

Abschlussbericht zu Nr. 8.1 NKBF 98

ZE: Salzgitter Europlatinen GmbH Eisenhüttenstraße 99 38239 Salzgitter	Förderkennzeichen: 03LB2034D
Vorhabensbeschreibung: Mit der digitalen Prozesskette das Leichtbaupotenzial der Zukunft erschließen: Tailor Welded Blanks (TWBs) aus höchstfesten Stählen.	
Projektleiter: Paul Joos	Tel.: +49 (0) 151 14254449 E-Mail: joos.p@salzgitter-ag.de
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021 – 31.07.2024	

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz unter dem Förderkennzeichen 03LB2034D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Allgemeinteil, Ziele und Aufgabenstellung.....	3
Projektablaufplanung und Durchführung	4
Projektablaufplan	4
Arbeitspaket 1 und 2.5: Vorbereitende Arbeiten sowie Unterstützung in der Herstellung von TWBs unter Serienbedingungen.....	5
Übersicht über Ein- und Ausgangsparameter	5
Materialbeistellung und Auswahl.....	5
Probenherstellung:.....	6
Qualitätsanforderung der Schnittkanten	6
Ebenheitsanforderung.....	7
Herstellung der Schweißproben.....	8
Arbeitspaket 3: Herstellung der Prototypen	9
Arbeitspaket 5.1: Bewertung des Lebenszyklus	10
2.2 Der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	12
2.3 Der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	12
2.4 Des Voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwendbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwendungsplans	12
2.5 Des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	13
2.6 Der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr.11.	13

Allgemeinteil, Ziele und Aufgabenstellung

Für die Salzgitter AG, vertreten durch die Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH (SZMF) und die Salzgitter Europlatinen GmbH (SZEP) steht die Qualifizierung ihrer höchstfesten Stähle, deren Verarbeitung und deren Anwendung im Produkt „Fahrzeug“ im Mittelpunkt. Für die Salzgitter AG ist es entscheidend, neue Stahlanwendungen für Ihre höchstfesten Dual und Complexphasenstähle im relevanten Absatzmarkt PKW zu identifizieren und technisch in ihrer Verarbeitung zu validieren. Dabei bieten höchstfeste TWBs aus o. a. Werkstoffen ein bislang nicht genutztes Leichtbau- und damit CO₂-Einsparungspotenzial. Zentrale Fragen sind dabei zum einen - wie auch in der geschweißten Platine - die exzellenten Leichtbaueigenschaften des Grundwerkstoffs im Sinne eines maximalen Werkstoffausnutzungsgrads erhalten werden können. Zum anderen ist zu beantworten, wie sich unterschiedliche Werkstoffklassen gleicher Festigkeit aufgrund ihrer mechanisch-technologischen Unterschiede in der Eignung für TWBs verhalten. Die dabei gesammelten Erkenntnisse sollen sowohl in die Weiterentwicklung der Stähle als auch in die Prozesse der Simulation und Fertigung rückgekoppelt werden. Für die Salzgitter Europlatine steht hingegen die sichere Verarbeitung derartiger Stähle in einem industriellen Tailor Welded Blanking Prozess im Vordergrund, der bislang noch nicht für derartige höchstfeste Güten etabliert ist. Neben der Erlangung des erforderlichen Verarbeitungs-Know-Hows sind zudem Kenntnisse aus der Methodenplanung höchstfester TWBs beim späteren Kunden relevant um die eigene Prozesskette darauf abzustimmen und zu optimieren [1].

Ein weiterer Aspekt für die Salzgitter AG in der Rolle als Stahlproduzent und -weiterverarbeiter hat sowohl aus eigenem Interesse aber auch aus Sicht seiner Kunden ein hohes Interesse CO₂ Emissionen zu senken. Neben der Entwicklung CO₂ reduzierter Stahlherstellverfahren (vgl. Projekt Salcos(R): <https://salcos.salzgitter-ag.com> und erster kommerziell verfügbare Greensteelprodukte: <https://www.salzgitter-ag.com/de/newsroom/pressemitteilungen/details/tuev-sued-erstellt>) kommt der CO₂ Reduktion im fertigen Produkt durch passende Leichtbaumaßnahmen eine starke Bedeutung zu. Dabei stellen Tailor Welded Blanks aus höchstfesten Stählen eine ökologisch aber auch vor allem ökonomisch hoch interessante Lösung dar, die bislang nur geringfügig genutzt wird. Die im Projekt adressierten Stahlgüten sind in Freigabe bei den Kunden bzw. sind schon am Markt verfügbar. Die erforderlichen Fertigungstechnologien um daraus passende Tailor Welded Blanks zu fertigen sind ebenso verfügbar und können bedarfsgerecht optimiert werden. Damit ergeben sich sehr positive Randbedingungen, die eine wirtschaftliche Verwertung dieser Produktidee sehr wahrscheinlich machen [2].

Das finale technische Ziel beider Partner ist es, mit Abschluss des Projektes Werkstoffe, Fertigungsprozesse sowie die Anwendung beim Kunden erfolgreich entwickelt und qualifiziert zu haben und damit ein neues Geschäftsfeld etablieren zu können. Des Weiteren soll im Lauf des Projektes eine Lebenszyklusanalyse für die Herstellung eines TWB erstellt werden. Die Partner SZMF und SZEP werden hierbei den Stahlerzeugungsprozess sowie die TWB-Herstellung betrachten. Die Weiterbearbeitung sowie die Nutzungsphase liegen bei dem Partner VW [3].

Verwendete Literatur:

[1];[2];[3]: Langantrag TWBlock

Projektablaufplanung und Durchführung

Projektablaufplan

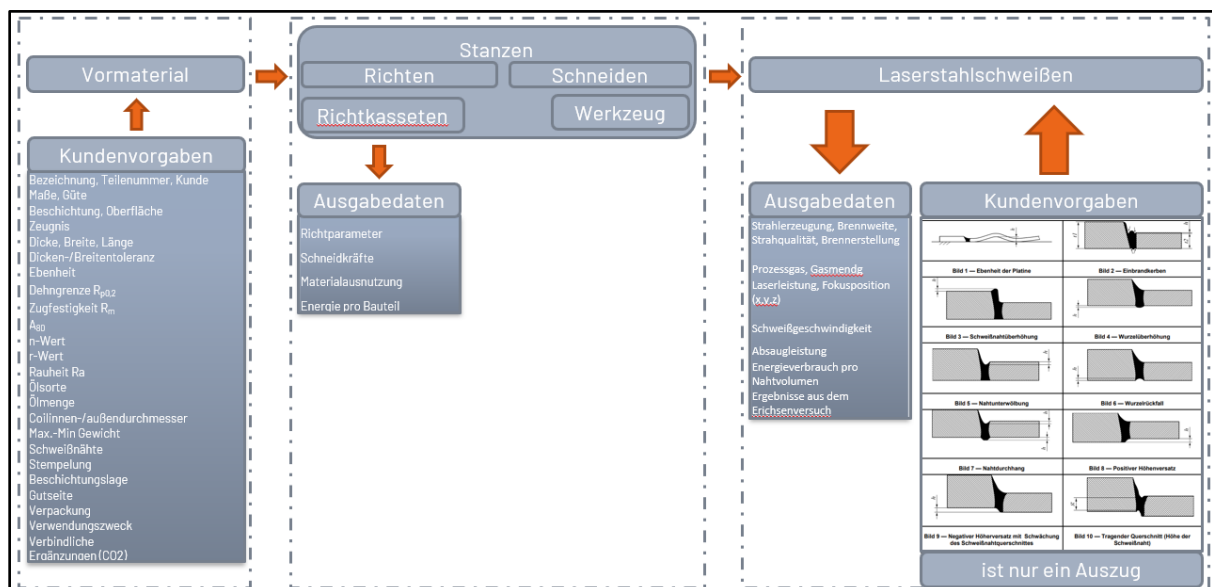
Projektablaufplan			1. Jahr				2. Jahr				3. Jahr			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
AP0	Projektmanagement	IPK	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
AP1	Vorbereitende Arbeiten	alle	█											
AP2	Charakterisierung höchstfeste Materialien													
2.1	Charakterisierung Schweißnaht	IPK	█	█										
2.2	Charakterisierung Umformeigenschaften	NMF	█	█										
2.3	Schweißtechnische Werkstoffcharakterisierung und Metallurgie	SZMF	█	█	█									
2.4	Erhebung der Datenquellen	d-fine	█	█										
2.5	Beratung TWB und Datenhandling	VW / SZEP	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
AP3	Aufbau Blockchain und Simulation													
3.1	Modellaufbau + Validierung Schweiß- und Umformsimulation	IPK		█	█	█	█							
		NMF		█	█	█	█							
3.3	Durchführung der Validierungsexperimente	SZMF			█	█	█							
3.4	Etablierung des Datenmanagements	d-fine	█	█	█	█								
AP4	Optimierung mit bidirektionalem digitalem Zwilling													
4.1	Virtuelle Parameterstudie, Optimierung mit digitalem Zwilling	IPK					█	█	█	█				
		NMF					█	█	█	█				
4.2	Optimierte Schweißversuche	SZMF					█	█	█	█				
4.3	Individualisierte Interfaces, Zugriffs- und Rechtemanagement	d-fine				█	█	█	█					
AP5	Lebenszyklusanalyse (LCA)													
5.1	Bewertung des Lebenszyklus	SZMF						█	█	█				
5.2	Parametrisierte Implementierung in digitale Prozesskette	d-fine							█	█				
5.3	Ermittlung CO ₂ Footprint Nutzungsphase	VW						█	█					
AP6	Demonstration des vollintegrierten Konstruktionskonzepts													
6.1	Optimierung mittels digitalen Zwillings	IPK											█	█
		NMF											█	█
6.2	Herstellung der Prototyp TWB	SZEP											█	█
6.3	Datenhandling-Test am Prototypen	d-fine											█	█
6.4	Herstellung und Bewertung Prototypenbauteil	VW											█	█
AP7	Dokumentation und Technologietransfer													
7.1	Dokumentation und Transfer	alle												█
	Konsortialtreffen (Web oder Präsenz)		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	Meilensteine					◆				◆				◆

Die SZEP steht bei dem Projekt hauptsächlich beratend zur Verfügung sowie unterstützend für die Herstellung der notwendigen TWBs für die Versuchsreihen und die Prototypenbauteile.

Arbeitspaket 1 und 2.5: Vorbereitende Arbeiten sowie Unterstützung in der Herstellung von TWBs unter Serienbedingungen.

Übersicht über Ein- und Ausgangsparameter

In der folgenden Übersicht werden die Ein- und Ausgangsparameter, welche bei der Herstellung von einem TWB benötigt werden, dargestellt. Anhand derer wurden, in Abstimmung mit den Projektpartnern, die notwendigen Ein- und Ausgangsparameter festgelegt und bei der Erstellung des digitalen Zwillings verwendet. Die genauen Informationen hierzu können den Abschlussberichten der jeweiligen Projektpartner entnommen werden. Besonders für die Schweißuntersuchungen und Schweißsimulationen müssen die Vorgaben der Schweißnahtgeometrie, die vom Kunden festgelegt und gefordert werden, Berücksichtigung finden.



Materialbeistellung und Auswahl

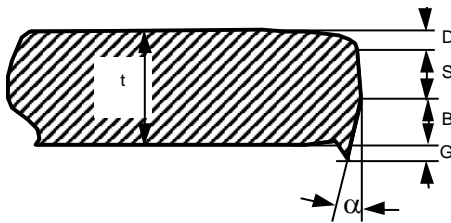
In der Versuchsvorbereitung wurden, gemeinsam mit den Projektpartnern, die zu untersuchenden Materialien festgelegt und die erforderlichen Mengen für die Versuchsreihen definiert. Das benötigte Material wurde seitens der SZAG zur Verfügung gestellt.

Nr.:	Materialgüte	Blechdicke
Pos 1	CR780Y980T-CH GI	1,5
Pos 2	CR780Y980T-CH GI	1,2
Pos 3	HC660XD	1,5
Pos 4	HC660XD	1,2
Pos 5	CR440Y780T-DP GI	1,35
Pos 6	CR440Y780T-DP GI	0,7
Pos 7	CR440Y780T-DP GI	1,35
Pos 8	CR780Y980T-CH GI	1,5
Pos 9	CR780Y980T-CH GI	1,2

Probenherstellung:

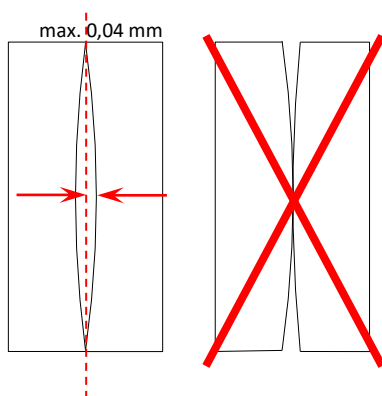
Parallel zur der Materialfestlegung und -beschaffung wurde eine Prozesskette zur Herstellung der Bauteile bei SZEP geprüft und festgelegt. Bei der Herstellung der TWBs muss besonderes Augenmerk auf die Platinenebenheit und die Schneidkantenqualität, die für ein prozesssicheres Schweißen von Blechen notwendig ist, gelegt werden.

Qualitätsanforderung der Schnittkanten

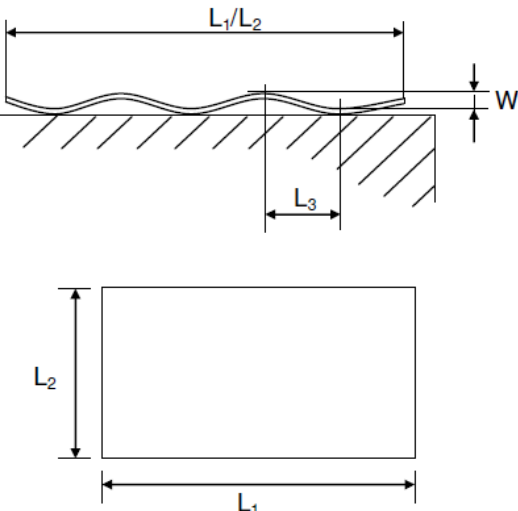
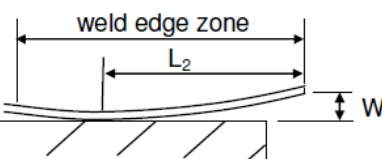


Schnittgrat	G.	mm	max. 0,04 mm
Schnittanteil			≥ 25 %
Bruchwinkel	α	Grad	< 6
Plastische Verformung	D	mm	< 0.1 · t
Lage des Schnittgrates			unten oder oben, während eines Fertigungsloses jedoch unverändert

Die Form der Schnittkanten (Schweißkanten) darf nicht konvex, sondern nur konkav sein. Die maximale Geradheitsabweichung darf 0,04 mm nicht übersteigen.



Ebenheitsanforderung

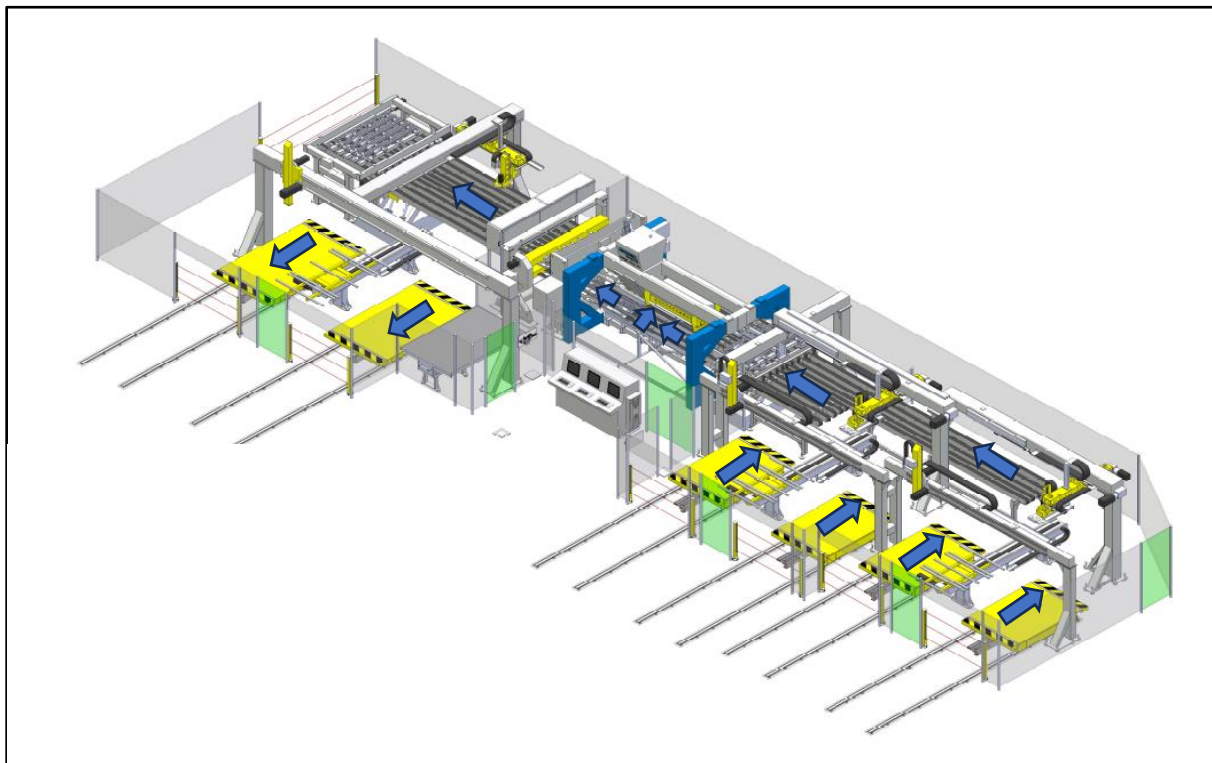
<p>Waviness General</p> 	<p>mm</p>	<p>L_1 = blank length L_2 = blank width $\frac{W}{L_3} \leq \frac{0.1}{2}$ = ascending slope of the wave</p>
<p>Edge zone</p> 	<p>mm</p>	<p>The deviation W in the weld edge zone (200mm distance from the weld edge of the blank) has to be proportional to L_2 as follows:</p> $\frac{W}{L_2} \leq \frac{1}{550}$ <p>$L_2 < \text{weld edge zone}$</p> <p>$L_2$ is measured from the blank edge, towards the centre of the blank, to the point where it first touches the measuring table.</p>
<p>L_1 = blank size $L_2 = 0 \dots 200$</p>	<p>mm mm</p>	<p>$W \leq 5$ $W = L_2 \times \frac{1}{550}$</p>

Aufgrund der im Vorfeld beschriebenen Anforderungen an die Platinenebenheit und die Schnittkantenqualität wurden die Proben bei der Salzgitter Europlatinen GmbH an den Hochleistungspräzisionsscheren erzeugt und anschließend an die Partner verschickt.

Herstellung der Schweißproben

Für die Herstellung der Schweißproben wurde eine vollautomatisierte Laserschweißanlage ausgewählt, an der auch die finalen Längsträger TWBs zum Abschluss des Projektes geschweißt werden sollten. Dadurch wurde eine bessere Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit der Schweißproben zu den realen Bauteilen sichergestellt. In der unteren Abbildung ist die Laserschweißanlage dargestellt. Die Anlage teilt sich in die folgenden vier Anlagenbereiche auf:

- **Entstapelbereich:** Hier werden die einzelnen Platinen den Automatisierungsprozessen zugeführt und an den Folgeprozess, mit Hilfe von Portalrobotern, weitertransportiert.
- **Platinenpositionierung:** An der Stelle werden die Platinen in x- und y- Richtung zueinander ausgerichtet und mittels Magnetkraft in der Position fixiert. Eine zusätzlich Andruckrolle stellt sicher, dass geringe Unebenheiten im Blech kompensiert werden.
- **Schweißbereich:** Der Schweißprozess erfolgt kontinuierlich und wird von In-line-Prozessüberwachung unterstützt. Dieser übernimmt die Kantendetektion sowie deren kontinuierliche Nachverfolgung im Prozess. Des Weiteren werden mittels der Prozessüberwachung die Schweißnähte oben und unten geometrisch vermessen, die Struktur der Schweißnaht auf Ungängen überprüft und bei sämtlichen Abweichungen zu Sollvorgaben automatisiert ausgeschleust. Eine zusätzliche Schweißdrahtvorrichtung mit Regelfunktion ermöglicht ein Schweißen mit Zusatzdraht. Alle im Prozess entstehenden Schweißemissionen werden von einer Hochleistungsabsaugung abgesaugt.
- **Stapelbereich:** Hier werden die fertiggeschweißten Platinen in i.O.- oder NiO- TWBs separiert und auf Wunschposition aufgestapelt.



Als Strahlquelle dient ein Hochleistungsfestkörperlaser der Firma Trumpf. Dieser hat eine Laserleistung von 6 KW bei gleichzeitig hoher Strahlqualität. Die Brennweite liegt bei 200 mm und der Fokussdurchmesser bei 0,6 mm. Ein weiterer Vorteil der Anlage ist das In-line-Nahtkontrollsystem. Mit Hilfe dessen kann der Schweißprozess qualitativ überwacht werden und zusätzlich wird die gesamte Schweißnaht geometrisch vermessen. Diese Daten wurden für die Simulationsanwendungen an die Projektpartner weitergegeben. In der nächsten Tabelle sind die Schweißparameter je Probe abgebildet.

Nr:	TP1		TP2		Schweißparameter					
	Materialgüte	Blechdicke [mm]	Materialgüte	Blechdicke [mm]	Vs [m/min]	P [%]	P [W]	Y [mm]	Z [mm]	Gas [l/min]
Pos1	CR780Y980T-CH GI	1,5	CR780Y980T-CH GI	1,5	7	82	4920	0,01	-2,9	25
Pos2	CR780Y980T-CH GI	1,2	CR780Y980T-CH GI	1,2	7	82	4920	0,01	-2,9	25
Pos8	CR780Y980T-CH GI	1,5	CR780Y980T-CH GI	1,2	7	82	4920	0,01	-2,9	25
Pos9	CR780Y980T-CH GI	1,2	CR440Y780T-DP GI	0,7	7	60	3600	0,01	-2,9	25
Pos7	CR440Y780T-DP GI	1,35	CR440Y780T-DP GI	0,7	7	68	4080	0,01	-2,9	25
Pos6	CR440Y780T-DP GI	0,7	CR440Y780T-DP GI	0,7	7	45	2700	0,03	-2,9	10
Pos5	CR440Y780T-DP GI	1,35	CR440Y780T-DP GI	1,35	7	80	4800	0,01	-2,9	10
Pos3	HC660XD	1,5	HC660XD	1,5	7	85	5100	0,01	-2,9	10
Pos4	HC660XD	1,2	HC660XD	1,2	7	82	4920	0,01	-2,9	10

Nach Fertigstellung der Arbeitspakete 2 und 3 wurde, in Abstimmung mit den Projektpartnern, das Versuchsprogramm für die optimierten Schweißversuche aus dem Arbeitspaket 4.2 erstellt und im Anschluss bei SZEP durchgeführt. Das Schweißen der Versuchsplatten an den Laserschweißanlagen der SZEP stellte sich aufgrund der sehr guten Reproduzierbarkeit der technischen Ausgangsbasis als ein großer Vorteil heraus.

Arbeitspaket 3: Herstellung der Prototypen

Nach dem die ersten Versuchsreihen bei allen Projektpartnern beendet waren, wurden die ersten Prototypen nach Vorgabe erzeugt und anschließend extern umgeformt. Im Anschluss daran wurden die Ergebnisse mit den Projektpartnern besprochen und resultierend hieraus optimierte Schweißversuche definiert. Diese wurden dann komplett bei der Salzgitter Europlatinen GmbH, mit allen dafür notwendigen Arbeitsschritten, erfolgreich durchgeführt.

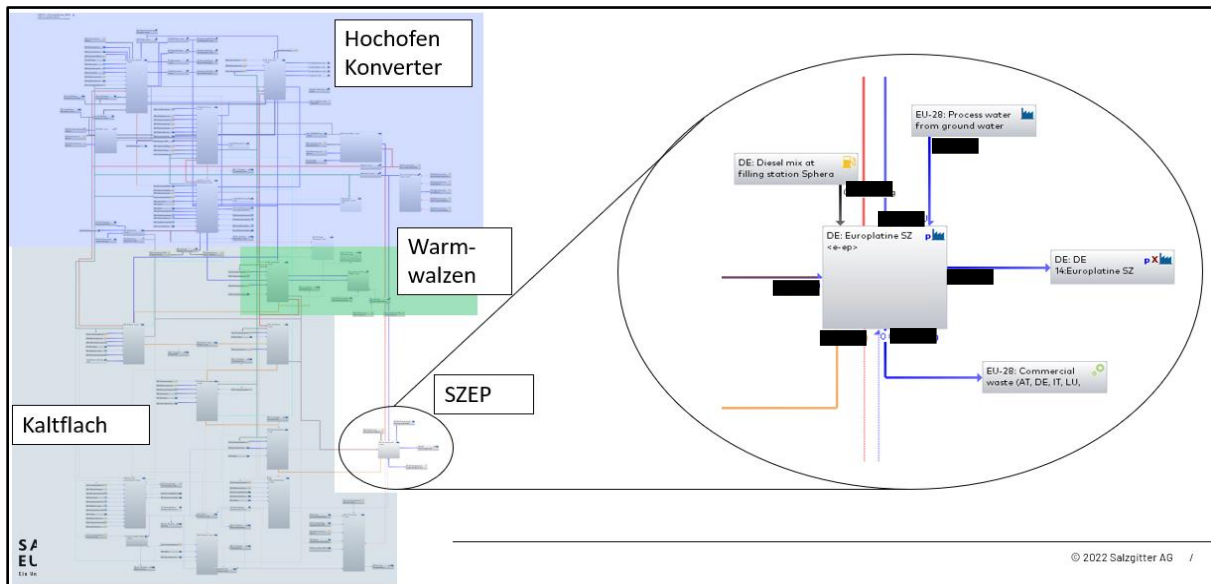
Anschließend wurden die geschweißten Bauteile in einer zweiten und finalen Umformversuchsreihe zu den TWBlock-Referenzmustern umgeformt. Die wissenschaftlich detaillierten Versuchsreihen und Ergebnisse sind in den Berichten der Projektpartner zu finden.

Schweißversuche	Schweißversuchart	Datum	TP1 t [mm]	Werkstoff TP1	TP2 t [mm]	Werkstoff TP2	VS [m/min]	Y [mm]	Z [mm]	P [W]	E [J/cm]	Gas [l/min]	Bemerkung
Schweißversuche	Prototypen Teil 1	15.11.2023	0,7	CR440Y780T-DP GI	1,35	CR440Y780T-DP GI	8,0	-0,30	-2	3600	270,0	25	
Schweißversuche	Prototypen Teil 1	15.11.2023	0,7	CR440Y780T-DP GI	1,2	CR780Y980T-CH GI	8,0	-0,30	-2	3300	247,5	25	
Schweißversuche	ohne Draht	24.01.2024		CR440Y780T-DP GI			8,0	-0,25	-2	4200	315,0	25	
Schweißversuche	mit Draht	24.01.2024		CR440Y780T-DP GI			7,0	-0,20	-1	4500	385,7	25	
Schweißversuche	S-Rail	02.05.2024	0,7	CR440Y780T-DP GI	1,2	CR780Y980T-CH GI	8,0	0,30	-2	3000	225,0	25	opt. Walzrichtung
Schweißversuche	S-Rail	02.05.2024	1,5	CR780Y980T-CH GI	1,5	CR780Y980T-CH GI	8,2	-0,20	-3	4350	318,3	25	opt. Walzrichtung
Schweißversuche	Prototypen Teil 2	11.06.2024	0,7	CR440Y780T-DP GI	1,35	CR440Y780T-DP GI	8,0	-0,30	-2	3600	270,0	20	
Schweißversuche	Prototypen Teil 2	11.06.2024	0,7	CR440Y780T-DP GI	1,2	CR780Y980T-CH GI	8,0	-0,30	-2	4100	307,5	20	

Bei allen Schweißnahtoptimierungen, mit Einhalten der Normvorgaben für TWBs, konnte keine signifikante Verbesserung oder Verschlechterung der Schweißnaht festgestellt werden.

Arbeitspaket 5.1: Bewertung des Lebenszyklus

Die Bewertung des Lebenszyklus von einer TWB wurde in dem Projektvorhaben mittels einer Lebenszyklusanalyse (eng. auf LCA -Life Cycle Assessment) erstellt. Zu Anfang wurden, in Abstimmung mit den Projektpartnern, die Bewertungsgrenzen abgestimmt und festgelegt. Im Anschluss daran hat dann die SZMF ein komplexes Prozessmodell von der Stahlerzeugung bis zum Versand des TWBs erstellt. Das Model wurde mit Unterstützung der Gabi-Software (Nachhaltigkeitssoftware für die Ökobilanzierung) realisiert. Somit konnten Daten, die zu der Bewertungszeit nicht vollständig vorlagen, aus der Datenbank der Gabi-Software verwendet werden. Die Datenerhebung wurde zu Anfang auf das Referenzjahr 2021 zugrunde gelegt. Die nächste Abbildung zeigt das gesamte Prozessabbild für die Herstellung eines TWBs (einzelne Daten sind auf Grund von Datenschutzvorgaben geschwärzt worden).



In der Berechnung sind unter anderem die direkten Emissionen der Salzgitter Flachstahl GmbH (SZFG) sowie der SZEP und die Emissionen, die bei der Herstellung der Rohstoffe freigesetzt werden (Eisenerz, Kohle, Legierungselemente,...), enthalten. Bei der CO₂ Bilanz des Materials wurde noch eine Unterteilung in HDG (feuerverzinktes Material), ELO (elektrolytischverzinktes Material) und KB (unbeschichtetes Kaltband) vorgenommen.

Die aus der Berechnung resultierenden Werte sind die spezifischen CO₂ Emissionen, bezogen auf die Herstellung von 1kg TWB. In der folgenden Tabelle werden die ermittelten Werte für die Herstellung von 1kg TWB aufgezeigt.

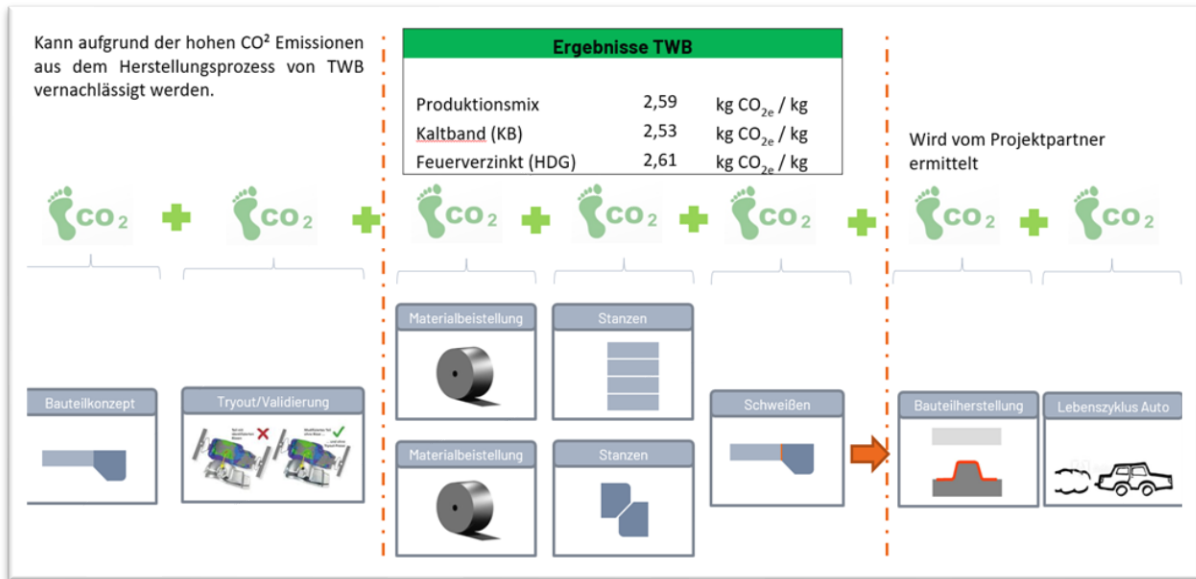
kg CO _{2e} pro kg TWB		
Gesamtproduktion	2,62	kg CO _{2e}
HDG	2,63	kg CO _{2e}
ELO	2,72	kg CO _{2e}
unbeschichtetes KB	2,53	kg CO _{2e}

Im letzten Jahr des Projektes wurde die LCA noch mal verifiziert. Hierbei wurden Daten aus dem Referenzjahr 2022 erhoben und mit Unterstützung der SZMF eine neue LCA für die Herstellung eines TWBs erstellt. Wie zu erwarten, war das Ergebnis nahezu gleich mit der ersten LCA (Referenzjahr 2021). Dieses resultiert aus der Tatsache, dass der größte CO₂-Emitend die Stahlerzeugung ist und die Daten hierfür im Jahr 2021 schon relativ präzise waren. Für die Berechnung wurden Scope 1(direkte Emissionen), Scope 2(Emissionen durch Energie) und Scope 3.1,3.4,3.5 (Emissionen durch Einkaufsgüter, Transport und Abfallbehandlung) verwendet. Die Modellierung ist nach der „World Steel Methodik“ erfolgt. In der nächsten Tabelle ist die Gegenüberstellung der Ergebnisse dargestellt.

	Referenzjahr 2021	Referenzjahr 2022
Feuer verzinkt (HDG)	2,63 kg CO _{2e}	2,61 kg CO _{2e}
Unbeschichtetes Kaltband (KB)	2,53 kg CO _{2e}	2,53 kg CO _{2e}

Aufgrund einer Veränderung des Produktportfolios wurden im Jahr 2022 keine Produkte mit einer elektrolytischen Verzinkung bei der SZEP hergestellt und somit wurde dieses Produkt in dem Vergleich nicht mehr berücksichtigt.

Resultierend aus den Berechnungen, ist der Hauptanteil an den CO₂ Emissionen von TWB der Stahlherstellungsprozess (Hochofen, Kraftwerk, Warmwalzen). Die direkten spezifischen CO₂ Emissionen bei der Anarbeit des Stahls (Stanzen, Schweißen) bei SZEP betragen 0,0034 kg CO₂. Dieses entspricht ca. 0,13 %, von einer Gesamtemission von 2,62 kg CO₂ pro kg TWB. Für die Berechnung wurde ein Schrottanteil von ca. 10,1% für den TWB-Herstellungsprozess berücksichtigt. Resultierend aus den hier gewonnenen Erkenntnissen, kann der CO₂ Abdruck für die Anarbeit in der Zukunft vernachlässigt werden und nur die spezifischen Werte aus dem Stahlerzeugungsprozess als feste Berechnungskennzahlen über das Blockchain weitergegeben werden. Die folgende Grafik stellt einen üblichen Herstellungsprozess eines Tailored Welded Blanks, unterteilt in seinen CO₂ Fußabdruck, dar.



Die rot gestrichelten Linien zeigen die Prozessgrenzen die SZMF und SZEP für die LCA-Analyse berücksichtigt haben.

2.2 Der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Kostenart	Geplante Kosten	Tatsächliche Kosten	Abweichung
Material	12.900,00 €	1.935,81 €	10.964,19 €
Personal	131.835,23 €	63.229,19 €	68.606,04 €
Reisen	2.000,00 €	374,20 €	1.625,80 €
Sonstige	30.116,00 €	35.571,72 €	-5.455,72 €
Gesamt	176.851,23 €	101.110,92 €	75.740,31 €

2.3 Der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

-

2.4 Des Voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwendbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwendungsplans

Die im Rahmen des Projektvorhabens TWBlock durchgeführten Schweißversuche und deren Ergebnisse bezüglich optimaler Schweißparameter können für weitere Projekte und Anwendungen genutzt werden.

Die optimierten Schweißnahtpositionen in einem Umformbauteil können zur Verbesserung, Optimierung und Verkürzung in der Methodenentwicklung genutzt werden. Mit dem erlangten Wissen kann SZEP bei Neuprojekten die Kunden bei eventuellen TWB-Konzepten mit unterstützen.

Das Ermitteln, Ableiten und Festlegen von Emissionskennzahlen erleichtert und verkürzt die Berechnung des CO²-Fussabdruck für bestehende und kommende Produkte.

2.5 Des während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

-

2.6 Der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr.11.

Lemke, J.; Weber, J.; Kompenhans, M.; Hoefemann, M.; Joos, P. (2022): Nachhaltiger im Automobil mit TWB. Kombination aus numerischer Simulation und Blockchain-Technologie erschließt in der Produktion neue Einsparpotentiale von CO₂-Emissionen. In: Stahl+Eisen (Juli 2022), S. 49–53, zuletzt geprüft am 01.07.2022.

Lemke, J.; Weber, J.; Rys, A.; Marx, D. G.; Höfemann, M.; Joos, P. (2023): Tailor Welded Blanking Digital. Wie die Kombination von numerischen Simulationen anspruchsvolle Fragestellungen löst und dabei Material und Emissionen spart. In: Stahl+Eisen 2023 (Oktober 2023), S. 43–47.

Lemke, Josefine; Höfemann, Matthias; Biegler, Max; Rethmeier, Michael (2024): Process strategies for optimizing the cooling behaviour of laser-welded Tailor Welded Blanks made of advanced high strength steels (AHSS). In: Procedia CIRP 124, S. 570–573. DOI: 10.1016/j.procir.2024.08.176.

Weber, J.; Lemke, J.; Sunderkoetter, C.; Haase, P.; Hoefemann, M.; Joos, P.; Merklein, M. (2022): Recourse efficient production of car body parts - implementation of digital twins across process chains, zuletzt geprüft am 11.01.2023.

Lemke, J.: Hochfester Stahl im Automobilbau - Tailor Welded Blanks, Batteriegehäuse und die Einsparpotentiale. Vortrag bei Berlin Partner, Berlin, August 24, 2022

GEPLANT 2024 - Lemke, Weber et al.: Laserwelded TWBs: Influence of the weld seam properties on the forming result (titel TBD). JMPT.