E DIN EN ISO 18166:2025-03 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-01-31

Numerische Schweißsimulation - Ausführung und Dokumentation (ISO/DIS 18166:2025); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18166:2025

Numerical welding simulation - Execution and documentation (ISO/DIS 18166:2025); German and English version prEN ISO 18166:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 8

Vorwort 9

Einleitung 10

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Symbole und Abkürzungen 12

5 Kurzbeschreibung 13

6 Wissenschaftliche Rechentools (SCT) 13

7 Für Simulation erforderliche Daten 14

8 Problemdarstellung und Festlegung der Simulationsstrategie 15

9 Festlegung der Eingabeparameter 17
9.1 Eingabedaten 17
9.2 Simulationsformblatt 18

10 Geometrie und Netz 18
10.1 Geometrie und Vernetzung der Schweißverbindung 18
10.2 Netzgröße 18
10.3 Arten von Elementen 18
10.4 Modellierung des Zusatzwerkstoffs 19

11 Durchführung der Simulation 19
11.1 Code-Verifizierung 19
11.2 Thermische und metallurgische Berechnungen 20
11.2.1 Allgemeines 20
11.2.2 Schwerpunkt auf metallurgischen Umwandlungen 20
11.2.3 Modellierung der Wärmequelle 21
11.2.4 Thermische Rand- und Anfangsbedingungen 21
11.3 Thermomechanische Berechnung zur Vorhersage von Eigenspannungen 21
11.3.1 Allgemeines 21
11.3.2 Modellparameteranpassungen 21
11.3.3 Werkstoffe mit Phasenumwandlungen 22
11.3.4 Randbedingungen 22
11.4 Überwachung der Lösung während der Berechnung 22

12 Nachbearbeitung der Simulation 22
12.1 Allgemeines 22
12.2 Querschnitt der Schmelzzone 23
12.3 Transiente Entwicklung der Temperaturen 23
12.4 Verteilungen von Phasen und Eigenspannungen 23

13 Vergleichen/Diskutieren der Ergebnisse ... 24
13.1 Allgemeines ... 24
13.2 Verifizierung der Berechnung ... 24
13.3 Validierung ... 26
13.3.1 Allgemeines ... 26
13.3.2 Validierungsprozess ... 26
13.3.3 Fehlendes Wissen ... 26
13.3.4 Richtlinien für Validierungsexperimente ... 27
13.3.5 Zusätzliche Validierungsmaßnahmen ... 27

14 Unsicherheitsquantifizierung ... 27

15 Dokumentation/Angabe der Ergebnisse ... 28
15.1 Allgemeines ... 28
15.2 Ziel der Schweißsimulation ... 28
15.3 Werkstoffeigenschaften und Eingabedaten ... 28
15.4 Geometrie und Netz ... 29
15.5 Numerische Modellparameter ... 29
15.6 Analyse der Ergebnisse ... 29

Anhang A (informativ) Technische Spezifikation für wissenschaftliche Rechentools (SCT) zur numerischen Schweißsimulation/rechnerischen Abbildung des Schweißprozesses ... 30
A.1 Allgemeines ... 30
A.2 Beschreibung des vorgesehenen Einsatzbereichs ... 30
A.3 Identifizierung der physikalischen Phänomene mit großer Bedeutung und Modellierungsstrategien ... 30
A.3.1 Allgemeines ... 30
A.3.2 Beschreibung der Modelle und gelösten Gleichungen ... 31
A.3.3 Funktionsbeschreibung ... 31

Anhang B (informativ) Dokumentationsvorlage ... 33
B.1 Dokumentationsvorlage ... 33
B.2 Beispiel für Prototyp NeT TG6 ... 35

Anhang C (informativ) Modellierung und Kalibrierung der Wärmequelle ... 40
C.1 Allgemeines ... 40
C.2 Übliche Wärmequellen ... 41
C.2.1 Allgemeines ... 41
C.2.2 Zeitverteilungen in Zinnen- und Dreiecksform ... 41
C.2.3 Ellipsoidale räumliche Verteilung ... 42
C.3 Empfohlene Netzgröße ... 43
C.4 Messstrategie ... 44
C.5 Kalibrierstrategie ... 45
C.5.1 Allgemeines ... 45
C.5.2 Es gibt keine experimentellen Daten ... 45
C.5.3 Es gibt nur Schliffbilder ... 45
C.5.4 Es gibt nur Thermogramme ... 45
C.5.5 Es gibt Thermogramme und Schliffbilder ... 45
C.5.6 Kriterien zum Beenden der Kalibrierung ... 45
C.6 Ein Beispiel mit Wärmequelle nach Goldak ... 45
C.6.1 Empfohlene Netzgrößen ... 45
C.6.2 Messstrategie ... 46
C.6.3 Empfohlene Wärmequellenparameter, wenn keine Messwerte verfügbar sind ... 47
C.6.4 Besonderheit bei der Anpassung der Parameter für die Wärmequelle nach Goldak ... 48

Anhang D (informativ) Richtlinien für Validierungsexperimente ... 50
D.1 Allgemeines ... 50
D.2 Richtlinien für Validierungsexperimente ... 50

Anhang E (informativ) Charakterisierung, Rückverfolgung und Umgang mit Unsicherheiten in der rechnerischen Abbildung des Schweißprozesses und in realen Systemen ... 52

E.1 Allgemeines **52**
E.2 Empfehlungen **52**
Literaturhinweise **54**

Bilder

Bild 1 — Graphische Darstellung (IL (Wichtigkeit) vs. KL (Wissensstand)) **17**
Bild C.1 — Konische Wärmequelle C-I-N [11] **40**
Bild C.2 — Zinnenförmige Zeitverteilung **41**
Bild C.3 — Wärmequelle nach Goldak **43**
Bild C.4 — Mögliche Positionen von Thermoelementen **44**
Bild C.5 — Einfluss der räumlichen Diskretisierung auf die Wärmequelle nach Goldak **46**
Bild C.6 — Temperaturfeld (in der Mitte) und Sensitivitätskarten für die Parameter der Wärmequelle nach Goldak **47**

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen **12**
Tabelle 2 — Auswirkung physikalischer Phänomene auf zu untersuchende Größen **16**
Tabelle 3 — Wissensstand über Verfügbarkeit von Daten und Modellen **16**
Tabelle C.1 — Empfohlene Diskretisierung für die Wärmequelle nach Goldak **46**
Tabelle C.2 — Empfohlene Parameter für Wärmequellen **47**
Tabelle C.3 — Wirkung der Wärmequellenparameter **48**