

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Schlussbericht

für das **BMWi-Verbundvorhaben**
„Wirtschaftliche Leichtbautür für Nutzfahrzeuge“ (**WiLeitNu**)

Teilvorhaben der Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG
„**Konzeptionierung, Erarbeitung von Fertigungskonzepten,
Demonstratorfertigung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**“

Projekträger: TÜV Rheinland Consulting GmbH

Förderkennzeichen: 19I16012C

Übersichtsblatt Schlussbericht

Zuwendungsempfänger	Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG Dia-Therm Str. 1 D-57482 Wenden-Altenhof
Förderkennzeichen	19I16012C
Vorhabenbezeichnung	Wirtschaftliche Leichtbautür für Nutzfahrzeuge (WiLeitNu). Teilvorhaben der Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG: Konzeptionierung, Erarbeitung von Fertigungskonzepten, Demonstratorfertigung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Projektträger	TÜV Rheinland Consulting GmbH
Laufzeit des Vorhabens	01.12.2016 bis 30.11.2019
Berichtszeitraum	01.12.2016 bis 30.11.2019
Ausführende Stelle	Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG Projektleiter: Volker Halbe

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 19I16012A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Wenden, 26.05.2020

Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG

Autorenverzeichnis

Die Autoren danken dem BMWi für die Förderung sowie dem Projektträger TÜV Rheinland Consulting GmbH für die Unterstützung und Begleitung der Forschungsarbeiten.

Zudem dankt Muhr Metalltechnik für die freundliche Unterstützung in Einzelthemen durch die Universität Siegen, Lehrstuhl für Umformtechnik sowie durch die Firmen BU Engineering GmbH und SSEB – Smart Solutions & Engineering Boxmeer.

Inhaltsverzeichnis

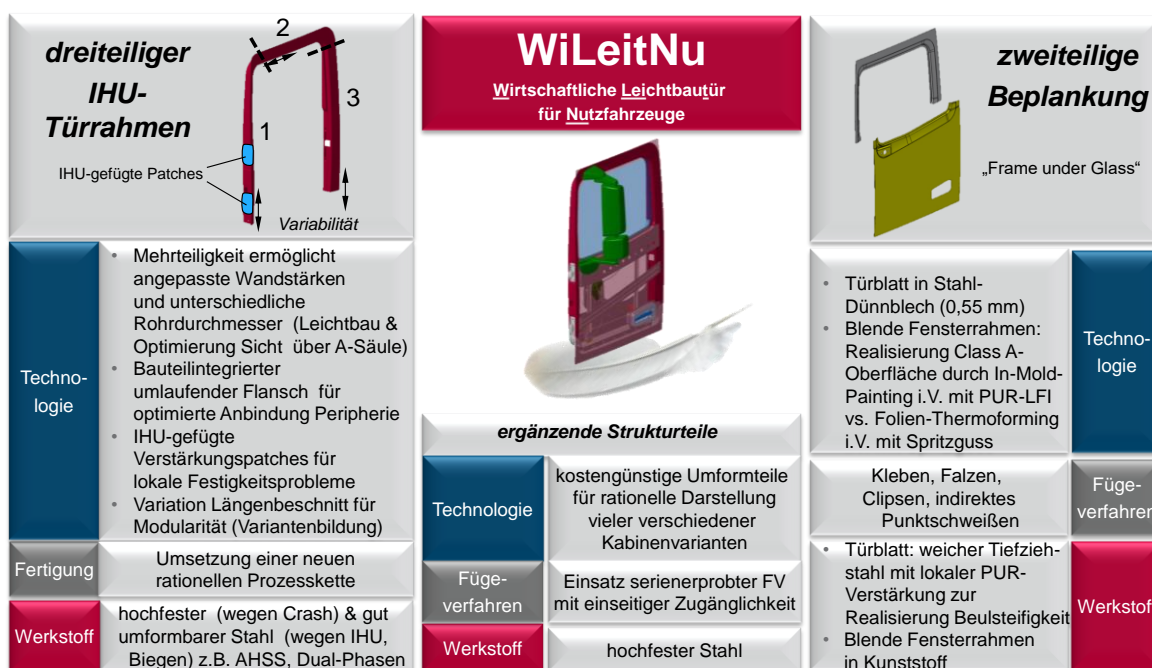
Übersichtsblatt Schlussbericht.....	2
Autorenverzeichnis.....	3
I. Einleitung	5
I.1 Aufgabenstellung.....	5
I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	6
I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens	7
I.4 Stand der Wissenschaft und Technik	10
I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	11
II. Projektergebnisse.....	12
II.1 Abgestimmtes virtuelles Türkonzept liegt vor (AP 1).....	12
II.2 Erarbeitung Fertigungskonzept Beplankung (AP 3)	15
II.3 Prototypenfertigung Lkw-Tür (AP 5)	26
II.3.1 Definition Demonstratorumfang (AP 5.1)	26
II.3.2 Werkzeug- und Vorrichtungskonstruktion (AP 5.2)	27
II.3.3 Werkzeug- / Vorrichtungsbau (AP 5.3) / Prototypenfertigung ET (AP 5.4)	30
II.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (AP 7)	34
III. Ergänzungen	35
III.1 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	35
III.2 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	36
III.3 Nutzen und Verwertbarkeit sowie wirtschaftliche Erfolgsaussichten	37
III.4 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt.....	38
III.5 Erfolgte und Geplante Veröffentlichungen	38

I. Einleitung

I.1 Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war die prototypische Realisierung einer stahlintensiven Leichtbauweise am Beispiel einer Lkw-Tür. Gegenüber dem Stand der Technik sollte damit ohne Mehrkosten 20% Gewicht eingespart werden. Durch eine profilintensive Bauweise mit hydrogeformten Profilen aus hochfestem Stahl als zentrales Element der Tragstruktur und einer Leichtbaubepunktung soll sie überlegene Struktureigenschaften bei gleichzeitig höchster Robustheit erzielen. Sie sollte durch Minimierung des Sichtverdeckungswinkels für den Lkw-Fahrer zur Verbesserung der Ergonomie und Verkehrssicherheit beitragen. Im Anwendungsbeispiel soll die Tür zukünftig dabei helfen, die Kabine bei den ECE-R29-Crashtests strukturell zu verstärken und den Überlebensraum für den Fahrer besser zu erhalten.

Im Projekt sollte die Konzepttauglichkeit am Beispiel von seriennah gefertigten Prototypen nachgewiesen werden. Diese Prototypen integrieren die Ergebnisse der industriellen Forschungsarbeiten zur Herstellung des hydro-geformten Türrahmens, dem prozessintegrierten Fügen von lokalen Verstärkungen, der angepassten Fügetechnologie und der Leichtbaubepunktung. Auf Basis der seriennah gefertigten Lkw-Tür-Demonstratoren hat eine Validierung des Gesamtkonzeptes auf dem Prüfstand unter Serienprüfbedingungen stattgefunden.



I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Verbundprojekt deckte mit allen beteiligten Partnern die notwendige Forschungs- und Wertschöpfungskette ab. Das Verbundprojekt ermöglichte die integrierte Bearbeitung der Themen von der Konzeption und Werkstoffqualifizierung über die Auslegung, Konstruktion und Simulation und bis hin zur Verifikation anhand eines Demonstrators entsprechender Größe.

Nachstehend sind die beteiligten Verbundpartner aufgeführt. Zu Beginn schlossen folgende Forschungseinrichtungen und Industriefirmen eine entsprechende Kooperationsvereinbarung ab.

Industriepartner:

- Fischer Hydroforming GmbH
- Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG
- EDAG Engineering GmbH

„Externe Hilfe“

- Universität Siegen
- BU Engineering GmbH und SSEB
- Smart Solutions & Engineering Boxmeer

Die Muhr Metalltechnik GmbH mit Firmensitz in Wenden ist ein mittelständisches Familienunternehmen der Auto-mobil-Zulieferindustrie. Mit 180 Mitarbeitern wird aktuell ein Umsatz von etwa 40 Mio. Euro erwirtschaftet. Das Unternehmen hat sich zum erfolgreichen Automobilzulieferer entwickelt. Kernkompetenzen sind die Herstellung von Schnitt-, Stanz- und Ziehwerkzeugen, Serienproduktion von Stanzteilen aus Stahl und Aluminium für Karosseriestrukturen, welche firmenintern zu kompletten Schweißbaugruppen weiterverarbeitet werden, Tiefziehteile, Rohrstreben für die Karosserie-Versteifung oder auch Formplatinen für die Weiterverarbeitung in Hotforming-Anlagen. Der moderne Maschinenpark umfasst unter anderem mechanische Stanzautomaten bis 1.100 to Presskraft, hydraulische Tiefzieh-Pressen, (3D-) Laser-Schneidmaschinen, diverse Roboter-Schweißzellen sowie leistungsfähige Werkzeugmaschinen. Die Hauptkunden sind u.a. die großen südwestfälischen Autozulieferer wie etwa die Kirchhoff Automotive GmbH, sowie namhafte Automobil- und Nutzfahrzeughersteller wie z.B. MAN Nutzfahrzeuge AG, Daimler AG, die direkt beliefert werden. Zum aktuellen Produkt-Portfolio gehören unter anderem kleine und mittlere Serien von Lkw-Türen, Kabinen-Komponenten von Traktoren und Außenhaut-Verkleidungen für Nutzfahrzeuge. Die Muhr Metalltechnik versteht sich innerhalb des Projekts als Werkzeug- und Prototypenbauer, Fertigungsbetrieb für die Vorserien und bei entsprechender Marktreife als Serienlieferant für die erforderlichen Anbauteile. Als direkter Zulieferer der Nutzfahrzeug-Industrie hat Muhr Metalltechnik darüber hinaus den erforderlichen Marktzugang zu den wichtigsten Herstellern.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das WiLeitNu-Teilvorhaben von EDAG hatte eine Laufzeit vom 01.12.2016 bis 30.11.2019, respektive 36 Monate. Das Teilvorhaben konnte in allen Arbeitsinhalten vollständig und fristgerecht zu dem avisierten Termin abgeschlossen werden. Der Projektaufbau war so gestaltet, dass die einzelnen Projektphasen weitestgehend inhaltlich aufeinander aufbauend abgestimmt sind, wobei einige Projektphasen auch parallel zueinander verlaufen. Grundsätzlich gliedert sich die Projektstruktur in vier Säulen, an denen die Verbundpartner mit unterschiedlichen Arbeitspaketen beteiligt waren.

Für Muhr Metalltechnik resultierten folgende Arbeitspakete und Themenschwerpunkte:

- **AP 1 Virtuelles Türkonzept**
 - AP 1.2 Vorauslegung CAD-Konstruktion Lkw-Tür, Anpassung LightCab-Kabine

- **AP 3 Erarbeitung Fertigungskonzept Beplankung**
 - AP 3.1 Erarbeitung Fertigungskonzept Türblatt

- **AP 5 Prototypenfertigung Lkw-Tür**
 - AP 5.1 Definition Demonstratorumfang
 - AP 5.2 Werkzeug- und Vorrichtungskonstruktion
 - AP 5.3 Werkzeug- und Vorrichtungsbau
 - AP 5.4 Prototypenfertigung Einzelteile

- **AP 7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
 - AP 7.1 Bewertung Einzelteilkosten
 - AP 7.3 Bewertung ZSB-Kosten (Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung)

Als zentrale Kommunikationsplattform, insbesondere für den Dokumentenaustausch der Partner, diente eine virtuelle Projektplattform mit gesicherten, persönlichen Zugängen, die vom Verbundpartner EDAG eingerichtet und administriert wurde.

Durch regelmäßige Verbundtreffen aller Partner wurden der Fortschritt und die Projektausrichtung dokumentiert und im Rahmen der Zielsetzungen bedarfsweise angepasst. Darüber hinaus fanden regelmäßige Arbeitstreffen und Telefonkonferenzen statt, um die laufenden und anstehenden Arbeiten abzustimmen und um den Informationsaustausch zwischen den Verbundpartnern zu gewährleisten.

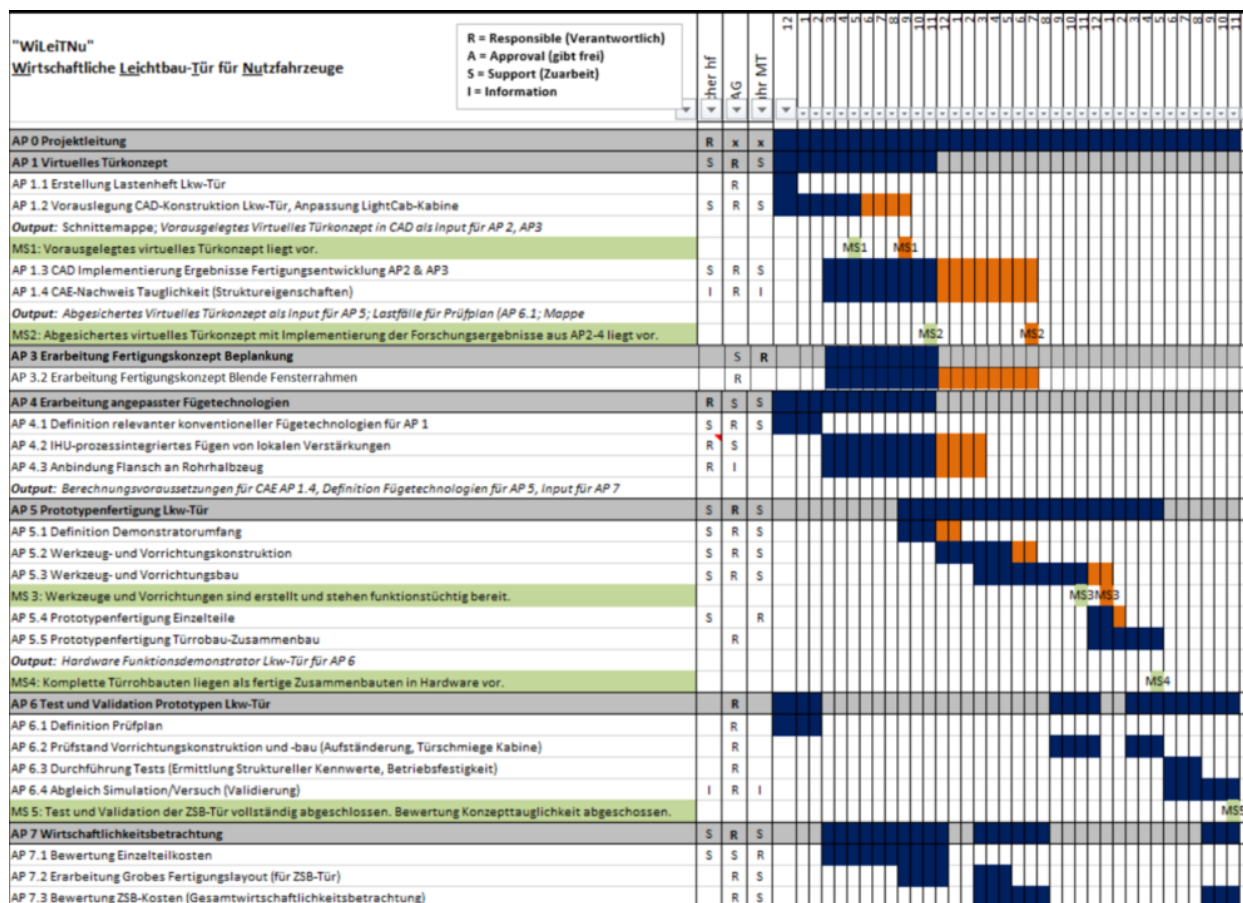


Bild I.3-1: Balkenplan mit relevanten Arbeitspaketen

Für das Projekt wurden fünf Meilensteine definiert.

Meilenstein	Zeitpunkt	Abschluss von	Messkriterien
MS1	Soll: 05/2017 Ist: 09/2017	AP 1.1 AP 1.2	Vorausgelegtes virtuelles Türkonzept liegt vor.
MS2	Soll: 11/2017 Ist: 07/2018	AP 1.3 AP 1.4	Abgesichertes virtuelles Türkonzept mit Implementierung der Forschungsergebnisse Ap2-4 liegt vor.
MS3	Soll: 11/2018 Ist: 01/2019?	AP 5.1 AP 5.2 AP 5.3	Werkzeuge und Vorrichtungen sind erstellt und stehen funktionstüchtig bereit.
MS4	Soll: 05/2019 Ist: 05/2019?	AP 5.4 AP 5.5	Komplette Türrohbauteile liegen als fertige Zusammenbauten in Hardware vor.
MS5	Soll: 05/2019 Ist: 05/2019?	AP 6	Test und Validation der ZSB-Tür vollständig abgeschlossen. Bewertung Konzepttauglichkeit abgeschlossen.

Bild I.3-2: Projektmeilensteine

Alle Meilensteine konnten erfolgreich erreicht werden, teilweise lagen aber terminliche Verzögerungen vor, die aber auf das Ergebnis des Gesamtprojekts keine Auswirkungen hatten.

Die Berichterstattung der jeweiligen Arbeitsergebnisse erfolgte eigenverantwortlich durch jeden Verbundpartner. Der Inhalt des vorliegenden Berichts beschränkt sich in den folgenden Kapiteln im Wesentlichen auf die durch die Muhr Metalltechnik erarbeiteten Ergebnisse, welche in enger Abstimmung mit den Verbundpartnern erarbeitet und abgeglichen wurden.

I.4 Stand der Wissenschaft und Technik

Bauweisen für Türrohbauten von Nutzfahrzeugetüren

Ein Großteil der Türen von schweren Lkw (Fahrzeugklasse N3) ist in einer Stahl-Schalenbauweise gestaltet. Diese Bauweise überzeugt durch vergleichsweise niedrige Bauteilkosten für Stückzahlen ab etwa 20.000 Fahrzeugen/Jahr bei guten Struktureigenschaften. Nachteilig an ihr ist zum einen das relativ hohe Gewicht und die vergleichsweise hohen initialen Werkzeuginvestkosten. Für kleine Stückzahlen im Bereich von 500-5000 Fahrzeugen/Jahr existieren Sonderlösungen mit niedrigem Werkzeuginvest, etwa einer Aluminium-Spaceframe-Bauweise. In einer virtuellen Vorentwicklungsstudie zum stahlintensiven Leichtbau-Lkw-Tür am Beispiel des EDAG LightCab wurde das Potential aufgezeigt, dass sich mithilfe neuer Stahlwerkstoffe in Kombination mit fortschrittlichen Formgebungs- und Fügetechnologien kostenneutral Gewichtseinsparungen von etwa 20 % heben lassen.

Beplankungskonzepte

Die Außenhaut aktueller Türen von schweren Nutzfahrzeugen wird heute fast ausnahmslos als einteilige Lösung in Stahl umgesetzt. Sie ist integraler Bestandteil der Tür in Stahl-Schalenbauweise und trägt erheblich zur Steifigkeit der Gesamttür bei. Sie wird typischer Weise in einem Falzprozess mit der inneren Tragstruktur verbunden. Die Außenhaut hat neben strukturmechanischer Bedeutung auch die Funktion der Abschottung und Abdichtung des Kabineninnenraumes vor der Umgebung.

Die einteilige Außenhaut integriert heute sowohl das Türblatt, als auch den Fensterrahmen. Nachteilig ist an dieser Lösung, dass ein großer Teil der Außenhaut in Form des Fensterausschnittes nach der Beschnittoperation im Presswerk nicht mehr verwendet werden kann und als teurer Schrott recycelt wird.

Der Fensterrahmen wird als sichtbares Teil in Wagenfarbe gestaltet. Eine hochwertigere optische Anmutung mit umgreifender Verglasung und einer Abdeckung der Fensterrahmen-Tragstruktur („Frame under Glass“-Konzept) wurde bisher nicht umgesetzt.

Fügetechnologie

Bei der üblichen Stahl-Schalenbauweise kommen zahlreiche kleine und große gepresste oder gekantete Blechstrukturen zum Einsatz, die durch verschiedene Fügeverfahren zu geschlossenen Profilen zusammengebaut werden und im Verbund eine hohe Steifigkeit erzielen.

Bei dieser Bauweise sind die Fügestellen in der Regel von beiden Seiten zugänglich. Typische Fügeverfahren hierfür sind das Widerstandspunktschweißen, Laserschweißen (mit/ohne Zusatzwerkstoff). Zusätzlich kommen noch verschiedene Klebungen zum Einsatz, etwa das Strukturkleben, Unterfütterungskleben und Falzen/Bördeln.

Eine Umsetzung für die im Projekt angedachte lokale Rohrverstärkung in Form einer Patchlösung ist aus dem Stand der Technik nicht bekannt und damit neu.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Muhr Metalltechnik dankt folgenden Unternehmen und Einrichtungen für die qualifizierte und termingerechte Unterstützung:

- Universität Siegen, Lehrstuhl für Umformtechnik:
 - Unterstützung bei Umformsimulationen Strukturteile
 - Erarbeitung Fertigungskonzept für das Biegeteil „Schachtrohr innen“
 - Prototypische Herstellung der Bauteile „Schachtrohr innen“

- BU Engineering GmbH
 - Umformsimulationen Strukturteile

- SSEB - Smart Solutions & Engineering Boxmeer
 - Mitarbeit bei den Herstellbarkeitsbewertungen und Erarbeitung von Lösungsvorschlägen bei kritischen Umformthemen
 - Generelle Umformsimulationen aller Strukturteile
 - Konstruktion der benötigten Umformwerkzeuge
 - Feedback und Diskussion nach und während dem Abpressen der ersten Teile sowie bei den Bewertungen der Messberichte und den daraus abgeleiteten Maßnahmen zur Werkzeugoptimierung

II. Projektergebnisse

Für Muhr Metalltechnik kristallisierten sich folgende Projektziele heraus:

Nr.	Ziel	Status
1	Abgestimmtes virtuelles Türkonzept liegt vor (AP 1)	erreicht
2	Fertigungskonzept Beplankung erarbeitet (AP 3)	erreicht
3	Einzelteile der Prototypen LKW-Tür gefertigt (AP 5)	erreicht
4	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung abgeschlossen (AP 7)	erreicht

II.1 Abgestimmtes virtuelles Türkonzept liegt vor (AP 1)

Unter der Leitung von EDAG wurde das virtuelle Türkonzept mit Unterstützung der Verbundpartner Fischer und Muhr Metalltechnik im Laufe des ersten Jahres vom ersten Entwurf bis hin zum finalen Stand immer weiter verfeinert und fertiggestellt.

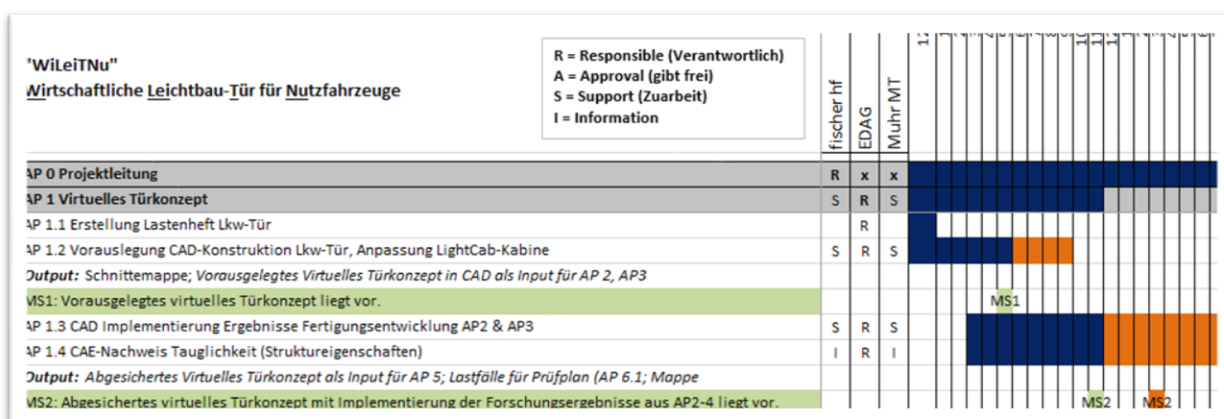


Bild II.1-1

Mit Abgabe der Projektskizze im Jahre 2016 war für Muhr Metalltechnik die Herstellung von 9 Strukturteilen mit insgesamt 12 Werkzeugen geplant (Bild II.1-2)

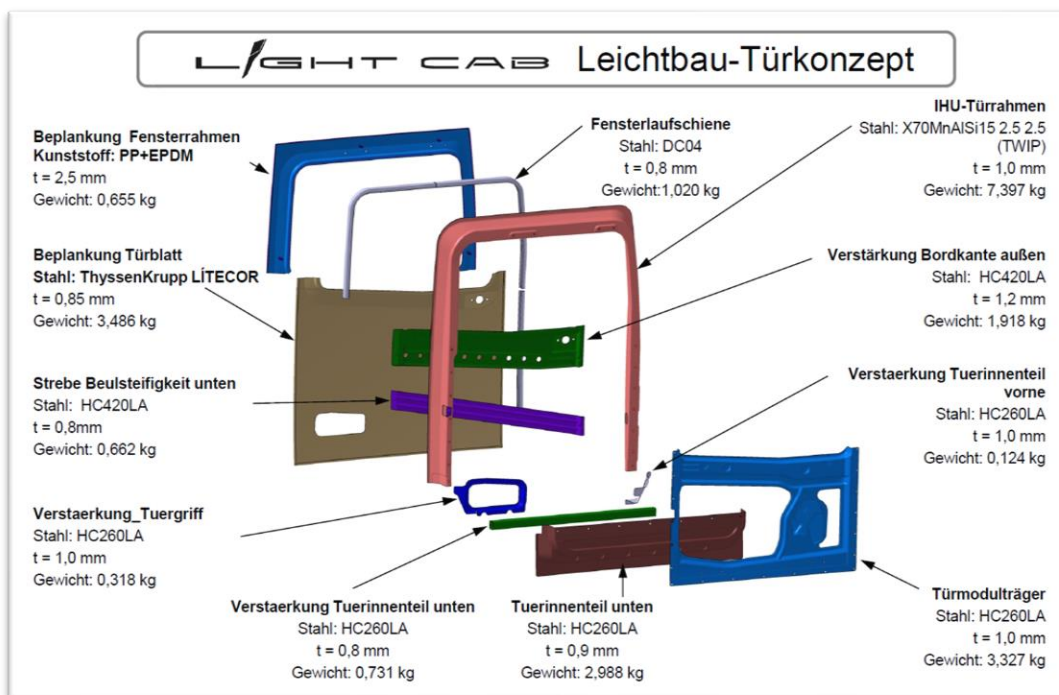


Bild II.1-2 – Ursprüngliche Planung: 9 Strukturteile mit 12 Werkzeugen

Es wurden verschiedenste Lösungsmöglichkeiten untersucht. Dabei wurden auch viele Varianten betrachtet, die nach Rücksprache mit den Fachexperten von Fischer Hydroforming und Muhr Metalltechnik aufgrund von Herstellbarkeitsproblemen wieder verworfen worden sind.

Ein Dateneingang bei Muhr Metalltechnik von über 35 Datensätze zeigt die Komplexität und den Arbeitsaufwand der Optimierungen, *Bild II.1-3*

Name	Typ	Änderungsdatum
160217 - igs	Dateiordner	18.02.2016 11:29
160217_Anfragedaten	Dateiordner	10.08.2018 20:28
160218 - CatiaV5	Dateiordner	10.08.2018 20:28
170404	Dateiordner	04.08.2017 12:59
170517 - CatiaV5	Dateiordner	17.05.2017 16:08
170609	Dateiordner	29.06.2017 14:22
170629	Dateiordner	29.06.2017 14:18
170804	Dateiordner	13.10.2017 10:55
170823	Dateiordner	04.10.2017 12:47
170912 nur Schachtrohr innen	Dateiordner	12.09.2017 08:43
170929 nur Türaussenblech platt gemacht	Dateiordner	29.09.2017 15:11
171110 Änderungen	Dateiordner	27.11.2017 16:08
180117	Dateiordner	24.01.2018 11:06
180212 VD LL	Dateiordner	13.02.2018 07:22
180212 VD RL	Dateiordner	16.02.2018 07:41
180220_Schachtrohr_RP	Dateiordner	21.02.2018 08:56
180306	Dateiordner	07.03.2018 14:28
180321_Schachtrohr	Dateiordner	21.03.2018 09:21
180514_Tuertelle	Dateiordner	10.08.2018 20:27
180517_Schachtverst_au	Dateiordner	17.05.2018 12:41
180607_Tuerausenblech	Dateiordner	07.06.2018 15:09
180917_Tuerinnenblech PRPS SSEB	Dateiordner	31.10.2018 09:51
180917_WilheitNu_Proposal_SSEB	Dateiordner	17.09.2018 12:51
181008_Aussenblech_PRPS_SSEB	Dateiordner	05.11.2018 15:54
181011_Innenblech_Scheibenblech	Dateiordner	16.10.2018 07:22
181024_Aussenblech_EDAG	Dateiordner	05.11.2018 15:53
181024_EDAG_ZSB-Daten	Dateiordner	02.11.2018 15:31
181102_Tuerinnenblech EDAG	Dateiordner	02.11.2018 14:55
181107_SSEB_ZB_Tuerrohrbau_II_Vision_Door_Proposal_SSEB_181107	Dateiordner	07.11.2018 14:48
181130_Aenderung_Strebe_Beulsteifigkeit	Dateiordner	10.12.2018 12:42
181204_VD_Innen_aus_Aussenblech	Dateiordner	11.12.2018 10:04
181207_Tuer-Aussenbleche_Door_und_Vision_Door	Dateiordner	11.12.2018 09:59
181212_Tuer_Milling-Release_1	Dateiordner	13.12.2018 08:37
181214_Tuer_Milling-Release_2	Dateiordner	17.12.2018 08:27
181218_Missing_Data	Dateiordner	18.12.2018 16:34

Bild II.1-3 – Dateneingänge zur Untersuchung: 35 Datensätze

Erste grobe Konzeptabsicherung erfolgten unter der Leitung von Muhr Metalltechnik durch die Fa. BU Engineering GmbH ab März 2018.

Ab Juli 2018 wurde die Fa. SSEB als erfahrener Partner zur Absicherung hinzugezogen. Die Bauteile wurden in Abstimmung mit EDAG noch mal so abgeändert, bis im August 2018 der finale Stand der Tür durch Simulation von SSEB abgesichert war, *Bild II.1-4*.

Von 9 ursprünglich geplanten Bauteilen mit dem Einsatz von 12 Werkzeugen zeigte das abgestimmte virtuelle Türkonzept insgesamt 12 Strukturbauteile, die von Muhr Metalltechnik herzustellen waren.

Auf der einen Seite ist besonders hervorzuheben, dass das im Laufe des Projektes entwickelte Vision Door Modell für Muhr Metalltechnik zwei komplett neuen Werkzeugsätze bedeutete.

Auf der anderen Seite konnte die Anzahl und vor allem die Komplexität der Bauteile, die in der Projektskizze Basis der Werkzeugkalkulationen waren, im Projektverlauf stark reduziert werden. Aus einer zweiteiligen Türinnenblechvariante, für die mehrere Werkzeuge notwendig gewesen wären, wurde eine einteilige Variante, die mit nur einem Ziehwerkzeug herstellbar ist.

Das Bauteil „Schachtrohr innen“ wurde vom Design so dimensioniert, dass dies durch ein Schwenkbiegen relativ einfach als Prototyp hergestellt werden konnte.

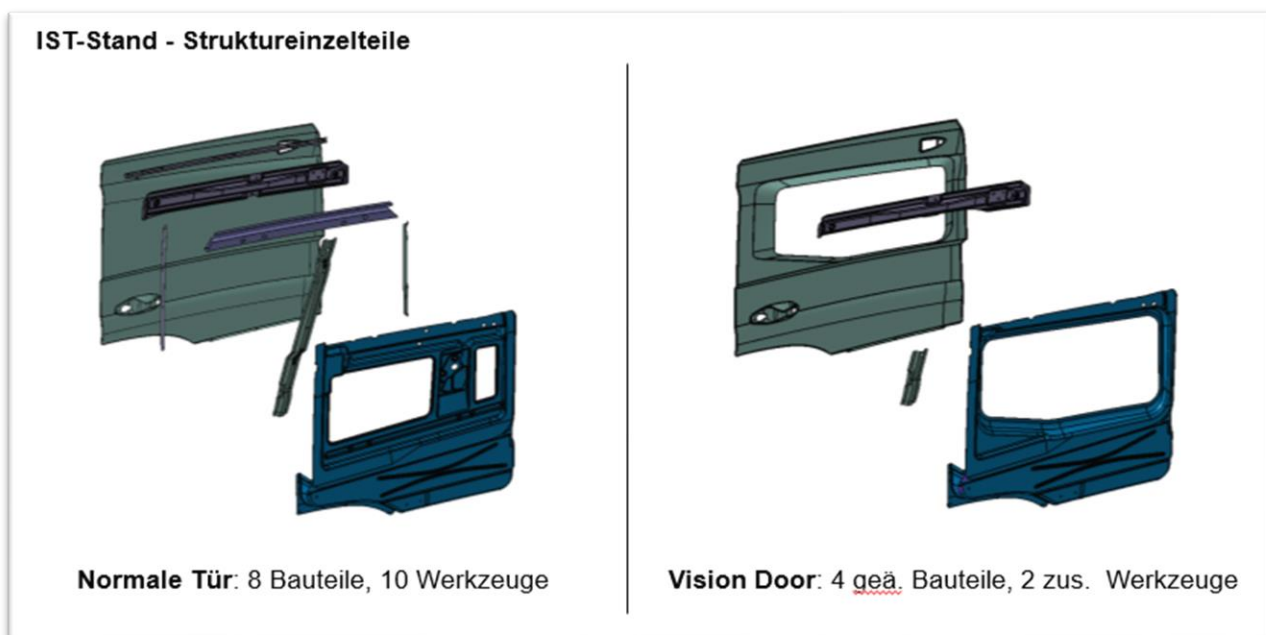


Bild II.1-4 – IST-Stand der WiLeitNu in 2 Varianten

II.2 Erarbeitung Fertigungskonzept Beplankung (AP 3)

Erste Simulationen zum Thema Herstellbarkeit erfolgten ab März 2018 in Zusammenarbeit mit der Firma BU Engineering. Dabei wurde das Werkzeugkonzept so ausgelegt, dass der abgestellte Flansch am äußeren Bereich der Tür sofort im ersten Arbeitsgang mit angezogen wird.

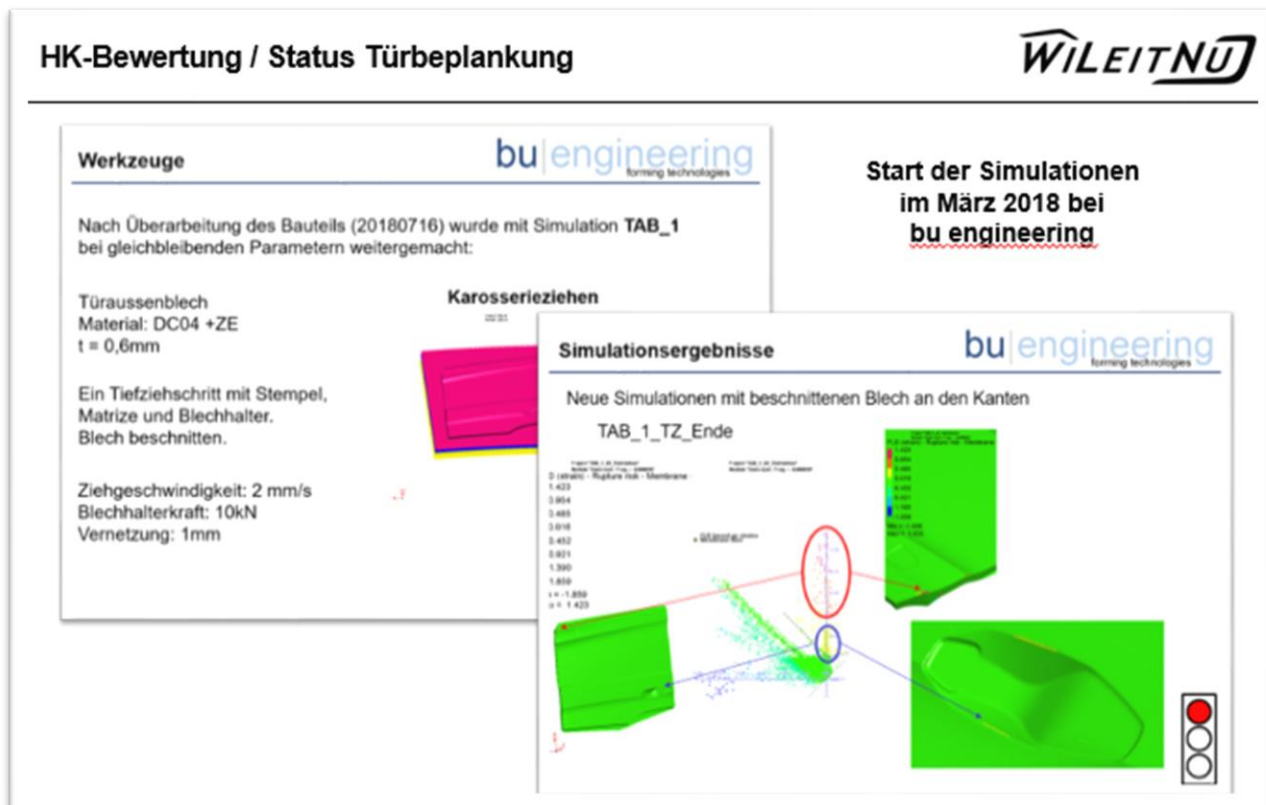


Bild II.2-1 Simulation Ziehanlage BU mit 1 To Faltenhalterkraft

Die Simulationsergebnisse zeigten eine Rissgefahr in den äußeren Eckbereichen der Tür sowie eine Faltengefahr, ein Großteil des FLD-Diagrammes war jedoch bereits i.O.

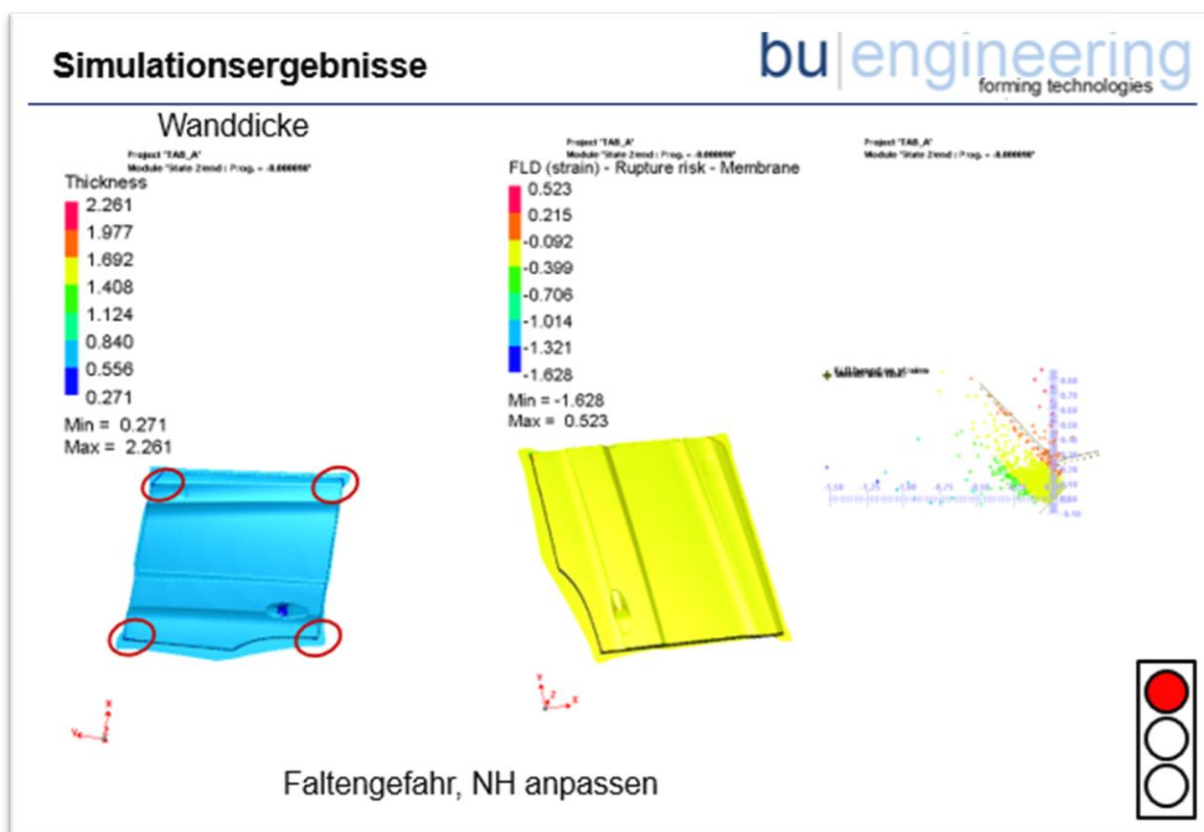


Bild II.2-2 Simulation Ziehanlage BU mit 1 To Faltenhalterkraft

Ein Bezug auf ein sich bereits bei Muhr Metalltechnik seit Jahren in Produktion befindendes Hitzeschutzschild sowie weitere Fachgespräche mit verschiedenen Partnern ließen jedoch Zweifel an dem bereits guten Simulationsergebnis aufkommen.

In weiteren Simulationen wurde der Blechhalterdruck beim Ziehen (von anfänglich 1To) auf 50 To erhöht – bei gleicher Methode. Ziel war es, eine annähernd gleichmäßige Abstreckung in das gesamte Bauteil zu bekommen.

Hier zeigten sich im gesamten abgestellten Rand Risse und Materialdopplungen, das FLD war zum großen Teil n.i.O.

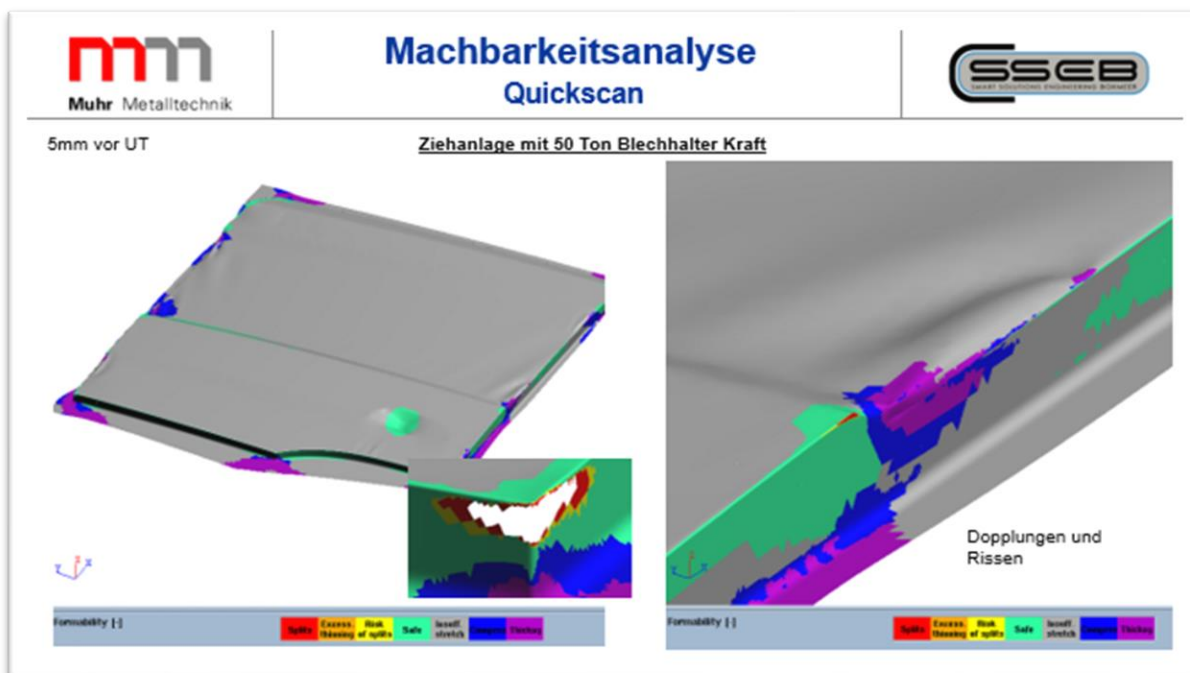


Bild II.2-3 Simulation: erste Ziehanlage von BU mit 50 To Faltenhalterkraft

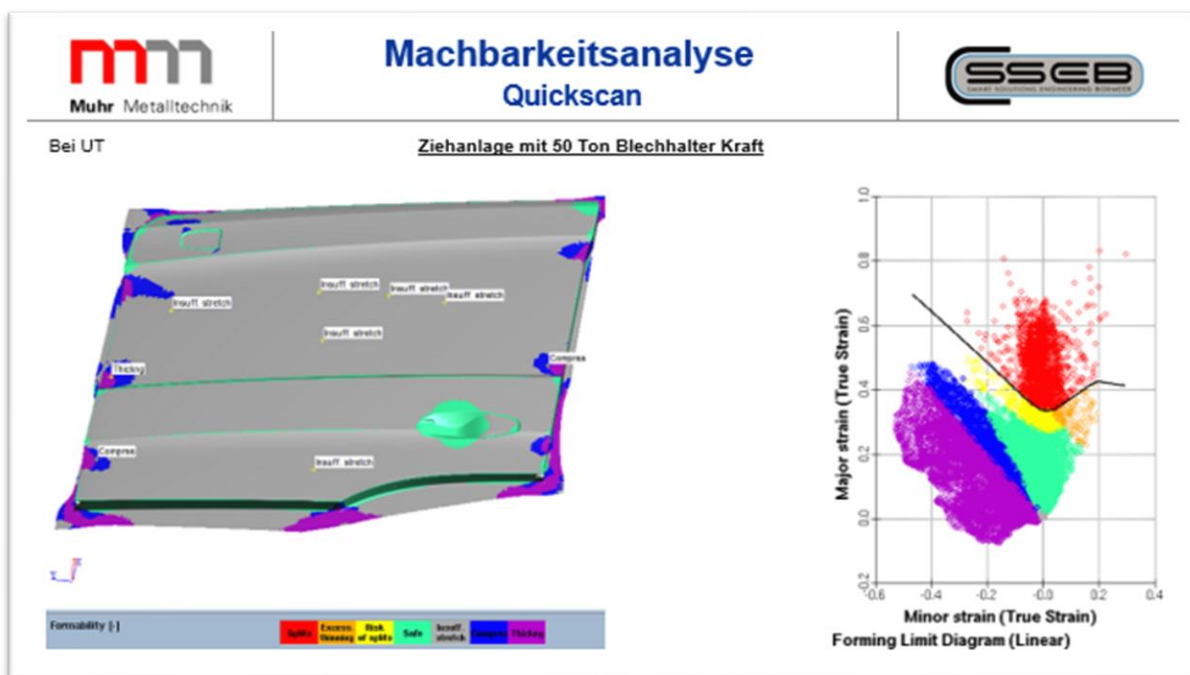


Bild II.2-4 Simulation und FLD: erste Ziehanlage von BU mit 50 To Faltenhalterkraft

Als Ergebnis wurde festgehalten, dass das Fertigungskonzept komplett überarbeitet und neu bewertet werden muss

Der nächste Ansatz war der bereits oben erwähnte Punkt, dass das Bauteil eine Abstreckung von mind. 5-8% über die gesamte Fläche zeigen muss, *Bild II.2-5*. Nur durch eine solche plastische Verformung des Bauteiles in allen Bereichen erhält man die notwendige Steifigkeit und verhindert ein unkontrolliertes Aufsprungverhalten – im Fachjargon auch „Frosch“ genannt.

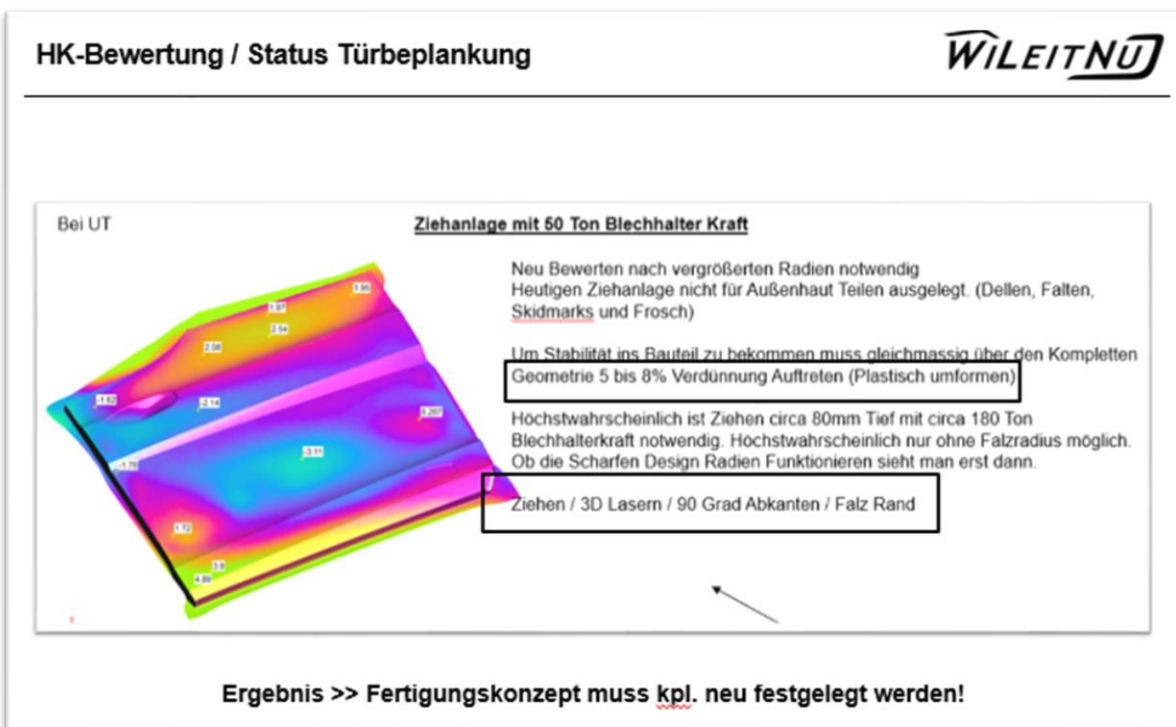


Bild II.2-5 Vorgabe mit Abstreckung von mind. 5-8%

Es wurden verschiedene neue Ziehanlagen erarbeitet und simuliert, Bild II.2-6

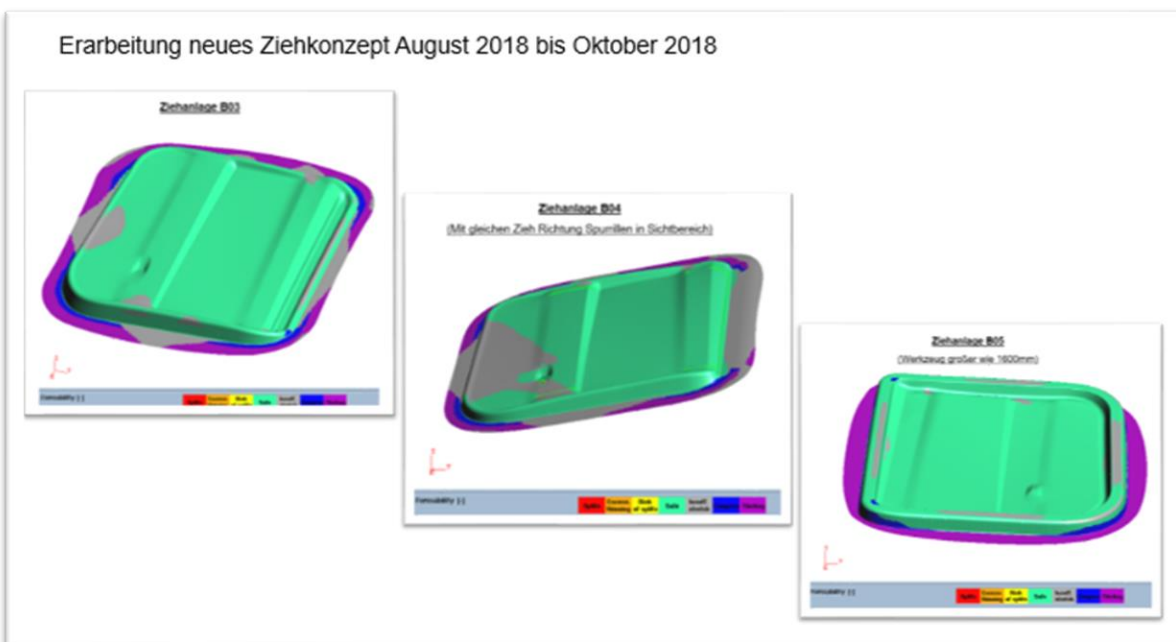


Bild II.2-6 Ausarbeitung verschiedener Ziehanlagen

Im Oktober 2018 wurde der finale Stand der Ziehanlage durch Simulation bestätigt.

HK-Bewertung / Status Türbeplankung



		<h2>B-Freigabe Protokoll</h2>			
Bauteilparameter:		Prozessparameter:			
Werkstoff:	DC04 +ZE25/25	Walzrichtung:	siehe Präsentation	Sickenbreite:	
Blechdicke:	0,6	Blechhalterkraft:	siehe Präsentation	Ziehbiege:	± 95 mm
Ziehanlagendatenstand:	Index07_G01	Materialeinsatz:	siehe Präsentation	Reibkoeff [μ]:	0,15
Bauteildatenstand:	WLN-XXX-1602-10032_1601_07_Tuerausenblech_161214		Platine [mm]:	C03 / 1734 x 1511 x 0,6	
Zielsetzung: B-Freigabe					
Status:	● Grün	Bewertung:	I.O.	n.I.O.	Ergebnissen:
		Abstreckung:	X		
		Reißen:	X		
		Falten:	X		
		Aufsprung:	X		
		Anderungen:			
		Ziehanlage:			
		Baufeil:			
		Sicken:			
		Platine:			
Bemerkung:					
Projekt:	WileitNu – Muhr 210 00339 00	Bauteilnr.:	WLN-XXX-1602-10032_1601_07_Tuerausenblech_161214		
Bauteil:	Tuerausenblech	Berechner:	R. Dissen	Telefon:	+31 485 361025
Rev. 01					Seite: 1

Bild II.2-7 Finale Ziehanlage: Freigabeprotokoll

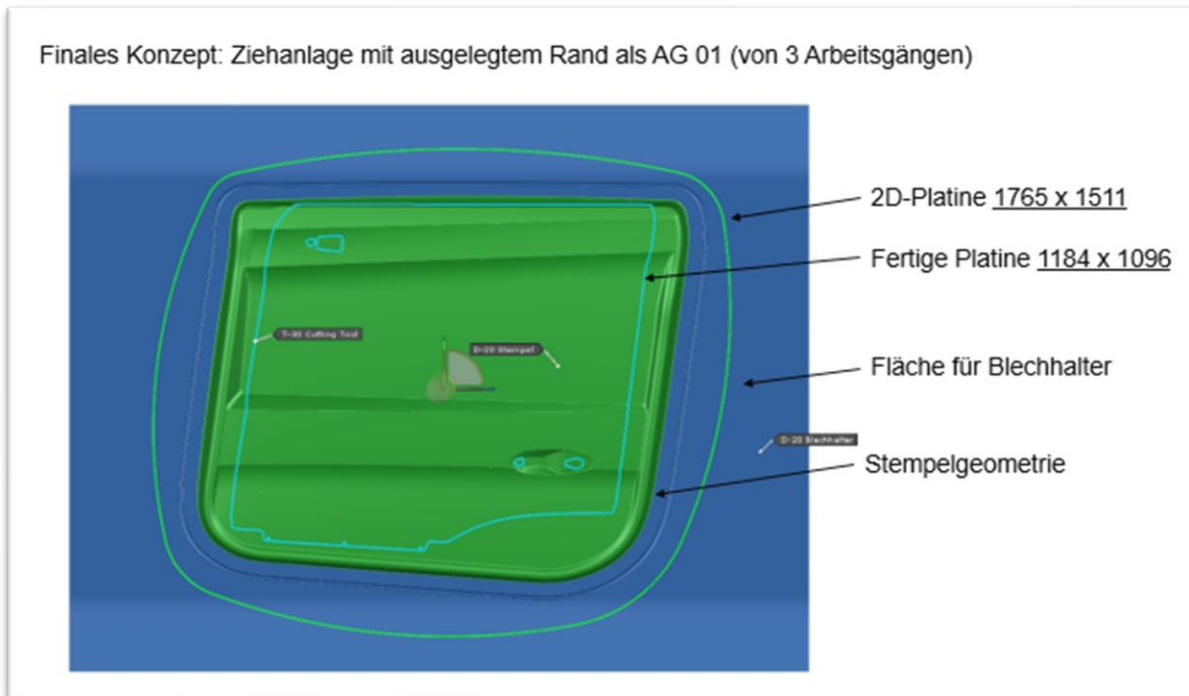


Bild II.2-8 Finale Ziehanlage: Platine

Die theoretische Platine musste um ein Vielfaches vergrößert werden. Das Bauteil wird im Ziehprozess über stark ausgeprägte Versteifungssicken gehalten, um die erforderliche Abstreckung zu erreichen.

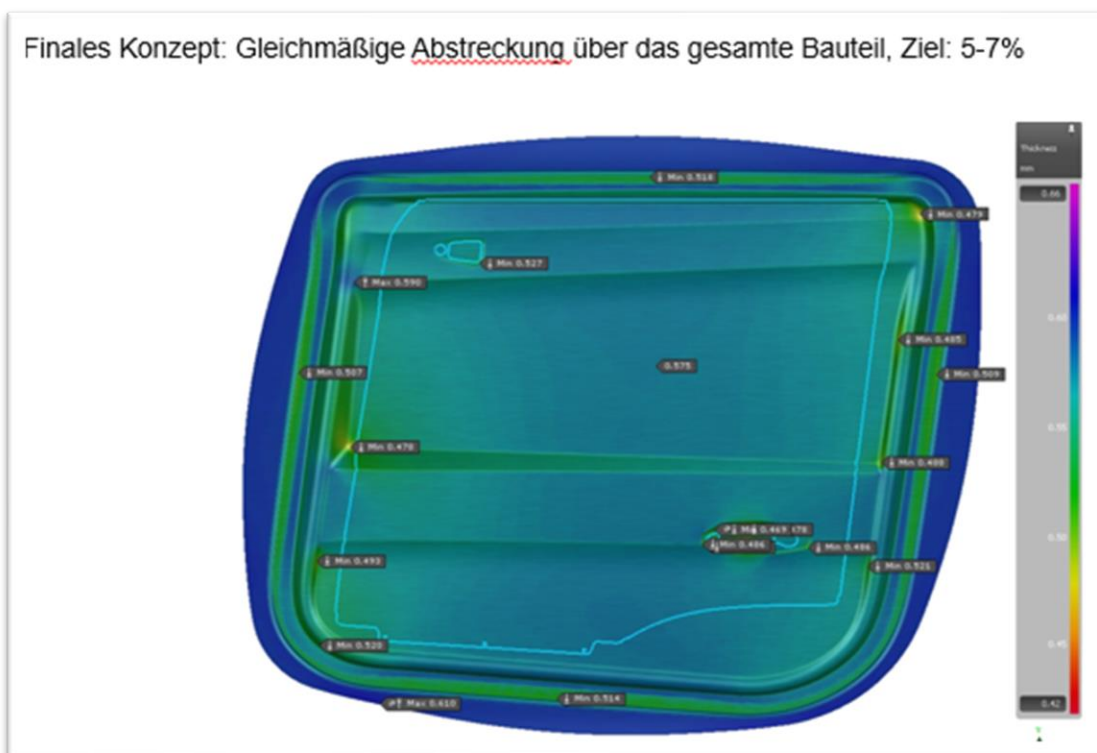


Bild II.2-9 Finale Ziehanlage: Abstreckung

Das FLD zeigte, dass alle Punkte unter der kritischen Umformlinie liegen.

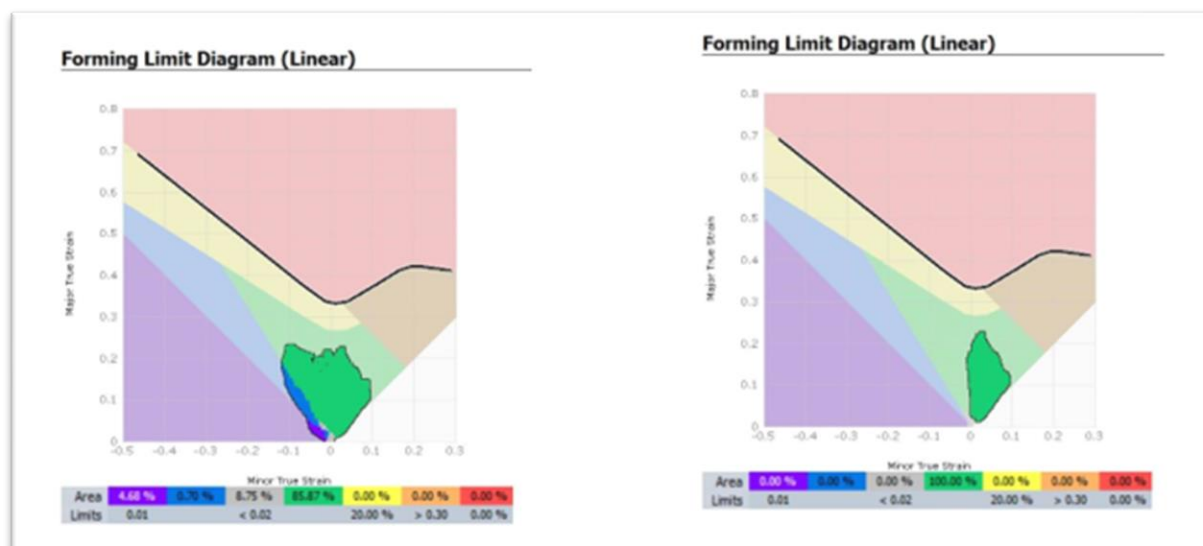


Bild II.2-10: Finale Ziehanlage: FLD-Diagramm

Die berechnete Haltekraft wurde von anfänglich 1 To über einen Zwischenstand von 50 To final auf 170 To erhöht. Nur mit diesen 170 To konnte die Abstreckung – wie gefordert – auf 7% im gesamten Bauteil erzielt werden.



Bild II.2-11: Finale Ziehanlage: Presskraft simuliert

Nach dem ersten Ziehvorgang sind insgesamt 4 weitere Fertigungsprozesse notwendig, um das Bauteil herzustellen. Die folgenden Bilder zeigen den gesamten Fertigungsprozess der Beplankung.

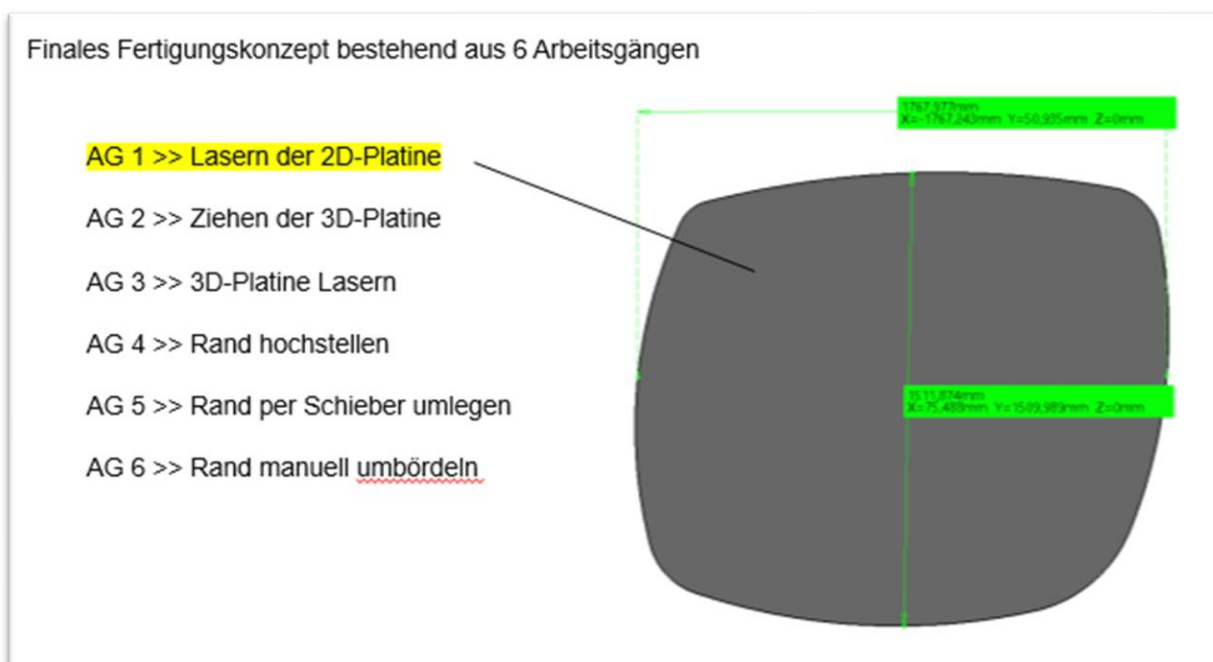


Bild II.2-12: Fertigungsprozesse Türbeplankung

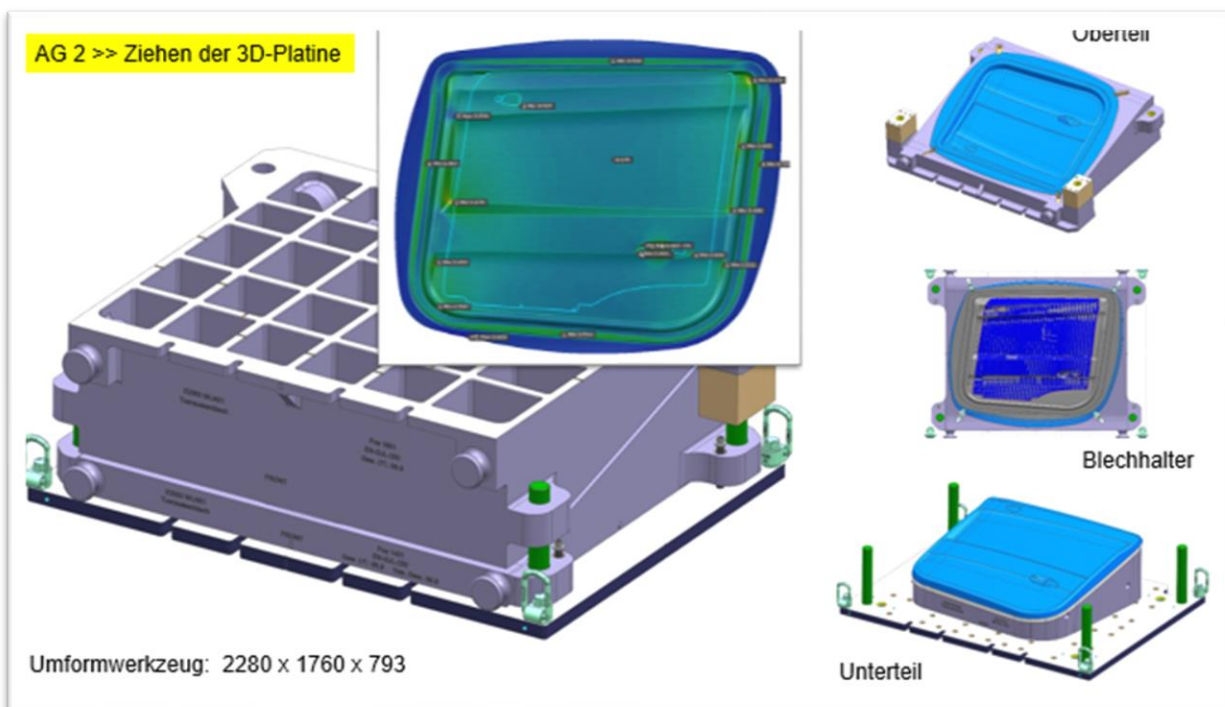


Bild II.2-13: Fertige Werkzeugkonstruktion

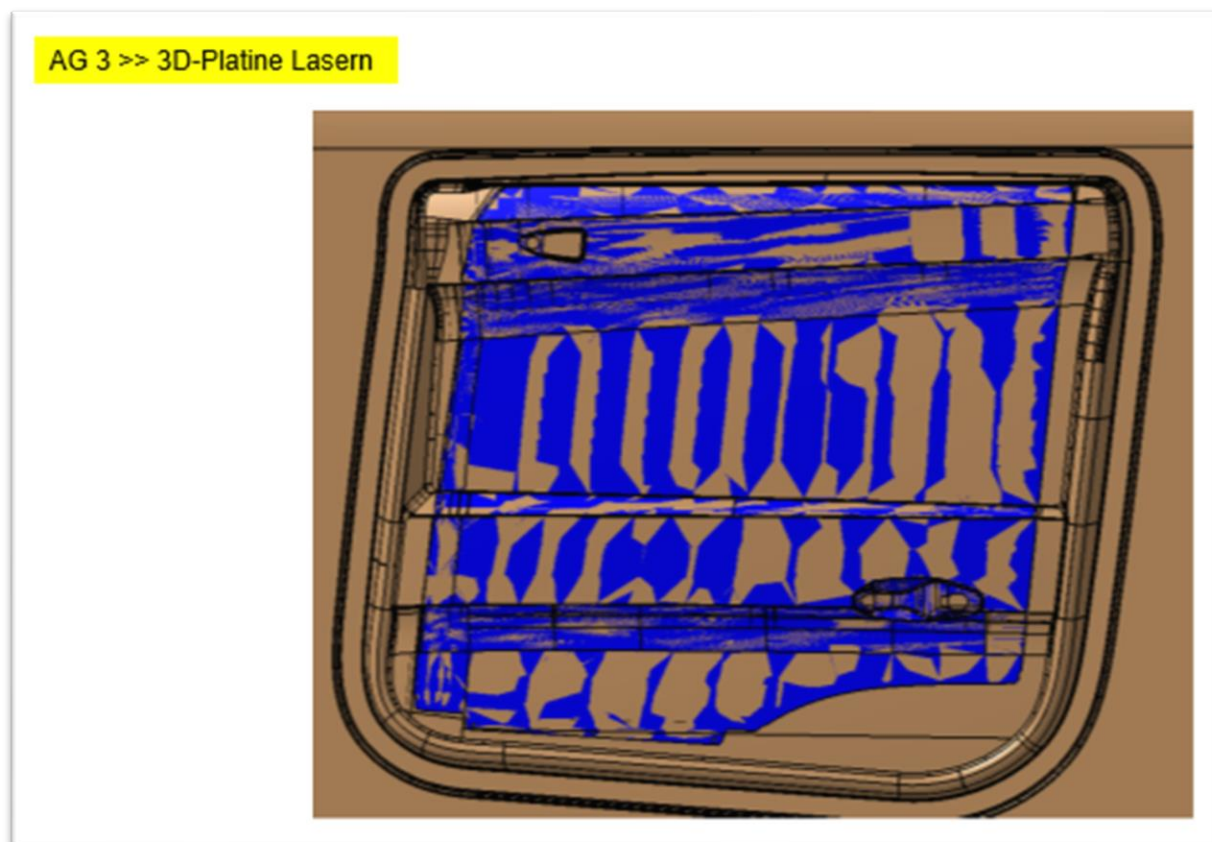


Bild II.2-14: Laserplatte nach Ziehen

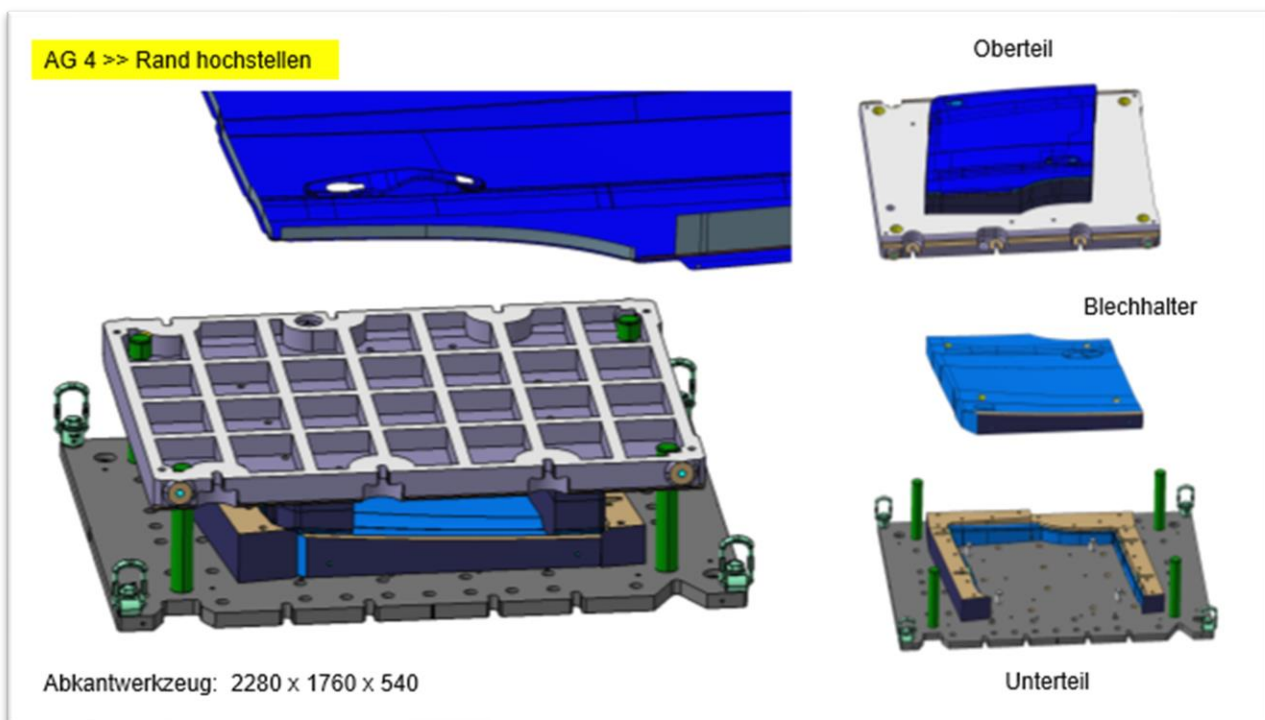


Bild II.2-15 Fertigungsprozess Rand hochstellen

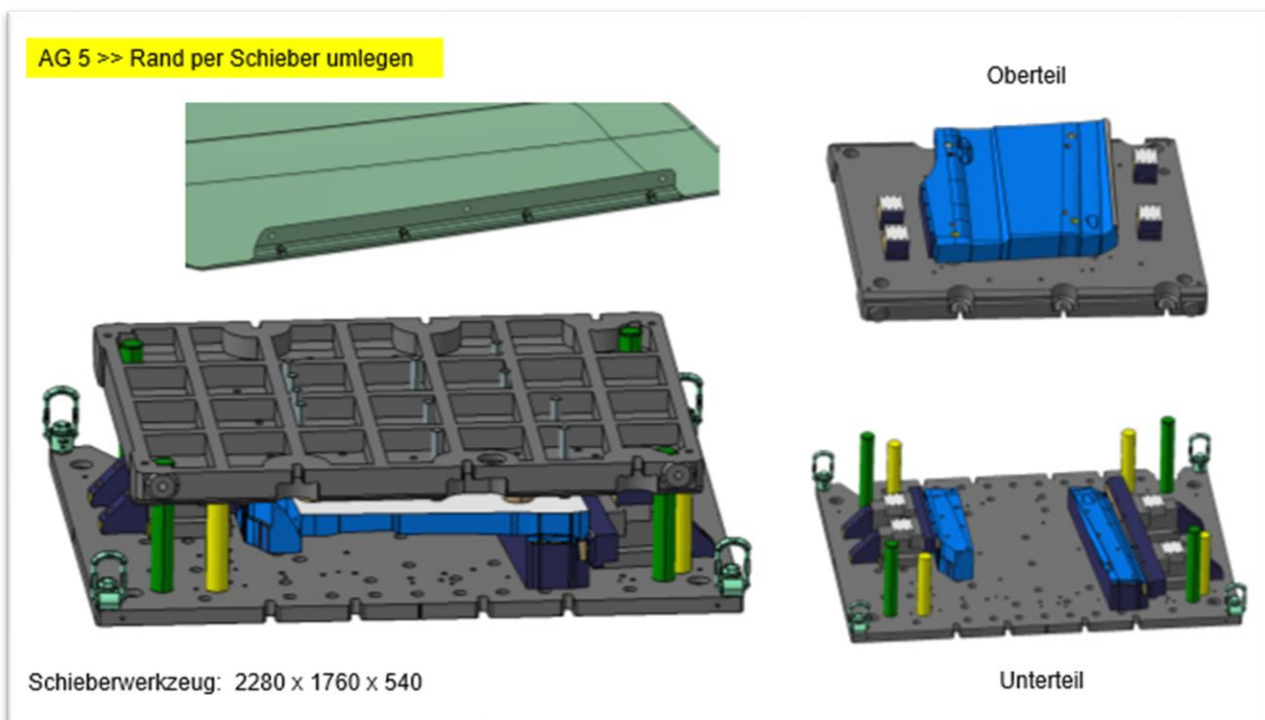


Bild II.2-16 Fertigungsprozess Rand schiebern

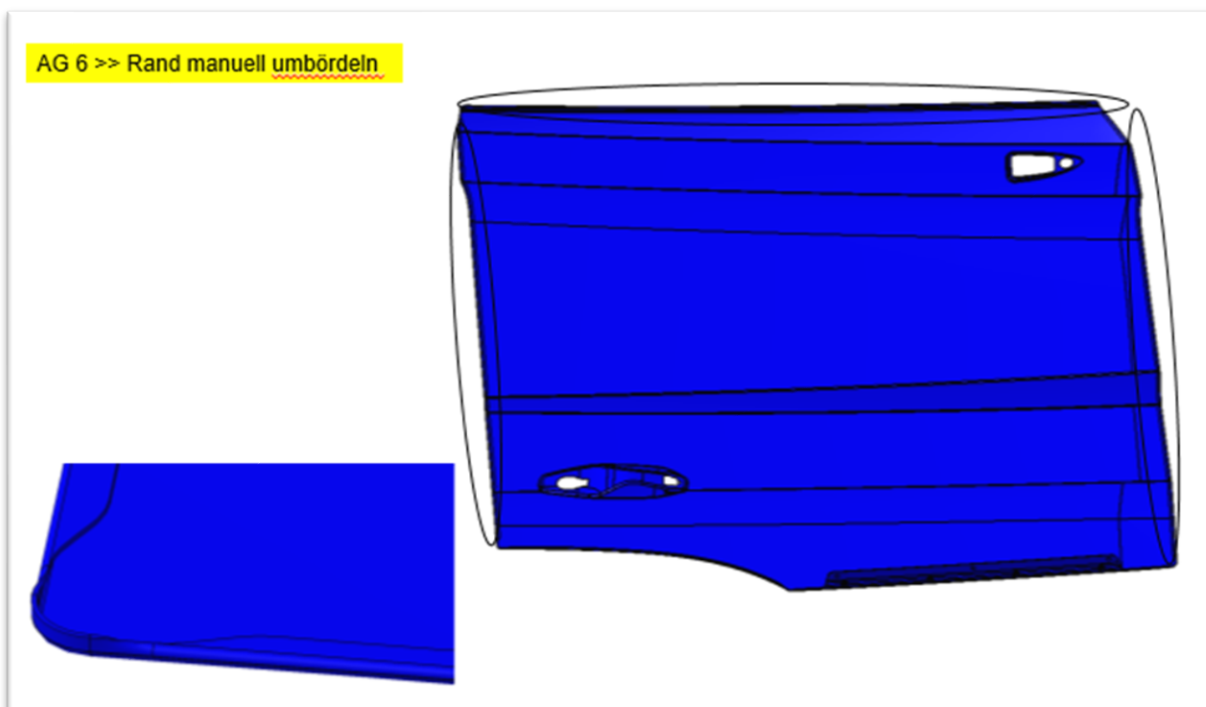


Bild II.2-17 Fertigungsprozess Rand bördeln

Für das Bördeln des Randes wurden bei Muhr anhand einer LKW-Tür vorab Versuche durchgeführt, um zu untersuchen, ob der Rand für die Prototypen manuell per Hand umgelegt werden kann.

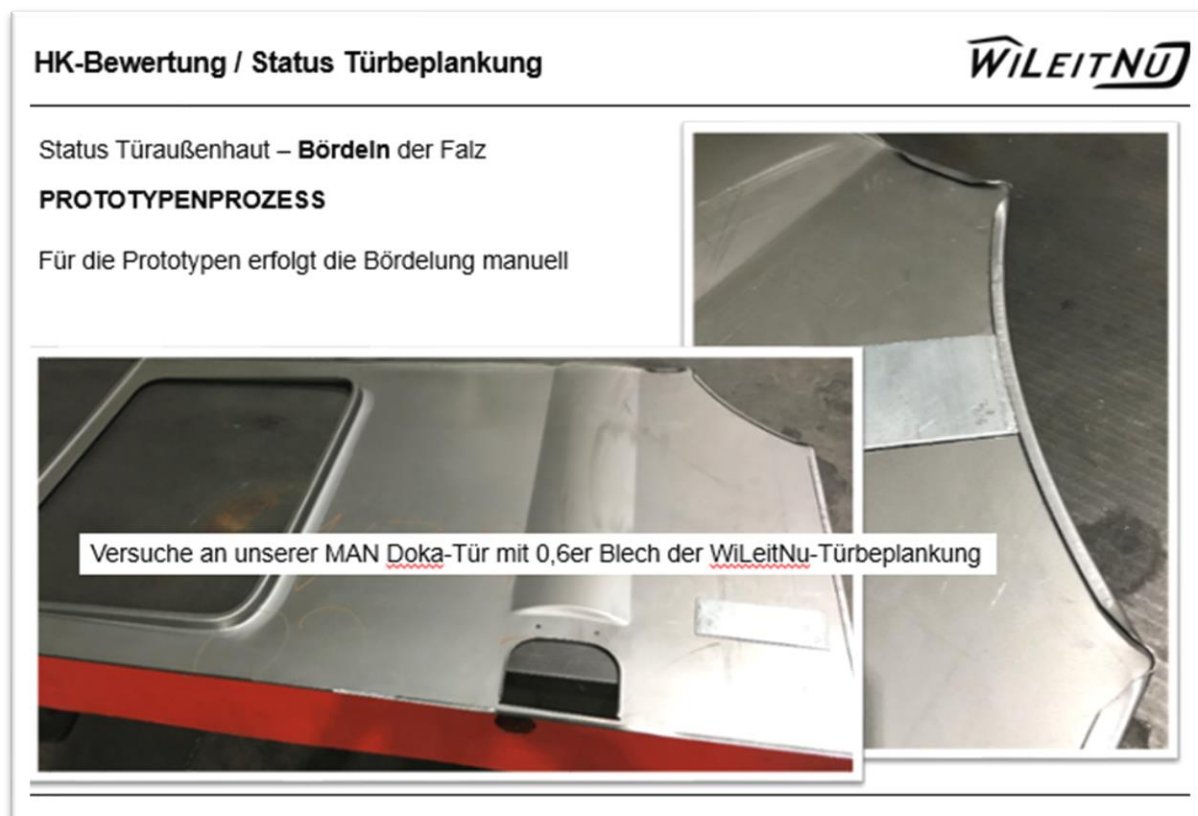


Bild II.2-18 Fertigungsprozess Rand bördeln: Versuche an vorhandener LKW-Tür

In der Serie würde ein solches Bördeln automatisiert per Handlingsroboter stattfinden.

Bild II.2-19 zeigt eine entsprechende Vorrichtung für einen solchen Bördelprozess, ebenso zwei unterschiedliche Bördelarten.

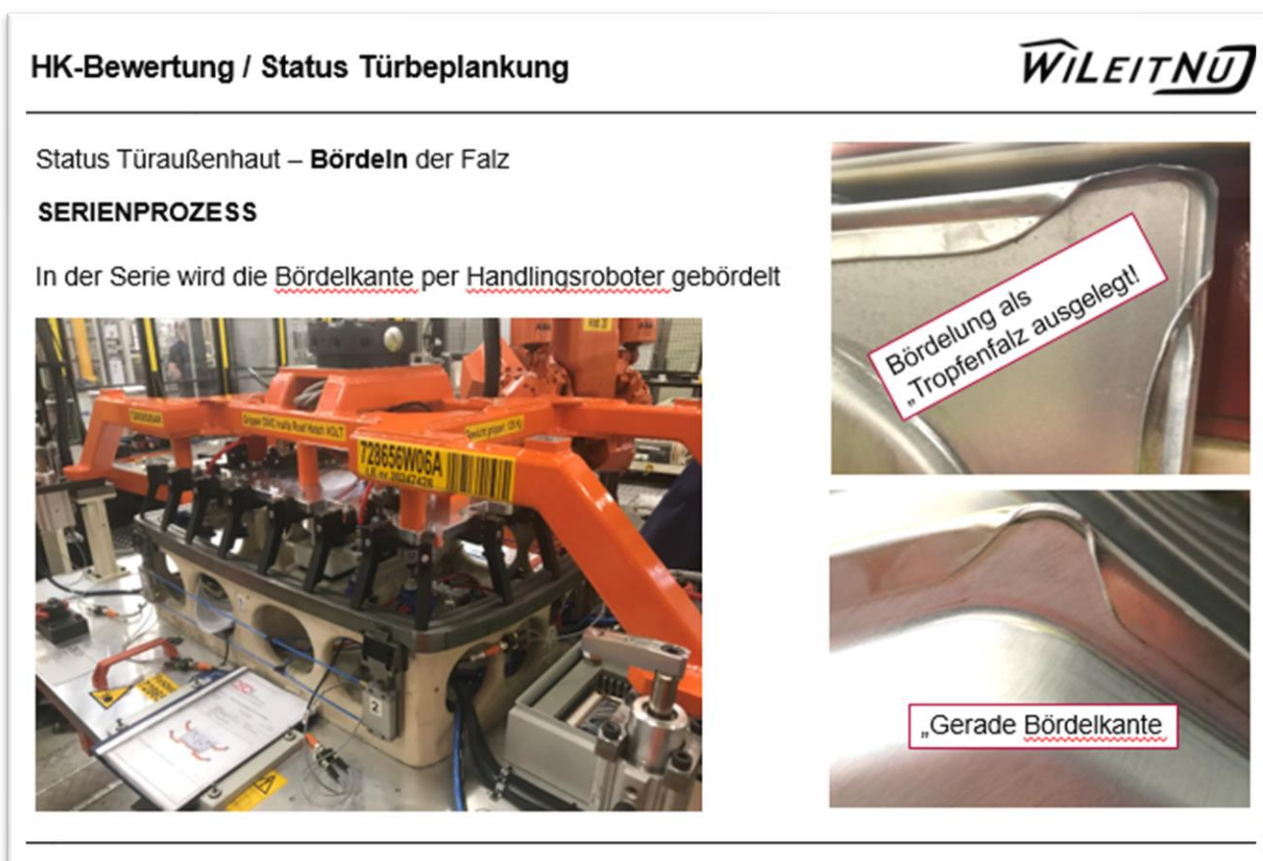


Bild II.2-19 Fertigungsprozess Rand bördeln: Vorrichtung für Serienprozess

II.3 Prototypenfertigung Lkw-Tür (AP 5)

II.3.1 Definition Demonstratorumfang (AP 5.1)

Es wurden verschiedene Demonstratoren als WiLeitNu-Türen gefertigt. Einige wurden für zerstörende Versuche benötigt, andere als tatsächliche Demonstratoren für die drei Verbundpartner. Es wurde die „normale“ WiLeitNu als auch die Vision Door aufgebaut.

Muhr Metalltechnik hat für die Demonstratoren die Strukturteile gemäß *Bild II.3.1* hergestellt.













<u>Bauteil-Nr.</u>	<u>WZ-Nr.</u>	<u>Bild</u>	<u>Benennung</u>	<u>Materialgüte</u>	<u>Dicke</u>	<u>Fertig-gewicht</u>
1.1	2100033900 Zieh-WZ		Türäußenblech	DC04 +ZE25/25	0,6	6,012
1.2	210 00359 00 Abstell-WZ					
1.3	210 00360 00 Schieber-WZ					
2	210 00340 00		Türinnenblech	HX260 LAD +Z100	0,8	6,138
3	210 00341 00		Schachtverstärkung bussen	HX420LAD +Z100	1,5	1,816
4	210 00342 00		Trägerblech Schachtsabdeckung au	HX420LAD +Z100	0,6	0,195
5	210 00343 00		Strebe Beulsteifigkeit	HX420LAD +Z100	0,8	0,510
6	210 00344 00		FF-Schiene unten	DX54D +Z100	0,7	0,094
7	210 00345 00		Schachtrohr innen	DX54D +Z100	0,9	1,230
8	210 00346 00		Flanschblech Halteschiene hi	DX54D +Z100	0,8	0,076
9.1	210 00348 00		Türäußenblech < Vision Door >	DC04 +ZE	0,6	4,550
9.2	210 00359 00 Abstell-WZ					
9.3	210 00360 00 Schieber-WZ					
10	210 00349 00		Türinnenblech < Vision Door >	HC260 Y +Z100	0,8	1,639
11	210 00341 00		Schachtverstärkung bussen VD (gekürzte Version von 3)	HX420LAD +Z100	1,5	1,542
12	210 00343 00		Strebe Beulsteifigkeit VD (gekürzte Version von 5)	HX420LAD +Z100	0,8	0,144

Bild II.3.1-1 Strukturteile von Muhr Metalltechnik

II.3.2 Werkzeug- und Vorrichtungskonstruktion (AP 5.2)

Unter Leitung von Muhr Metalltechnik hat die Firma SSEB – Smart Solutions & Engineering alle Werkzeuge konstruiert sowie Stücklisten und Dokumentationen bereitgestellt.

Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft einige Konstruktionsbilder.

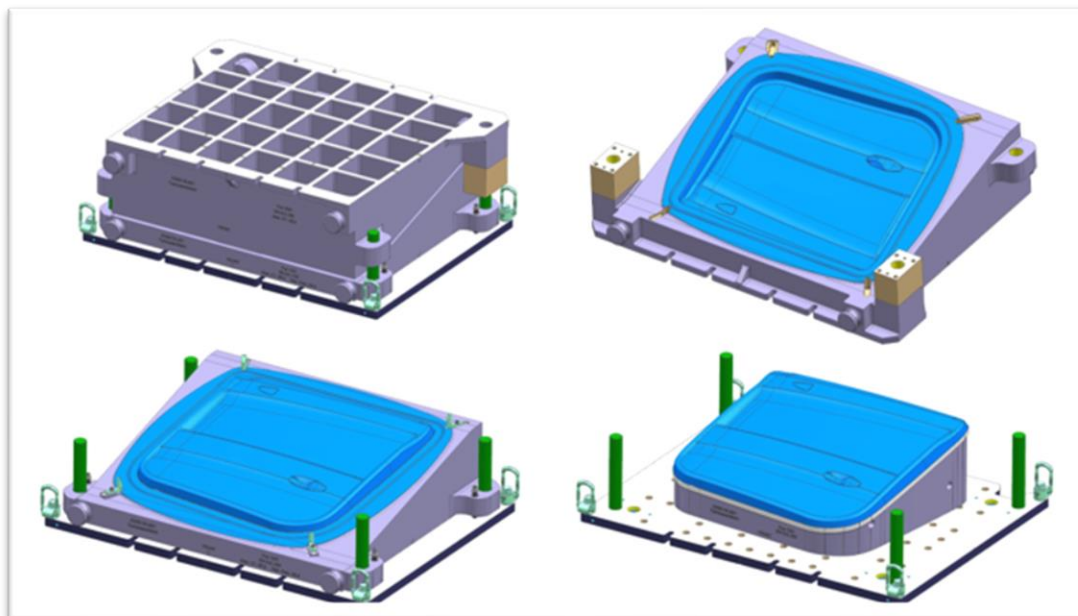


Bild II.3.2-1 Türaußenblech / Beplankung

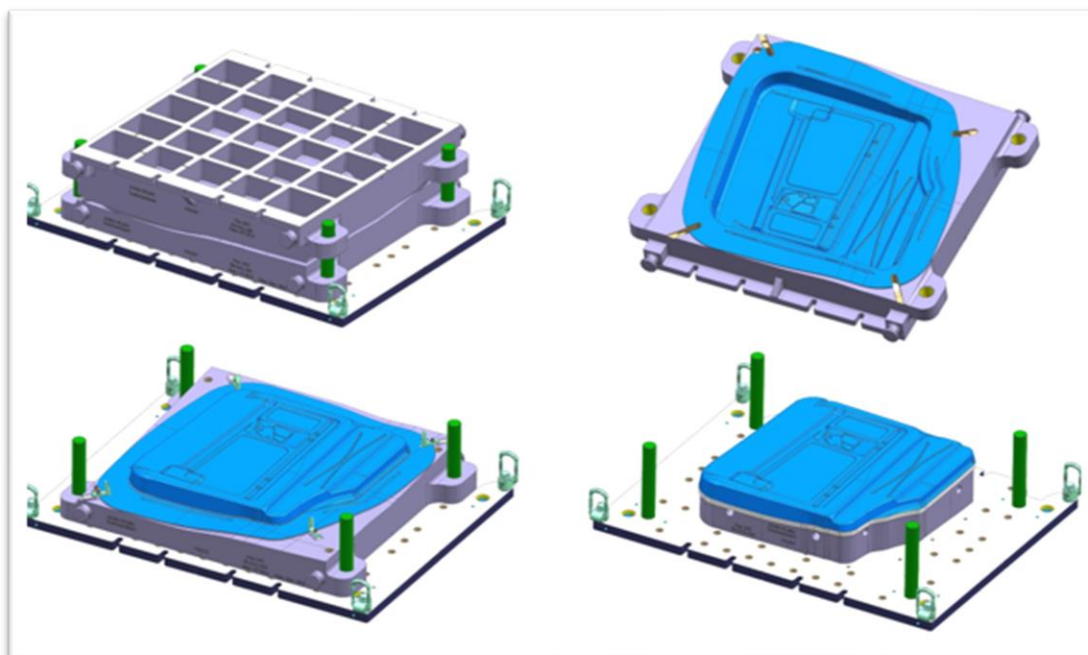


Bild II.3.2-2 Türinnenblech

Für die Variante „Vision Door“ mussten zusätzliche Werkzeuge konstruiert werden, die zunächst in der Antragsphase 2016 nicht vorgesehen waren, Bild

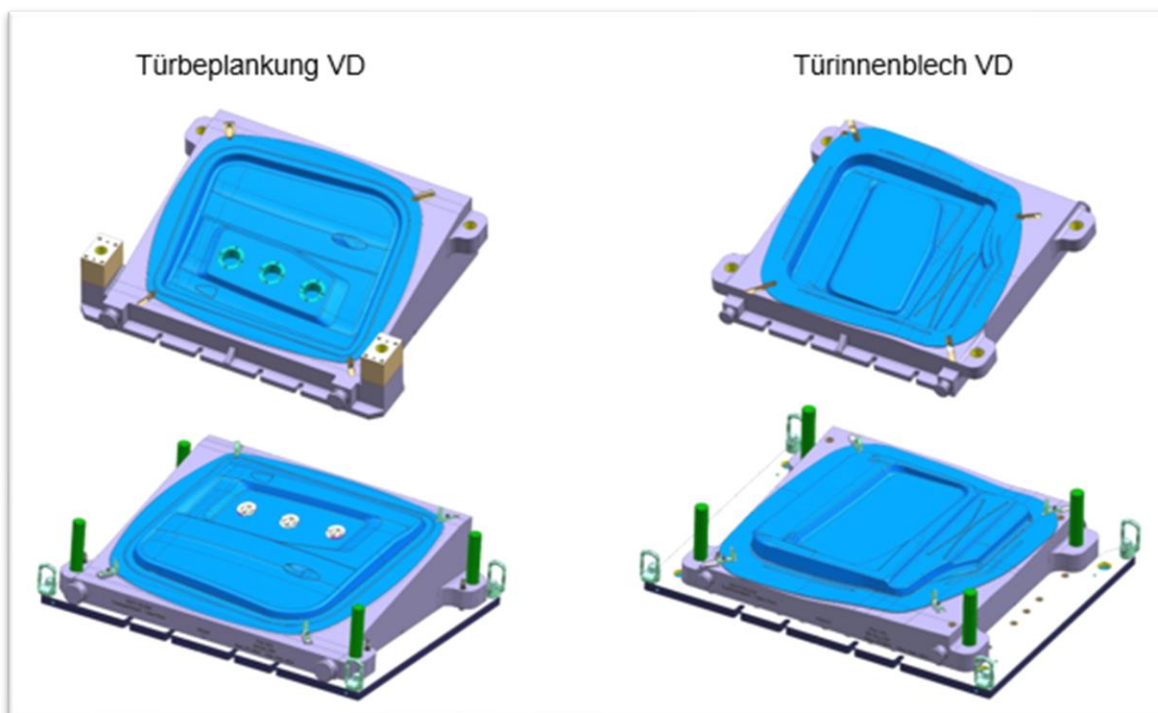


Bild II.3.2-3 Türaußen- und Türinnenblech – Vision Door

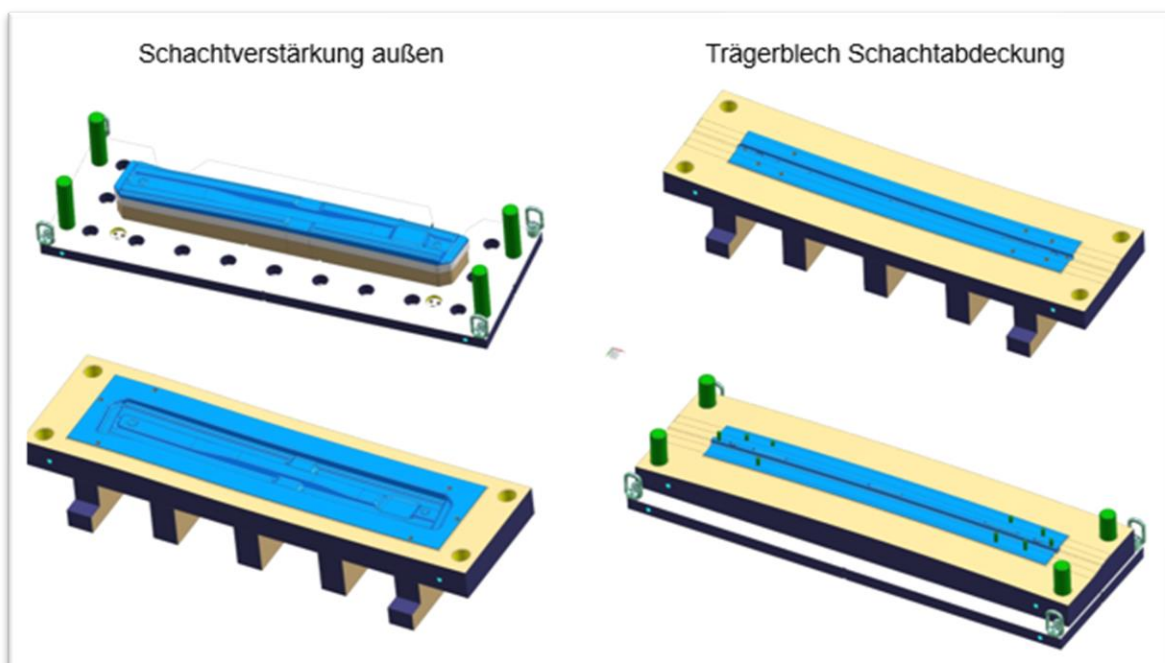


Bild II.3.2-4 Schachtverstärkung außen

Das Schachtrohr wurde – wie bereits oben erwähnt – in Zusammenarbeit mit der Universität Siegen konstruiert und gefertigt. Dabei kam der Prozess 3-Rollenbiegen zum Einsatz, für den die Uni Siegen eine entsprechende 3-Rollenbiegeanlage zur Verfügung stellen konnte.

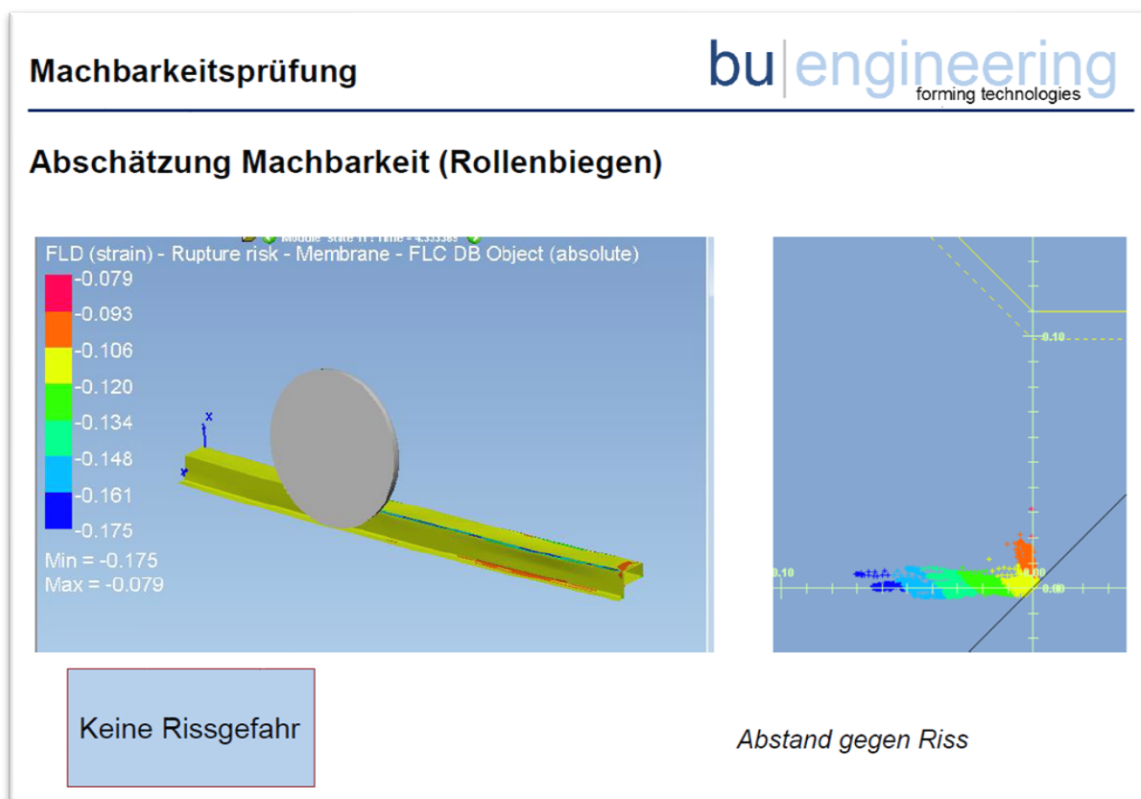


Bild II.3.2-5 Schachtrohr – Simulation

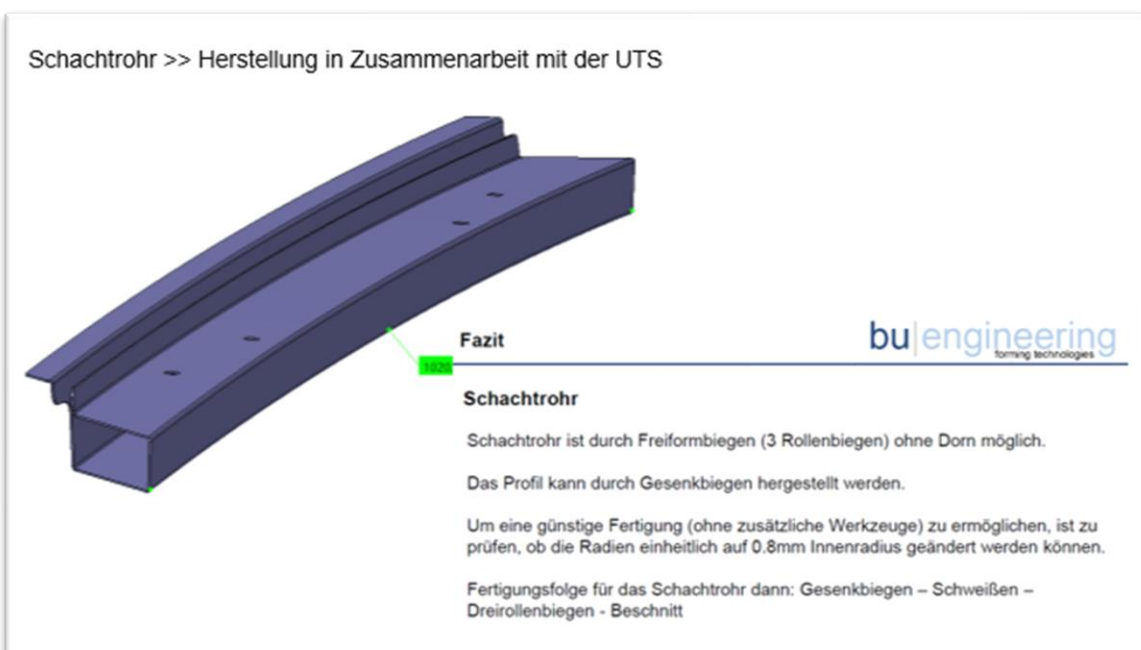


Bild II.3.2-6 Schachtrohr – Fertigungsprozess mit Herstellbarkeitsbewertung

II.3.3 Werkzeug- / Vorrichtungsbau (AP 5.3) / Prototypenfertigung ET (AP 5.4)

Bis auf das Werkzeug zum Schachtrohr, welches in Zusammenarbeit mit der Universität Siegen am Lehrstuhl in Siegen gefertigt worden ist, hat Muhr Metalltechnik alle Werkzeuge im eigenen Werkzeugbau hergestellt sowie die Prototypen auf den hauseigenen, hydraulischen Pressen gefertigt.

Die Werkzeuge wurden alle in Stahlbauweise gebaut. Größere Werkzeugelemente wie Guss-Ober- und Unterteil sowie Blechhalter wurden als Gussmodelle ausgelegt, Normteile entsprechend zugekauft.

Die Materialkosten zur Herstellung aller Werkzeuge sowie der Platinen, aus denen die Blechteile gefertigt worden sind, belaufen sich insgesamt auf 111.260 €

Die folgenden Bilder zeigen beispielhaft einige Bilder zu den Werkzeugen und der Prototypenfertigung.

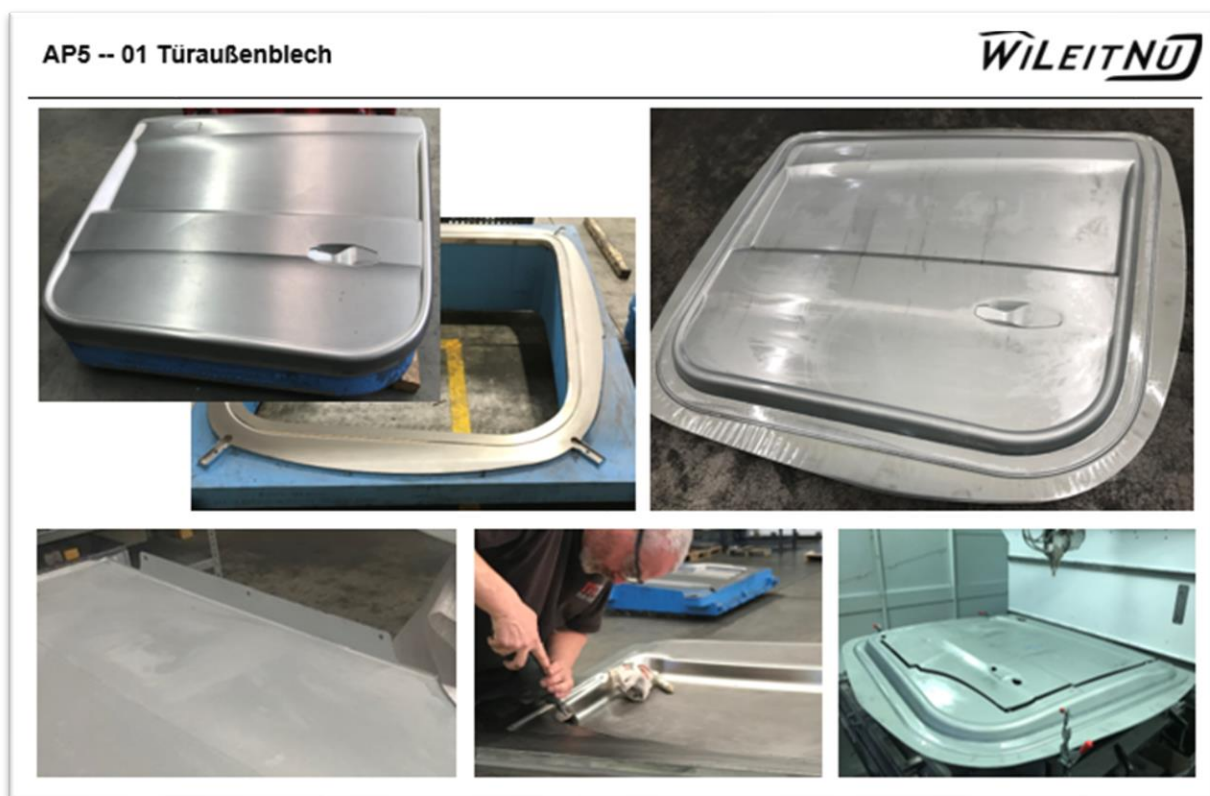


Bild II.3.3-1 Türaußenblech



Bild II.3.3-2 Türinnenblech



Bild II.3.3-3 Schachtverstärkung außen



Bild II.3.3-3 Türaußenblech Vision Door



Bild II.3.3-3 Türinnenblech Vision Door

07 Schachtrohr innen

WILEITNU

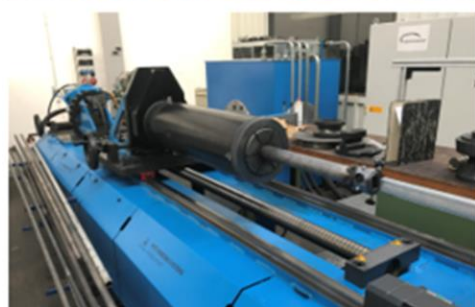


Bild II.3.3-3 Schachtrohr innen

II.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung (AP 7)

Für alle Strukturbauteile, die von Muhr Metalltechnik gefertigt worden sind, wurde eine entsprechende Einzelteilkostenkalkulation ermittelt. Ziel war es, dem Verbundpartner EDAG diese Kosten zwecks Ermittlung eines ganzheitlichen Serienpreises für eine komplette WiLeitNu LKW-Tür bereit zu stellen.

Alle Bauteile wurden dabei auf mechanische Umformpressen kalkuliert – teilweise als Folge- und Transferwerkzeuge, teilweise als einzelne Stufenwerkzeuge zur Produktion auf einer Mehrstufenpresse.

Name	Material	Dicke (mm)	Werkzeugart	Stückkosten [EUR]	Invest [EUR]
Flanschblech Halteschiene hi	Stahl: DC04	0,8	Folge	0,25	35.000,00
FF SCHIENE UN	Stahl: DC04	0,7	Folgeverbund	0,32	100.000,00
SCHACHTROHR IN	Stahl: HC420LA	0	Profilieranlage	3,75	120.000,00
TUERINNENBLECH	Stahl: HC260LA	0,8	Stufenpresse	12,50	1.600.000,00
SCHACHTVERST AU	Stahl: HC420LA	1,5	Transfer	2,50	384.000,00
TUERAUSSENBLECH	Stahl: DC04 +ZE	0,6	Stufenpresse	11,50	1.400.000,00
TRAEGERBLECK SCHACHTABD AU	Stahl: HC420LA	0,6	Folgeverbund	0,55	180.000,00
STREBE BEULSTEIFIGKEIT	Stahl: HC420LA	0,8	Folgeverbund	1,30	280.000,00
			GESAMT:	32,42	4.064.000,00

Bild II.4.-1 Übersicht Einzelteilkosten

Die Gesamtkosten aller durch Muhr gefertigten Bauteile für eine mögliche Serie mit 50.000 Fahrzeugen pro Jahr belaufen sich auf 32,42 € pro Tür bei einem Werkzeug-Invest von 4.064.000 €

III. Ergänzungen

III.1 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Entgegen der ursprünglichen Planung hat Muhr Metalltechnik im Juli 2019 eine Kürzung der ursprünglich bewilligten Fördermittel um insgesamt 485.969,62 € beantragt.

Zum einen konnte die Anzahl der einzelnen Strukturteile verringert werden, zum anderen hatte sich die Komplexität der Bauteile deutlich reduziert.

Beispiel: Aus einer zweiteiligen Türinnenblechvariante, für die mehrere Werkzeuge notwendig gewesen wären, wurde im Projektverlauf eine einteilige Variante, die heute mit nur einem Ziehwerkzeug herstellbar ist

Bild xx zeigt die finale Planung vom Juli 2019, die vom Projektträger am 07.08.2019 bewilligt worden ist.


Kostenkalkulation WiLeitNu – Aktenzeichen: 19/16012C		 Muhr Metalltechnik
		neue Kalkulation vom 16.07.2019
813 Material		116.259,51 €
823 FE-Fremdleistungen BU		19.500,00 €
837 Personal		389.381,47 €
838 Reisekosten		2.466,20
850 Sonst - Konstruktion		64.775,00 €
850 Sonst - Schachtrohr		14.300,00 €
Summe / Jahr		606.682,18 €

Bild III.1-1 Kostenkalkulation vom 16.07.2019

Der finale Verwendungsnachweis zeigt, dass die Kosten noch mal um 16.293,58 € reduziert werden konnten. Somit hatte Muhr Metalltechnik insgesamt 590.388,60 € Selbstkosten für das Projekt WiLeitNu.

1. Nachkalkulation der gesamten Selbstkosten		
1.1 Position	Gesamtvorkalkulation (€)	Gesamtnachkalkulation (€)*
0813 Material	116.259,51	111.259,51
0823 FE-Fremdleistungen	19.500,00	11.000,00
0837 Personalkosten	389.381,47	392.221,99
0838 Reisekosten	2.466,20	1.832,10
0847 Abschreibungen auf vorhaben-spezifische Anlagen	0,00	
0848 Abschreibungen auf sonstige ge-nutzte Anlagen des FE-Bereichs	0,00	
0850 sonstige unmittelbare Vorhaben-kosten	79.075,00	74.075,00
0855 Summe unmittelbare Vorhaben-kosten (Pos. 0813 – 0850)	606.682,18	590.388,60
0856 Kosten innerbetrieblicher Leistungen	0,00	
0860 Verwaltungskosten	0,00	
0881 gesamte Selbstkosten des Vorhabens (Summe Pos. 0855 – 0860)	606.682,18	590.388,60

Bild III. 1-2 Finaler Verwendungsnachweis

Die genaue Aufschlüsselung findet sich in den Zwischennachweisen und dem abschließenden Verwendungsnachweis.

Inhaltliche und terminliche Verzögerungen, die in einzelnen Arbeitspaketen aufgetreten sind, konnten im Projektverlauf wieder aufgeholt werden, so dass keine inhaltlichen oder terminlichen Verzögerungen am Projektende aufgetreten sind.

III.2 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das Projekt erforderte einen hohen Forschungsaufwand, wozu keiner der beteiligten Partner alleine in der Lage war. Es handelte sich um eine komplexe interdisziplinäre Aufgabenstellung mit hohem technischem und wirtschaftlichem Risiko, die ausschließlich im Verbund und durch eine Förderung erfolgreich bearbeitet werden konnte. Im Rahmen des Projektes wurde eine signifikante Steigerung des Technologiereifegrades erreicht.

Besonders das TP 1, die Abstimmung zum virtuellen Türkonzept, war deshalb so erfolgreich, weil EDAG als Entwicklungsdienstleister sehr viele Konzeptansätze mitgebracht hat, die von Muhr Metalltechnik und Fischer als Fachexperten immer wieder neu bewertet worden sind. In vielen, vielen Meetings wurden Konzepte diskutiert und neue Lösungsvorschläge erarbeitet. Hier zeigte sich die Stärke dieses interdisziplinären Verbundteams!

Das Resultat, die beiden Demonstratoren zur WiLeitNu, zeigen, dass diese Entwicklung positiv umgesetzt werden konnte.

III.3 Nutzen und Verwertbarkeit sowie wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Im Laufe des Projektes erfolgte ein Know-How Aufbau in der Umformung von Stahl-Dünnblechen für Außenhautbauteilen. Besonders hervorzuheben sind hier die unterschiedlichen Ansätze bei den Simulationen der Großbleche (Türaußenhaut und Türinnenblech) und die Schlussfolgerung, dass insbesondere die Außenhaut mindestens eine Abstreckung von 5-7% im gesamten Bereich aufweisen muss, um stabil zu sein. Durch die entsprechende Herstellung des Prototyps konnte diese Vorgehensweise durch die Praxis bestätigt werden.

Weiterhin erfolgte ein Transfer der erarbeiteten Füge-technologien in den hauseigenen Entwicklungs- und Fertigungsprozessen. Eine Erweiterung & Optimierung der internen Wertschöpfung durch Integration von neuartigen Fügeverfahren wurde diskutiert und findet bei Neuanfragen der Kunden entsprechende Anwendung.

Mittelfristig wird Muhr auch über das Projektende hinaus die WiLeitNu für Akquise-Zwecke bei entsprechenden OEMs nutzen, um weiterhin im Sourcing der Nutzfahrzeug-OEM berücksichtigt zu werden. Anfragen für Fertigung von zusätzlichen Lkw-Türen sollen eingehen zur Herstellung von Prototypen- und Serienpressteilen.

Langfristig ist weiterhin eine Serienbeauftragung zur Lieferung von kompletten Lkw-Türrohbauten bei zwei Nutzfahrzeug-OEMs mit einem Marktvolumen jeweils ca. 50.000 Fahrzeugen/Jahr vorgesehen¹. Hieraus resultiert eine jährliche Umsatzsteigerung von 18 Mio. €.² Hierfür ist die Einstellung von etwa 80 neuen Fachkräften in der Fertigung/Logistik/Qualitätskontrolle notwendig. Hinzu kommt die Steigerung des Auftragseingangs im Bereich des Werkzeugbaus. Hier ist ein zusätzlicher Auftragseingang durch die Fertigung der Werkzeuge der Lkw-Türen von jeweils 5 Mio. €³ respektive der Einstellung von jeweils 20 neuen Mitarbeitern im Werkzeugbau realistisch. Ferner ist bis 2025 die Fertigung von kompletten Tür- und Rückwandrohbauteilen von z.B. leichten Nutzfahrzeugen wie etwa dem Mercedes-Benz Sprinter angedacht. Bei Bedienung des Daimler Produktionswerkes Ludwigsfelde mit 50.000 Einheiten/Jahr würde sich eine jährliche Umsatzsteigerung von ca. 10 Mio. €, respektive der Einstellung von etwa 50 neuen Mitarbeitern ergeben.

¹ Konservative Annahme für Produktionsstückzahlen von mittelschweren & schweren Lkw. Produktionsstückzahlen im Jahr 2011: Daimler AG 253.800, Volvo 150.300, PACCAR (DAF) 113.000, MAN 106.800, Iveco 53.300, Scania 51.700 (Quelle: EDAG Engineering GmbH, firmeninterne Marktanalysedaten).

² Grundlage der Berechnung sind die durch EDAG Experten ermittelten Herstellkosten einer aktuellen „State-of-Art“ Lkw-Tür in Stahl-Schalenbauweise: Ein Satz Türrohbauteile kostet heute in der Herstellung ca. 180 €.

³ Grundlage der Berechnung sind die durch EDAG Experten ermittelten Werkzeuginvestkosten einer aktuellen „State-of-Art“ Lkw-Tür in Stahl-Schalenbauweise. Die Werkzeuginvestkosten für die Umformwerkzeuge und Zusammenbau-Vorrichtungen betragen heute etwa 13 Mio. € pro Satz Lkw-Türen. Es wird angenommen, dass 30 % der Aufträge der OEM bzgl. Werkzeugfertigung an Muhr Metalltechnik vergeben werden.

III.4 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt

Während des Vorhabens sind keine FuE-Ergebnisse von Dritten bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant waren.

III.5 Erfolgte und Geplante Veröffentlichungen

Im September 2018 hat Muhr zusammen mit den beiden Verbundpartnern die WiLeitNu auf der IAA Nutzfahrzeuge in Hannover ausgestellt.

Aktuell hat Muhr Metalltechnik den Vision-Door-Demonstrator im Eingangsbereich der Firma aufgebaut, *Bild III.5-1*

Bei diversen Kundenterminen wurde das Projekt detailliert und mit großem Interesse der Kunden diskutiert. Zu diesen Kunden zählen u.a. die OEMs BMW, Daimler und Volvo. Unsere Ansprechpartner der Automotive-Sparte haben zugesichert, in Ihren Firmen entsprechende Ansprechpartner für die Nutzfahrzeugindustrie mit diesem Thema zu konfrontieren. Muhr erhofft sich somit sogenannten Door-Opener bei diversen Endkunden.

Weitere Veröffentlichungen haben insbesondere durch unseren Verbundpartner EDAG stattgefunden. Des Weiteren sind durch EDAG auch zukünftig Veranstaltungen geplant, um die Tür weiter zu vermarkten. Siehe hierzu unseren gemeinsamen Abschlussbericht.



Bild III.5-1 WiLeitNu -- Vision Door – Demonstrator Muhr Metalltechnik

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN geplant	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Wirtschaftliche Leichtbautür für Nutzfahrzeuge – Teilprojekt: Konzeptionierung, Erarbeitung von Fertigungskonzepten, Demonstratorfertigung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Halbe, Volker	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.11.2019
	6. Veröffentlichungsdatum geplant
	7. Form der Publikation Schlussbericht bei TIB
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Halbe, Volker Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG Dia-Therm Str. 1 D-57482 Wenden-Altenhof	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 19I16012C
	11. Seitenzahl 39
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. Literaturangaben 3
	14. Tabellen 2
	15. Abbildungen 40
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Technische Informationsbibliothek Hannover	
18. Kurzfassung In der wachsenden Nutzfahrzeugindustrie steht zum einen die Wirtschaftlichkeit an erster Stelle. Zum anderen erfordern Klimawandel und schwindende Ressourcen Maßnahmen hinsichtlich Effizienz. Deshalb wurde im WiLeitNu Forschungsvorhaben ein neues Leichtbautürkonzept erarbeitet. Durch den Einsatz der IHU Technologie wurde eine Profilbauweise und komplexe Querschnittsverläufe ermöglicht, um die Sichtwinkelverdeckung zu reduzieren. Darüber hinaus kann durch das zusätzliche Fenster in der Beifahrertür, einem so genannten London-View-Konzept, die Sichtbarkeit von Fußgänger verbessert werden. Weiterhin konnte die Aerodynamik durch das Türkonzept verbessert werden. Im Stand der Technik ergibt sich im Übergang von Fensterscheibe zur Tür ein Versatz von mindestens 6 mm. Diese Stufe erzeugt während der Fahrt einen Luftwiderstand. Dank des Einsatzes der IHU-Technologie konnte dieser Versatz auf ca. 2 mm verringert werden. Hauptziel des Projektes war die Gewichtsreduktion bei gleichbleibenden Kosten gegenüber dem Stand der Technik. Durch den Einsatz von funktionsintegrierten Blechbauteilen und der Profilbauweise mit hochfestem Türrahmen durch den Einsatz der IHU-Technologie, konnte die Bauteilanzahl, Anzahl Fügeverfahren und Flanschflächen reduziert werden. Somit wurde gegenüber dem „State of the Art“ Referenzfahrzeug eine Gewichtsreduktion in Höhe von rund 22 % bei gleichbleibenden Kosten erzielt.	
19. Schlagwörter Innenhochdruck-Umformung, Leichtbau, LKW-Tür, Wirtschaftlichkeit, Nutzfahrzeug	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN planned	2. type of document (e.g. report, publication) report
3. title Economic lightweight door for commercial vehicles - sub-project: conceptual design, development of manufacturing concepts, demonstrator production and validation of generic truck door concept	
4. author(s) (family name, first name(s)) Halbe, Volker	5. end of project 30.11.2019
	6. publication date planned
	7. form of publication report to TIB
8. performing organization(s) (name, address) Halbe, Volker Muhr Metalltechnik GmbH & Co. KG Dia-Therm Str. 1 D-57482 Wenden-Altenhof	9. originator's report no.
	10. reference no. 19I16012C
	11. no. of pages 39
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. no. of references 3
	14. no. of tables 2
	15. no. of figures 40
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) Technische Informationsbibliothek Hannover	
18. abstract In the growing commercial vehicle industry, the first priority is profitability. On the other hand, climate change and dwindling resources require measures in terms of efficiency. This is why a new lightweight door concept was elaborated in the WiLeitNu research project. The use of hydroforming technology enabled a profile design and complex cross-sectional shapes to reduce the concealment of the viewing angle. Furthermore, the additional window in the passenger door, a so-called London View concept, can improve the visibility of pedestrians. In addition, the door concept has improved aerodynamics. The current state of the art results in an offset of at least 6 mm in the transition from the window glass to the door. This step creates air resistance while driving. Thanks to the use of hydroforming technology, this offset could be reduced to approx. 2 mm. The main objective of the project was to reduce weight while keeping costs at the same level as with the state of the art. The use of functionally integrated sheet metal components and the profile design with high-strength door frames using hydroforming technology made it possible to reduce the number of components, the number of joining processes and flange surfaces. Thus, compared to the "state of the art" reference vehicle, a weight reduction of around 22 % was achieved at the same cost.	
19. keywords hydrofomring, lightweight design, truck door, economic efficiency, commercial vehicles	
20. publisher	21. price