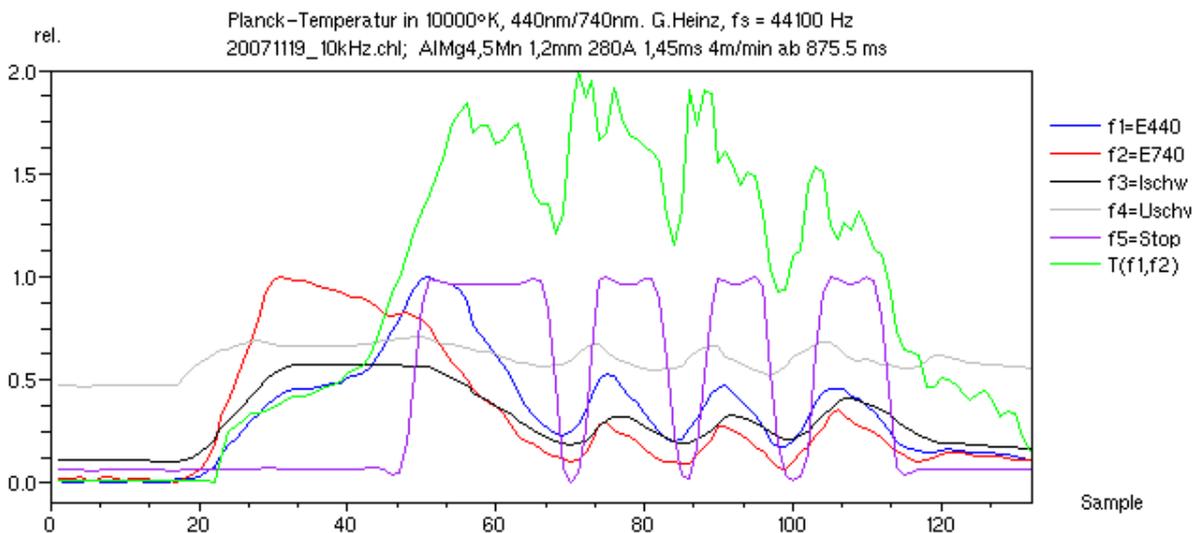
Pulsschweißmaschinen können vom Regler in zwei Moden gesteuert werden: intermittierend – *quasikontinuierlich* bei großen Blechstärken wie auch *pulsartig* bei dünnen Blechen. Der Regler hat die Größe einer Zigarettenschachtel. Mit nur 100 Bauelementen ist er recht preiswert zu fertigen.

Für die Schweißgeräteindustrie ergeben sich interessante Einsparungen. Die Vielfalt bislang abzugleichender Einschweißkennlinien verringert sich, Entwicklungs- und Produktionskosten werden gespart.

Hersteller des projektbegleitenden Ausschusses Cloos, EWM und Rehm anwesend waren, konnten die Teilnehmer selbst experimentieren. Erstaunt stellte man fest, dass auf einem seit Jahrzehnten so intensiv bearbeiteten Feld derartig interessante Innovationen möglich sind.

Herr Queren-Lieth vom Deutschen Verband für Schweißtechnik (DVS) Düsseldorf schätzte die Entwicklung als bahnbrechend für die Weiterentwicklung von Schweißgeräten ein. Er überreichte anlässlich der Vorführung die Bewerbungsunterlagen für den DVS/Abicor-Innovationspreis mit der Bitte um Mitwirkung.

Mit dem Projektergebnis kann eine kostengünstige Alternative zum Laserschweißen entstehen. Bis dahin sind allerdings noch verschiedene Fragen zu klären, so nach einer optimalen Integration in den Brennerkopf. Auch ist ein tieferes Verständnis für den spektral geregelten Pulsschweißprozess zu entwickeln, der sich erheblich vom gewöhnlichen MIG/MAG- Prozess unterscheidet.



**Bild:** Ergebnis eines spektral geregelten Schweißversuchs. Neben Schweißstrom (Ischw) und Schweißspannung (U Schw) ist die durchschnittlich gemessene Plasmatemperatur als  $T(f_1, f_2)$  verzeichnet,  $f_1$  und  $f_2$  sind spezifisch aufgenommene, spektrale Prozessparameter (100 Samples  $\sim 2,27\text{ ms}$ ).

Tropfenexplosionen und Brandlöcher können verhindert werden.

Schweißgerätehersteller gehen davon aus, dass die Schweißqualität von MIG/MAG-Geräten mit dem Regler in den Bereich der Laser-Schweißgeräte kommen kann. Gerade für Klein- und Mittelständler mit variierendem Produktprofil rechnen sich Laser-Geräte oft nicht, sie sind teuer in Anschaffung und Betrieb.

Beim letzten Projekttreffen am 30.11.2007, zu der u.a. Entwicklungsleiter der Schweißgeräte-

Hersteller So sind Erfahrungen zu sammeln, in welcher Weise sich Gradienten der geregelten und unregulierten Prozessparameter auf Schweißergebnisse bei unterschiedlichen Materialkombinationen, Blech- und Drahtdicken auswirken. Da bei der Bewertung von Schweißergebnissen ein subjektives Moment nicht auszuschließen ist, werden viele Versuche nötig sein, den spektral geregelten Prozess kennenzulernen.

Das Verfahren könnte sich insbesondere zur MIG/MAG-Lötung und Schweißung von dünnen Blechen unter  $0,5\text{ mm}$  als Schlüssel erweisen. In diesem Bereich versagen klassische U/I-Regelungen zunehmend.

**Kontakt:** Dr. Heinz, [heinz@gfai.de](mailto:heinz@gfai.de)