

**Numerische Schweißsimulation –  
Durchführung und Dokumentation –  
Teil 4: Beispiel Prozesssimulation Lichtbogenschweißen**

Numerical welding simulation –  
Execution and documentation –  
Part 4: Example of arc welding process simulation

Simulation numérique de soudage –  
Exécution et documentation –  
Partie 4: Exemple de la simulation du procédé de soudage à l'arc

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:  
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 15 Seiten

## **Nationales Vorwort**

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zur vorliegenden DIN SPEC wurde kein Entwurf veröffentlicht.

Dieses Dokument (DIN SPEC 32534-4) wurde vom NAS-Arbeitsausschuss NA 092-00-29 AA, *Schweißsimulation (DVS AG I 2.1)*, im Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS) erarbeitet.

Weitere Teile sind in DIN SPEC 32534-1 aufgelistet.

## 1 Anwendungsbereich

Die vorliegende DIN SPEC gibt Leitlinien für die Ermittlung des Einflusses der Schutzgaszusammensetzung auf die Eigenschaften des Lichtbogens beim WIG-Schweißen; im Speziellen auf den Lichtbogendruck und den Energieeintrag in das Werkstück an.

Weitere Beispiele für verschiedene Dokumentationen, die auf der Grundlage dieser Vorlage erstellt wurden, werden in den Teilen der Reihe DIN SPEC 32534 gegeben.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN SPEC 32534-1:2011-03, *Numerische Schweißsimulation — Durchführung und Dokumentation — Teil 1: Übersicht; Text Deutsch und Englisch*

DIN SPEC 32534-2:2011-09, *Numerische Schweißsimulation — Durchführung und Dokumentation — Teil 2: Dokumentationsvorlage; Text Deutsch und Englisch*

## 3 Anwendungshinweise

Das gezeigte Beispiel dient der Dokumentation einer ausgewählten möglichen Vorgehensweise. Alternative Methoden und Benennungen (Dateinamen, Variablennamen, etc.) sind ebenfalls, je nach Simulationsobjekt und Zielsetzung der Simulation, möglich und zulässig. Insbesondere die in den genannten Beispielen verwendeten Softwareprodukte stellen keine ausschließliche Empfehlung für das gezeigte sowie andere Simulationsobjekte dar. Im Hinblick auf die kontinuierliche Weiterentwicklung der Simulationsmethoden und Tools ist häufig der Einsatz alternativer Produkte möglich, hierbei liegt die Wahl eines spezifischen Softwareproduktes in der Verantwortung des Anwenders. Beispielsweise ist je nach Zielsetzung eine genauere Bestimmung der Streckenenergie durchzuführen.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                         |                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Firmenname: <i>Musterfirma</i><br>Abteilung: <i>Berechnung</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Dokumentation der<br>Schweißsimulation nach<br>DIN SPEC 32534-1:2011-03 | Bearbeiter: Max Mustermann<br>Version: 1.0:<br>Datum: 2013-09-01<br>Seite 1 von 12                      |
| <b>Deckblatt mit Kurzbeschreibungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Simulationsobjekt:</u></b><br>WIG-Lichtbogen zwischen einer Wolframkathode und einer gekühlten Kupferanode mit unterschiedlichen Schutzgasen und Stromstärken.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Zielsetzung der Simulation:</u></b><br>Ermittlung des Einflusses der Schutzgaszusammensetzung auf die Eigenschaften des Lichtbogens beim WIG-Schweißen; insbesondere auf den Lichtbogendruck und den Energieeintrag in das Werkstück.                                                                                                                                                                                                                      |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Physikalisches und mathematisches Modell:</u></b><br>Zur Berechnung des Lichtbogens wird ein magnetohydrodynamisches (MHD-) Lichtbogenmodell verwendet, das mit einem Shear-Stress-Transport (SST-) Turbulenzmodell, einem Nettoemissionskoeffizienten (NEK-) Modell und einem Interface-Fallgebietsmodell kombiniert wird.<br>Die Stoffdaten werden in einem Lokalen Thermodynamischen Gleichgewicht (LTG) angenommen.                                    |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Lösungsmethode und verwendete Softwareprodukte:</u></b><br>Finite Volumen Methode (FVM) / ANSYS CFX 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Zusammenfassung der Ergebnisse</u></b><br>Mit Hilfe der Lichtbogen-Simulation wird die Abhängigkeit der Lichtbogeneigenschaften von der Zusammensetzung des Schutzgases (Argon, Helium, Wasserstoff) bestimmt und auf die Wirkung des Lichtbogens an der Werkstückoberfläche (Energieeintrag und Lichtbogendruck) geschlossen. Es wurde festgestellt, dass Helium besonders den Lichtbogendruck und Wasserstoff besonders den Energieeintrag beeinflussen. |                                                                         |                                                                                                         |
| <b><u>Zusammenfassung der Maßnahmen zur Absicherung der Simulationsergebnisse</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                         |                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Anmerkungen / Begründungen                                              |                                                                                                         |
| Verifiziert<br>Nein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein    | Vergleich von Lichtbogengestalt sowie Maximalwerten der Plasmatemperatur und -strömungsgeschwindigkeit  |
| Kalibriert<br>Nein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein    | Anpassung der Interfacekonstanten für die Fallgebiete                                                   |
| Validiert<br>Nein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein    | Vergleich mit orts aufgelösten Messungen des Lichtbogendrucks und mit Messungen des Gesamtwärmeeintrags |
| <b><u>Bemerkungen (optional):</u></b><br><br>Bearbeiter: Max Mustermann, Berta Beispielfrau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                         |                                                                                                         |

Firmenname: *Musterfirma*  
Abteilung: *Berechnung*

Dokumentation der  
Schweißsimulation nach  
DIN SPEC 32534-1:2011-03

Bearbeiter: Max Mustermann  
Version: 1.0:  
Datum: 2013-09-01  
Seite 2 von 12

## Beschreibung der Schweißsimulation

### 1. Simulationsobjekt [siehe DIN SPEC 32534-1:2011, Punkt 4.1]

Die Simulation betrifft einen WIG-Lichtbogen unter Annahme einer perfekten Schutzgasabdeckung. Die Zuführung des Schutzgases erfolgt durch eine im Modell berücksichtigte Schutzgasdüse. Als Werkstück wird eine nichtabschmelzende und wassergekühlte Kupferanode berücksichtigt. Das Bild 1 zeigt das Simulationsgebiet.

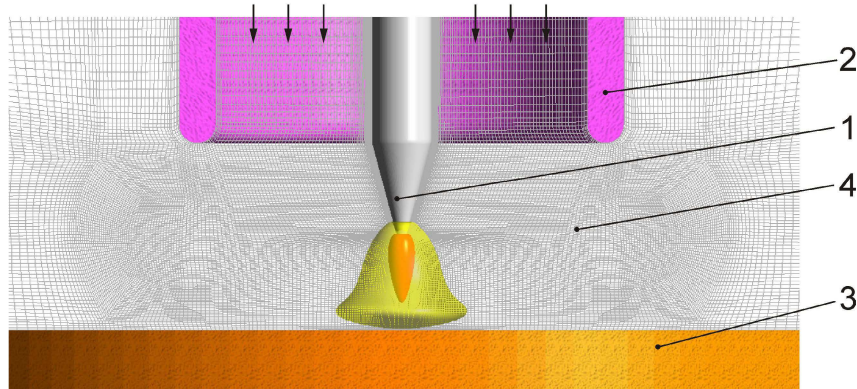


**Bild 1 — Berechnungsgebiet der Simulation (rotationssymmetrisch)**

#### Legende

- 1 Kathode
- 2 Schutzgasdüse
- 3 Werkstück
- 4 Strömungsraum

Neben dem Strömungsraum werden im Modell auch Festkörper (Solid Domains) berücksichtigt. Die Eigenschaften der Bauteile sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1 — Festkörper**

| Bauteil | Werkstoff | Geometrie                                                              |
|---------|-----------|------------------------------------------------------------------------|
| Kathode | WLa20     | Durchmesser: 3,2 mm; Anspitzwinkel: 30°;<br>Plateaudurchmesser: 0,1 mm |
| Anode   | Kupfer    | Dicke: 5,0 mm                                                          |
| Gasdüse | Kupfer    | Innendurchmesser: 20,0 mm und<br>Außendurchmesser: 24,0 mm             |

Im Modell beträgt der Abstand zwischen Elektrode und Werkstückoberfläche 5 mm und der Gasdüsenrückstand zur Kathodenspitze beträgt ebenfalls 5 mm. Untersucht wurden das Schutzgas Argon sowie Mischgase aus Argon und Helium sowie Argon und Wasserstoff. Die Lichtbogeneigenschaften wurden für 100 A und 200 A berechnet.