

Erkenntniserweiterung beim Widerstandselementeschweißen

PNF WES

Attendorf

April 2024

0004226

Dr.-Ing. Stefan Kurtenbach
Matthias Schneider



Motivation

Zunahme der Komplexität in der Fügetechnik

Ausgangssituation

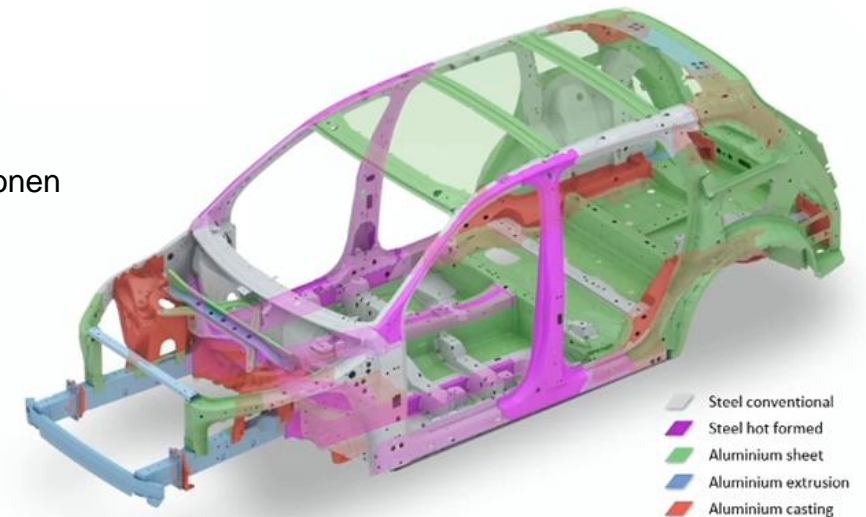
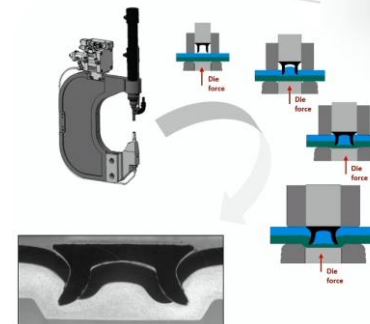
- Materialmix – Die Auswahl des Materials für die Karosseriestruktur variiert stark je nach Fahrzeugsegment
 - Aluminium hat in den letzten 5 bis 10 Jahren erhebliche Anwendung in der Karosseriestruktur und den Anbauteilen gefunden - Bleche, Strangpressprofile- und Druckgussteile
 - Aluminium wird hauptsächlich in den Segmenten Premium, BEV, SUV und Sportfahrzeuge verwendet
 - Großserien-Fahrzeuge haben einen begrenzten Aluminiumgehalt → Anbauteile
- Zunahme der Komplexität in der Fügetechnik
 - Material-Mix in Kombination mit verschiedenen Materialdickenkombinationen erhöhen
 - die Zahl der Fügestellen
 - die Anzahl der unterschiedlich eingesetzten Fügetechnologie

2855 x Stanzniete

364 x unterschiedliche Materialdickenkombinationen

28 x unterschiedliche Matrizen / Nieten

393 x unterschiedliche Systeme



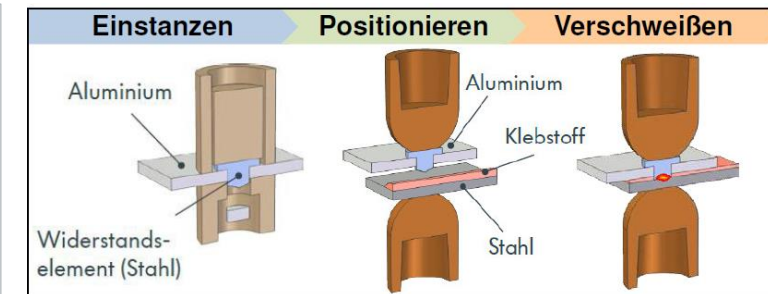
Motivation

Fügen von Al/Stahl-Werkstoffkombinationen mittels des Widerstandselementschweißen (WES)

Ausgangssituation

Etablierte zweiseitige mischbautaugliche u. punktuelle Fügeverfahren weisen verfahrensspezifische Nachteile auf

- **Fügen von 3-Blech-Verbindungen:** Stanznieten, Clinchen u. Reibelementschweißen z.T. nicht einsetzbar bei Al/Al/St o. Al/St/St Werkstoffpaarungen insbesondere bei hochfesten Stahlkomponenten. Dadurch geringe Flexibilität im Fahrzeugdesign.
- **Fügen hochbelasteter/crashrelevanter Bauteil:** Infolge der geringen negativen Beeinflussung des Klebstoffes durch WES weisen diese gegenüber anderen Fügeverfahren die höchsten Verbindungsfestigkeiten auf
- **Fügen von Al-Druckgusslegierungen:** Mittels Stanznieten o. Clinchen oft nicht realisierbar infolge erhöhter lokaler Rissneigung insb. bei nicht wärmebehandeltem Material
- **Erhöhter Integrations- u. Trainingsaufwand:** Anwender mit bislang geringen Mischbaueinsatz können/wollen den aufwendigen Qualifizierungsprozess für Stanznieten, Clinchen usw. nicht durchführen. Grundlage des WES ist das Widerstandspunktschweißen, welches bei nahezu allen Anwendern im automobilen Umfeld etabliert ist, wodurch der Integrations- u. Trainingsaufwand deutlich geringer ist.
- **Delta/Alpha Problematik:** Insbesondere bei großen Bauteilen können ausschließlich kraft- u. formschlüssige Verfahren (Stanznieten, Clinchen) die auftretenden (Fügepunkt-)Belastungen infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnung beim KTL-Durchlauf nicht bestehen und Versagen dadurch.



Quelle: Goede, M.: Flexible Produktionstechnologien für großvolumige Leichtbaufahrzeuge. In: Tagungsband zum 19. Paderborner Symposium Fügetechnik, 14.04.2016

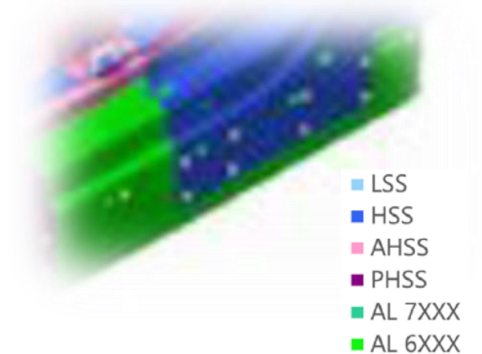
Motivation

Zielsetzung und Nutzen

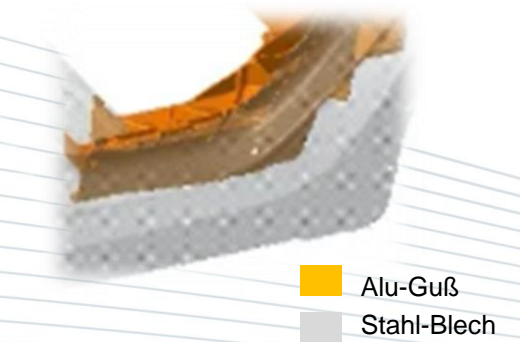
Ermittlung des Verfahrenspotenzials und der Prozessrobustheit des Widerstandselementschweißens beim Einsatz in Mischbau-Karosseriekonzepten

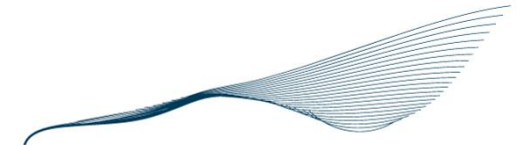
Nutzen und Ergebnis

- Erweiterung der Erkenntnis über geeignete Mischbau-Werkstoffkombinationen u. Anwendungsgrenzen (z.B. Case1: Dünnes Al-Außenhautblech; Case2: Al-Druckguss Anwendung; Case3: Crash-relevante Bauteile)
- Anwendungshinweise u. Qualitätskriterien für die Teilprozesse Einstanzen u. Widerstandsschweißen
- Darstellung der Verfahrensflexibilität (z.B. Al-Blechkicken mit einer Elementlänge, Einfluss von Blechkickenschwankungen, Fertigung von Unterbaugruppen)
- Übersicht über die Mindestanforderungen an die Widerstandsschweißtechnik (z.B. vgl. Vergleich Pneumatik-Wechselstrom vs. Servo-Mittelfrequenz)
- Nachweis ausreichender Verbindungsfestigkeit bei ausgehärtetem/nicht ausgehärtetem Klebstoff
- Definierte Dichtheitseigenschaften der Verbindungen
- Analyse der Korrosionsanfälligkeit
- Benchmark ggü. anderen ausgewählten zweiseitigen mischbautauglichen u. punktuellen Fügeverfahren (z.B. Verbindungsperformance, Energieverbrauch, relative Kostenabschätzung je Fügepunkt)
- Möglichkeiten zur inline-Qualitätsinspektion beider Prozessschritte (Einstantz- und Punktschweißprozess)



Schwellerstrukturen



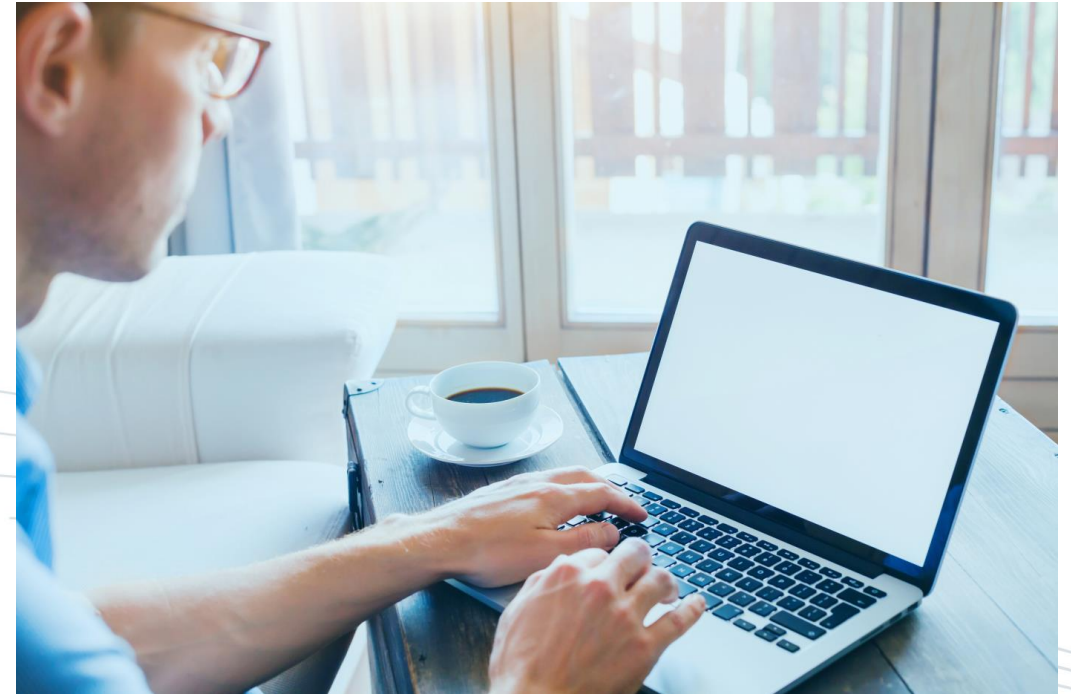


Projekthalt

Arbeitsinhalte

AP1: Stand der Technik

- Darstellung des WES-Verfahrens im aktuellen Prozess
- Analyse u. Darstellung aktueller Forschungsergebnisse sowie Vergleich dieser zu bestehenden Serienanwendungen
- Identifikation relevanter alternativer Fügeverfahren
- Analyse potenzieller Einsatzbaugruppen in der Fahrzeugkarosserie

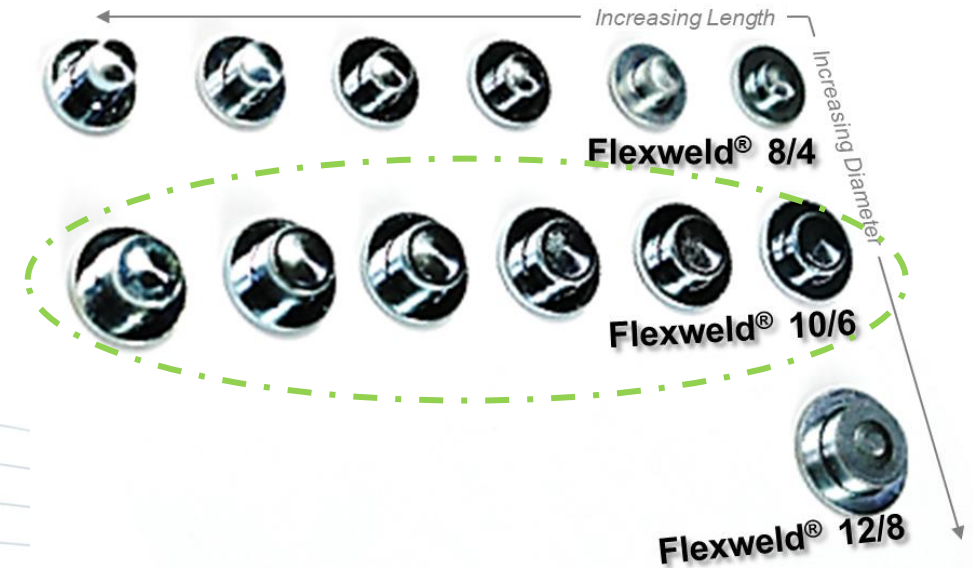


Projekthalt

Arbeitsinhalte

AP2: Auswahl Proben, Verbindungselemente u. Qualitätskriterien

- Definition der Anwendungsfälle (Referenzbaugruppe, Materialkombination)
- Definition Probengeometrien, Klebstoffe, Verbindungselemente usw.
- Beschreibung bekannter Qualitätskriterien für das Einstanzen u. Verschweißen



Projekthalt

Arbeitsinhalte

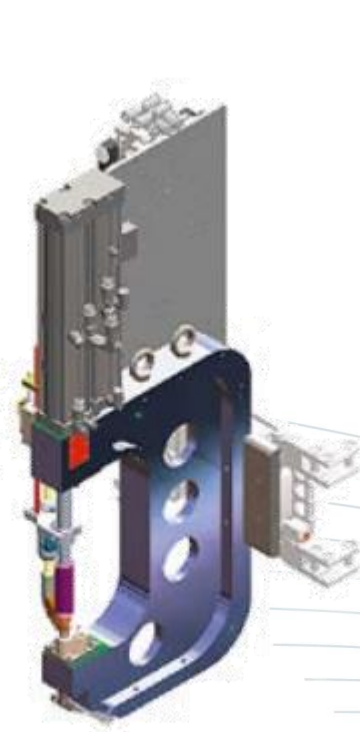
AP3: Aufbau u. Integration der Anlagentechnik am ACS

- Integration einer C-Bügel Einheit Flexweld in die Fügezelle acs
- optional Integration eines Zuführgeräts Flexweld in die Fügezelle acs
- Inbetriebnahme der Anlagentechnik

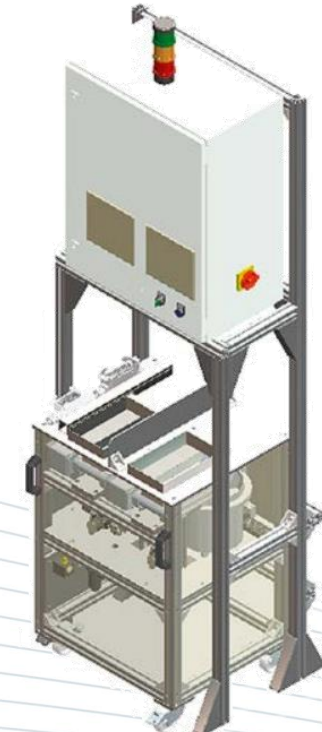
Die Anlagentechnik kann während der Verfügbarkeit im acs durch die Projektpartner für individuelle Untersuchungen nach Absprache genutzt werden.



Das Flexweld® Element



C-Bügel Einheit Flexweld®



Zuführgerät Flexweld®

Projekthalt

Arbeitsinhalte

AP4: Grundlagenversuche

Grundlagenversuche

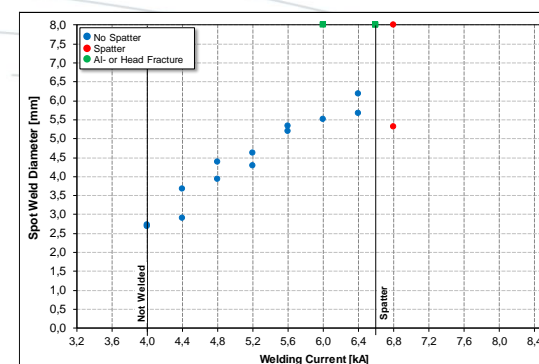
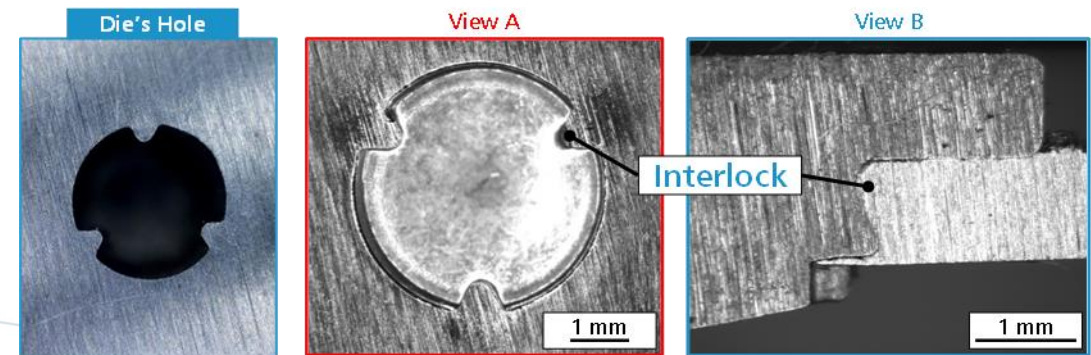
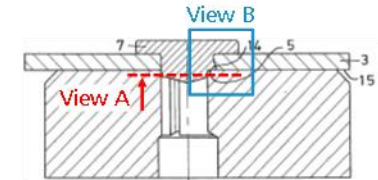
Stanz

- Ermittlung Randabstände vs. Rissbildung oder Aufwölbung
- Einstanzverhalten bei Dickenschwankung
- Ermittlung der Verliersicherheit der Elemente bzw. Auspresskräfte (was kann beim Einstanzen schief laufen?)

Schweißen

- Parameterfindung für die gewählten Materialkombinationen unter Berücksichtigung verschiedener Schweißparameter-“SetUps“ (d.h. kurz und mit viel Kraft analog Buckelschweißen oder eher klassische Punktschweißparameter)

→ Bewertung der Fügeverbindungen durch Schlibbilder, Zug-/Druckversuche



Projekthalt

Arbeitsinhalte

AP5: Versuchsdurchführung Laborproben

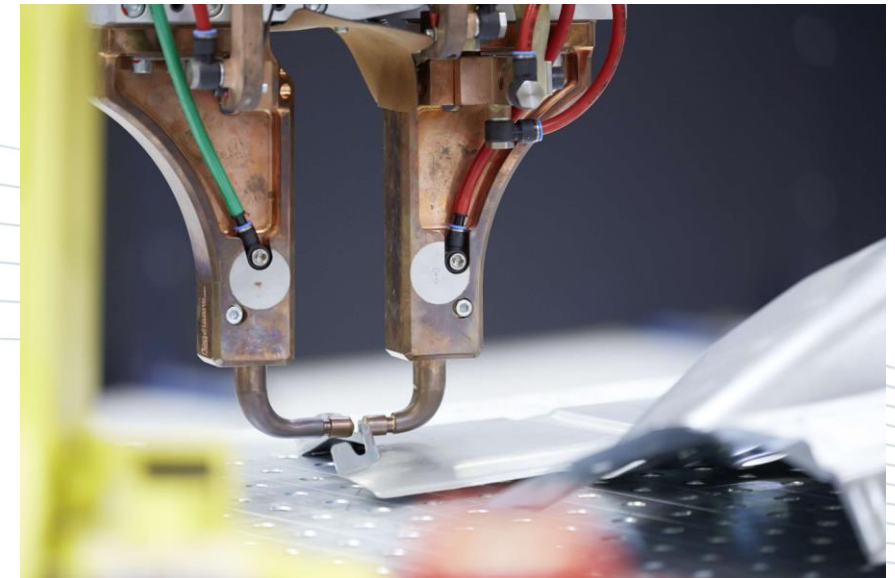
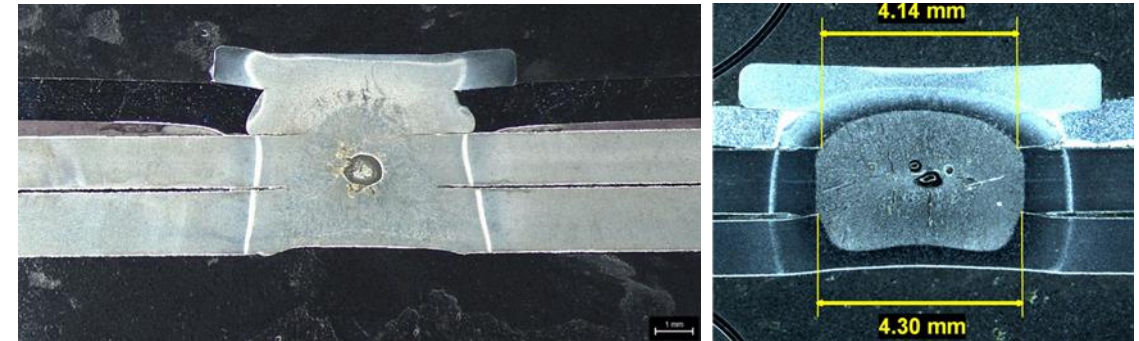
Fügen von 3-Blech Kombinationen

- Wie/ob müssen Schweißparameter für 3T geändert werden?
- Einfluss Elektrodenkappen (auch asymmetrisch)
- Welche Fügekonstellation sind sinnvoll u. möglich?
- Festigkeit der einzelnen Verbindungsebenen

Auslegungs- u. Fertigungstoleranzen

- Einfluss des Elektrodenoffset auf die Schweißverbindung
- Einfluss Schweißbuckelüberstand auf Spaltentstehung zw. den Blechen
- Einfluss Nebenschluss bzw. Fügepunktastand
- Einfluss von Spalten zwischen den Blechen

→ Bewertung der Fügeverbindungen durch Sichtkontrollen, Meißelprüfungen, Prozessparameter-Kontrolle seitens Schweißsteuerung



Projekthalt

Arbeitsinhalte

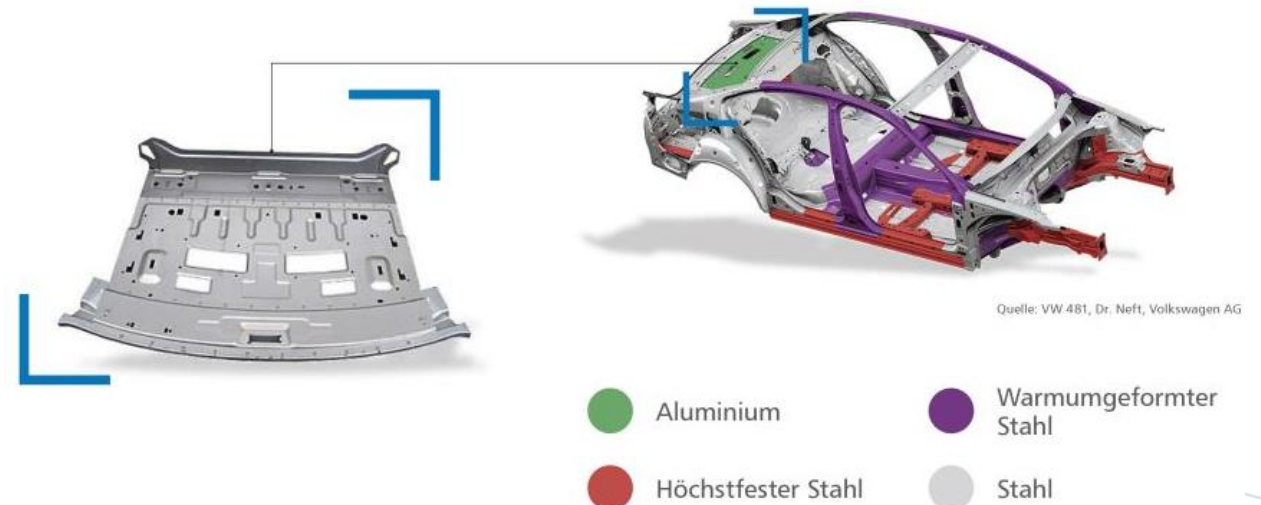
AP6: Versuchsdurchführung Demonstrator

Übertragung der Fügeprozesse auf eine realitätsnahe 3D-Struktur

- 3-Blechverbindung
- Alu-Guss + St-Blech-Verbindung

Bewertung der Fügeverbindungen (Sicht-, Meißel- & Prozessparameterkontrolle)

Hutablage aus Aluminium gefügt mit 51 WES-Elementen

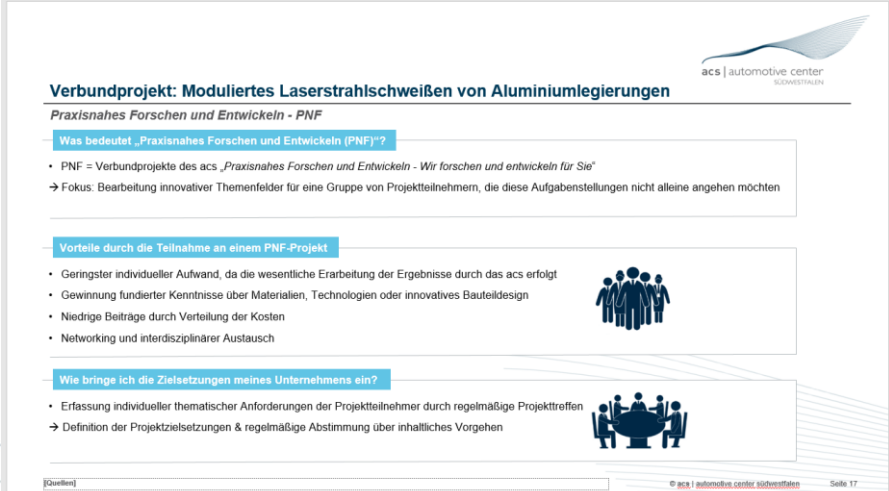


Projekthalt

Arbeitsinhalte

AP7: Dokumentation

- Projekttreffen und Präsentationen Zwischenstand
- Versuchsergebnisse
- Prozessanalysen
- Abschlussmeeting und -präsentation

Verbundprojekt: Moduliertes Laserstrahlschweißen von Aluminiumlegierungen
Praxisnahes Forschen und Entwickeln - PNF

Was bedeutet „Praxisnahes Forschen und Entwickeln (PNF)“?

- PNF = Verbundprojekte des acs „Praxisnahes Forschen und Entwickeln - Wir forschen und entwickeln für Sie“
- Fokus: Bearbeitung innovativer Themenfelder für eine Gruppe von Projektteilnehmern, die diese Aufgabenstellungen nicht alleine angehen möchten

Vorteile durch die Teilnahme an einem PNF-Projekt

- Geringster individueller Aufwand, da die wesentliche Erarbeitung der Ergebnisse durch das acs erfolgt
- Gewinnung fundierter Kenntnisse über Materialien, Technologien oder innovatives Bauteildesign
- Niedrige Beiträge durch Verteilung der Kosten
- Networking und interdisziplinärer Austausch

Wie bringe ich die Zielsetzungen meines Unternehmens ein?

- Erfassung individueller thematischer Anforderungen der Projektteilnehmer durch regelmäßige Projekttreffen
- Definition der Projektzielsetzungen & regelmäßige Abstimmung über inhaltliches Vorgehen

[Quellen] © acs | automotive center südwestfalen Seite 17

Verbundprojekt: WES

Organisation und Zeitplanung

Organisation

- Projektbeginn: Q3/2024
- Projektlaufzeit: 18 Monate
- Projektkosten:
 - je Projektpartner: 14.850,- EUR über Laufzeit

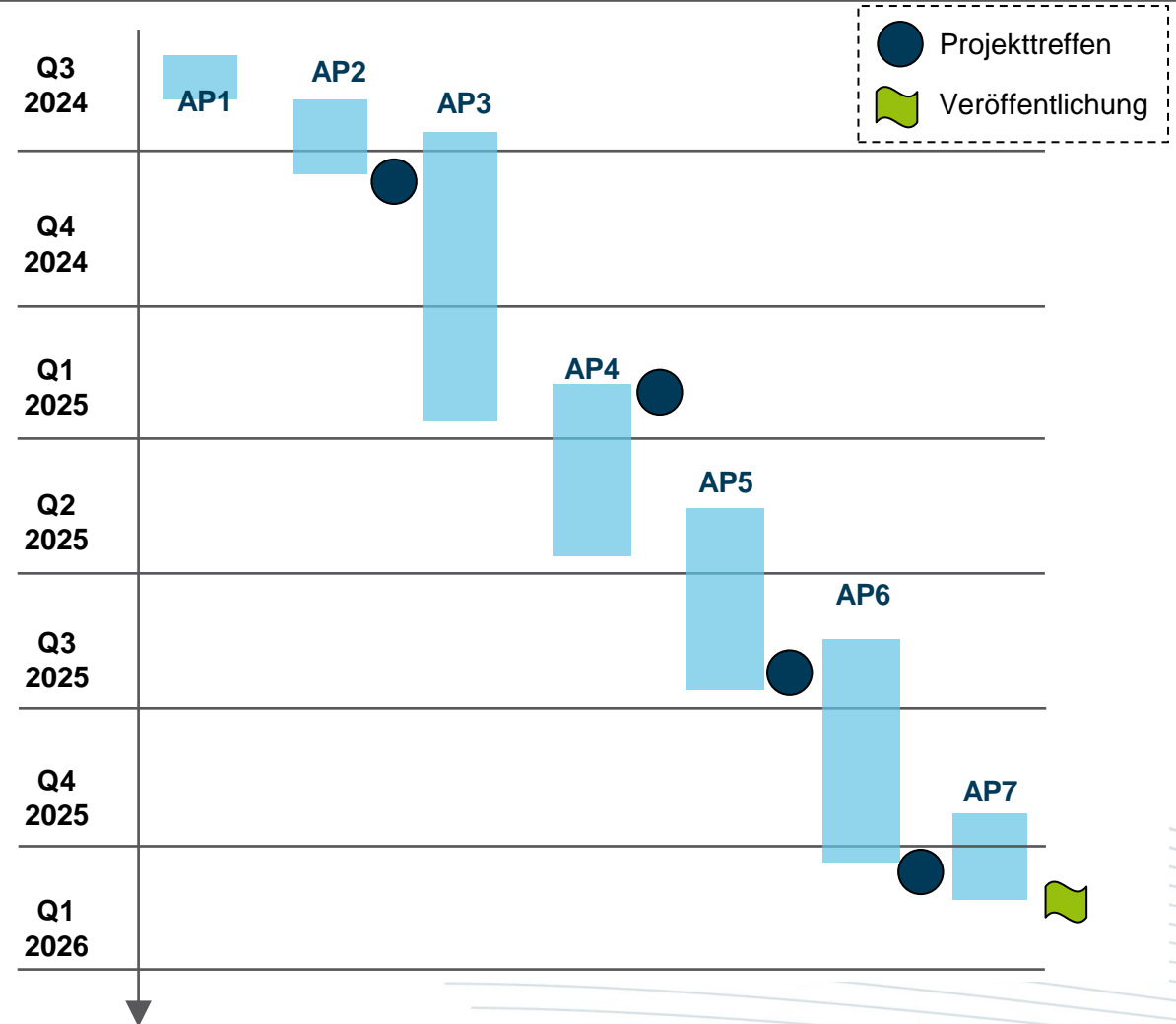
Anmerkungen:

Im Rahmen des Projektes gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Automotive Center Südwestfalen GmbH sowie ggfs. zusätzliche Projektvereinbarungen.

Die Projektkosten sind jährlich im Voraus zu entrichten; Reisekosten sind nicht inkludiert.

Unternehmensspezifische Projekterweiterungen und individuelle Analysen sind möglich.

Eine Teilnahme ist auch nach Projektbeginn durch Entrichtung der vollständigen Projektkosten möglich.



Verbundprojekt: Fertigungskonzept für profilintensive Strukturen

Praxisnahes Forschen und Entwickeln - PNF

Was bedeutet „Praxisnahes Forschen und Entwickeln (PNF)“?

- PNF = Verbundprojekte des acs „Praxisnahes Forschen und Entwickeln - Wir forschen und entwickeln für Sie“
- Fokus: Bearbeitung innovativer Themenfelder für eine Gruppe von Projektteilnehmern, die diese Aufgabenstellungen nicht alleine angehen möchten

Vorteile durch die Teilnahme an einem PNF-Projekt

- Geringster individueller Aufwand, da die wesentliche Erarbeitung der Ergebnisse durch das acs erfolgt
- Gewinnung fundierter Kenntnisse über Materialien, Technologien oder innovatives Bauteildesign
- Niedrige Beiträge durch Verteilung der Kosten
- Networking und interdisziplinärer Austausch



Wie bringe ich die Zielsetzungen meines Unternehmens ein?

- Erfassung individueller thematischer Anforderungen der Projektteilnehmer durch regelmäßige Projekttreffen
- Definition der Projektzielsetzungen & regelmäßige Abstimmung über inhaltliches Vorgehen



Vielen Dank.

Ansprechpartner



Dr.-Ing. Stefan Kurtenbach
Leiter Prozess- u. Technologieentwicklung

T +49 2722 9784-543
E s.kurtenbach@acs-innovations.de



Matthias Schneider
Verfahrenstechniker Fügetechnik

T +49 2722 9784-544
E m.schneider@acs-innovations.de



In Zusammenarbeit mit:
ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Vitalij Janzen
T +49 7937 8045-851
E Vitalij.Janzen@arnold-fastening.com

Gute Ideen. Leicht gemacht.

