



SLV Halle GmbH

# JAHRES- RÜCKBLICK 2023

# 04

## Die SLV Halle

- 04 | Der Gesellschafter
- 04 | Das Unternehmen
- 05 | Die Gesellschaft national und international

# 06

## Berichte und Ergebnisse

- 06 | Allgemeine Entwicklung
- 08 | Unternehmensentwicklung
- 10 | Kennzahlen aus den Bereichen
- 12 | Aktuelle Vorhaben im Überblick
- 14 | Kurzberichte abgeschlossener Forschungsthemen
- 22 | Marketing und Öffentlichkeitsarbeit

# 30

## Ausblick

- 30 | Glossar zum Jahresrückblick
- 31 | Kontakte zur fachlichen Erstberatung

## Sehr geehrte Kunden, Partner, Mitarbeiter und Freunde der Schweiß-, Füge- und Prüftechnik

das Geschäftsjahr 2023 war erstmalig nicht mehr von der Corona-Pandemie geprägt. Dafür ergaben neue Einflüsse und Mechanismen der bundespolitischen Wirtschafts- und Energiepolitik andere Herausforderungen, insbesondere beeinflussten sie die Fachkräftesituation sowohl im Allgemeinen als auch im gewerblich- und ingenieur-technischen Bereich. Dennoch war das Geschäftsjahr 2023 mit gemeinsamer Kraft erfolgreich.

### Gesellschaftliche Trends, Politik und Transformation verknüpft mit eigenen Zielen

Erfahrungswerte, Statistiken und der gesellschaftliche Trend belegen einen Veränderungsprozess in Bildung, Forschung, Unternehmen, Branchen u.v.m. Gewerblich-technische Berufe geraten beispielsweise „ins Hintertreffen“, die Hörsäle bei ingenieur-technische Studiengängen an Universitäten und Hochschulen werden leerer. Somit fehlen am Arbeitsmarkt Fachkräfte wie Schweißer oder Schweißaufsichtspersonen. Darüber hinaus verändern sich berufliche Tätigkeiten durch die Energiewende bzw. deren Einflüsse, weshalb wir den Bildungsverbund BatterieMD mit neun weiteren Partnern aus Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen gegründet haben. Diesen Herausforderungen stellen wir uns zielstrebig. Im November 2023 eröffneten wir feierlich unser modernes Berufsbildungszentrum Schweißen im Schienenfahrzeugbau, gefördert durch die Investitionsbank Sachsen-Anhalt. Das BBZ Schiene trägt seitdem zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur bei. Darauf sind wir sehr stolz! Unsere Präsenz auf der Weltleitmesse Schweißen und Schneiden in Essen mit 826 Ausstellern und 40.000 Fachbesuchern auf dem Gemeinschaftsstand des DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. war ein bedeutendes sowie gelungenes Veranstaltungshighlight. Wir begrüßen und unterstützen die vielen positiven



strukturellen und personellen Entwicklungen innerhalb des DVS e.V. und des International Institute of Welding (IIW). So freuen wir uns auf die konstruktive Zusammenarbeit im neu gegründeten DVS-Landesverband Ost mit Sitz auf dem Campus der SLV Halle GmbH und gratulieren Herrn Professor Thomas Böllinghaus zu dessen Präsidentschaft im IIW.

### Erfolgreiche Forschungsvorhaben

Der Wissenstransfer wichtiger Resultate aus Forschungsvorhaben in die vielseitige Praxis in Industrie und Handwerk steht hierbei zunehmend über die klassische Schweißtechnik hinaus im Vordergrund. Unsere Forschungsabteilungen konnten moderne Fügeverfahren der Additiven Fertigung in diversen Projekten einbinden sowie Forschungsvorhaben in den Bereichen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, der Digitalisierung, der Konstruktion und Bemessung sowie der Werkstofftechnik erfolgreich abschließen.

### Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung, Verbundenheit und Treue

Trotz aller (un)planbarer Herausforderungen durften wir ein erfolgreiches Geschäftsjahr resümieren. Vieles ist uns im Jahr 2023 erfolgreich gelungen. Mein besonderer und herzlicher Dank gilt hierbei allen Mitarbeitenden für das große Engagement. Ebenso möchte ich allen Teilnehmenden, unseren treuen Kundinnen und Kunden, langjährigen Partnern sowie fachlichen und politischen Wegbegleitenden für die Unterstützung danken.

Prof. Dr.-Ing. Steffen Keitel  
Geschäftsführer

# Die SLV Halle

Strategische Überlegungen bestätigen Erfolg auch in schwierigen Zeiten: Die Einbindung in den DVS- Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V., das Leistungsspektrum unserer Fachabteilungen und eine globale, fachlich versierte Vernetzung mit Kunden, Partnern und Branchenexperten sind zentrale Bausteine unseres Geschäftsmodells. Mit unseren Tochtergesellschaften, strategischen Beteiligungen und einem eigenen Innovations- und Gründerzentrum Fügetechnik (IGZ) sichern wir eine breite Ausrichtung am Markt und zugleich ein hohes Maß an wirtschaftlicher und fachlicher Stabilität.

## Der Gesellschafter

### Schrittmacher zum Nutzen der Allgemeinheit

Die SLV Halle ist eine Einrichtung des DVS e. V.. Der technisch-wissenschaftliche, gemeinnützige Verband mit Sitz in Düsseldorf bezweckt zum Nutzen der Allgemeinheit – und damit über den Kreis seiner Mitglieder hinaus – die Förderung des Schweißens und verwandter Verfahren. Der DVS ist ein entscheidender Schrittmacher in Fragen des Fügens, Trennens und Beschichtens von metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen sowie Werkstoffverbunden. Darüber hinaus fördert er über seine akkreditierte und notifizierte Personalzertifizierungsstelle DVS-PersZert Bildungs-, Prüfungs- und Zertifizierungstätigkeiten in ca. 300 DVS-zugelassenen Bildungseinrichtungen.



## Das Unternehmen

### Allumfassendes Bildungs- und Dienstleistungsspektrum

Getragen von vier Fachabteilungen, die gebündelt in einer Hauptabteilung kürzeste Kommunikationswege ermöglichen, verfügt die SLV Halle über ein breites Spektrum hochwertiger Dienstleistungen in Aus- und Weiterbildung, Werkstofftechnik sowie Qualitätssicherung. Die fünfte Fachabteilung Forschung und Entwicklung verdeutlicht den traditionell hohen Anspruch an die Generierung von Know-how in einer ausgeprägten Zusammenarbeit mit Forschungsorganisationen wie AIF oder Zuse-Gemeinschaft. Die direkte Verbindung von Lehre und Forschung sichert dabei den Wissenstransfer auf technisch und technologisch neuestem Stand sowohl im akademischen Bereich als auch in der gewerblich-technischen Ausbildung. Dieses Alleinstellungsmerkmal sichert der Industrie und des Handwerks die Breite der Unterstützung im Know-how-Transfer.

## Die Gesellschaft national und international

### Hervorragende Positionierung, überzeugende Ergebnisse

Die Gesellschaft unterhält im Inland die Tochterunternehmen SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH mit Sitz in Rostock und Außenwerkstatt in Greifswald, TC-Kleben GmbH in Übach-Palenberg sowie die SLV Service GmbH. Die Gesellschaften sind hervorragend positioniert. Die SLV Halle ist weiterhin an der DVS ZERT GmbH und der Forschungszentrum Ultraschall gGmbH beteiligt. Eine Betriebsstätte in Dresden und die dortige enge und kooperative Zusammenarbeit mit der Handwerkskammer Dresden sowie eine strategische Integration des BTZ Bernburg als Betriebsstätte komplettieren den Marktauftritt und unterstreichen die hohe Bedeutung in Deutschland.

Enge Kontakte zu europäischen Partnern sind für die SLV Halle besonders wichtig. So existieren in Europa gute Beziehungen zu den Kollegen des SVS – Schweizerischer Verein für Schweißtechnik, zu Fachkollegen in Österreich, Polen, Tschechien und der Slowakei. Die SLV Halle ist Gründer und stellt den Chairman des ECWRV, eines Koordinierungsausschusses im Bereich des Schienenfahrzeugbaus, der Fachkollegen aus ganz Europa zusammenführt.

International unterhält die SLV Halle geschäftliche Kontakte insbesondere zu Kunden in China, aber auch in der Mongolei, in Indonesien, Malaysia, Myanmar und Kuba. Der weitere

Ausbau der internationalen Kooperationen wird durch regelmäßige Fachtagungen begleitet, wodurch Publikum aus aller Welt bei der SLV Halle zu Gast ist. Unsere webbasierten Geschäftsmodelle, wie die Online-Register EN 1090 und EN 15085 (joincert.eu), eröffnen neue Wege der Internationalisierung. Mehr als 15.000 schweißtechnisch zertifizierte Unternehmen weltweit belegen die hohe Marktakzeptanz.

Die SLV Halle bringt sich aktiv in das IIW, International Institute of Welding, ein. Aktuelle Projekte unterstützen die Initiativen der Bundesrepublik auf dem afrikanischen Kontinent – im Konkreten in Marokko.



# Berichte und Ergebnisse



## Allgemeine Entwicklung

## Erfolgreiches Geschäftsjahr mit überzeugenden Ergebnissen

### Gesamtwirtschaftliche Lage

Die konjunkturelle Entwicklung der Wirtschaft in Sachsen-Anhalt war im Jahr 2023 durch einen langsamen, aber stetigen Abwärtstrend geprägt. Mittlerweile gibt es nicht nur angebotsseitige Herausforderungen, wie z. B. die hohen Energiekosten, sondern auch Nachfragerisiken rücken zunehmend in den Vordergrund. Insbesondere die Inflation und die damit einhergehende Konsumentenzurückhaltung führten bei vielen Branchen zu Umsatzrückgängen. Es zeigte sich, dass Preissteigerungen nicht mehr

ohne weiteres weitergegeben werden konnten. Die Zinserhöhungen der EZB, die die Inflation bekämpfen sollten, wirkten ebenfalls nachfragesenkend, weil sich dadurch die Kreditvergaben reduziert haben. Die Stimmungswerte der Unternehmen im Jahr 2023 lagen im Gesamtjahr leicht über den Vorjahreswerten. Der Geschäftsklimaindex zum Jahresende liegt unterhalb des Vorjahreswertes bei 12,3 Punkte. Der allgemeine Rückgang des Geschäftsklimas zeigt sich bei fast allen Branchen.

### Die wirtschaftliche Situation der SLV Halle GmbH in 2023

Die wirtschaftliche Lage der SLV Halle GmbH wird von der Entwicklung der unterschiedlichsten Branchen beeinflusst. Von besonderem Gewicht ist die Metall- und Elektro-Industrie (M+E-Industrie). Im Unterschied zum Einzelhandel oder der Gastronomie sind die Auswirkungen der Coronapandemie auf Umsatz und Ertrag hier auf Einzelfälle begrenzt. Für die SLV wichtige Branchen wie Stahlbau, Schienenfahrzeugbau oder Werkzeugmaschinenbau verzeichnen stabile Geschäftstätigkeiten. Einzelne Branchen, wie Windenergieanlagenbau, dürften von politischen Weichenstellungen

profitieren. Kritisch für alle Branchen sind steigende Inflation und deren Auswirkungen auf Personalkosten sowie der Fachkräftemangel. Lieferengpässe führen zu höheren Preisen und zunehmendem Organisationsaufwand. Die SLV hat sich aktiv in die Positionierung der Industrie gegenüber der Bundesregierung eingebracht; u.a. in einem offenen Brief der Ostdeutschen IHKn an den Bundeskanzler. Hierin wurden die politischen Defizite schwerpunktmäßig benannt („Offener Brief des Heringsdorfer Kreises“, 24.01.2024).

## Tätigkeitsschwerpunkte

Die SLV Halle GmbH ist eine gemeinnützige Gesellschaft des DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V., deren Tätigkeitsschwerpunkte sich wie folgt gliedern:

- Aus- und Weiterbildung sowie die Durchführung von Prüfungen auf dem gesamten Gebiet der Schweiß- und Prüftechnik sowie der verwandten Verfahren
- Förderung von Wissenschaft und Forschung
- Entwicklung und Erprobung von neuen Verfahren der Schweißtechnik
- Förderung von Forschung und Forschungstransfer
- Durchführung von Fachtagungen und Vortragsveranstaltungen

Das Ausbildungsgeschäft bei den theoretischen und praktischen Lehrgängen hat sich im Wirtschaftsjahr 2023 stabilisiert. Die Ausbildungstätigkeit auf der Basis von Hybridveranstaltungen anzubieten, hat gezeigt, dass der Lehrgangsbetrieb in der theoretischen Ausbildung wieder an Zuspruch gewonnen hat.

Ebenfalls positiv entwickeln sich die Tätigkeiten am Standort Bernburg. Die dort angebotenen Leistungen im Rahmen der dualen Ausbildung mit IHK-Abschluss basieren auf stabilen Netzwerken mit ansässigen Unternehmen. Ziel ist es, dieses Angebot auch auf den Standort Halle zu erweitern. Die Zahl der Ausbildungsverträge hat sich insgesamt erhöht.

Der Umfang der öffentlich geförderten Forschung hat sich im Jahre 2023 noch deutlich reduziert. Er liegt mit 706,5 T€ deutlich unter dem Planansatz von 900,0 T€. Dies ist vor allem der Unterbrechung mehrerer Förderprogramme sowie der Verschlechterung von Rahmenbedingungen geschuldet. Bei der öffentlich geförderten Forschung gibt es weiterhin große Probleme. Bewilligungen von neuen Projekten bleiben aus. Die Förderlandschaft hat sich durch die Änderungen von Gesetzgebungen verändert und stellt sich für die kleinen privaten Forschungseinrichtungen als nachteilig heraus. Im Jahre 2023 hatten wir 11 laufende Projekte mit unterschiedlichen Förderquoten. Davon sind im Jahre 2023 5 Projekte ausgelaufen und bereits beantragte Projekte wurden verzögert bewilligt.

Die wirtschaftlichen Tätigkeiten der SLV Halle in der Werkstoffprüfung mit dem dazugehörigen akkreditierten Prüflabor, Bauüberwachung und der Zertifizierung (im Zusammenwirken mit DVS Zert) haben sich im Jahre 2023 stabil entwickelt und leisteten einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der gemeinnützigen Kernaufgaben. Prognosebericht

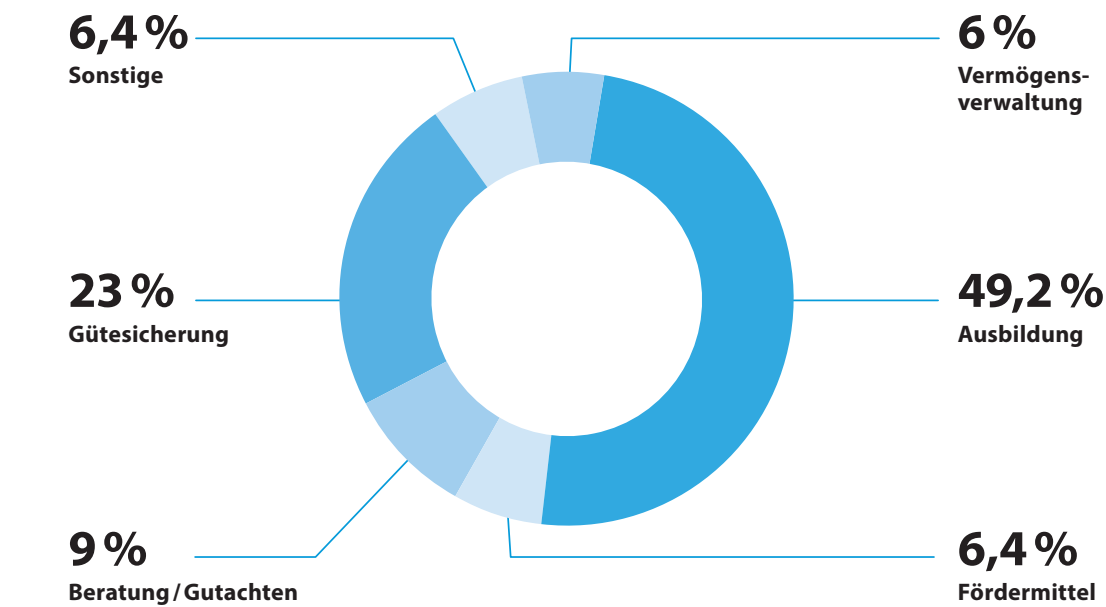
Die weitere schwierige Wirtschaftslage im Jahr 2023 durch die Energiepolitik und den daraus resultierenden steigenden Energiepreise und andere Preissteigerungen spürbare Einschnitte erkennen. Insgesamt ist die SLV Halle GmbH durch ihr breites Leistungsspektrum, durch die vielfältige Vernetzung in Wissenschaft und Wirtschaft auch für das Geschäftsjahr 2024 gut aufgestellt.

Unternehmensentwicklung

Betriebswirtschaftliche Kennzahlen 2023

Welche Entwicklung hat die SLV Halle im zurückliegenden Jahr genommen und welche Resultate brachte das Geschäftsjahr 2023? Erhalten Sie hier bedeutende betriebswirtschaftlichen Kennzahlen der Gesellschaft.

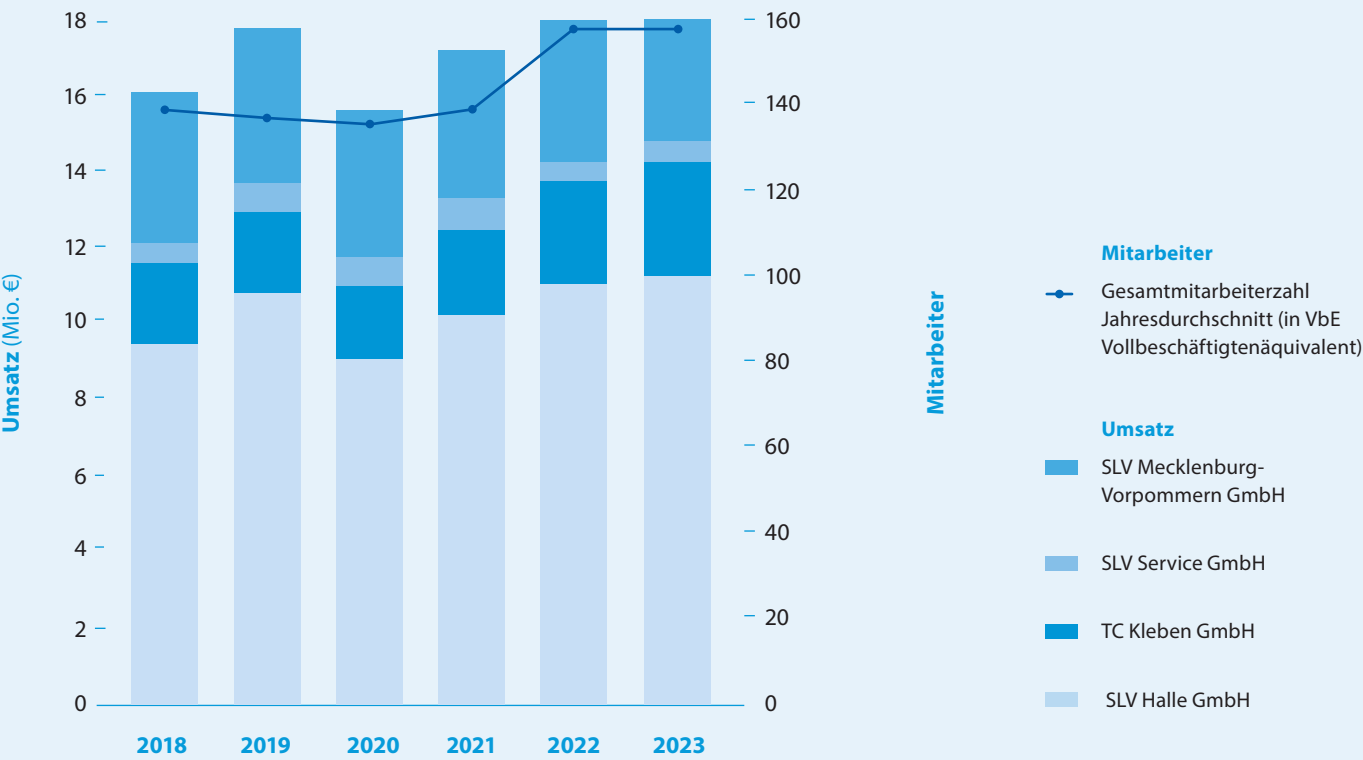
Umsatz-/Ertragsanteile am Gesamtumsatz/-ertrag



Zusammensetzung des Personals der SLV Halle

| Abteilungen                    | Forschung und Entwicklung | Werkstoff-technik | Qualitäts-sicherung | Aus- und Weiterbildung | Verwaltung | Gesamt |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|------------|--------|
| Personalumfang gesamt          | 19                        | 19                | 14                  | 33                     | 24         | 109    |
| Hoch- und Fachschulabsolventen | 9                         | 8                 | 13                  | 8                      | 8          | 46     |
| technische Fachkräfte          | 3                         | 2                 | -                   | 10                     | 1          | 16     |
| Facharbeiter                   | 7                         | 8                 | 1                   | 15                     | 11         | 42     |
| Auszubildene                   | -                         | 1                 | -                   | -                      | 4          | 5      |

Umsatz und Personalentwicklung der SLV Halle und ihrer hundertprozentigen Tochtergesellschaften  
TC-Kleben GmbH, SLV Service GmbH, SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH



## Kennzahlen 2023 aus den Bereichen

Aus- und Weiterbildung, Qualitätssicherung sowie Forschung und Entwicklung



### Aus- und Weiterbildung

|              |                                                     |            |                                                                           |
|--------------|-----------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>95</b>    | Teilnehmer Schweißfachingenieur-Ausbildung          | <b>14</b>  | Teilnehmer Schraubenverbindungen im Stahl- und Metallbau                  |
| <b>16</b>    | Teilnehmer Schweißtechniker-Ausbildung              | <b>686</b> | Teilnehmer ZfP-Ausbildung inkl. Rezertifizierungen, Nachprüfungen         |
| <b>59</b>    | Teilnehmer Schweißfachmann-Ausbildung               | <b>50</b>  | Teilnehmer KOR-Schein (ZTV-ING Teil 4)                                    |
| <b>2.305</b> | Schweißerprüfungsbescheinigungen                    | <b>63</b>  | Teilnehmer Nachschulung KOR-Schein                                        |
| <b>53</b>    | Teilnehmer Flammrichten für Praktiker               | <b>14</b>  | Teilnehmer Sonderlehrgänge Korrosionsschutz (DIN EN ISO 12944 & DASt 022) |
| <b>21</b>    | Teilnehmer Kleben im Schienenfahrzeugbau (DIN 6701) | <b>730</b> | Tagungsteilnehmer                                                         |

### Qualitätssicherung: Zertifikate für betreute Unternehmen

|            |                                                                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>212</b> | Auditierungen zum Schweißen von Stahlbauten, Aluminiumkonstruktionen und Betonstahl nach DIN EN 1090ff, DIN EN ISO 17660 |
| <b>50</b>  | Auditierungen nach DIN EN ISO 3834                                                                                       |
| <b>250</b> | Auditierungen nach DIN EN 15085-2                                                                                        |
| <b>19</b>  | Auditierungen nach DIN EN ISO 9001                                                                                       |
| <b>24</b>  | Bauüberwachungen                                                                                                         |
| <b>44</b>  | Überwachungsverträge Betonstahlverarbeiter                                                                               |



### Forschung und Entwicklung

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| <b>5</b>   | abgeschlossene Forschungsprojekte     |
| <b>4</b>   | betreute Bachelor- und Masterarbeiten |
| <b>376</b> | bearbeitete Industriaufträge          |
| <b>24</b>  | Veröffentlichungen                    |
| <b>35</b>  | Vorträge                              |

Aktuelle Vorhaben im Überblick

Mitwirkungsmöglichkeiten und Finanzierung

Vielfältige Kooperationen ermöglichen die praxisnahe und zugleich grundlagenorientierte Arbeit: Für laufende und neue Projekte besteht die Möglichkeit der Mitwirkung von Industrieunternehmen im begleitenden Ausschuss. Anregungen zu den aufgegriffenen Problemstellungen resultieren aus vielen Kontakten zu Wirtschaft und Verbänden. Die Finanzierung der Projekte erfolgt über Programme der

EU, des Bundes und des Landes Sachsen-Anhalt, wobei stets Eigenleistungen eingebracht werden. Eine Kofinanzierung durch Industriepartner wird deshalb angestrebt.

Auf unserer Website »www.slv-halle.de« finden Sie Informationen zu den Forschungsvorhaben und Veröffentlichungen sowie unsere Ansprechpartner für alle Forschungsbereiche.

Danksagung an die Fördermittelgeber

Wir bedanken uns herzlich für die Förderung und Unterstützung unserer Forschungsprojekte im Rahmen der Programme zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF, AiF), dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM, AiF), dem Förderprogramm Innovationskompetenz (INNO-KOM, Euronorm) in den

Modulen Vorhaben der Vorlaufforschung (VF) und Markt-orientierte Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (MF), dem Maritimen Forschungsprogramm (PTJ) sowie dem Programm Forschung und Entwicklung der Investitionsbank Sachsen-Anhalt.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



AiF  
Forschungsnetzwerk  
Mittelstand



IGF  
Industrielle  
Gemeinschaftsforschung



ZIM  
Zentrales  
Innovationsprogramm  
Mittelstand



SACHSEN-ANHALT



EUROPÄISCHE UNION  
EFRE  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Forschungsvorhaben mit Abschluss 2023

| Bearbeiter    | Projektbezeichnung                                                                                                                                                                            | Laufzeit    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| A. Maar       | HyFiVE - Hybride Fügetechnologie für Verbindungen im maritimen Einsatz; Mechanisch- technologische Betrachtung des Rollennahtschweißens von Faser-verbund-Gewirken an metallischen Halbzeugen | 05/20–12/23 |
| G. Trench     | Vollmechanisiertes Schweißen großvolumiger Nähte                                                                                                                                              | 11/20–04/23 |
| U. Mückenheim | Bewertung von Hochleistungsschweißprozessen unter den Bedingungen der Neufertigung von Windenergieanlagen                                                                                     | 12/20–05/23 |
| C. Gajda      | Bewertung der Betriebsfestigkeit von Altstählen                                                                                                                                               | 02/21–01/23 |
| U. Wolski     | Bewertung des Einflusses der technologischen Eigenschaften von MSG-Schweißzusätzen auf den Schweißprozess und die Nahtqualität                                                                | 04/21–09/23 |

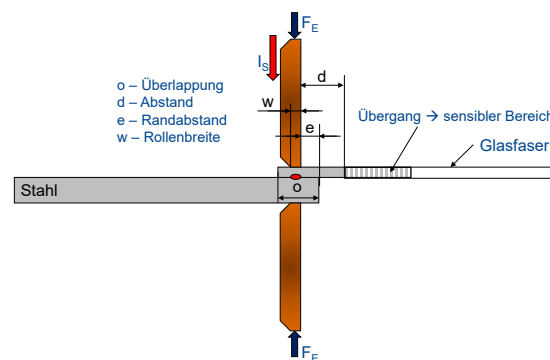
Forschungsvorhaben mit Abschluss 2024–2028

| Bearbeiter  | Projektbezeichnung                                                                                                                                                              | Laufzeit    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| D. Strechel | Lokale Festigkeitsbetrachtungen an gefügten Strukturen mittels Mikro-prüfmethoden und numerischer Simulation                                                                    | 01/22–06/24 |
| S. Noack    | Bildungsverbund Batterie Mitteldeutschland (BatterieMD)                                                                                                                         | 04/23–03/28 |
| C. Gajda    | Betriebsfestigkeit komplexer Schweißkonstruktionen                                                                                                                              | 05/23–04/25 |
| A. Aurin    | Regeneration von Werkzeugen durch teilautomatisiertes Laserauftrag-schweißen - LaSSe                                                                                            | 05/23–04/25 |
| G. Trench   | RUBIN-AddiQ-VP2: Qualitätsgerechte Herstellung von Obsoleszenten Bauteilen für das Transportwesen mittels generativer Verfahren                                                 | 11/23–10/26 |
| G. Trench   | RUBIN-AddiQ-VP5: Qualitätssicherung bei multiaxial gefertigten Bauteilen für die Orthetik                                                                                       | 11/23–10/26 |
| T. Kokot    | Entwicklung und Erprobung eines speziellen Anerkennungssystems für Qualifikationen sowie von speziellen Sensibilisierungsmaßnahmen und Bildungsangeboten im Bereich Fügetechnik | 03/24–12/25 |

## Kurzberichte abgeschlossener Forschungsthemen 2023

### Mechanisch-technologische Betrachtung des Rollennahtschweißens von Faserverbundgewirken an metallischen Halbzeugen

Multimaterialdesigns gehören heutzutage in vielen Anwendungsbereichen (Automobil, Flugzeugbau) zum Stand der Technik. Ein kritischer Punkt ist das Fügen von artverschiedenen Werkstoffen, da sie unterschiedliche mechanische und thermische Eigenschaften besitzen. Ein bewährtes Verfahren für das stoffschlüssige Fügen artverschiedener Werkstoffe ist das Kleben, welches jedoch ein sehr zeitintensives Verfahren darstellt. Gegenwärtig ist mittels zerstörungsfreier Prüfmethode nicht möglich, die Klebnahtqualität zu garantieren, so dass eine Prozessabsicherung jenes zu qualifizieren hat. Eine weitere Möglichkeit ist das mechanische Fügen durch Schraub- und Nietverbindungen. Der Fertigungsaufwand ist mit geschultem wie ungeschultem Personal gering und schnell durchführbar. Jedoch müssen für Schraub- und Nietverbindungen die Bohrungen so gesetzt werden, dass der Faserverlauf in Zugrichtung beschädigt und die Zugfestigkeit des Faserverbundwerkstoffes herabgesetzt wird.



Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde ein Konzept entwickelt, bei dem der Faserverbundwerkstoff durch thermisches Fügen mit metallischen Werkstoffen prozesssicher verbunden wird. Dabei ist an einem metallischen Grundblech eine Stufe gefräst, damit ein homogener Kraftfluss gewährleistet wird, da eine Platzierung des technischen Textils und das anschließende Laminieren der Glasfaser eine Dickenänderung und somit eine Kraftumlenkung bewirkt. Nichtrostende CrNi-Werkstoffe (1.4301), mit einer Materialstärke von 3 mm, werden mit den Abmessungen 150 x 500 mm<sup>2</sup> verarbeitet. Das technische Textil ermöglicht, durch

das Verwirken von Metalldrähten im Übergangsbereich, eine Anbindung von Faserverbundwerkstoffen an das metallische Halbzeug. Um einen fasergerechten Temperatureintrag zu gewährleisten, erfolgt die Ausführung des Schweißprozesses mit dem Fügeverfahren Rollennahtschweißen des Typs Mittelfrequenz-Gleichstrominverter des Herstellers DALEX (PMS 11-6). Abbildung 1 zeigt den Aufbau und Prozessablauf. Über CuCrZr-Elektroden erfolgt die Stromeinbringung. Die Widerstandserwärmung führt zu einer Anbindung der Stahlfasern am Grundwerkstoff. Schweißspritzer sind zu vermeiden. Um die Festigkeit der Schweißverbindung zu überprüfen, werden quasistatische Zugversuche durchgeführt, mit einer Probengeometrie 300x50 mm<sup>2</sup>, die zu 30 bis 35 kN Scherzugkraft führen. Die hohe Streubreite ist auf die Oberflächenbeschaffenheit zurückzuführen. Die bisher durchgeführten Entwicklungsschritte weisen die Funktionalität von technischen Gewirken zur Verbindung von Stahl und Faserverbundwerkstoffen nach. Eine faserverbundgerechte Schweißprozessführung ermöglicht einen gezielten Wärmeeintrag. Dies vermeidet eine Schädigung der temperaturempfindlichen Faserverbundwerkstoffe. Gleichzeitig können Kräfte übertragen werden, die denen von hochfesten Klebverbindungen als gleichwertig anzusehen sind.

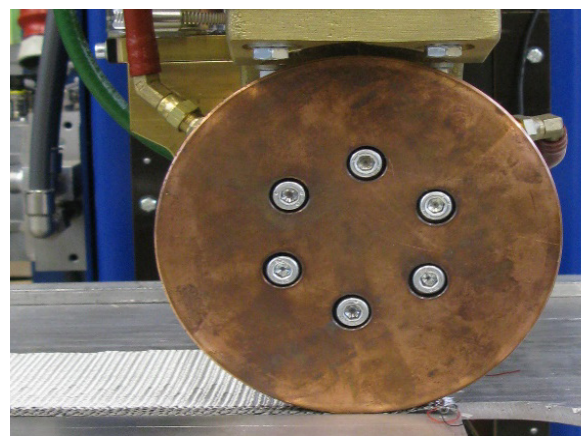


Abbildung 1: Rollennahtschweißprozess zur Anbindung des technischen Textils

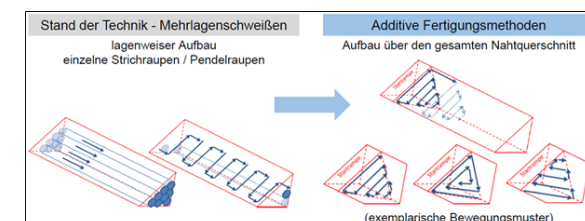
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

### Vollmechanisiertes Schweißen großvolumiger Nähte

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die wirtschaftliche Fertigung und die Qualität von Schweißnähten an metallischen Großstrukturen, z.B. im bauaufsichtlichen Bereich, zu verbessern. Dies sollte durch Erhöhung der Effizienz beim Schweißen großvolumiger Nähte als auch durch Berücksichtigung der Maßhaltigkeit an der Verbindungsstelle und der Gestaltung der Nahtoberflächen im Bauteilübergang erreicht werden. Es erfolgte die Anwendung der Methoden der additiven Fertigung mittels offline CAM-Bahnplanung.

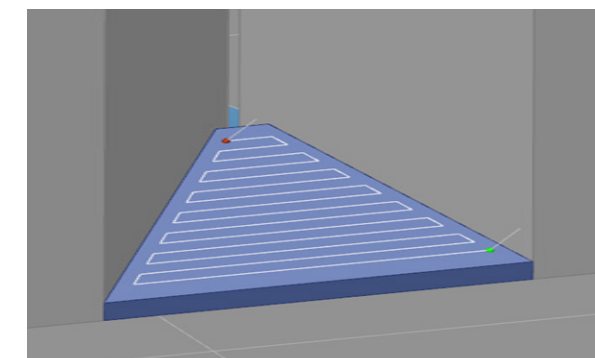


Für die Durchführung wurde zunächst der Einsatz von Robotern bzw. vollmechanisierten 5-Achs-Kinematiken vorgesehen. In einem späteren Schritt wurde der Einsatz einfacher und billigerer Kinematiken bzw. Manipulatoren (z.B. MRK-Kleinroboter) bevorzugt. Bei den avisierten Bauteilgrößen und Materialstärken von 40 mm wurde ein Verzicht auf das Vorwärmen der Schweißfuge angestrebt. Das Vorwärmen sollte dabei durch eine voreilende Eigenwärme aus dem Schweißprozess erfolgen. Gleichzeitig sollte der Prozess so geringe Wärmemengen einbringen, dass der Grundwerkstoff nicht zu hohen Belastungen ausgesetzt wird. Als Schweißverfahren wurde vorzugsweise das MSG-Schweißen aufgrund folgender Merkmale ausgewählt: Es ist in allen Schweißpositionen einsetzbar, vollmechanisierbar und besitzt eine respektable Abschmelzleistung. Vergleichend wurde auch das Laser-Draht-Auftragschweißen untersucht. Diese Technologie bietet die Symbiose aus hohen Formgenauigkeiten bei niedrigem Wärmeeintrag und hoher Toleranz für Zwangspositionen. Nachteilig sind jedoch höheren Anschaffungskosten und zu beachtende Sicherheitsanforderungen gegenüber dem MSG-Schweißen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Vollmechanisiertes Schweißen einer Steignaht mit V-Nahtvorbereitung am MRK-Kleinroboter

Im Projekt konnten mehrere unterschiedliche Bewegungsmuster und Schweißpositionen schweißtechnologisch, sowie metallurgisch untersucht und auf erzielbare mechanisch-technologische Werkstoffkennwerte geprüft. Zudem wurden relevante Unregelmäßigkeiten in einer Fehlerkorrelationsmatrix zusammengeführt und charakterisiert. Weiterführend wurden für die Anwendung von Kleinrobotern Softwaretools zur optischen Nahtfindung und Offlinebahnplanungswerkzeuge auf Basis von Open Source Programmen entwickelt. Zu Projektende wurden die gesammelten Informationen eingesetzt, um eine Reparaturschweißung an einer Kopfschiene mittels additiver Methoden durchzuführen. Dabei wurde ein Schienenstück im geschädigten Bereich ausgearbeitet, optisch vermessen und anschließend mittels MRK-Kleinroboter wieder instandgesetzt.



Anwendungsszenario einer Schieneninstandsetzung am MRK-Kleinroboter

## Bewertung von Hochleistungsschweißprozessen unter den Bedingungen der Neufertigung von Windenergieanlagen

Im Bereich der Dickblechanwendungen ist das Unterpulverschweißen im Windkraftanlagenbau aufgrund seiner hohen Prozessstabilität, erstklassigen Nahtqualität und Wirtschaftlichkeit weit verbreitet. Trotz dieser Vorteile zeigt sich auch hier der dringende Bedarf an einer kontinuierlichen Optimierung der bestehenden Produktionsprozesse bei steigendem Kostendruck. Ein vielversprechender Weg zur Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit ist der Einsatz kombinierter Schweißverfahren, bei denen zwei Verfahren in einer seriellen oder hybriden Konfiguration eingesetzt werden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden vier für sich bestehende Hochleistungsschweißprozesse in hybrider und serieller Form weiterentwickelt.



Abbildung 1: MAGr-Prozess (Verfahrensprüfung; DY-Naht; t25)

Es sollte erreicht werden, dass die betrachteten Schweißprozesse hinsichtlich ihrer Toleranz und Robustheit optimiert werden. Dies soll die Attraktivität der Prozesse für kleiner Unternehmen in der Verwendung im Dickblechbereich steigern. So ist es möglich, dass auch kleine Unternehmen Zugang zu kostengünstigen Prozessen bekommen, welche technologisch auf dem aktuellen Stand sind und die mit kostspieligen Systemen wirtschaftlich mithalten können. Um das zu erreichen, wurden die Prozesse in diesem Projekt optimiert und eingestellt.

Die erste Verfahrenskombination ist das Laserstrahl-Unterpulver-Hybridschweißen, das mit einem zusätzlichen Unterpulverbrenner zum Laserstrahl-Tandem-Unterpulver-Hybridschweißen (LUPuS) weiterentwickelt wurde. Ziel war es, die Abschmelzleistung des Verfahrens zu erhöhen, um es widerstandsfähiger gegenüber Fügspalten >1 mm zu machen.

Das zweite betrachtete Verfahren ist das Plasma-Unterpulverschweißen, das durch einen zusätzlichen Heißdraht ergänzt wurde, um die Spaltüberbrückung und die allgemeine Prozessstabilität zu verbessern. Das dritte Verfahren ist das Laser-Metall-Lichtbogenschweißen (LB-MSG), wobei der Laserprozess mit einem leistungsstarken Diodenlaser mit großem Spotdurchmesser realisiert wurde. Ziel dieser Verfahrensmodifikation war es, Spaltbreiten >0,5 mm schweißen zu können. Das vierte Verfahren ist ein MSG-Hochleistungsprozess mit rotierendem Lichtbogen und einer Pulsüberlagerung (MAGr), der unter reinem CO<sub>2</sub> erprobt wurde. Durch eine geeignete Prozesssteuerung und den hohen Wärmeeintrag wurde das Einbrandprofil optimiert und der Prozess robuster gegen Flankenbindungsfehler und Spaltüberbrückung gemacht. Alle genannten Schweißverfahren haben das Potential, große Blechdicken wirtschaftlich zu fügen. In diesem Projekt wurden für alle modifizierten Prozesse eine Prozessentwicklung durchgeführt und dokumentiert. Dadurch wurden die Wirkzusammenhänge, Stärken und Schwächen der Prozesse herausgestellt. Mit Hilfe dieser Informationen soll es kmUs möglich sein, den Einsatz der erprobten Schweißtechnik abzuwägen und bei Bedarf einzusetzen.

Zusammenfassend weist jedes der 4 Verfahren Vorteile, aber auch Einschränkungen auf. Bezüglich der Querschnittsfläche der Nahtvorbereitung bezogen auf das Gesamtnahtvolumen benötigt der LUPuS-Prozess den geringsten Anteil an Zusatzwerkstoff, gefolgt vom MAGr und LB-MSG-Prozess, was jeweils eine deutliche Einsparung in den Kosten für Zusatzwerkstoff darstellt. Mehr Zusatzwerkstoff muss dafür beim Plasma-Heißdraht-UP-Prozess eingebracht werden, da dieser Prozess keine Gegenlage benötigt und einseitig durchgeführt werden kann. Bezogen auf Fertigungstoleranzen weisen wiederum der MAGr-Prozess und Plasma-Heißdraht-UP-Prozess eine größere Spaltüberbrückung in Strichraupen- oder Pendeltechnik auf. Die größte Prozessgeschwindigkeit ermöglicht der LB-MSG-Prozess.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Bewertung des Einflusses der technologischen Eigenschaften von MSG-Schweißzusätzen auf den Schweißprozess und die Nahtqualität

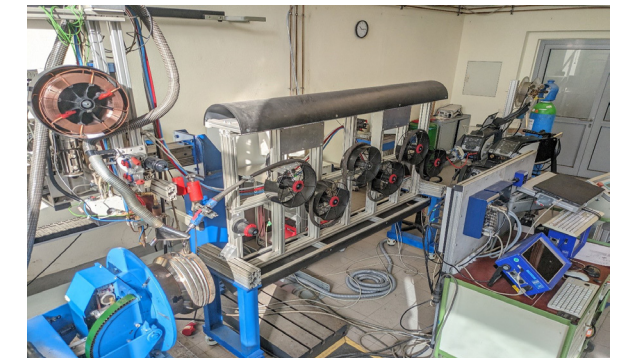
Eine primäre Zielstellung des Forschungsvorhabens war die Generierung von Wissen zur Bewertung des Verhaltens von Schweißzusatzwerkstoffen im Schweißprozess. Das erfolgte in Abhängigkeit von ausgewählten Legierungen und unter Betrachtung des Einflusses der Oberflächen sowie der Eigenschaften (Festigkeit) der Drähte. Zur Sicherung der Fertigungsqualität hochwertiger Drahtelektroden für lichtbogenschweißtechnische Anwendungen sollte durch die Entwicklung einer neuen Strategie und der für die Umsetzung erforderlichen Ausrüstung eine fertigungsbegleitende Qualitätsbewertung möglich werden. Im Wesentlichen bestimmen die Normen die Kennzeichnung der Produkte, die Kurzzeichen zur chemischen Zusammensetzung und die zu erreichenden Gütewerte. Die Anforderungen, die die Anwender an Schweißzusätze stellen, gehen darüber weit hinaus.

Die vielfältigen Anforderungen an Drahtelektroden beziehen sich auf die Einhaltung der genormten chemischen Zusammensetzung, einen definierten, gleichmäßigen Oberflächenzustand (beeinflusst das Gleitverhalten), definierte mechanische Eigenschaften (beeinflussen Drall und Dressur) sowie die Einhaltung der genormten Toleranzanforderungen (z.B. Durchmesser-toleranzen).

Mit Schweißzusätzen, die verschiedene Hersteller zur Verfügung gestellt hatten, wurden in Verbindung mit unterschiedlichen Konfigurationen (Korbspulen oder Fässer) Versuche und Untersuchungen durchgeführt. Der Schweißdrahtdurchmesser wurde mit 1,2 mm definiert und für die Schweißversuche sind legierungsabhängig die relevanten Kennlinien, Schutzgase bzw. Gasgemische verwendet worden. Die Co-Basislegierung war ein formgeschlossener Fülldraht.

Neben einer Konzepterstellung erfolgte ein Versuchsaufbau zur Bewertung der Drahtförderung hinsichtlich des Gleitverhaltens der Schweißzusätze in 3- und 5-m-Schlauchpaketen (Motorstrommessung) mit unterschiedlichen Gleitseelen.

Durch Veränderung der Anzahl und der Lage der Umlenkungen lassen sich verschiedene Krümmungsradien der Schlauchpakete einstellen. Die Versuchsanordnung wurde durch eine Bewertung des Gleitverhaltens der Drähte durch 4 verschiedene Rolliner-Typen mit einer Länge von 20 m erweitert. Widerstandsmessungen und Schweißversuche zur Ermittlung von Spritzerraten (Masseverlustbestimmung) der Schweißdrähte in Abhängigkeit verschiedener Prozessvarianten komplettierten die Versuche.



Demonstrator der Schweißdrahtprüfeinrichtung

Die Ergebnisse bildeten die Basis zur Erarbeitung eines Informationsblattes zur Charakterisierung von Schweißzusätzen. Dieses dokumentiert bekannte und neue Methoden zur Untersuchung und Bewertung von Schweißzusätzen. Als Demonstrator der Schweißdrahtprüfeinrichtung ist ein Konzept aus translatorischen Achsen in Verbindung mit einem Dreh-Kipp-Tisch als Funktionsmuster aufgebaut worden. Die einzelnen Baugruppen sind modular aufgebaut, teilweise auf Rollen verschiebbar und mit einer übergeordneten Steuerung verbunden. Messgeräte unterschiedlicher Komplexität erfassen relevante Prozessgrößen. Die Gestaltung beinhaltet 3 Module, die eine Anpassung an unterschiedliche Anwendungen bzw. Problemstellungen einschließlich verschiedener Sensoren ermöglichen. Es können verschiedene Stromquellen zum Einsatz kommen und die Ergebnisse können mit Referenzschweißungen verglichen werden.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Bewertung der Betriebsfestigkeit von reparaturgeschweißten Altstahlkonstruktionen unter besonderer Beachtung ihrer Schweißbeignung

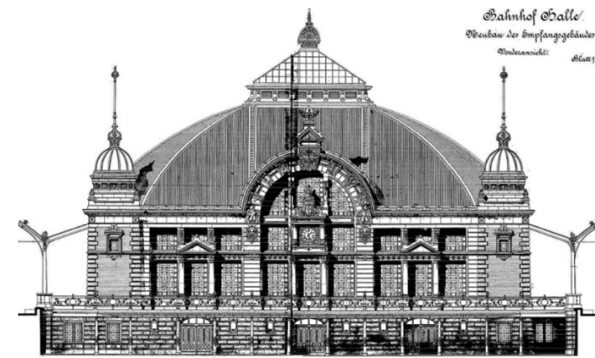


Abbildung 1: Hbf Halle (Saale) [3]

Die natürliche Alterung metallischer Werkstoffe setzt der Beanspruchbarkeit von Bauteilen aus aktueller Betrachtung Grenzen, die zum Zeitpunkt der Herstellung nicht im Fokus liegen konnten. Die sich daraus ableitenden Schädigungsmechanismen wirken oft zusätzlich zu den ohnehin durch die Betriebslast hervorgerufenen Beanspruchungen. Insbesondere die bestehenden Stahlbrücken im deutschen Schienen- und Straßennetz unterliegen gegenwärtig einer kritischen Altersstruktur, wobei zu beachten ist, dass sich etwa zwei Drittel der Eisenbahnbrücken im „befriedigenden Bauwerkzustand“ befinden (Zustandsnote 2,0 bis 2,4) [1]. Das sich daraus ergebende Spannungsfeld aus hoher Verkehrslast, schwierigen metallurgischen und mechanisch-technologischen Eigenschaften und teurem Neubau stellt die meisten Anwender vor extreme Herausforderungen und deckt einen hohen Untersuchungs- und Inspektionsbedarf an Bestandsbauwerken auf [2]. Dabei ist oft nicht sicher, um welchen Werkstoff es sich konkret handelt oder gar welche Eigenschaften er für eine Nachrechnung des Bauwerkes mit sich bringt. Die sich daraus ergebenden Reparatur- und Ertüchtigungsmöglichkeiten zur Erhöhung der Restnutzungsdauer sind ebenfalls schwer abschätzbar. Der Grund hierfür liegt in der historischen Herstellungsart, der Erschmelzung, der Vergießungsart sowie der stattgefundenen Alterung, zu denen oft noch ein nicht unerhebliches Maß an Ermüdungsbeanspruchung mit hoher Werkstoffausnutzung kommt. Die zerstörend-analytischen Untersuchungen zeigen eindeutig einen sehr hohen Grad an Verunreinigungs- und Begleitelementen. Insbesondere der Gehalt

an Schwefel (S) wird mit einem mittleren Wert von ca. 0,1 % als sehr hoch eingeschätzt. Die damit einhergehende Schädigung durch Anisotropie wird als ursächlich für die Herabsetzung der statischen Beanspruchbarkeit in Dickenrichtung angesehen. Ein typisches physisches Schadensbild ist dabei die Ausprägung treppenstufenartig geschädigter, oft spröde versagender Gefügebereiche, der sogenannte Terrassenbruch.



Abbildung 1.1: genietete Stützen aus historischem Flussstahl

Das abgeschlossene FuE-Projekt ermöglicht einen Überblick über die nutzbaren analytisch-technologischen Prüfverfahren, um eine vollständige Werkstoffcharakterisierung unter minimalinvasivem Eingriff in das Bauwerk zu ermöglichen. Begleitende Beanspruchungsmessungen im Zuge eines Bauwerksmonitoring lassen in spezifischen Fällen auch einen Vergleich der durch die Betriebslast eingebrachten Schädigung und dem Ermüdungswiderstand des Werkstoffes im geschweißten Zustand zu, wobei die vorgestellten Untersuchungen in diesem Fall um entsprechende Wöhlerlinien ergänzt wurden. Die werkstofftechnischen Untersuchungen erfolgten an Stützen aus einem historischem Flussstahl der Sorte St 44 (Abbildung 1.1), wobei die Proben direkt aus dem Bauteil entnommen wurden.

Bestandteil der Untersuchungen waren weiterhin in-situ-Wärmebehandlungen mittels Induktion, um das Bauteil vor Ort per mobilem Energieeintrag induktiv zu erwärmen und dabei eine Normalisierungsglühung vorzunehmen (Abbildung 2). Die für diese Art der Wärmebehandlung

notwendige Haltezeit kann jedoch mittels handelsüblicher Induktionstechnologie, wie sie beispielsweise zum induktiven (Oberflächen-)Härten angewendet wird, nicht aufgebracht werden, sondern musste mittels einer statischen Regelung nach dem Prinzip eines Zweipunkt-Reglers erzeugt und oszillierend gehalten werden. Aus diesem Grund wurde ein Regelkreis aufgebaut, der aus dem Probeblech als Regelstrecke, dem Induktor als Regler, einem Strahlungspyrometer als Messstelle sowie einem statischen Vergleichsglied in Form der jeweiligen Austenitisierungstemperatur TA bestand. Letztere wurde dabei so gewählt, dass eine ausreichende Diffusion von C-Atomen stattfinden kann, ohne dabei ein zu starkes Austenitkornwachstum zu provozieren. Im Ergebnis konnten auf diese Weise die Wärmeinflusszonen geschweißter Prüfstücke lokal normalisiert werden. Aus vorangegangenen FuE-Vorhaben ist bekannt, dass der Einfluss einer nachträglichen Kornfeinung (durch Normalisieren) sehr positiven Einfluss auf die Anhebung der Kerbschlagarbeitswerte hat [4]. Daraus resultierend wurde zunächst von einer gleichzeitigen Anhebung des lokalen Plastizierungsvermögens ausgegangen.

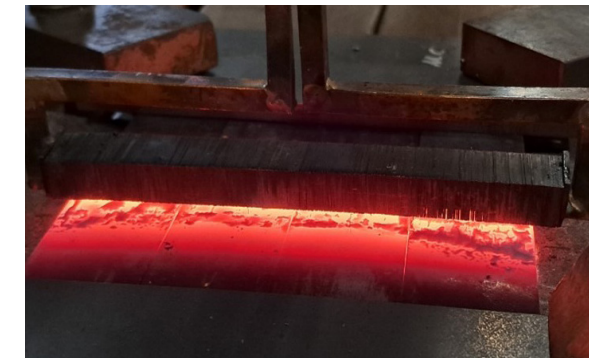


Abbildung 2: induktive lokale Normalisierung der WEZ

In Zusammenhang mit den durch das vorliegende FuE-Vorhaben gewonnenen Untersuchungsergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass der Gehalt an Begleitelementen ebenso wie der Grad an stattgefundenen Alterungsversprödung (hervorgerufen durch Langzeitbeanspruchungen unterhalb der Streckgrenze) die Sprödbrechempfindlichkeit bei Raumtemperatur und tiefen Temperaturen erheblich steigern und somit für Konstruktionen aus solchen Werkstoffen zum erhöhten Risiko der Systemunzuverlässigkeit oder gar zur Gefährdung der Tragwerksicherheit führen

können. Es konnte nachgewiesen werden, dass dieser Effekt hingegen reduziert werden kann, wenn durch entsprechend sachkundige Ertüchtigungsmaßnahmen Revitalisierungen der werkstofflichen Eigenschaften vorgenommen werden. So konnten die Kerbschlagarbeitswerte, welche die Sprödbrechneigung aus prüftechnischer Sicht verkörpern, signifikant durch nachträgliche gezielte Wärmebehandlungen erhöht werden. Perspektivisch erscheint an dieser Stelle ein Abgleich mit Methoden der Bruchmechanik zielführend, da ebenfalls nachgewiesen werden konnte, welchen Einfluss der Wärmebehandlungszustand (und damit der revitalisierte Alterungsgrad) auf das globale Rissauffangvermögen bei schweißtechnischer Verarbeitung hat. Der entsprechende Nachweis aus Sicht der Ermüdungsfestigkeit erfolgte in den Dauerschwingversuchen unter den Gesichtspunkten der Betriebsfestigkeit. Abbildung 3 zeigt exemplarisch die Ergebnisse aus Dauerschwingversuchen geschweißter Proben.

Wie die Dauerschwingversuche an den ungekerbten Proben zeigten, wurde der Anrissort an unterschiedlichen Stellen provoziert. Ein Grund dafür kann im thermischen Einfluss auf das Plastizierungsvermögen gesehen werden. Durch die lokale Wärmebehandlung wurde im Werkstoff ein Normalisierungsgefüge mit örtlich begrenzter Ausdehnung geschaffen (siehe Abbildung 2). Die mit der Normalisierung einhergehende Vervielfältigung der Grenzflächen aufgrund von Kornfeinung bewirkt in diesem Zusammenhang eine Zunahme der Festigkeit sowie der Verformungs- und Zähigkeitseigenschaften. Dieser Mechanismus ist die Grundvoraussetzung für die Anhebung der Dehnungs- und Festigkeitseigenschaften durch kornfeinende Maßnahmen, wie es auch in Forschungsvorhaben zum Thema hochfeste Feinkornbaustähle [5] nachgewiesen werden konnte. Entstehen in den wärmebehandelten örtlich begrenzte normalisierte Bereiche, so gelten diese als ertüchtigt gegenüber ermüdungsbedingter Plastizierung und der Anriss erfolgt dort entsprechend bei höheren Schwingspielzahlen. Bezogen auf den Vergleich mit unbehandelten Proben ist es somit möglich, die Anrissorte lokal hin zu Orten mit höherer geometrischer Kerbwirkung zu verschieben. Die Bruchmorphologien der untersuchten Schwingproben deuteten jeweils auf einen eindeutigen Ermüdungsmechanismus hin,

welcher anhand der streifenartig geschädigten Oberfläche nachgewiesen werden konnte. Dabei war eine charakteristische Zeiligkeit auffällig, deren Entstehen mit der alterungsbedingten Ausscheidung von Verunreinigungen und nichtmetallischer Gefügebestandteile in Zusammenhang gebracht werden konnte. So zeigt Abbildung 4 zeilig ausgeschiedene Mangansulfide auf der Bruchfläche, wie sie im Zuge einer energiedispersiven Röntgenspektroskopie (EDS/EDX) am Rasterelektronenmikroskop detektiert werden konnten. Diese galten innerhalb der Bruchfläche als spröde versagende Bereiche, während der überwiegend ferritische Matrix-Werkstoff ein duktiles Schwingbruchbild zeigte.

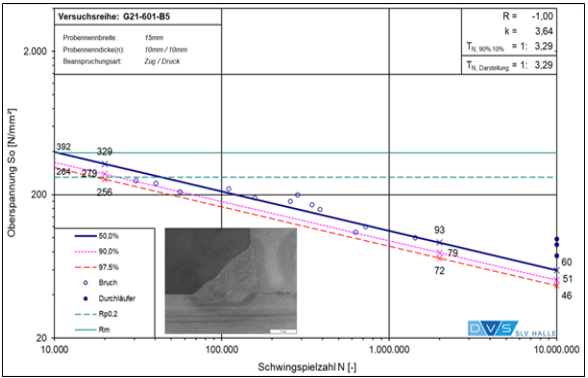
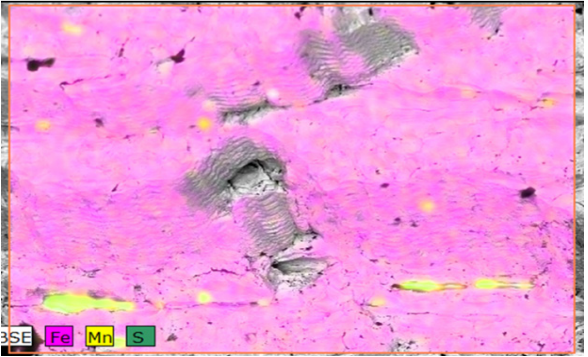


Abbildung 3: Wöhlerlinie für geschweißte Proben

Abschließend zum Thema Ermüdungsfestigkeit gealterter Baustähle lässt sich zusammenfassen, dass eine nachweisbare Versprödung durch zeilenartige Mangansulfide nicht zwangsläufig mit einer Herabsetzung der Schwingfestigkeit einhergehen muss. Die Fähigkeit, örtliche Spanningskonzentrationen, wie sie geometriebedingt an den Nahtübergängen bei Schweißverbindungen entstehen, können durch lokal begrenztes plastisches Verformungsverhalten des Werkstoffes abgefangen werden, solange die kritische Beanspruchungsgeschwindigkeit zum Erreichen der Spaltbruchspannung nicht überschritten wird. Dieser Sachverhalt stellt eine neuartige Erkenntnis über das Ermüdungsverhalten von alterungsversprödeten Stählen unter zyklischer Beanspruchung dar, da das Spaltbruchkriterium nur von der Beanspruchungsgeschwindigkeit, nicht aber von der Höhe und Dauer der zyklischen Beanspruchung abhängig ist. So konnte trotz zahlreicher zeiliger nichtmetallischer Segregate im Mikrogefüge und damit einhergehender Anisotropie ein duktiles Ermüdungsverhalten mit örtlicher

Verfestigung, wie sie durch das Vorhandensein von Mikro-rastlinien und Gleitlinien bei fraktographischer Untersuchung der Schwingbruchflächen nachgewiesen werden konnte, beobachtet werden. Eine nachträgliche Kornfeinung der WEZ wirkt sich dabei positiv auf das lokale Plastizierungsvermögen aus.



Wie sich weiterhin in den Untersuchungen zur induktiven Vor-Ort-Wärmebehandlung zeigte, existiert eine gute Korrelation zwischen der eingebrachten Energie zum Austenitisieren des Werkstoffes und dem Normalisierungseffekt bzw. den damit einhergehenden verbesserten Verformungs- und Zähigkeitseigenschaften. So konnte bewiesen werden, dass das Normalisierungsglühen bei Verwendung einer geeigneten thermischen Regelungstechnologie vollständig normalisierte Gefügebereiche erzeugt, welche zur Anhebung des lokalen Plastizierungsvermögens und damit zur Verschiebung von Anrissorten hin zu unkritischeren Bereichen führen. Tabelle 1 zeigt in diesem Zusammenhang die ermittelte Korrelation zwischen Wärmebehandlungszustand und Kerbschlagarbeit in der Wärmeeinflusszone für den untersuchten Kerbfall. Durch Verwendung von in den Feldverstärker des Flächeninduktors integrierte Glasfaser-Pyrometern kann gleichzeitig der technologisch bedingte Einfluss der durch die oberflächige Verzunderung verfälschten Strahlungsintensität eliminiert werden. Es besteht die Möglichkeit, vor Ort unter Baustellenbedingungen thermische Revitalisierungen der durch Sprödbbruch gefährdeten Bereiche der potenziellen WEZ durchzuführen. Durch Schwingfestigkeitsuntersuchungen konnte gezeigt werden, dass derartig ertüchtigte Schweißnähte im vollen Einklang mit den aktuellen Bemessungsanforderungen für Schweißverbindungen unter zyklischer Belastung stehen.

| Kerbfall | Wärmebehandlung                                                     | Streckgrenze $R_{eH}$ [Mpa]** | Bruchdehnung A [%]** | Schwingfestigkeit $\Delta\sigma_c$ [Mpa]** | Kerbschlagarbeit K [J]** | Anrissort      |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------|----------------|
| FAT 160  | unbehandelt                                                         | 248                           | 26                   | 184                                        | 9                        | Nahtübergang   |
|          | Ofenglühung<br>$T_A = 900^\circ\text{C}$<br>$v_A = 1,4 \text{ K/s}$ | 264                           | 37                   | 178                                        | 70                       | Nahtübergang   |
|          | Induktion<br>$T_A = 950^\circ\text{C}$<br>$v_A = 1,9 \text{ K/s}$   | -                             | -                    | 254                                        | 52                       | Grundwerkstoff |

\*teilweise unter Berücksichtigung vorangegangener Themenstellungen und Voruntersuchungen am gleichen Werkstoff [6]

\*\*Prüfung bei Raumtemperatur

Schriftum

[1] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Zustandsnoten der Brücken. Stand: September 2023

[2] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Bundesverkehrswegeplan 2030. Entwurf März 2016. Berlin: 2016-03

[3] Skrzypczak, D.: Teure Rekonstruktion: Kehren die Türme auf den Hauptbahnhof zurück? Mitteldeutsche Zeitung (MZ), Lokalausgabe Halle (Saale) 28.09.2018

[4] SLV Halle GmbH: Erhöhung der Restnutzungsdauer ruhend oder zyklisch beanspruchter Bauteile aus Altstählen durch gezielte metallurgisch-thermische Behandlungsmaßnahmen. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 2019 Halle (Saale): Förderkennzeichen: VF 160024

[5] SLV Halle GmbH: Einfluss des Lieferzustandes und der Herstellungstechnologie auf die mechanisch-technologischen Eigenschaften von schweißtechnisch verarbeiteten unlegierten Baustählen. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 2021 Halle (Saale): Förderkennzeichen: 49MF180109

[6] SLV Halle GmbH: Einfluss des Reparaturschweißens auf vorwiegend ruhende und zyklische Beanspruchbarkeit von Konstruktionen und Bauteilkomponenten aus Altstählen. Abschlussbericht zum FuE-Vorhaben 2014 Halle (Saale): Förderkennzeichen: MF120072

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Höhepunkte und Ereignisse der besonderen Art:

Von der Verstärkung der Partnerschaft zur Weiterentwicklung in der Mongolei bis zur Eröffnung des Berufsbildungszentrums Schweißen im Schienenfahrzeugbau in der SLV Halle GmbH.

### Verstärkte Partnerschaft zur Weiterentwicklung in der Mongolei offiziell bestätigt



v.l. Prof. Dr. Steffen Keitel, v.r. Prof. Dr. Dashgunsen Bayar  
h.l. Axel Börnert, h.r. Silvio Schulz © SLV Halle GmbH

Die SLV Halle GmbH, die seit über einem Jahrzehnt in der Mongolei tätig ist, zeigt sich über eine verstärkte Partnerschaft und erweiterte Engagements in der Region erfreut. In den vergangenen Jahren haben die intensiven gemeinsamen Bemühungen ein erhebliches Potenzial für eine Ausweitung und Vertiefung der Kooperation aufgezeigt. Bisher lag der kooperative Schwerpunkt auf der praktischen

Schweißerausbildung und -prüfung. Nun zeichnet sich ab, dass die Weiterbildung und Qualifizierung von Schweißfachingenieuren in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen wird. Am 8. September 2023 wurde, vor dem Hintergrund dieser positiven Entwicklungen, ein Beratervertrag mit Herrn Dr. Bayar, einem langjährigen Partner und Freund der SLV Halle, unterzeichnet. Dr. Bayar ist Honorarprofessor an der MUST (Mongolian University of Science and Technology) und bringt durch seine umfangreiche Vernetzung in der mongolischen Wirtschaft eine unschätzbare Expertise und ein weitreichendes Netzwerk in unsere Partnerschaft ein. Die SLV Halle GmbH dankt Herrn Dr. Bayar herzlich für sein anhaltendes Engagement und freut sich auf die nächsten Schritte der gemeinsamen Reise in diesem aufregenden Markt. Diese erweiterte Partnerschaft unterstreicht das große internationale Engagement der SLV Halle, zur weiteren Entwicklung und zum Wachstum der mongolischen Wirtschaft beizutragen.

### Universität Tianjin – Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Lasertechnik

Die Universität in Tianjin arbeitet mit verschiedenen Instituten auf dem Gebiet der Lasertechnik. Dies betrifft schweißtechnische Anwendungen ebenso wie Experimente mit Femtosekundenlaser. Aus der Universität heraus hat sich beispielsweise die Firma HAN'S gegründet, deren Geschäftsgrundlage auf der Anwendung von Lasertechnik beruht. So werden für das Laserstrahlschneiden Faserlaser mit Leistungen bis 60 kW bei Schnitttiefen von 80 mm eingesetzt. Welchen beeindruckenden Stellenwert Faserlaser in der chinesischen Anwendung einnehmen, hat u.a. die Messe „Schweißen und Schneiden“ in Shenzhen 2023 erkennen lassen. Dabei standen sowohl Roboteranwendungen als

auch der Einsatz von handgeführten Lasern im Vordergrund. Im Umfeld der Messe wurden schweißtechnische Themen auf einer Tagung der CMES – Chinese Mechanical Engineering Society – vertieft. Hier konnte die SLV Halle über die eigenen Arbeiten zum orbitalen Schweißen von Rohrleitungen berichten. Während des Vortrages folgten dieser hybriden Veranstaltung 20.000 Zuhörer online. Als Ergebnis all dieser Aktivitäten wurde in Tianjin, im Technologiezentrum eines neu entstehenden Stadtteils mit geplant 1,2 Mio Einwohnern, eine Absichtserklärung über die weitere Zusammenarbeit zwischen der Universität Tianjin und der SLV Halle unterzeichnet.

### Besuch aus Thailand durch Herrn Prof. Dr. Kittichai Sojiphan

Auf Einladung der SLV Halle GmbH besuchte Prof. Dr. Kittichai Sojiphan am 25. Januar 2023 die SLV Halle für Gespräche über eine Zusammenarbeit. Prof. Kittichai ist Dozent an der KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK.



v. l. n. r. Prof. Dr. Kittichai Sojiphan, Uwe Mückenheim und Axel Börnert bei einer Demonstration des vollmechanischen MSG-Schweißen mittels Roboter. Hier werden aktuell Zahnschneidspitzen von Tagebaugroßgeräten regeneriert © SLV Halle GmbH

Sein Spezialgebiet ist das Railway Vehicles and Infrastructure Engineering (RVIE) – Schienenfahrzeug und Schieneninfrastruktur Ingenieurwesen. Zudem ist er verantwortlicher Mitarbeiter in der Sirindhorn International Thai-German Graduate School of Engineering (TGGs) und arbeitet aktiv im International Institute for Welding (IIW) mit. Während des Besuches wurde in den Gesprächen über die Zusammenarbeit auf den Gebieten der fügetechnischen Aus- und Weiterbildung von schweiß- und prüftechnischem Personal, der Schulung von Auditoren im Bereich des Schienenfahrzeugbaus und der möglichen Zertifizierung von thailändischen Unternehmen im Bereich des Schienenfahrzeugbaus nach europäischem Regelwerk diskutiert. Auch die Betreuung von Studenten der Universität in Bangkok, die derzeit einen Studienaufenthalt in Deutschland absolvieren, wurde gesprochen. Es zeigten sich im Verlauf der Gespräche vielfältige Berührungspunkte für eine mögliche Zusammenarbeit. Diese werden weiter konkretisiert und sollen zu konkreten gemeinsamen Projekten führen.

### Wir begrüßen unsere neuen Auszubildenden für das Jahr 2023

Am 01. September 2023 haben wir Annabell Aleithe, Lea-Marie Aleithe und Pauline Holubek als neue Auszubildende im kaufmännischen Bereich willkommen geheißen. Sie begannen ihre dreijährige Ausbildung als Kauffrauen für Büromanagement. Ab dem gleichen Datum verstärkte Lucas Müller ebenfalls unsere EDV-Abteilung, indem er seine dreijährige Ausbildung zum Fachinformatiker für Anwendungsentwicklung begann. Melina Keller hatte bereits am 15. August 2023 ihre dreieinhalbjährige Ausbildung zur Werkstoffprüferin gestartet. Gemeinsam werden wir eine produktive und dynamische Arbeitsatmosphäre schaffen, in der unsere Auszubildenden persönlich und beruflich wachsen können. Wir wünschen ihnen einen erfolgreichen Start und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit!



v.l.n.r. Prof. Dr. Steffen Keitel, Astrid Mann, Lea-Marie Aleithe, Annabell Aleithe, Lucas Müller, Steffen Wagner © SLV Halle GmbH



## Marokko – Industriecluster der Fügetechnik

Mit Unterstützung der Sonderinitiative Ausbildung und Beschäftigung (SI Jobs), dem Zentralverband der deutschen Elektroindustrie (ZVEI) und dem EZ-Scoutprogramm der GIZ GmbH haben sich in 2019 deutsche und marokkanische Unternehmen als „Industriecluster Fügetechnik Marokko“ formiert. Die SLV Halle übernimmt dabei federführend die Ausbildung und Prüfung von schweißtechnischem Personal. Gemeinsam mit der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH wird das Projekt bis 31.05.2023 bearbeitet. Eine Ausweitung der Aktivitäten des Clusters und die Weiterführung der Ausbildung auch in anderen Ländern Nord- und Westafrikas sowie die Einbindung anderer Lehrgangsinhalte sind im Gespräch. So ist es denkbar, dass auch Schweißfachingenieure, Schweißfachmänner oder anderes schweißtechnisches Personal in den Ländern Afrikas ausgebildet werden. Ziel des Projektes ist es, durch Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit der marokkanischen Industrie und marokkanischen Berufsschulen moderne Schweißtechniken einzuführen, welche den internationalen Qualitätsanforderungen entsprechen, um dadurch die Exportfähigkeit der marokkanischen Wirtschaft zu verbessern und im Ergebnis zu mehr Arbeitsplätzen führen. Bereits in den ersten Monaten entstanden interessante Kooperationen zwischen dem Industriecluster Fügetechnik und wichtigen Akteuren sowohl der marokkanischen Metallindustrie als auch dem aufstrebenden Automobilsektor des Landes. Bis zum Projektende im Mai 2023 wird das Industriecluster in Abstimmung mit dem marokkanischen Industrieministerium mit allen wichtigen Industriesektoren des Landes zusammenarbeiten und von Marokko aus Netzwerke mit den frankophonen Ländern Westafrikas entwickeln. Die Aktivitäten der SLV Halle im Rahmen des Projektes betreffen die Ausbildung von Schweißern am Centre de Perfectionnement Technique Maroc-Allemand (CPT) in Kenitra, einer Industriestadt (ca. 500.000

Einwohner) am Atlantik in der Nähe der Hauptstadt Rabat. Das CPT ist ein berufliches Bildungszentrum, in dem durch die SLV Halle eine vorhandene Werkstatt umgerüstet und neu ausgestattet wurde, finanziert mit Förderprojektmitteln. Es entstand eine Schweißer-Ausbildungswerkstatt nach neuestem Stand der Technik und nach den Anforderungen des DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V..



Die Teilnehmer des ersten Kurses in der Werkstatt  
© SLV Halle GmbH

Am 28. September 2022 wurde die Werkstatt im Rahmen eines Tages der offenen Tür zum ersten Mal der Öffentlichkeit präsentiert. Das Lehrgangsangebot umfasst regelmäßige Schulungen und Prüfungen von Schweißern in den Schweißverfahren MAG, WIG und Lichtbogenhandschweißen. Grundlagen für die Ausbildung sind Curricula, die in Anlehnung an die Richtlinien des DVS entwickelt wurden. Am Ende des Lehrgangs werden von den Teilnehmern Prüfstücke nach internationaler Norm (ISO 9606) geschweißt. Bei bestandener Prüfung erhält der Teilnehmer eine international anerkannte Prüfungsbescheinigung nach ISO 9606ff. Die Schulung von Schweißlehrern aus Marokko und Westafrika, die bereits in den Berufsschulen Schweißerausbildung durchführen, sollen das Angebot ergänzen. Während des Starts, aber auch im Verlaufe des Projektes hatten die

Projektpartner mit vielen Herausforderungen zu kämpfen:

- Ausbruch der Pandemie im Februar 2020, Einreiseverbot in Marokko
- Diplomatische Krise zwischen Deutschland und Marokko (diese ist inzwischen beigelegt)

Ein wichtiger marokkanischer Partner stieg aus dem Projekt aus, damit waren die Beschaffung des Equipments und der Materialien, das gesamte Marketing hinfällig und mussten neu gestartet werden. Die SLV Halle übernahm deshalb die Beschaffung des gesamten Werkstatt-Equipments - Schweißstromquellen, Absaugtechnik und Schweißkabinen nebst Kabinenausrüstung. Dabei kam es zu erheblichen Verzögerungen bei der Beschaffung (Lieferzeiten, Zollabfertigung und Logistik). Die Beschaffung von Werkstoffen und technischen Gasen verzögerte sich ebenfalls. Die Laufzeit des Projektes wurde deshalb verlängert bis zum 31. Mai 2023. Am 04. Januar 2023 wurde der erste Kurs für die Schweißerausbildung gestartet. Die Teilnehmer widmeten sich zunächst der Ausbildung im Lichtbogen-Handschiessen

(E). Neben einer fachtheoretischen Schulung erfolgte die Ausbildung nach einem speziell für die Schulung in Marokko entwickelten Curriculum. Am 31. Januar 2023 wurde dieser Lehrgang erfolgreich abgeschlossen. Nach der bestandenen theoretischen und praktischen Prüfung konnte den Teilnehmer ihre Schweißerprüfungsbescheinigung nach DIN EN ISO 9606-1 in Empfang nehmen. Am 01. Februar startete der zweite Kurs. Bei diesem Kurs steht das Metall-Aktivgas-Schweißen im Mittelpunkt. Hier werden ebenfalls fachtheoretische Kenntnisse vermittelt und die Teilnehmer nach einem Curriculum trainiert. Am Ende des Kurses wird von den Teilnehmern wieder die fachtheoretische Prüfung abgelegt und die vorgesehenen Prüfstücke geschweißt.

Fazit: Die Werkstatt ist trotz aller Herausforderungen fertig gestellt und der Öffentlichkeit vorgestellt worden. Der erste Lehrgang für die Schweißerausbildung ist abgeschlossen. Es gibt eine Fülle von Kontakten zu marokkanischen und deutschen Partnerunternehmen sowie staatlichen Behörden in Marokko, z.B. der IHK Rabat-Salé-Kenitra, marokkanischen Berufsschulen (OFPPT) und dem Arbeitsamt in Kenitra.

## Rekordbeteiligung beim 24. Erfahrungsaustausch und Weiterbildung für Schweißaufsichtspersonen im Schienenfahrzeugbau

Mit großer Begeisterung und einem Rekord an Teilnehmern fand der 24. Erfahrungsaustausch sowie das Weiterbildungsseminar für Schweißaufsichtspersonen im Schienenfahrzeugbau statt. Dieses Ereignis, welches am 7. Dezember 2023 im großen Hörsaal der SLV Halle GmbH stattfand, stellte mit 203 Teilnehmern, darunter 71 online zugeschalteten Teilnehmern, die bestbesuchte Veranstaltung des Jahres dar. Die Veranstaltung wurde von der DVS ZERT GmbH als Goldsponsor unterstützt, deren Beitrag wesentlich zum Erfolg des Erfahrungsaustausches beitrug. Wir sind stolz darauf, dass führende Unternehmen der Branche wie Fronius Deutschland GmbH, Kemppi GmbH, qonexus GmbH und VauQuadrat GmbH an unserer begleitenden Fachausstellung teilnahmen und ihre neuesten Innovationen präsentierten.

Ein besonderes Highlight stellte die Besichtigung durch unser neues Berufsbildungszentrum für Schienenfahrzeugbau (BBZ Schiene) dar, die den Teilnehmern einen exklusiven Einblick in modernste Ausbildungs- und Lehrmethoden bot.



Veranstaltungsteilnehmer informieren sich an den Ausstellungsständen  
© SLV Halle GmbH

Dieser Erfahrungsaustausch diente als bedeutende Plattform für einen Fachwissenstransfer, die Netzwerkbildung und die Innovationskraft im Bereich des Schienenfahrzeugbaus. Wir möchten uns bei allen Teilnehmern, Referenten, Sponsoren und Ausstellern für ihren Beitrag zum Erfolg dieser Veranstaltung herzlich bedanken.

## Erfolgreiche Eröffnung des Berufsbildungszentrums Schweißen im Schienenfahrzeugbau in der SLV Halle GmbH

Nach zwei Jahren Bauzeit wurde das mit Unterstützung der Investitionsbank Sachsen-Anhalt geförderte Projekt „Berufsbildungszentrum zur Kapazitätserweiterung der Aus- und Weiterbildung mit dem Schwerpunkt Schweißen im Schienenfahrzeugbau - BBZ Schiene“ zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur auf dem Campus der SLV

### Begrüßung durch den Geschäftsführer der SLV Halle GmbH Prof. Dr.-Ing. Steffen Keitel

Musikalisch umrahmt von Schülern des Georg-Cantor-Gymnasiums begrüßte Professor Dr.-Ing. Steffen Keitel alle Ehrengäste und Besucher zur feierlichen Eröffnung. Keitel hob in seiner Ansprache die Wertschätzung im Zusammenwirken zwischen dem Bundesland Sachsen-Anhalt, der Stadt Halle (Saale) sowie der SLV Halle GmbH hervor und bedankte sich für die Bereitstellung der öffentlichen Mittel, die das Bauvorhaben ermöglichten. Ebenso dankte Keitel dem Gesellschafter der SLV Halle GmbH, dem DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V., vertreten durch den Hauptgeschäftsführer Dr.-Ing. Roland Boecking, dass dieser das Eigenkapital und die Freigabe für dieses Projekt ermöglichte. Keitel hob insbesondere hervor: „Ohne die Unterstützung von Politik und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, der Stadt Halle (Saale) sowie unserem Gesellschafter DVS e.V. wäre dieses Projekt nicht umsetzbar gewesen. Wir sind stolz auf das Erreichte und freuen uns, eine fachlich-versierte Aus- und Weiterbildung, insbesondere in den mechanisierten und automatisierten

### Wertschätzende Grußworte aus der Region

Die drei Grußworte von Minister Prof. Dr. Armin Willingmann, Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Stefanie Pötzsch, Staatssekretärin im Ministerium für Wirtschaft, Tourismus, Landwirtschaft und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt sowie Dr. Sabine Odparlik, Leiterin Fachbereich Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung der Stadt Halle (Saale) waren geprägt von Herzlichkeit und Empathie im Zusammenwirken und der Herausforderungen für dieses

Halle GmbH am 8. November 2023 feierlich eröffnet. Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Sachsen-Anhalt gefördert und erhält diese öffentliche Finanzierungshilfe im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) - wirtschaftsnahe Infrastruktur.

Schweißprozessen zielgerichtet und passgenau für den Schienenfahrzeugbau unter modernsten Rahmenbedingungen anbieten zu können. Durch die leitende Koordination des European Committee for Welding of Railway Vehicles ECWRV sind wir maßgeblich in die Belange des Schienenfahrzeugbaus eingebunden. Das wertet unsere Arbeit im ECWRV deutlich auf.“

Dieser Neubau auf dem Gelände der SLV Halle GmbH markiert einen bedeutenden Meilenstein in der fast 100-jährigen Unternehmensgeschichte und symbolisiert einen stetigen Fortschritt und das hohe Engagement für erstklassige schweiß- aber auch prüftechnische Ausbildungsbedingungen am Standort Halle sowie fortgesetzte Innovationsfähigkeit. Unser Dank gilt allen Unterstützern, Förderern und Wegbegleitern, die das Projekt möglich gemacht haben, insbesondere den Vertretern des Landes Sachsen-Anhalt, der Stadt Halle (Saale) und des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V..

besondere Bauprojekt. Aus unterschiedlichster Perspektive wurden wissenschaftliche Aspekte sowie wirtschaftliche und stadtpolitische Überlegungen im Zusammenhang mit dem Neubau verknüpft, die zusammenfassend in einem Transformationsprozess für das neue Bildungszentrum für den Schienenfahrzeugbau mündeten. Alle drei Redner wünschen der SLV Halle mit dieser strategischen Neuinvestition viel Erfolg und gutes Gelingen.



### Zahlen, Daten, Fakten des BBZ Schiene

Im April 2021 erhielt der Praxisneubau seine Baugenehmigung, und die Vorbereitungsarbeiten begannen im August desselben Jahres. Das Richtfest fand im Juni 2022 statt, um den erfolgreichen Abschluss des Rohbaus zu feiern und allen Beteiligten zu danken. Für den Rohbau wurden umfangreiche Beton- und Stahlmengen verwendet, einschließlich Ortbeton und Fertigteilelementen. Wichtige Bestandteile des Rohbaus umfassten auch die Stahlprofilkonstruktion und Mauerwerksarbeiten. Parallel zum Rohbau wurden Ausbauwerke durchgeführt, wie Metallbau, Dachabdichtungsarbeiten und Montage von Fenstern und Außentüren. Trotz Verzögerungen bei einigen technischen Gewerken konnten

### Aus- und Weiterbildung auf einem neuen Niveau

Die SLV Halle hat sich in den vergangenen Jahren zur zentralen Anlaufstelle der gesamten Branche des Schienenfahrzeugbaus in Deutschland sowie im internationalen Raum etabliert. Dies betrifft neben der Entwicklung des Online-Registers für Betriebe des Schienenfahrzeugbaus vor allem die Aus- und Weiterbildung in dieser hoch anspruchsvollen Branche. Mit dem Neubau des Berufsbildungszentrums werden alle Ausbildungsformate gleichermaßen auf einen neuen Qualitätsstandard gehoben. Die Praktische Ausbildung erfährt neben den Anforderungen als zugelassene Bildungseinrichtung des DVS e.V. ergänzend nach internationalen Regelwerken des IIW-International Institute of Welding eine deutliche Aufwertung, speziell durch die Erweiterung der automatisierten Schweißprozesse. Dadurch wird

bis Sommer 2022 weitere Ausbauarbeiten wie Trockenbau und Fliesenlegen beginnen. Die öffentliche Ausschreibung für die Ausstattung des Gebäudes erfolgte im Dezember 2022. Der fertiggestellte Neubau bietet moderne, hochwertig ausgestattete Ausbildungsplätze auf einer Fläche von etwa 1.330 Quadratmetern. Dieser Neubau stellt einen wichtigen Beitrag zur Sicherung qualifizierter Fachkräfte dar, insbesondere in Bereichen, die mechanisierte und automatisierte Prozesse erfordern. Die Gesamtkosten des Projekts, einschließlich des Umbaus der Bestandswerkhalle, betrugen etwa 5,5 Millionen Euro.

der aktuellen Entwicklung in den schweißtechnischen Fertigungsbetrieben in Bezug auf Fachkräftebedarf, Arbeitsplatzsicherung, Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie wirtschaftlicher Effizienz Rechnung getragen. Ein Novum des neuen Ausbildungszentrums stellt die Möglichkeit des Trainings an realen Bauteilstrukturen des Schienenfahrzeugbaus dar. Im Kontext dieser neuen, modernen, branchenorientierten Rahmenbedingungen werden neben der gewerblich-technischen Schweißerausbildung vor allem Schweißaufsichtspersonen wie Internationale Schweißingenieure, -techniker und -fachmänner profitieren. Nicht zuletzt wird der Schienenfahrzeugbau durch die gezielte Weiterbildung von Schweißaufsichtspersonen einen positiven Nutzen erfahren.

## „Bildungsverbund Batterie Mitteldeutschland“ zur Fachkräftesicherung in der Batteriewertschöpfungskette



Der durch das BMWK geförderte „Bildungsverbund Batterie Mitteldeutschland“ startet ab April 2023 seine Arbeit. Die SLV Halle GmbH wird bei dem vom Energy Saxony e.V. koordinierten Bildungsverbundprojekt in den kommenden fünf Jahren im Programm „Qualifizierungsmaßnahmen für die Batteriezellfertigung“ mitwirken.

Der weltweit steigende Bedarf an Batterien für vielfältige Anwendungen im Energiesektor, der Automobil- und Elektroindustrie, dem Maschinenbau sowie in der Medizintechnik bei gleichzeitigem Ressourcen- und Fachkräftemangel sowie umweltschutzbedingten Nachhaltigkeitsanforderungen stellt die Batterieindustrie vor große Herausforderungen. Um die Batteriewertschöpfungskette - von der Rohstoffgewinnung bis hin zum Recycling - in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen zu stärken, hat das sächsische Energie- und Umwelttechnologie-Netzwerk Energy Saxony gemeinsam mit neun weiteren Partnern den Bildungsverbund BatterieMD – „Ökosystem Batterie in Mitteldeutschland“ zur Fachkräftesicherung ins Leben gerufen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert das Vorhaben in den kommenden fünf Jahren mit insgesamt rund 7,6 Mio. Euro im Rahmen des Förderprogramms „Qualifizierungsmaßnahmen für die Batteriezellfertigung“, mit dem insgesamt sechs Batterie-Fachkräftecluster in ganz Deutschland unterstützt werden.

Als Projektkoordinator führt Energy Saxony e.V. das Konsortium. Der Projektträger VDI/VDE-IT wird die Maßnahmen des Bildungsverbundes BatterieMD im Förderzeitraum administrativ und fachlich begleiten. Die Projektpartner bilden gemeinsam ein Batterie-Kompetenz-Trio aus Innovationsclustern, Bildungsträgern und Wissenschaft. Beteiligt sind als Netzwerke neben Energy Saxony, der Automotive Cluster

Ostdeutschland e.V. sowie die ELMUG eG, welche sich auf die Themen nachhaltige Fahrzeugentwicklung bzw. elektronische Mess- und Gerätetechnik fokussieren. Unter der Leitung des Berufsbildungswerks Gemeinnützige Bildungseinrichtung des DGB GmbH (Standort Leipzig) werden die Träger der beruflichen Bildung weiterhin vertreten vom ERFURT Bildungszentrum gGmbH (Erstausbildung, Logistik, Elektronik), der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Halle (Fügetechnik), der VHS-Bildungswerk GmbH, AWZ Gotha (Elektronik, Logistik), der Dualen Hochschule Gera-Eisenach (Elektrotechnik) und der Universität Erfurt - Fachgebiet Berufspädagogik und Weiterbildung (Aus- und Weiterbildung). Das Kompetenz-Trio vervollständigt das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) mit dessen Kompetenz von batterietechnologischen Grundlagen bis hin zu Recyclingthemen. Rund um das Thema Sekundärbatterien berät es die Bildungsträger auf wissenschaftlicher Basis. Bei ausgewählten Themen wird das IKTS von Forschungseinrichtungen aus Mitteldeutschland unterstützt. Gemeinsam sollen zunächst aktuelle und künftige Qualifizierungsbedarfe von Unternehmen entlang der mitteldeutschen Wertschöpfungskette der Batteriezellfertigung identifiziert werden, um darauf aufbauend ein systematisches, bedarfsgerechtes und nachhaltiges Qualifizierungskonzept entwickeln, erproben, implementieren und verbreiten zu können.



Lithium-Ionen-Batteriepack-Baugruppe für Elektrofahrzeuge Quelle: 123rf.com © topspeedz

## Mitwirkung im Bildungsverbund Batterie MD

Als erste gemeinsame Maßnahme ist die Analyse der wichtigsten Akteure entlang der Batteriewertschöpfungskette vom Rohstoff über die Zell- und Batterieherstellung, hin zum Batterierecycling geplant. Unternehmen und Forschungseinrichtungen der mitteldeutschen Batteriewertschöpfungskette, die sich über die Aktivitäten und Angebote des Bildungsverbundes BatterieMD informiert werden möchten, können sich unter folgendem Link registrieren: [www.eveeno.com/batterieMD](http://www.eveeno.com/batterieMD)

Gefördert durch:



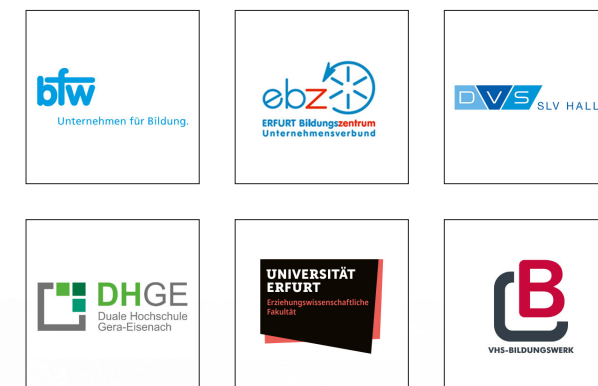
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Übersicht der Projektpartner

### Innovationscluster



### Bildungsträger



### Wissenschaftliche Einrichtungen



Glossar zum Jahresrückblick

- A

**AG SP:** Arbeitsgruppe »Schulung und Prüfung« des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V.

**Akkreditierung:** Eine allgemein anerkannte Instanz bescheinigt das Erfüllen bestimmter Eigenschaften.\*

**Auditierung:** Etwas als externer Prüfer auf die Erfüllung bestimmter [Qualitäts]standards hin bewerten und anschließend zertifizieren.\*
- C

**CAM:** Computer-aided manufacturing; rechnerunterstützte Fertigung.
- E

**ECWRV:** European Committee for Welding of Railway Vehicles.

**EN:** Europäische Normen; ratifizierte Regeln, die durch einen öffentlichen Normungsprozess entstanden sind.
- F

**Fügetechnik:** das dauerhafte Verbinden von mindestens zwei Bauteilen.\*
- I

**Inhouse-Schulungen:** Schulungen im eigenen Unternehmen.

**IWE:** International Welding Engineer.
- K

**KOR-Schein:** Qualifikationsnachweis für Korrosionsschutzarbeiten.

\* **Quelle:** »Duden: Die deutsche Rechtschreibung.«, Bibliographisches Institut GmbH.

- M

**Metallographie:** Teilgebiet der Metallkunde, das mit mikroskopischen Methoden Struktur und Eigenschaften der Metalle untersucht.\*

**Metallurgie:** Wissenschaft von der Gewinnung der Metalle aus Erzen.\*

**MSG-Schweißen:** Metallschutzgasschweißen.
- N

**NAS:** DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren des DIN – Deutsches Institut für Normung e. V.

**NWT:** DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie.
- W

**WPS:** Welding Procedure Specification; Daten für Schweißverfahren nach beglaubigter Schweißvorschrift.
- Z

**ZTV-ING:** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten.

**ZfP:** Zerstörungsfreie Prüfung.

Kontakte zur fachlichen Erstberatung

| Abteilung                   | Telefon           | E-Mail                 |
|-----------------------------|-------------------|------------------------|
|                             | +49 345 5246 -    |                        |
| Geschäftsführung            | - 100             | gf@slv-halle.de        |
| Werkstofftechnik            | - 200             | wt@slv-halle.de        |
| Qualitätssicherung          | - 300             | qs@slv-halle.de        |
| Aus- und Weiterbildung      | - 400             | auw@slv-halle.de       |
| Forschung und Entwicklung   | - 500             | fue@slv-halle.de       |
| Marketing                   | - 600             | marketing@slv-halle.de |
| EDV                         | - 700             | software@slv-halle.de  |
| Lehrgangsanmeldung          | - 900             | anmeldung@slv-halle.de |
| Betriebsstätte Dresden      | +49 351 88342-716 | dresden@slv-halle.de   |
| Betriebsstätte BTZ Bernburg | +49 3471 34678-0  | bernburg@slv-halle.de  |

Impressum

|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Herausgeber</b><br>SLV Halle GmbH<br>Köthener Straße 33a<br>06118 Halle (Saale)<br><br>T +49 345 5246 - 0<br><br>www.slv-halle.de<br>halle@slv-halle.de | <b>Verfasser</b><br>SLV Halle GmbH<br><br><b>Satz und Redaktion</b><br>Sven Noack<br>Daniel Proschek<br>Annalena Schwieger<br><br><b>Erscheinungsjahr</b><br>2024 | <b>Bildnachweis</b><br>SLV Halle GmbH<br>Cover: © 123rf.com, altitudevisual<br>Seite 7: © 123rf.com, kzenon<br>Seite 10: © 123rf.com, jackf<br>Seite 11: © shutterstock_1124867465<br>Seite 24: © 123rf.com, kasto<br>Seite 29: © 123rf.com, topspeedz |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

