



PerspektiveArbeit  
Lausitz

# Intuitive Roboternutzung Automatisiertes Schweißen von Kleinserien



Mittweida, 05.02.2026



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

Das zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter den Förderkennzeichen 02L19C300-02L19C333 gefördert. Projektlaufzeit: 01.11.2021 – 31.10.2026

# Inhalt



|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Vorwort .....               | 3  |
| Einleitung .....            | 4  |
| Motivation .....            | 5  |
| Methodik & Ergebnisse ..... | 6  |
| Anwendungsbeispiele .....   | 11 |
| Literatur .....             | 13 |

## Impressum

### Herausgeber:

Perspektive Arbeit Lausitz (PAL)

### Redaktion/Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Julia Zähr, Hochschule Mittweida

Dipl.-Ing. (FH) SFI Christian Schmidt, Hochschule Mittweida

Dipl.-Kfm. (FH) M.A. David Sauer, Hochschule Zittau/Görlitz

Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Schneider, ICM GmbH – Innovation + Cooperation für den Maschinenbau

M.Sc. Anton Ivanov, ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.

1. Auflage 2026



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

Das zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter den Förderkennzeichen 02L19C300 – 02L19C333 gefördert. Projektlaufzeit: 01.11.2021 – 31.10.2026



# Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

Der **Schweißprozess** ist aufgrund der UV- und Wärmestrahlung sowie dem entstehenden Schweißrauch und -staub für den Schweißer **herausfordernd, gesundheitsschädigend** und immer **weniger junge** Menschen wollen diesen Beruf ausüben. Dennoch ist das Schweißen als stoffschlüssiger Fügeprozess sowohl für die Fertigung von Einzelteilen als auch Klein- und Großserien **nicht wegzudenken**. Für die Automatisierung von Schweißprozessen stehen seit Jahrzehnten Industrieroboter und seit wenigen Jahren auch kollaborierende Roboter (Cobots) zur Verfügung. Industrieroboter werden bisher vorrangig bei der Automatisierung von Serienprozessen eingesetzt, weswegen 96 % aller neu eingerichteten Schweißarbeitsplätze in KMU ohne Robotertechnik ausgestattet sind [1]. Daher stellt sich die Frage: Welche **Automatisierungslösungen** für Kleinserien in KMU mit wenig Programmiererfahrung zur Verfügung stehen und wie diese einfach und wirtschaftlich **implementiert** werden können?



# Einleitung



Automatisiertes Schweißen mit einem kollaborierenden Roboter



## Problemstellung & Relevanz:

Handwerksunternehmen stehen vor der Herausforderung, qualifizierte Schweißer zu finden, während gleichzeitig die Anforderungen an Qualität und Effizienz steigen. Daher sind einfache und benutzerfreundliche Lösungen für die Bedienung und Programmierung von Robotertechnik erforderlich, um den Einstieg in die Automatisierung zu erleichtern.

## Zielgruppe:

Dieser Leitfaden richtet sich an alle Personen, die ihre manuellen Schweißaufgaben mit einfachen Lösungen automatisieren möchten – von Fertigungsleitern und Schweißaufsichtspersonen bis hin zu Geschäftsführern in Unternehmen mit Kleinserienfertigungen.

## Das erwartet Sie:

- Praxisnahe Orientierung zur Einführung der Schweißautomatisierung
- Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Implementierung
- Aufzeigen häufiger Herausforderungen und praxisgerechter Lösungen

# Motivation



## Innovative Schweißlösungen – Automatisierung für die Zukunft

Die Schweißindustrie steht angesichts steigender Anforderungen an Qualität, Effizienz und Fachkräfteverfügbarkeit vor großen Herausforderungen. Insbesondere KMU haben Schwierigkeiten, ihre Schweißprozesse zu automatisieren, da ihnen oft das erforderliche Know-How, die Erfahrung und die Zeit fehlen.

**Kollaborierende Roboter** (Cobots) und zahlreiche **Industrieroboter** bieten intuitive Bedienkonzepte und sind ohne umfassende Programmierkenntnisse nutzbar.



*Handschweißer mit entsprechender Schutzkleidung*

Die Schweißautomatisierung bietet eine Vielzahl von Vorteilen, darunter:

- Steigerung der Produktivität und gleichbleibend hohe Qualität durch präzise und reproduzierbare Schweißergebnisse
- Entlastung qualifizierter Fachkräfte von monotonen Aufgaben
- Steigerung der Attraktivität der Arbeitsplätze
- Dem Fachkräftemangel entgegenwirken

Sie können von einer einfachen Implementierung, hoher Flexibilität für unterschiedliche Schweißaufgaben sowie praxisnahen Anwendungsbeispielen profitieren. Ziel ist es, Unternehmen den Einstieg in die Automatisierung so einfach wie möglich zu gestalten – für eine zukunftssichere Schweißfertigung.

# Methodik & Ergebnisse

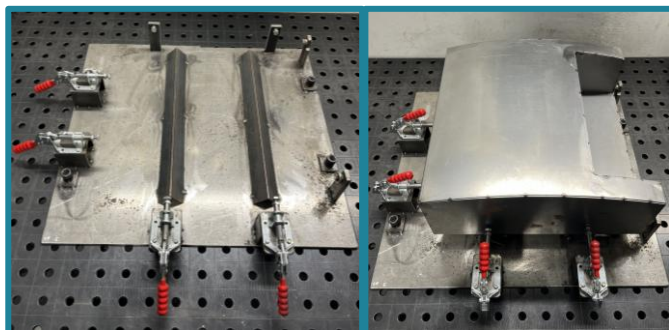


## Vorgehensweise & Durchführung

1. Aufnahme Ist-Stand der aktuellen Schweißbaugruppen (Schweißnahtprüfung: visuell und mit Querschliffen, Aufnahme der Toleranzen bei der Bauteilvorbereitung insbesondere der Schweißspalte)
2. Prüfung der Konstruktion auf automationsgerechte Auslegung
3. Entwurf geeigneter einfacher Einspannvorrichtungen
  - Einfaches und wiederholgenaues Aufspannen der Bauteile
  - Sicherstellung der optimalen Schweißposition
4. Erarbeitung optimaler und prozessrobuster Schweißparameter an vereinfachten Bauteilen
5. Verifikation der Prozessparameter an Prototypen
6. Aufnahme der Schweißzeiten und vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Eingeschränkte Zugänglichkeit zur Schweißnaht verschlechtern die Schweißergebnisse



Einspannvorrichtungen nach dem Prinzip der „Festen Ecke“ bieten sich für rechteckige Bauteile an

**Tipp:** Sogenannte **Engspaltdüsen** bieten die Möglichkeit, die Zugänglichkeit zur Fügestelle zu verbessern.

Die Maßhaltigkeit der Bauteile und das Einhalten der Toleranzen ist für einen erfolgreichen Automationsprozess von entscheidender Bedeutung. Zu große Toleranzen in der Bauteilgeometrie führen zu unterschiedlichen Spaltmaßen und Lageabweichungen der Schweißnaht. Dennoch sollte beachtet werden, dass enge Toleranzanforderungen mit höherem Aufwand und Kosten verbunden sind.

*„Nicht so exakt wie möglich, sondern so genau wie nötig.“*



# Methodik & Ergebnisse



## Voraussetzungen & Rahmenbedingungen

### Beispiel: Cobot-Arbeitsplatz

Der Arbeitsplatz zum automatisierten Schweißen sollte aus folgenden Komponenten bestehen:

- Kollaborierender Roboter und Schweißstromquelle mit geeigneter Schnittstelle, um mit der Steuerung des Roboters zu kommunizieren,
- Schweiß- und Aufspanntisch mit geeigneten Spannelementen,
- Sicherheitseinrichtungen und Schweißrauch-Absaug-Anlage.

Weiterführende Infos:



Beispiel Cobot-Arbeitsplatz zum automatisierten Schweißen

**Tipp:** Passende **Peripheriegeräte** können ein Dreh-Kipp-Tisch und ein Laser-Nahtverfolgungssensor sein.

Die Programmierung der Cobots kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Für die grobe Positionierung bietet sich der Free-Drive an. Zur Feinjustierung können die Pfeiltasten am Bedienpanel oder die Koordinateneingabe genutzt werden. Oft bieten die Roboterhersteller bzw. Systemintegratoren Apps zum einfachen Programmieren an.

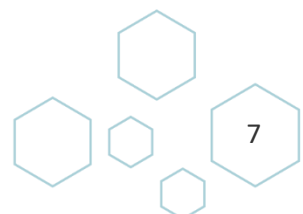


Grobjustierung mittels Free-Drive



Feinjustierung: Pfeiltasten am Bedienpanel

Cobots lassen sich nach kurzer Einweisung **intuitiv programmieren**. Die Bediener eignen sich die Fähigkeiten durch praxisnahes „**Learning by Doing**“ an.



# Methodik & Ergebnisse

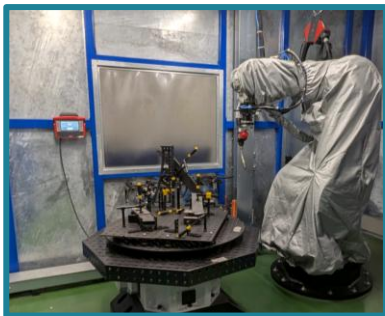


## Voraussetzungen & Rahmenbedingungen

### Beispiel: Industrieroboterzelle

Ein Arbeitsplatz mit einem Industrieroboter zum automatisierten Schweißen ist ähnlich aufgebaut wie ein Cobot-Arbeitsplatz. Er besteht in der Regel aus folgenden Hauptkomponenten:

- Industrieroboter und einer Schweißstromquelle mit geeigneter Schnittstelle zur Kommunikation mit der Robotersteuerung,
- Schweiß- und Aufspanntisch mit passenden Spannelementen,
- Trennenden Schutzeinrichtungen und einer Schweißrauch-Absauganlage.



Beispiel Roboterzelle zum automatisierten Schweißen

**Tipp:** Passende **Peripheriegeräte** können ein Dreh-Kipp-Tisch, eine Crash-Box am Schweißbrenner, ein Laser-Nahtverfolgungssensor oder auch ein automatischer Werkzeugwechsler mit einer Schleifspindel zur Nachbearbeitung der Schweißnähte sein.

Industrieroboter kommen meist bei komplexeren Schweißaufgaben zum Einsatz, bei denen oft auch weitere Roboter oder externe Achsen simultan mit verfahren. Die Programmierung erfolgt überwiegend offline mit einer CAD/CAM-Software. Einige Hersteller gehen mittlerweile auch den Weg zu einfachen Online-Teachingmöglichkeiten für die Anwendung bei Kleinserien.



Schweißbrenner mit Crashbox



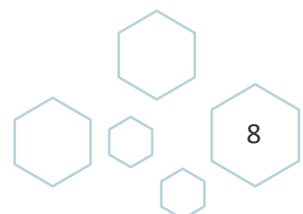
Schleifspindel



Werkzeugmagazin



**Industrieroboter** haben neben der Anwendung für Schweißprozesse ihre Stärken in hoher Präzision, wie sie z. B. beim Laserschweißen erforderlich ist, oder auch aufgrund ihrer hohen Steifigkeit bei mechanischer Vor- oder Nachbearbeitung der Teile, wie z.B. Schleifen.





# Methodik & Ergebnisse



## Personelle Voraussetzungen & Rahmenbedingungen

Für die **erfolgreiche Implementierung** eines automatisierten Schweißprozesses ist die Einbindung unterschiedlich qualifizierten Fachpersonals erforderlich. Die Aufgaben des bisherigen **Schweißers** verteilen sich beim Umstieg von manuellen zu automatisierten Schweißprozessen auf einen **Einrichter/Programmierer** und einen **Anlagenbediener**. Das Schweißpersonal unterscheidet sich in seinen Tätigkeitsprofilen:

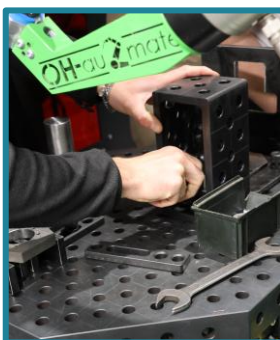
- Schweißer: Zeichnungsanalyse, Vorrichtungsbau, Maschinenbedienung, Heften und manuelles Schweißen, Kontrolle und Korrektur
- Einrichter: Zeichnungsanalyse, Vorrichtungskonstruktion, Teachen der Schweißaufgabe, Kontrolle und Korrektur, Dokumentation
- Bediener: Platzierung der Vorrichtung nach Anleitung, Einlegen der Bauteile, Bedienung der Anlage im Regelbetrieb, einfache Sichtkontrolle. [2]



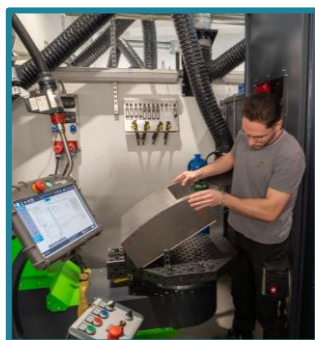
Vorrichtungsbau durch Handschweißer



Einrichter/Programmierer beim Teachen der Schweißbahnen



Der Maschinenbediener rüstet die Roboterzelle



Durch die verschiedenen Aufgaben des Schweißpersonals ergeben sich unterschiedliche **Kompetenzprofile**. Expertise und Zuverlässigkeit sind Schlüsselkompetenzen eines Handschweißers. Der Einrichter weist stark ausgeprägte analytische Fähigkeiten und ein hohes Folgebewusstsein auf. Bei einem Bediener zählen Fleiß und Zuverlässigkeit zu den Kernkompetenzen [2]. Zusätzlich müssen Einrichter und Bediener eine Qualifikation nach DIN EN ISO 14732 nachweisen [3].

Weiterführende Infos:



Roboter ersetzen **keine** Schweißer. Für die richtige Einrichtung des Prozesses sind **Schweißspezialisten** unerlässlich. Unternehmen und Mitarbeitende müssen sich auf ändernde Arbeitsaufgaben und so auch Kompetenzanforderungen einstellen.

# Methodik & Ergebnisse



## Lessons Learned

- Teaching eines Cobots ist einfach und intuitiv → Eignung für Kleinserien
- Versuche an den Praxisbeispielen: geringe Toleranzfelder bei Spaltmaß und Lageabweichung
- Erhöhte Anforderungen an die Schweißnahtvorbereitung und Bauteilpositionierung
- Schweißen in Zwangslage und offenes Wurzelschweißen gilt es zu vermeiden

### Weitere nützliche Hinweise:

- Mit möglichst einfacher Automatisierungsaufgabe starten
- Geeignete Bauteile auswählen, idealerweise mit wiederkehrenden Schweißmustern
- Schulen und Sensibilisieren der Mitarbeiter im Umgang mit der neuen Technologie
- Regelmäßige Qualitätskontrollen der automatisiert geschweißten Nähte implementieren.



Die Einstellung der Schweißparameter ist besonders wichtig. Mit den richtigen Parametern können Unregelmäßigkeiten verhindert und der Nachbehandlungsaufwand reduziert werden.

*Prozesse vor der Automatisierung optimieren – „Ineffizienz zu automatisieren, vergrößert die Ineffizienz.“ [4]*



Über PAL - Praxisprojekte Angebote - Veröffentlichungen - Newsletter Kontakt - Suche

### Kompetenzzentrum für die Arbeit der Zukunft in Sachsen und Brandenburg

Wir entwickeln Einführungsstrategien von datenbasierten Assistenzsystemen für Unternehmen in der Strukturwandelregion Lausitz. Nachhaltig – Menschengerecht – Wettbewerbsfähig.

[Details zu PAL](#)

Beiträge aus den Bereichen:

[Forschung erklärt](#) [Aus der Praxis](#) [Vernetzung](#)



Weiterführende Infos:

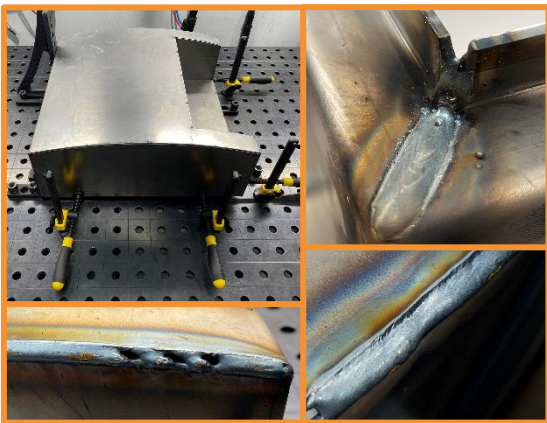


# Anwendungsbeispiele



1

## Schaltschrankgehäuse



Eingespannter Demonstrator und häufig auftretende Unregelmäßigkeiten

### Erarbeitung einer automatisierten Schweißlösung Ergebnisse der Schweißversuche:

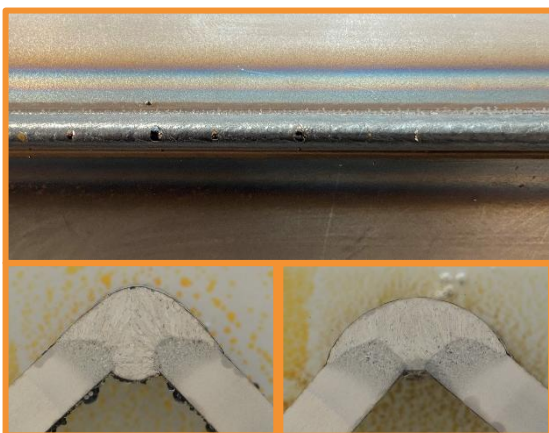
- Gleichmäßige Nahtoptik und teilweise durchgängiger Wurzeleinbrand
- Reduzierung der Schweißzeit von 33 min (manuell, Wolframinertgas-Schweißen (WIG)) auf 14 min (Cobot, Metallschutzgas-Schweißen (MSG))

### Großer Einfluss der Spaltgeometrie:

- Durch Bauteiltoleranzen ergeben sich unterschiedliche Spaltmaße
  - › Nullspalt → ungenügender Wurzeleinbrand
  - › Spalt > 0,4 mm → Durchbrand in der Naht
- Nahtanforderungen können nicht erfüllt werden



**Anpassung** der Nahtvorbereitung und Bauteilkonstruktion auf definierte Spaltmaße



Gleichmäßigere Nahtoptik und Darstellung der Nahtausbildung im Querschliff

### Ergebnisse der Schweißversuche mit angepassten Spaltmaßen:

- Weniger Schweißnahtunregelmäßigkeiten
- Zuverlässig wiederholbare Ergebnisse
- Geringerer Nachbehandlungsaufwand

Durch die Automatisierung ergeben sich ein größerer Aufwand in der Nahtvorbereitung, aber deutlich geringere Schweißzeiten und weniger Nachbehandlung der Schweißnähte.



Weiterführende Infos:



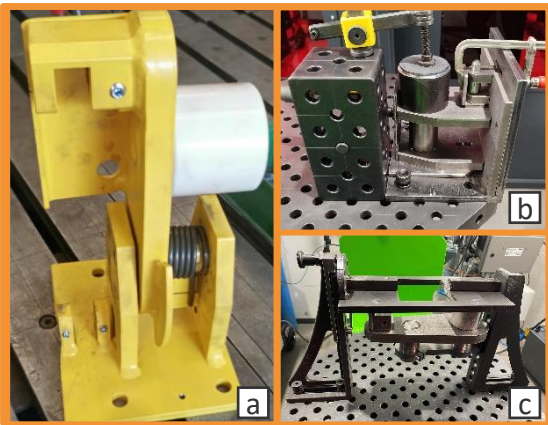


# Anwendungsbeispiele



2

## Schweißbaugruppe - Vorlaufsperr



Schweißbaugruppe Vorlaufsperr: a) Gesamtschweißbaugruppe und die dazugehörigen Einspannvorrichtungen b) Lagerbock und c) Hebel

### Erarbeitung einer automatisierten Schweißlösung Konstruktion einer geeigneten Einspannvorrichtung

- Vorrichtung Lagerbock:
  - › Mittels Dreh-Kipp-Tisch
  - › Schweißen aller Nähte in Horizontalposition in einer Aufspannung möglich
- Vorrichtung Hebel:
  - › Drehbar gestaltet
  - › Schweißen aller Nähte in Horizontalposition in einer Aufspannung möglich



Schweißversuche Vorlaufsperr:  
Bauteilkonstruktion schränkt die Zugänglichkeit ein und Darstellung der Schweißnähte

### Ergebnisse der Schweißversuche:

- Eingeschränkte Zugänglichkeit durch Bauteilgeometrie
  - › Anpassung der Brennerwinkel notwendig
  - › Verwendung Engspaltgasdüse
- Schweißen der Aussparung mit vier Einzelnähten erzielt die besten Ergebnisse
- Verbesserung der Nahtoptik durch automatisierte Brennerführung
- Reduzierung der Schweißzeit von 25 min (manuell, MSG) auf 10 min (Cobot, MSG).

Weiterführende Infos:





- [1] S. Schumacher, R. Hall, A. Waldman-Brown und L. Sanneman, *Technology Adoption of Collaborative Robots for Welding in Small And Medium-sized Enterprises: A Case Study Analysis*. Hannover: publish-Ing, 2022.
- [2] D. Sauer, R. Ganßauge und J. Zähr, "Kompetenzen für die menschenzentrierte Robotik in der Kleinserienfertigung," *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Jg. 120, S. 671–676, 2025, doi: 10.1515/zwf-2025-1115.
- [3] *Schweißpersonal - Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen*, DIN EN ISO 14732, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Dez. 2013.
- [4] S. Tramberger. "Prozessautomatisierung im Controlling: Wie Unternehmen durch Technologie ihre Finanzen optimieren können." Zugriff am: 10. Oktober 2025. [Online.] Verfügbar: <https://www.cubido.at/blog/prozessautomatisierung-im-controlling>



**PerspektiveArbeit**  
Lausitz

## Informiert bleiben über



**PAL-Angebote**



**PAL-Newsletter**



www

**PAL-Website**



**YouTube-Kanal**



**LinkedIn-Kanal**



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

Das zugrundeliegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter den Förderkennzeichen 02L19C300 - 02L19C333 gefördert. Projektlaufzeit: 01.11.2021 - 31.10.2026