E DIN EN ISO/ASTM 52922:2025-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-09-12

Additive Fertigung - Design - Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung für Metallen (ISO/ASTM DIS 52922:2025); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/ASTM 52922:2025

Additive manufacturing - Design - Directed energy deposition of metals (ISO/ASTM DIS 52922:2025); German and English version prEN ISO/ASTM 52922:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort **8**

Vorwort **9**

Einleitung **10**

1 Anwendungsbereich **11**

2 Normative Verweisungen **11**

3 Begriffe **11**

4 Symbole und Abkürzungen **12**
4.1 Kurzzeichen **12**
4.2 Abkürzungen **13**

5 Prozesseigenschaften des Materialauftrags mit gerichteter Energieeinbringung **13**
5.1 Allgemeines **13**
5.2 Fertigungsoptionen und Variationen **14**
5.2.1 Aufbaukonfiguration und Befestigung **15**
5.2.2 Integration des Trägermaterials in das Bauteil **15**
5.2.3 Symmetrische Aufbaukonfigurationen **16**
5.2.4 Asymmetrische Aufbaukonfigurationen **17**
5.2.5 DOF eines DED-Systems **18**
5.2.6 Vermeidung von Überhängen **18**
5.3 Bauteilgröße **18**
5.4 Typische Vorteile des DED-Verfahrens **19**
5.5 Typische Nachteile des DED-Verfahrens **20**
5.6 Material-, Kosten- und Zeiteffizienz **21**
5.7 Typen von Konstruktionsmerkmalen **23**
5.7.1 Allgemeines **23**
5.7.2 Hierarchie der Konstruktionsmerkmale **23**
5.7.3 Wandmerkmale **23**
5.8 Fertigungsmerkmale und Auswirkungen **24**
5.8.1 Überhang **24**
5.8.2 Inseln **25**
5.8.3 Wandschnittpunkte **25**
5.8.4 Treppenstufeneffekt **25**
5.8.5 Zugänglichkeit **26**
5.9 Maß-, Form- und Lagegenauigkeiten **27**
5.10 Software-Workflow für DED **28**
5.11 Datenqualität, Auflösung, Darstellung **28**
5.12 DED-Prozesse **29**

6 Konstruktionsleitfäden für DED **29**
6.1 Allgemeines **29**
6.1.1 Auswahl von DED **29**

6.1.2 Entwurfs- und Prüfzyklen ... 30
6.2 Werkstoff- und Gefügecharakteristika ... 30
6.2.1 Ausgangswerkstoffe ... 30
6.2.2 Trägermaterial ... 31
6.2.3 Mikrostrukturen ... 31
6.2.4 Mechanische Eigenschaften ... 31
6.3 Stützkonstruktionen ... 31
6.4 Bauausrichtung, mehrachsiges Auftragen und Position des Trägermaterials/der Bauplattform ... 33
6.4.1 Allgemeines ... 33
6.4.2 Bauausrichtung und Position des Trägermaterials/der Bauplattform ... 33
6.4.3 Mehrachsiges Auftragen ... 36
6.4.4 Dicke des Trägermaterials ... 37
6.4.5 Verformung ... 37
6.4.6 Werkstückhalterung und Befestigung ... 38
6.4.7 Oberflächen ... 40
6.5 Folgeprozesse zur Nachbearbeitung ... 41
6.5.1 Allgemeines ... 41
6.5.2 Oberflächenveredelung ... 41
6.5.3 Entfernung von Stützstrukturen ... 41
6.5.4 Einstellung von geometrischen Genauigkeiten ... 41
6.5.5 Wärmebehandlung ... 42
6.6 Auslegungsüberlegungen ... 42
6.6.1 Allgemeines ... 42
6.6.2 Hohlräume ... 43
6.6.3 Schlitze und Nuten ... 43
6.6.4 Wandstärke ... 43
6.6.5 Löcher ... 43
6.6.6 Abdeckung ... 44
6.6.7 Inspizierbarkeit ... 44

7 Kostenabschätzung für DED ... 44

8 Beispiele für Bauteile ... 46
8.1 Beispiel für ein dünnwandiges Bauteil (bereitgestellt von GKN Aerospace) ... 46
8.2 Bauteil zum Benchmarking von DED-Prozessen (bereitgestellt von GKN Aerospace) ... 46
8.3 Beispiel für ein Bauteil mit mehreren Auftragungsrichtungen (bereitgestellt von der Missouri University of Science & Technology) ... 47
8.4 Verstärkungsstruktur für ein Fahrwerk (bereitgestellt von der Cranfield University) ... 48
8.5 Druckbehälter (bereitgestellt von der Cranfield University) ... 48
8.6 Reparatur einer Welle (bereitgestellt von Boeing) ... 49
8.7 Siliziumwafer-Aufbewahrungsbehälter (bereitgestellt von Norsk Titanium) ... 51
8.8 Tragkonstruktion für die zivile Luftfahrt (bereitgestellt von Norsk Titanium) ... 52

Literaturhinweise ... 53

Bilder

Bild 1 — Bauteil mit zylindrischem Flansch ... 15

Bild 2 — Integration des Trägermaterials in das Bauteil ... 15

Bild 3 — Symmetrische Aufbaukonfiguration ... 16

Bild 4 — Aufbaukonfigurationen für rechteckige Bauteile (a) mit drei alternativen symmetrischen Fertigungsoptionen (b-d) ... 17

Bild 5 — Asymmetrische Aufbaukonfiguration ... 17

Bild 6 — Nutzung der 5+-Achsen-Bewegungsfähigkeit für die Fertigung nicht vertikaler Merkmale. Die vertikale Ausrichtung (a) wird zum Auftragen der meisten Merkmale verwendet, einschließlich der zylindrischen Fortsätze, während die Ausrichtung (b) die Laschen an den Fortsätzen fertigt. ... 18

Bild 7 — Hohe Ebenen der Hierarchie der Konstruktionsmerkmale (Wandmerkmale sind in Bild 8 erläutert) ... 23

Bild 8 — Beispiel für eine Hierarchie von Merkmalen in Bezug auf Wände (eine frühere Version der Merkmalshierarchie erschien in [4]) ... 24

Bild 9 — Inseln *l* (links) und Überhang *a* (rechts) während der Konstruktion des Bauteils *P* in *z*-Achse aus [[9], Verwendung des Bildes mit Einverständnis des VDI. ... 25

Bild 10 — Auswirkung des Treppenstufeneffekts bei unterschiedlichen Schichtdicken ... 26

Bild 11 — Zugänglichkeitsproblem (a) und Beispiele für Strategien zur Kollisionsvermeidung bei der 3-Achsen- (b) und 5+-Achsen- (c) Auftragung ... 27

Bild 12 — Beispiel für eine Verstärkungsrippen-Stützstruktur ... 32

Bild 13 — Beispiel für eine massive Wand als Stützstruktur ... 32

Bild 14 — Ein Bauteil mit flachen Taschen, das verwendet wird, um Kompromisse in Bezug auf die Dicke des Trägermaterials zu untersuchen. ... 37

Bild 15 — Ein Beispiel für ein Trägermaterial (dünn), das mit Zehenklemmen an der Montageplatte (dick) befestigt ist ... 38

Bild 16 — Einfache Wand auf einer Platte mit a) Längsachse parallel zur Platte und b) Längsachse senkrecht zur Platte ... 40

Bild 17 — Einachsiger Materialmanipulator ... 40

Bild 18 — Beispiel für ein dünnwandiges Bauteil mit verschiedenen Merkmalen ... 46

Bild 19 — Benchmarking-Bauteil mit typischen und anspruchsvollen Geometrien ... 47

Bild 20 — Beispiel eines Lagersitzes, an dem die Fertigung eines Bauteils in mehreren Baurichtungen veranschaulicht wird, a) gewünschte Bauteilgeometrie, b) mehrachsige Aufteilung, c) fertiges Bauteil ... 48

Bild 21 — Verstärkungsstruktur für das äußere Fahrwerk aus Ti-6Al-4V, hergestellt von Cranfield für Bombardier ... 48

Bild 22 — Druckbehälter für die Weltraumforschung aus Ti-6Al-4V, hergestellt von der Cranfield University für Thales Alenia Space, a) fertig bearbeitetes Werkstück, b) für WAAM geeignete Vorform, c) Auftragen der äußeren Verstärkungsstrukturen und Flansche, d) nach dem WAAM-Verfahren ... 49

Bild 23 — Zu reparierende Welle (a) Beispiel für eine verschlissene Stelle an der Lagerstelle entlang der Pumpenwelle, (b) rückentwickeltes CAD-Modell. ... 50

Bild 24 — CAD-Bild mehrerer Bereiche, die mit einem Radius von 1 Zoll gedreht werden sollen. Durch das Drehen werden die Oberflächen für die DED-Reparatur vorbereitet ... 50

Bild 25 — Durch Drehen wird das beschädigte Material vom Trägermaterial entfernt (a). Aufgetragenes Material für die Reparatur (b) ... 51

Bild 26 — Pumpenwelle mit (a) DED-Reparatur und (b) abgeschlossenen Nachbearbeitungsdreharbeiten 51

Bild 27 — Siliziumwafer-Aufbewahrungsbehälter aus Ti-6Al-4V, hergestellt von Norsk Titanium 51

Bild 28 — Im Serienbau gefertigte Tragkonstruktion aus Ti-6Al-4V für die zivile Luftfahrt hergestellt von Norsk Titanium 52

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole 13

Tabelle 2 — DED Prozessoptionen 14

Tabelle 3 — Anleitung zur Bauausrichtung und Positionierung des Trägermaterials für DED..... 34

Tabelle 4 — Verwendung eines Drehtisches zur Neuausrichtung eines Bauteils 36

Tabelle 5 — Hinweise zur Dicke des Trägermaterials..... 37