



Innovative Krantechnik
Made in Germany





Prozessauswahl UP vs. MAG

Optimierung am Beispiel geschweißter Längsträger mit Vollanschluß

12. Erfahrungsaustausch für SAP & WPK-Verantwortliche der Kiwa GmbH;
Dresden, 21.09.2023

Gregor Neudel
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG
1/48



Innovative Krantechnik
Made in Germany



Inhalt des Vortrags

1. Firmenvorstellung (ganz kurz)
2. Schweißprozessauswahl
 - 3.1 Vorbetrachtungen Schweißverfahren MAG (135)
 - 3.2 Vorbetrachtungen Schweißverfahren UP (121)
3. Spezifische Anwendung Brückenkran
4. Ausblick
5. Zusammenfassung

Gregor Neudel
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG
2/48

1. Firmenvorstellung



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

3/48

1. Firmenvorstellung Krancampus



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

4/48



Innovative Krantechnik
Made in Germany



1. Firmenvorstellung

Fertigungsumfang

Engineering
Planung, Abwicklung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung

Stahlbaufertigung
Zuschnitt, Zusammenbau, Beschichtung

Mechanik
Zerspanung, Komplettierung

Elektrik
E-Planung, Schaltschrankbau, Komplettierung, Automation

Aftersales
Montage, Inbetriebnahme, Service, Umbau, Retrofit

**Prozesskrane
100% Made in Germany**

Gregor Neudel
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG
5/48



Innovative Krantechnik
Made in Germany



1. Firmenvorstellung

Fertigungsbereiche

Stahlbaufertigung
Zuschnitt, Zusammenbau, Beschichtung

Endmontage
Mechanik, Elektrik




Gregor Neudel
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG
6/48

2. Schweißprozessauswahl

Prozess & Optimierung

Prozess

Unter Prozess versteht man die Gesamtheit aufeinander einwirkender Vorgänge innerhalb eines Systems.

Vergleichbare Begriffe sind auch Hergang, Ablauf und Vorgang.

Ganz allgemein gesagt ist ein Prozess ein Verlauf von Bewegungen.

Optimierung

Unter Optimierung versteht man das beste erreichbare Resultat unter Berücksichtigung verschiedener Nebenbedingungen oder Eigenschaften.

Ziel ist die Lösung von Problemen und folglich die Entwicklung und praktische Umsetzung von Verfahren zur Verbesserung einer Sache.

Gesamtziel:

Maximale Ergebnisse bei minimalen Aufwand

2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren MAG (135)

Vorteile

- hohe Produktivität
- keine Oxidation an der Schweißnaht
- hohe Schweißgeschwindigkeit möglich (Verformung gering)
- hohe Anwendungssicherheit
- Arbeiten in Zwangslage möglich
- kein Produktion von Schlacke

Nachteile

- gründliche Nahtvorbereitung notwendig
- kann nur in geschlossenen Räumen eingesetzt werden (Baustelle nur bedingt)



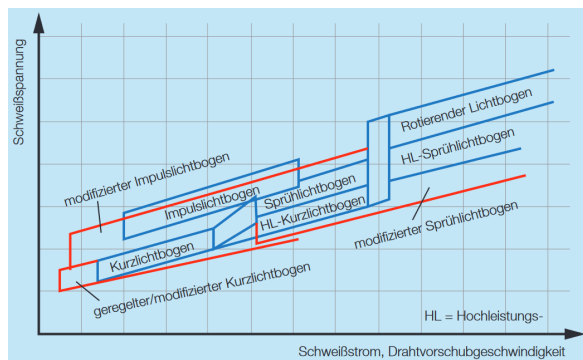
2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren MAG (135)

Zu den klassischen Lichtbogenarten sind in jüngster Vergangenheit verschiedene Prozessregelvarianten hinzugekommen.

- Abschmelzleistung steigt
- weniger Nacharbeit
- qualitative Vorteile

Steigerung der Wirtschaftlichkeit

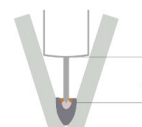
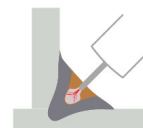


2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren MAG (135)



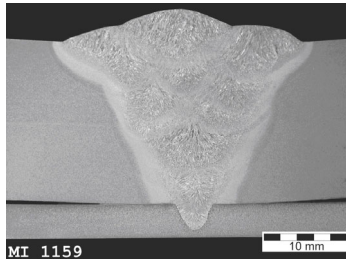
- Invertertechnik löst Gleichrichter ab
- dank Regelungstechnik neue Lichtbogenarten
- kurzer wärmeminimierter und druckvoller Lichtbogen bei Schweißposition PA + PB
- tiefer Einbrand bei Kehlnähten
- hervorragende Wurzel- und Flankenerfassung
- langes freies Drahtende, dadurch kleinere Öffnungswinkel mit geringeren Nahtvolumen bei Stumpfnähten



2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren MAG (135)

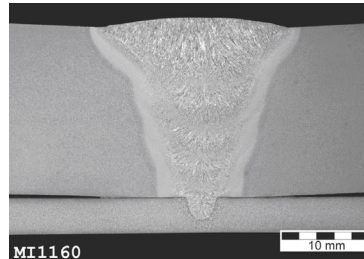
Standard Sprühlichtbogen



Nahtöffnungswinkel 60°

Härte: 150-235 HV
Kerbschlagarbeit SG (-20°): 65 (Soll 27) Joule
Kerbschlagarbeit WEZ (-20°): 133 (Soll 27) Joule
Zugfestigkeit: 551 (Soll 470) MPa

... Arc



Nahtöffnungswinkel 40°

Härte: 146-274 HV
Kerbschlagarbeit SG (-20°): 35 (Soll 27) Joule
Kerbschlagarbeit WEZ (-20°): 151 (Soll 27) Joule
Zugfestigkeit: 554 (Soll 470) MPa

2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren UP (121)

Vorteile

- hohe Abschmelzleistung
- kein Schutzgas
- sehr gute Nahtoberfläche
- hohe Anwendungssicherheit

Nachteile

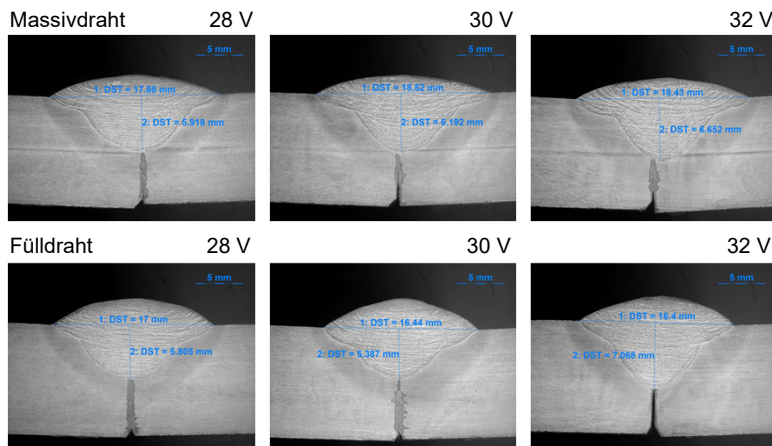
- Schweißpulver hygroskopisch
- keine Zwangslagen möglich
- hohe Wärmeeinbringung



2. Schweißprozessauswahl

Vorbetrachtung Schweißverfahren UP (121)

BL 12, Draht-Ø = 4 mm, I = 600 A, $v_w = 55$ cm/min, Schweißspannung verändert!



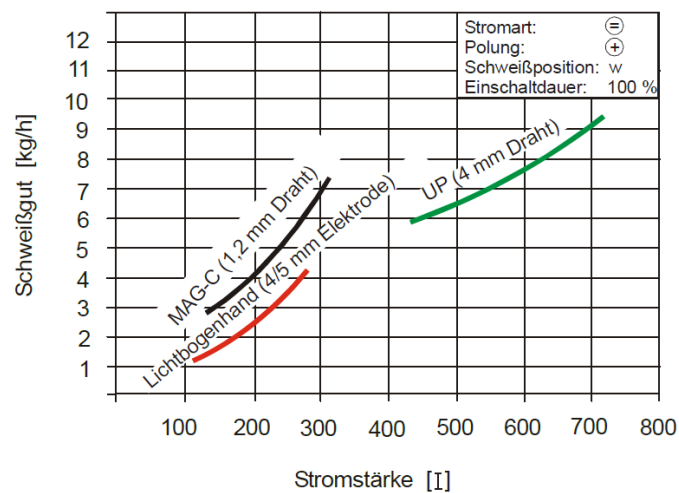
Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

13/48

2. Schweißprozessauswahl

Abschmelzleistung MAG + UP



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

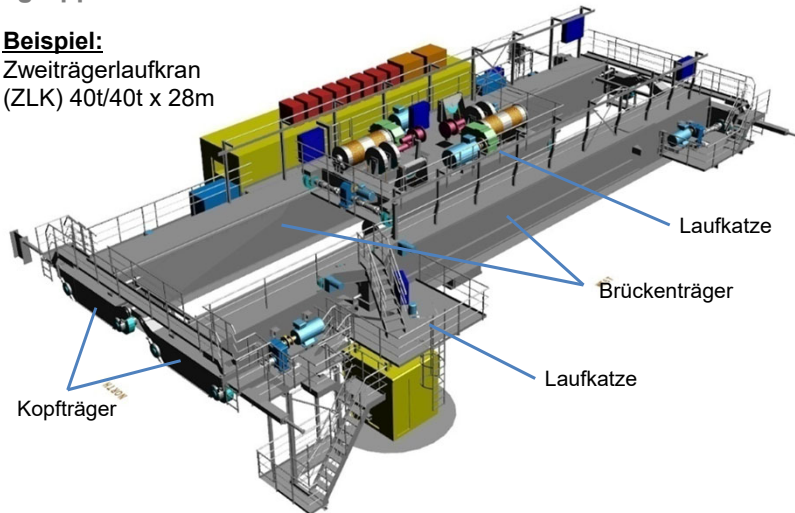
14/48

3. Spezifische Anwendung Brückenkrane

Baugruppen

Beispiel:

Zweiträgerlaufkran
(ZLK) 40t/40t x 28m



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

15/48

3. Spezifische Anwendung Brückenkrane

Brückenträger

- größte Baugruppe am Brückenkran
- Ausführung als geschlossener Kastenträger
- Spannweiten bis zu 46m
- Stückgewicht bis 50t



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

16/48

Innovative Krantechnik
Made in Germany

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Unterscheidung nach Beanspruchungsgruppe

Automobilindustrie (S1 - S5)

S1

EN 15011

kupiertes Profil
(1/2 HEA ...)

Stahlindustrie (S6 - S9)

S2

- Radlast ($q = F / A$)
(Laufkatze, Hublast)
- Längskraft
(Druckspannungen)
- Torsion
(Beschleunigung Kran)

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

17/48

Innovative Krantechnik
Made in Germany

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Profil + Längsnahte

kupiertes Profil

- standardisiert auf HEA 360 o. HEA 550
- Ausnahmefall HEB 550 (abweichend vom Standard)

Längsnaht Hauptsteg S1

- Halsnaht zwischen Profilsteg und Hauptstegblech
- Materialstärken 10 bis 15mm

Längsnaht Obergurt S2

- Obergurtnaht zwischen Profilgurt und Gurtblech
- Materialstärken 8 bis 25mm

S2

S1

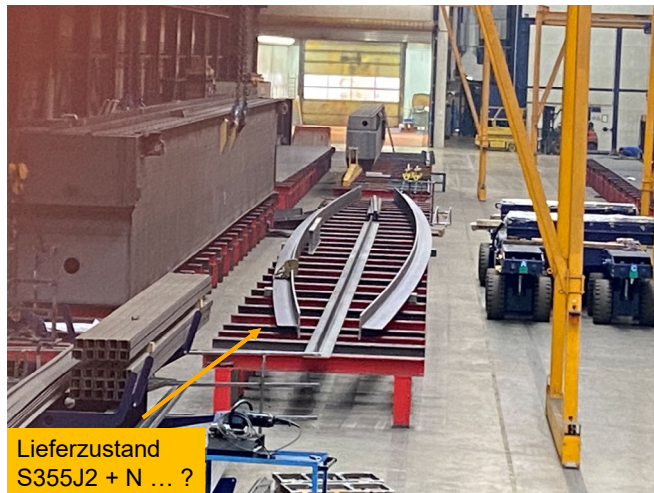
Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

18/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Vorarbeiten kupiertes Profil



Lieferzustand
S355J2 + N ... ?

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

19/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Vorarbeiten kupiertes Profil



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

20/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Vorarbeiten kupiertes Profil



Gregor Neudel

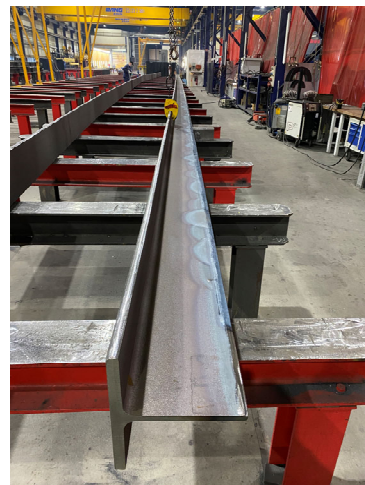
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

21/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Vorarbeiten kupiertes Profil

Trotz das das halbe Profil nach dem Teilen / kupieren seine Steifigkeit verliert, lässt sich der „krumme Träger“ nicht an die Stegwand des Brückenträgers anbauen. Richtarbeiten mit der Flamme sind deshalb vorab unumgänglich.



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

22/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

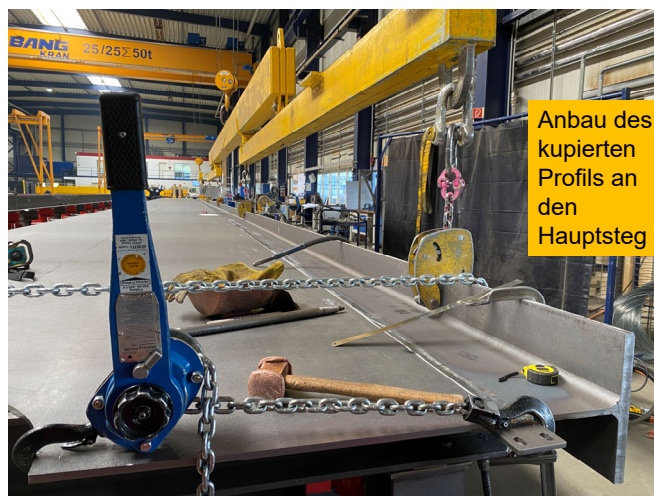
Zusammenbau kupiertes Profil – Hauptsteg (S1)



Anbau des
kuperten Profils
an den Hauptsteg

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Zusammenbau kupiertes Profil – Hauptsteg (S1)



Anbau des
kuperten
Profils an
den
Hauptsteg

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Zusammenbau kupiertes Profil – Hauptsteg (S1)



Anbau des
kuperten Profils
an den Hauptsteg

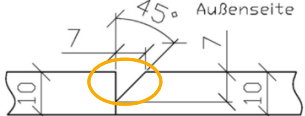
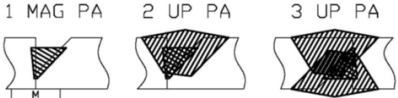
Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

25/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS bis anno 2016-

Gestaltung der Verbindung:		Schweißfolge:						
								
Einzelheiten des Schweißens								
Schweiß- raupe	Schweiß- prozess	Durchmesser des Zusatz- werkstoffes [mm]	Schweiß- strom [A]	Schweiß- spannung [V]	Stromart / Polung	Draht- vorschub [m/min]	Schweiß- geschwindig- keit [cm/min]	Wärmeein- bringung [kJ / cm]
1	138	1,2	286	25,0	= / +	9,5	55	6,2
2	121	4,0	650	33,0	= / +	-	60	21,5
3	121	4,0	650	33,0	= / +	-	60	21,5

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

26/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS bis anno 2016-

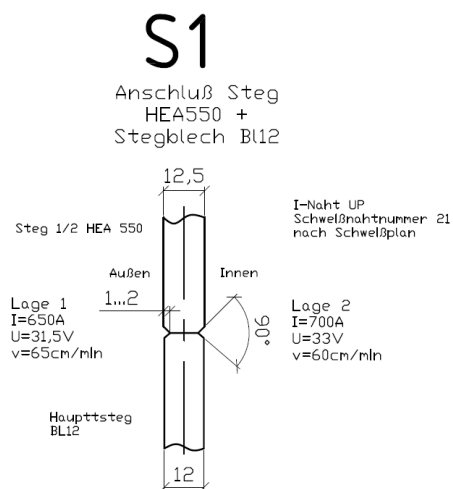
Optimierung

- Bedingung: → Prüfumfang 100% UT
→ Vorgabe!
- Ist eine Nahtvorbereitung erforderlich?
→ ja / nein? ...Funktion?
- Schweißen mit Metallpulverfülldraht?
→ Preisfrage? → ? €/kg ...Vorteile?

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS aktuell-

- Längsnaht standardisiert
- Lage / Gegenlage Schweißung
- Standardisierte Schweißanweisung wie Bedarfsstoß in Seitenwand- oder Gurtblech



3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS aktuell-

Schweißanweisung / WPS

Schweißprozess / Welding process: 121 (Eindraht Lage - Gegenlage / single wire layer / backing run)

WPS-Nr.:
121-2023-04
Seite / page 1 von 2

Hersteller: / manufacturer: BANG Kransysteme GmbH & Co KG			Anlage: / welding plant: ESAB LAF 1001 + A2 Multitrac / ESAB Aristo 1000 AC/DC + A2 Multitrac					
Ort: / place: Stahlbau Werk II			Spezifikation des Grundwerkstoffs: / specification base material: S355J2 (S235JR) nach DIN EN 10025					
Bediener: / operator: siehe Schweißliste / according list of welders			Zusatzwerkstoff (Bezeichnung und Markenname): / filler material (marking and brand name) ISO 14171-A-S2 - Oerlikon OE-S2					
Prüfung: / qualification: DIN EN ISO 14732 : 2013-12			Schweißpulver (Bezeichnung und Markenname): / welding flux (marking and brand name) ISO 14171-A - Oerlikon OP-181 / Oerlikon OP-191					
WPQR - Nr.: / WPQR - no.: 121-BW-120-DY / 121-BW-112-II			Nahtart - Schweißposition: / form of weld - position BW (Stumpnaht) / PA					
Drahtdurchmesser [mm]: / wire size: Ø 4,0			Einzelheiten zur Fugenvorbereitung und -reinigung: / particulars of the edge preparation and - cleaning Brennschneiden - mechanische Bearbeitung - metallisch blank schleifen / flame cutting - mechanical processing - metallic bright grinding					
Richtwerte für das Schweißen / guide value for welding								
Materialdicke t material thickness [mm]	Lagen weld pass	Nahtart Seam type	Darstellung description	Schweißstrom I welding current [A]	Schweißspannung U welding voltage [V]	Schweißgeschwindigkeit v _w welding speed [cm/min]	Streckenenergie E energy input [kJ/cm]	
BL 8	1 / 2	I-Naht	1	450 / 500	31,5 / 33	65 / 65	13,0 / 15,2	
BL 10				500 / 650		65 / 65	14,3 / 19,8	
BL 12		DY-Naht	2	650 / 700		65 / 60	18,6 / 23,1	
BL 15				680 / 725		60 / 55	21,1 / 26,1	
BL 20	1 / 2 / 3	Y-Naht mit Gegenlage	3	650 / 650 / 700	31,5 / 33 / 33	65 / 65 / 60	18,6 / 19,8 / 23,1	
BL 25	1 / 2 / 3			680 / 700 / 725		60 / 60 / 55	21,1 / 23,1 / 26,1	
BL 30	1 / 2			700 / 700		31,5 / 33	60 / 60	23,1 / 23,1
	3 / 4			725 / 700		33 / 33	60 / 60	24,6 / 23,1

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

29/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS aktuell-

Schweißanweisung / WPS

Schweißprozess / Welding process: 121 (Eindraht Lage - Gegenlage / single wire layer / backing run)

WPS-Nr.:
121-2023-04
Seite / page 2 von 2

Darstellung / description	Bild / picture	Schnitt / intersection	Beschreibung / specification
1			$l = 8 \pm 10 \text{ mm}$ $b = 0 \dots 1 \text{ mm}$
2			$l = 12 \pm 15 \text{ mm}$ $\alpha = 70^\circ \dots 90^\circ$ $b = 0 \dots 1 \text{ mm}$ $c = 7 \dots 8 \text{ mm}$ $h1 = h2 = z \dots 4 \text{ mm}$
3			$l = 20 \pm 25 \pm 30 \text{ mm}$ $\alpha = 70^\circ \dots 90^\circ$ $b = 0 \dots 1 \text{ mm}$ $c = 5 \dots 6 \text{ mm}$
Wärmebehandlung heat treatment	Vorwärmtemp.: / preheating temp.: Zwisch.-lagentemp.: / interpass temp.:	120 – 150 °C 200 – 250 °C	Autogenbrenner oxyacetylene blowpipe
weitere Informationen other informations	- freies Drahtende ca. 40 mm; Nahtöffnungswinkel $\alpha = 90^\circ$ / open wire end approx. 40 mm - An- und Auslaufbleche mit gleicher Nahtvorbereitung verwenden / use runon and runoff plates with the same weldjoint preparation ! - Pulverbett bei Bedarf / powder underlayer if required / Brennerstellung neutral (90°) / torch position neutral (90°) - Massenzangen an Nahtanfang und Nahtende setzen / set clamps at beginning and end of weldbeam - zugegebene Risse 100 mm neben Nahtmitte für Führungslaser zur Nahtverfolgung Mitte Naht mandatory scratch 100 mm next to the middle of the weld to the guide laser for seam tracking middle of the weld - Pulver aus Pulverschüttler erst nach 300 mm Schweißnaht entfernen / remove powder from the powder chute only after 300 mm weld seam - Schlacke verbleibt wegen Abkühlprozess auf Schweißnaht bis keine Glühfarben mehr zu erkennen sind due to the cooling process, slag remains on the weld seam until glow colors are no longer visible		
Hersteller: / manufacturer: BANG Kransysteme GmbH & Co. KG Am Ahr- u. Dohrbrunn 11 59623 Olsberg Tel. 059 71 11 40 240 / Fax 059 71 11 40 250	Schweißaufsicht: / welding supervisor: Neudel, 18.4.2023 Name, Datum und Unterschrift / name, date and sign		

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

30/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Hauptsteg (S1) -WPS aktuell-

Optimierung

- Bedingung: → Prüfumfang 100% UT
→ Vorgabe!
- Ist eine Nahtvorbereitung erforderlich?
→ ja / nein? **NEIN!** Fase war ursprünglich als
Badstütze für UP gedacht
- Schweißen mit Metallpulverfülldraht?
→ Preisfrage? → ? €/kg **ENTFÄLLT KOMPLETT**

Ersparnis ca. 8h Zeitaufwand!

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Hauptsteg (S1)



UP Lage /
Gegenlage

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Zusammenbau kupiertes Profil – Obergurt (S2)



Anbau des
kuperten
Profils mit
Hauptsteg an
das
Obergurt-
blech

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

33/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Obergurt (S2) -WPS bis anno 2016-

Gestaltung der Verbindung:

Schweißfolge:

Einzelheiten des Schweißens

Schweiß- raupe	Schweiß- prozess	Durchmesser des Zusatz- werkstoffes [mm]	Schweiß- strom [A]	Schweiß- spannung [V]	Stromart / Polung	Draht- vorschub [m/min]	Schweiß- geschwindig- keit [cm/min]	Wärmeein- bringung [kJ / cm]
1	135	1,2	285	28,5	= / +	9,5	35	13,9
2	135	1,2	310	30,0	= / +	10,5	35	15,9
3	121	4,0	650	33,0	= / +	-	60	21,5
4+n	121	4,0	650	33,0	= / +	-	60	21,5

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

34/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Obergurt (S2) -WPS bis anno 2016-

Optimierung

- Bedingung: → Prüfumfang 100% UT!
→ Vorgabe
- Ist eine Nahtvorbereitung erforderlich?
→ ja / nein
- Welchen Aufwand macht die Nahtvorbereitung?
Anbringung? ...thermisch, mechanisch

3. Spezifische Anwendung Brückenträger

Längsnaht Obergurt (S2) -WPS aktuell-

- Lage 1 + 2 ist Badstütze für UP
- Weitere Lagen sind Fülllagen je nach Materialstärke des Gurtes
- Hier spezieller Fall: Kein Standard!
- Gesonderte Schweißanweisung je nach Projekt erforderlich
- Meist vorab Probeschweißung sinnvoll

S2

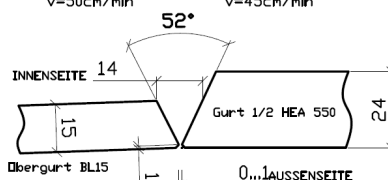
Anschluß Gurt HEA550 +
Obergurt BL12

Lage 1 MAG
9,2m Drahtvorschub
I=295A
U=29,5V
v=50cm/min

Lage 2 MAG
9,2m Drahtvorschub
I=295A
U=29,5V
v=45cm/min

Lage 3 UP
I=620...650A
U=32,5V
v=50...55cm/min

Lage 4 UP
I=620...650A
U=32,5V
v=50...55cm/min



Gegenlage 5 UP
I=680...700A
U=31,5V
v=55...58cm/min

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Obergurt (S2)



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

39/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Obergurt (S2)



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

40/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Obergurt (S2)



Vorwärmen + Fülllagen
schweißen UP

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

41/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Obergurt (S2)



Nahtaussehen
MAG + UP

Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

42/48

3. Spezifische Anwendung Brückenträger Längsnaht Obergurt (S2)



Vorwärmen + Schweißen
der äußeren Längsnaht UP



Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

43/48

4. Ausblick Vergangenheit – Gegenwart - Zukunft



Gleichrichter 1000A DC anno 2012



Inverter 1000A AC/DC anno 2022

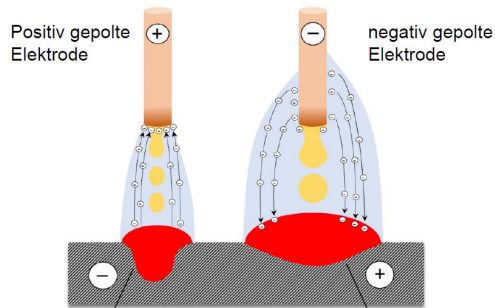
Gregor Neudel

BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

44/48

4. Ausblick

DC + & DC -



- Elektronen wandern vom Werkstück (Katode, Minus-Pol) zur Draht-Elektrode (Anode, Plus-Pol)
 - Elektronen treten auf sehr eng begrenzten Bereich auf → viele kleine Tropfen
 - hoher Einbrand
 - hohe Energiedichte
- Elektronen wandern von der Draht-Elektrode (Katode, Minus-Pol) zum Werkstück (Anode, Plus-Pol)
 - Austreten der Elektronen auf einer großen Fläche, dadurch große Ansatzfläche des Lichtbogens
 - große Tropfen
 - hohe Abschmelzleistung

Gregor Neudel

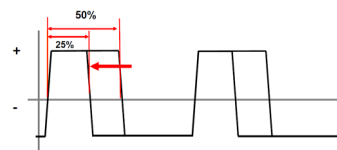
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

45/48

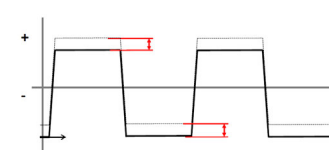
4. Ausblick

AC

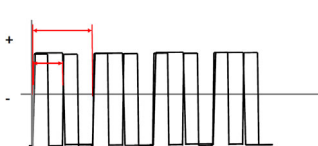
1. Balance



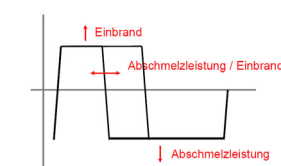
2. Offset



3. Frequenz



1. / 2. / 3.



1. Balance
Abschmelzleistung und
Einbrand [25% - 75%]

2. Offset
Abschmelzleistung und
Einbrand [-10V; +10V]

3. Frequenz
Verbesserung
Prozessstabilität und
Vermeidung von Blaswirkung
[10-100 Hz]

Gregor Neudel

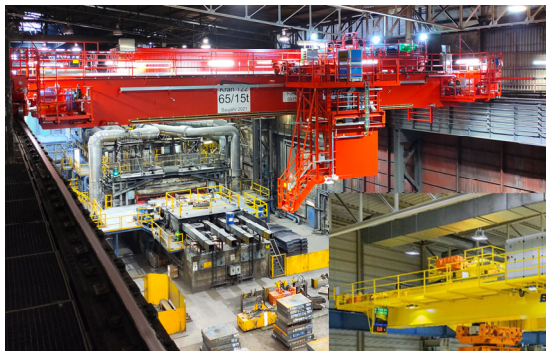
BANG Kransysteme GmbH & Co. KG

46/48

5. Zusammenfassung Prozess-Optimierung



„Da müsste mal einer was erfinden das man das wieder drappappen kann...!“



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!