

HEGGEMANN



Wire **Arc** **Additive** **Manufacturing**

Metallbauteile neu gedacht:

Schneller. Materialeffizienter. Prozesssicher.

HEGGEMANN AG
Zeppelinring 1-6
33142 Büren
Deutschland

WWW.HEGGEMANN.COM



Was ist WAAM?

Beim **Wire Arc Additive Manufacturing** (WAAM) entsteht ein Metallbauteil nicht durch spanende Bearbeitung aus dem Vollen, sondern wird schichtweise aus einem Schweißzusatzwerkstoff aufgebaut.

Ein Lichtbogen schmilzt den Draht — Lage für Lage wächst so eine endkonturnahe Struktur, die anschließend bei Bedarf spanend auf Endmaß gebracht wird.

Die eingesetzte Fronius **CMT®-Technologie** (Cold Metal Transfer) minimiert den Wärmeeintrag ins Bauteil durch kontrollierte Strom- und Drahtzufuhr — das reduziert Verzug, begrenzt Kornwachstum und senkt den Energieverbrauch.

Das Ergebnis: bis zu **85 % geringerer Rohmaterialbedarf** (im 1:1 Vergleich zum Zerspanen aus dem Vollen), deutlich kürzere Durchlaufzeiten und hohe Gestaltungsfreiheit — besonders für großvolumige Strukturbauteile.

Warum Draht statt Pulver?

Im Vergleich zu pulverbasierten additiven Fertigungsverfahren bietet WAAM neben einer deutlich höheren Aufbaurate entscheidende Vorteile in der Handhabung: Standardschweißdrähte sind zertifiziert, kostengünstig, breit verfügbar und gesundheitlich unbedenklich — ohne aufwändige Pulveraufbereitungszyklen oder Schutzausrüstung gegen Metallfeinstäube.



Warum WAAM?

Die Zahlen sprechen für sich.

WAAM vereint, was in der Fertigung selten zusammenkommt: Geschwindigkeit, Materialeffizienz, Kostenreduktion und Flexibilität. Mit einer Auftragsrate von bis zu 2,5 kg/h ist WAAM deutlich schneller als pulverbettbasierte Verfahren wie LPBF — und damit besonders wirtschaftlich für großformatige Bauteile.

WAAM vs. CNC-Fräsen: Benchmark-Vergleich

Besonders bei großvolumigen Bauteilen aus hochpreisigen Legierungen zeigt WAAM seine Stärken gegenüber der spanenden Fertigung aus dem Vollen:

Kennzahl	CNC aus dem Vollen	WAAM
Rohmaterialbedarf	100 %	Bis zu 85 % weniger
Produktionszeit	100 %	Bis zu 60 % weniger
Gesamtkosten	100 %	Bis zu 30 % weniger

Die dargestellten Einsparpotenziale basieren auf typischen WAAM-Anwendungsfällen und variieren je nach Bauteilgeometrie, Werkstoff und Losgröße.



Verarbeitete Werkstoffe

WAAM ist nicht auf einen Werkstoff beschränkt. HEGGEMANN hat bereits folgende Legierungen erfolgreich verarbeitet:

Werkstoff	Klasse	Typische Anwendung
Ti-6Al-4V (ERTi-5)	Titanlegierung	Aerospace-Strukturbauteile
Inconel 625 (ERNiCrMo-3)	Nickelbasislegierung	Hochtemperaturanwendungen in Turbinenkomponenten, Offshore & Öl/Gas etc.
17-4 PH (ER 630) & 15-5 PH	Nichtrostender ausscheidungshärtbarer Stahl	Strukturbauteile für Aerospace und industrielle Anwendungen
316L (ER316L)	Nichtrostender austenitischer Stahl	Chemische Anlagen, Korrosionsanfällige Einsatzbereiche
S355 (ER70S-6)	Unlegierter Baustahl	Maschinen- & Vorrichtungsbau
EN AW-5083 (ER5183)	Korrosionsbeständige Aluminium-Magnesium-Legierung	Schiffbau, Behälterbau, Fahrzeug- & Schienenfahrzeugbau

Die dargestellten Einsparpotenziale basieren auf typischen WAAM-Anwendungsfällen und variieren je nach Bauteilgeometrie, Werkstoff und Losgröße.



Von der Idee zum zertifizierten Bauteil - alles aus einer Hand.

Additive Fertigung ist mehr als ein einzelner Prozessschritt. Entscheidend ist die Beherrschung der gesamten Produktentstehungskette: Von der konstruktiven Machbarkeitsanalyse und der Prozesssimulation über den WAAM-Prozess bis zur dokumentierten Abnahme. HEGGEMANN bildet diese Kette vollständig inhouse ab.

Konzept & Planung



- Restriktions- und Machbarkeitsanalyse
- Design-for-WAAM-Beratung & Topologieoptimierung
- Nachhaltigkeitsbewertung und Kostenabschätzung
- Spezifikationsentwicklung / Qualitätsvorausplanung — auch wenn noch keine Norm existiert



Prozessentwicklung & -optimierung

- Bahnplanung
- Thermo-mechanische Simulation (Verzug, Eigenspannungen, Temperaturführung)
- Bauteilspezifische Inhouse-Vorrichtungsentwicklung



Fertigung

- WAAM-Prozess mit Fronius CMT®-Technologie
- Aktive Prozesskontrolle mittels Sensorik zur Qualitätsüberwachung
- Wärme- und Oberflächenbehandlung



Qualifizierung & Abnahme

- 3D-Scan und digitaler Abgleich gegen Spezifikation
- Inhouse-Materialcharakterisierung (zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung)
- Inhouse Prozess- & Personalqualifizierung nach Luft- und Raumfahrtstandards



Dokumentation

- Vollständige Rückverfolgbarkeit aller Prozessdaten
- Digitaler Produktpass & Prüfpläne
- Flexible Datenarchivierung & Übergabeformate

Technische Kompetenz im Detail

Prozessbeherrschung beim WAAM beginnt lange vor der ersten Schweißnaht. Die thermische Komplexität des Verfahrens erfordert Wissen auf metallurgischer Ebene — und Werkzeuge, die dieses Wissen in reproduzierbare Prozesse übersetzen.

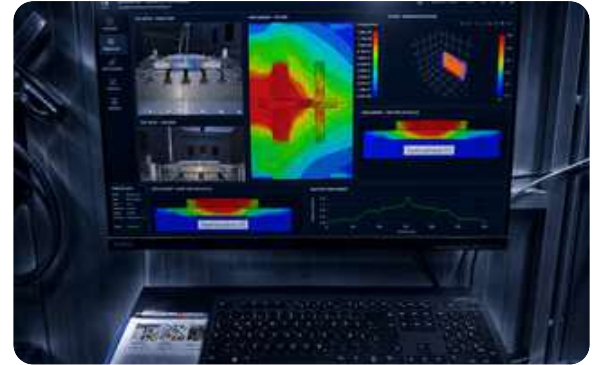
Thermo-mechanische Simulation

Jede abgelegte Schweißnaht beeinflusst die Temperaturhistorie der darunterliegenden Lagen. Unkontrolliert entstehen so Verzug, Eigenspannungen und unerwünschte Gefügeumwandlungen. Mit FE-basierter Prozesssimulation berechnen wir Temperaturverläufe, Verzug und Eigenspannungen vor der ersten Naht — und leiten daraus optimierte Schweißpfade, Abkühlzeiten und Einspannbedingungen ab.



Inhouse-Prozessüberwachung

Mittels Thermografie erfassen wir den realen Wärmeeintrag ins Bauteil während des Prozesses. Die Thermodaten validieren unsere Simulation und ermöglichen eine reproduzierbare Temperaturführung — ein entscheidender Hebel für homogene Gefüge und zuverlässige mechanische Eigenschaften.



Werkstoffexpertise

Jede Legierung reagiert auf die thermischen Zyklen des WAAM-Prozesses anders. Je nach Werkstoffklasse können Phänomene wie Phasentransformationen, Heißrisse oder unerwünschte Gefügeveränderungen auftreten und somit die mechanischen Eigenschaften des Bauteils maßgeblich beeinflussen. Wir kennen dieses Verhalten und berücksichtigen es gezielt bei der Auslegung von Prozessführung und Wärmebehandlung.

Zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren führen wir entweder inhouse oder gemeinsam mit langjährigen Kooperationspartnern durch.

Inhouse-Vorrichtungsentwicklung

Maßgeschneiderte Spannvorrichtungen entwickeln und fertigen wir vollständig inhouse — von der Konstruktion bis zur Umsetzung. Das ermöglicht kurze Reaktionszeiten und optimale Randbedingungen für den WAAM-Prozess. Da Vorrichtungen den Wärmehaushalt des Bauteils direkt beeinflussen können, berücksichtigen wir thermische Wechselwirkungen zwischen Bauteil und Vorrichtung bereits in der Auslegung.



Qualität & Zertifizierung

Als Nadcap™-zertifiziertes Unternehmen haben wir unseren additiven Fertigungsprozess bereits vor der Veröffentlichung spezifischer WAAM-Normen mit adäquaten Qualitätssicherungsnormen und -richtlinien abgesichert. Für Anwendungsfälle ohne bestehende Normengrundlage entwickeln wir gemeinsam mit Ihnen eine individuelle Prüf- und Qualifizierungsstrategie.

Zertifizierungen & Akkreditierungen

- EN 9001
- EN 9100
- ISO 3834
- DIN 2303
- Nadcap™ AC 7110/4
- Nadcap™ AC 7110/5
- Nadcap™ AC 7110/12

WAAM-relevante Normen & Richtlinien

- AMS 7005
- AMS 7010
- DIN 17024-2
- ISO/ASTM 52943-2
- Nadcap™ AC 7131
- CM-S-008
- DNV-ST-B203

Unser Digitaler Produktpass dokumentiert jeden Fertigungsschritt lückenlos. Dazu gehören unter anderem Prozessparameter, Prüfergebnisse und Materialzeugnisse. So sichern wir die Qualität, Reproduzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit Ihrer Bauteile — auch bei höchsten Anforderungen.

proWAAM — Die Komplettlösung für wirtschaftliche WAAM-Fertigung

Viele WAAM-Projekte scheitern nicht am Verfahren selbst, sondern an isolierten Lösungsansätzen: Bahnplanung ohne Prozesswissen, Anlagen ohne Qualifizierungsstrategie, Zertifizierung ohne Fertigungspartner. proWAAM schließt diese Lücke.

Die Kooperation verbindet die komplementären Stärken von HEGGEMANN, ModuleWorks und Heidenbluth — drei Spezialisten, die gemeinsam die gesamte WAAM-Wertschöpfungskette nahtlos abdecken.

HEGGEMANN

Prozess & Qualität
Thermo-mechanische
Simulation, Prozesssichere
Fertigung, Zertifizierung

ModuleWorks

Bahnplanung
Automatisierte
Werkzeugwegplanung &
-simulation

Heidenbluth

Anlagen & Betrieb
Maßgeschneiderte
Anlagen, Schulungen &
Wartung

Ihre Vorteile durch proWAAM

- Kostensenkung durch effiziente, simulationsgestützte Prozesse und geringeren Materialausschuss
- Zeitersparnis durch automatisierte Werkzeugwegplanung und parallele thermo-mechanisch gekoppelte Prozesssimulation
- Kürzere Qualifizierungszeiten durch geteilte Ressourcen und abgestimmte Systeme
- Maßgeschneiderte WAAM-Anlagen, inklusive Inbetriebnahme, Schulung und laufendem Support
- Flexibilität für individuelle Kundenanforderungen (von Prototyp bis Serie)

Über unser Partnernetzwerk erweitern wir kontinuierlich unser Portfolio — für zukunftsichere WAAM-Lösungen, die mit Ihren Anforderungen wachsen.

Warum HEGGEMANN?

WAAM braucht mehr als einen Roboter und einen Schweißzusatzwerkstoff. Es braucht tiefes Prozessverständnis, metallurgisches Fachwissen und ein Qualitätssystem, das den Anforderungen anspruchsvoller Branchen standhält. Das ist unser Anspruch, seit über 60 Jahren.

Schweißkompetenz



WAAM ist im Kern ein Schweißprozess. Was andere erst entwickeln müssen, bringen wir bereits mit: Über 60 Jahre Erfahrung in der schweißtechnischen Verarbeitung und Qualifizierung komplexer Prozesse — die Grundlage für beherrschbare, reproduzierbare Ergebnisse.



Vollständige Prozesskette inhouse

Simulation, Vorrichtungsbau, Fertigung, Wärmebehandlung, Prüfung und Dokumentation — alles unter einem Dach, aufeinander abgestimmt. Das ermöglicht kurze Durchlaufzeiten ohne Schnittstellenverluste.



Thermo-mechanische Simulation

Wir berechnen, bevor wir schweißen. Durch die Simulation der thermischen Historie innerhalb des Bauteils identifizieren und eliminieren wir Prozessrisiken frühzeitig und können Temperaturverläufe sowie daraus resultierende Gefüge- und Eigenschaftsveränderungen gezielt optimieren, bevor das erste Material aufgetragen wird.



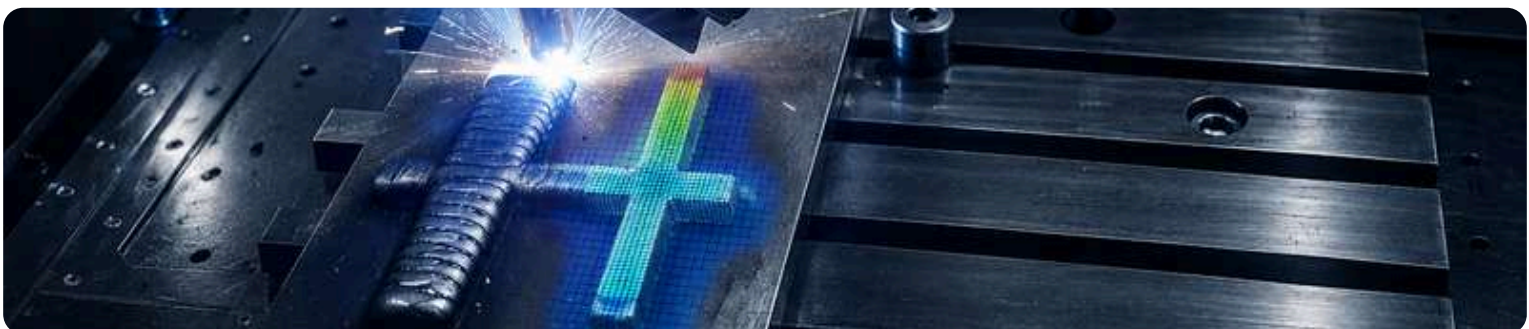
Werkstoffexpertise für thermisch komplexe Prozesse

Titan, Inconel, Aluminium oder hochfeste Stähle: Wir kennen das Werkstoffverhalten unter WAAM-Bedingungen und nutzen dieses Wissen gezielt zur Prozesssteuerung.



NADCAP-Zertifizierung & Branchen-Erfahrung

Unsere Qualitätssysteme sind auf die höchsten Anforderungen der Luft- und Raumfahrt ausgelegt und direkt auf andere anspruchsvolle Branchen übertragbar.



HEGGEMANN



Bereit für den nächsten Schritt mit **HEGGEMANN?**

Sprechen Sie mit uns —
wir analysieren gemeinsam, ob
und wie **WAAM** Ihre Fertigung
voranbringt.

KONTAKT

Dr. Thomas Meyer
Head of Research & Technology
+49 2955 7610 207
meyer@heggemann.com

Christian Gröpper
Sales Manager
+49 2955 7610 483
groeppe@heggemann.com

HEGGEMANN AG
Zeppelinring 1-6
33142 Büren
Deutschland

WWW.HEGGEMANN.COM

