

Ergebnisse

Innovationsallianz

Green Carbody Technologies – InnoCaT®



www.greencarbody.de

InnoCaT[®]



Die Innovationsallianz „Green Carbody Technologies (*InnoCaT*[®]) ist eine im Jahre 2008 gestartete Initiative der deutschen Automobil-, Ausrüster- und Zulieferindustrie. Sie hat zum Ziel, gemeinsam Innovationen und Lösungen für eine relevante Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs in einem der Kernprozesse der Automobilproduktion – der Fertigung von Automobilkarosserien – zu erarbeiten.

In diese Allianz partnerschaftlich eingebunden sind die produktionstechnischen Fraunhofer-Institute an den Standorten Chemnitz, Aachen und Stuttgart – das Fraunhofer IWU, Fraunhofer IPT und das Fraunhofer IPA. Der Volkswagen AG obliegt im Kreise der beteiligten Automobil-OEMs eine koordinierende Führungsrolle.

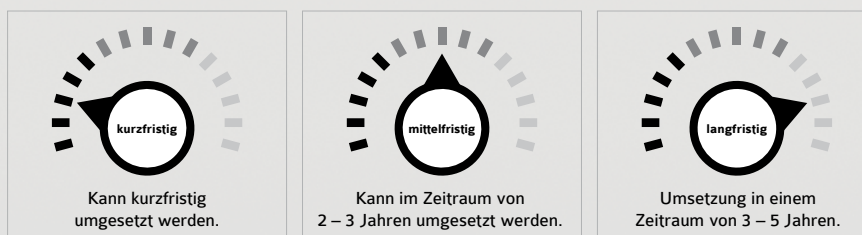
Großen Anteil am Zustandekommen der Allianz hat der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA).

Die Gemeinschaftsforschung der Allianz, finanziell gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und betreut durch den Projektträger Karlsruhe, Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT) ist strukturiert in vier technologische, vorzugsweise gewerkespezifische Verbundprojekte (Werkzeugbau, Presswerk, Karosseriebau, Lackierung) und ein übergeordnetes, auf Planung und Produktionssteuerung ausgerichtetes Verbundprojekt.

Diese vorwettbewerbliche Forschungszusammenarbeit der Jahre 2010 – 2012 ist eingebettet in umfängliche firmenspezifische, unternehmerische Initiativen der teilnehmenden Industriepartner der Innovationsallianz zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in ihren Produkten, Prozessen und Systemen.

Die vorliegende Dokumentation bietet eine ganzheitliche Präsentation von Einzelergebnissen aus den 30 Forschungsprojekten und den Ausblick auf deren Gesamteffekt, dargestellt im Rahmen der *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik sowie auf ein Gesamtergebnis, welches sich in der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis zeigen wird.

Zeithorizont der Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis





Dr. Hubert Waltl
Mitglied des Markenvorstands Volkswagen
Produktion und Logistik
Volkswagen AG

H. Waltl

Vorwort

Wer Autos baut, trägt Verantwortung. Ob als OEM oder Zulieferer, die Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ (InnoCaT®) stellt sich dieser Verantwortung.

Volkswagen will mit seinen Zulieferern sparsam und verantwortungsvoll mit unseren Ressourcen umgehen und den Energieverbrauch unserer Fertigungsanlagen und -prozesse nachhaltig senken.

Unsere ehrgeizigen Ziele für eine ökologische Fertigung unserer Fahrzeuge und deren Komponenten sind klar definiert. Wir wissen aber auch, dass wir ohne Einbeziehung unserer Zulieferer und deren Know-how unsere Ziele nicht erreichen werden.

Daher haben wir uns unter Führung des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik in Chemnitz zu einer Innovationsallianz zusammengeschlossen. Über die Grenzen des Wettbewerbs hinaus erforschen wir umweltgerechte Lösungen für alle Arten industrieller Prozesse der Automobilfertigung.

Jedes Projekt von „Green Carbody“ zeigt seinen Anteil an der möglichen nachhaltigen Senkung der Energie und Ressourcen auf.

Damit sorgen wir für Transparenz.

Gemeinsam werden wir verantwortungsvoller mit Ressourcen umgehen und Emissionen vermeiden.



Prof. Reimund Neugebauer
Präsident
Fraunhofer-Gesellschaft

Reimund Neugebauer

Vorwort

Deutschland behauptet einen Spitzenplatz als Industriestandort. Dazu trägt eine ausgezeichnete Vernetzung von wertschöpfender industrieller Produktion und anwendungsorientierter Vorlaufforschung bei.

Die produktionstechnischen Institute der Fraunhofer-Gesellschaft sind strategische Forschungspartner der deutschen Automobilindustrie. Ein herausragendes Beispiel dieser Kooperation ist die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ (*InnoCaT[®]*).

Koordiniert gemeinsam durch das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU und dem Leadingpartner Volkswagen, erarbeiteten die mehr als 60 Teilnehmer der Allianz – Automobil-ausrüster, Zulieferindustrie und Forschungseinrichtungen – in 30 Fachprojekten innovative Lösungskonzepte für die Karosseriefertigung.

Gemeinsam verfolgte Fragestellungen lauteten: Mit wieviel Einsparung an Energie und Ressourcen werden sich zukünftig Fahrzeugkarosserien fertigen lassen? Und wie gelingt es besser, Energie- und Ressourceneffizienz bereits als Planungsgröße und in der realen Produktion als effiziente Steuergröße zu gestalten?

„Green Carbody“ verbindet somit wettbewerbsfähige technische Innovationen mit dem gesellschaftlichen Anspruch, unsere Umwelt nachhaltig weniger zu belasten.

Lassen Sie sich von den erzielten Ergebnissen überzeugen.



Hermann Riehl

Ministerialrat

Referat Produktionssysteme und -technologien
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Hermann Riehl

Vorwort

Zukunft der Produktion – Produktion der Zukunft

Das produzierende Gewerbe ist und bleibt das Rückgrat der deutschen Volkswirtschaft. In Kombination mit exzellenten wissenschaftlichen Einrichtungen sichert es nachhaltig unser hohes Wohlstandsniveau.

Um unserer Verantwortung kommenden Generationen gegenüber gerecht werden zu können, müssen wir Ressourcen effizient einsetzen und gleichzeitig Umweltbelastungen kompensieren. Ökonomie und Ökologie sind dabei kein Gegensatz. Investitionen in ressourcenschonende Technologien und entsprechendes Fachwissen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sichern Wachstum langfristig!

Grundvoraussetzung für sinnvolle Investitionen ist Wissen. Wissen und daraus resultierende Technologie, die aufgrund der hohen Komplexität nur noch in Verbänden entwickelt und implementiert werden kann. Die Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ ist ein herausragendes Beispiel dafür. Sie hat einen wertvollen Beitrag zur signifikanten Steigerung der Ressourceneffizienz in der Karosseriefertigung geleistet.

Ich wünsche allen Beteiligten, dass sich die Ergebnisse der Innovationsallianz schnell im Produktionsalltag bewähren und zur Stärkung des deutschen Automobilbaus beitragen werden.





60 FIRMEN

5 VERBUNDPROJEKTE

30 TEILPROJEKTE

100 MIO. EURO INNOVATION

EIN ZIEL

InnoCaT[®]



DIE IDEE DER INNOVATIONSALLIANZ

GREEN CARBODY
TECHNOLOGIES

www.greencarbody.de

Unter dem Aspekt globaler Entwicklungen wie weltweiter Ressourcenverknappung bei gleichzeitigem Bevölkerungswachstum und Klimawandel stellt der effiziente Einsatz von Energie und Material aus Sicht der Produktionsforschung eine besondere Herausforderung dar.

An vorderster Stelle steht dabei ein Paradigmenwechsel mit dem Ziel, künftig nicht mehr nur „maximalen Gewinn aus minimalem Kapitaleinsatz“, sondern vielmehr einen „maximalen Mehrwert von Produkten aus sparsamstem Einsatz von Ressourcen“ zu generieren.

Unter der Überschrift „Energieeffizienz in der Produktion“ initiierte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Zeitraum 2007/ 2008 eine Voruntersuchung zur Definition von Handlungsbedarfen zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktionstechnik.

Im Ergebnis dieser Voruntersuchung entstand als „Public Private Partnership“ (PPP) – Initiative die industriegetriebene Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ – *InnoCaT*[®].

Mit dem Aspekt ganzheitlicher Planung wurden in fünf Verbundprojekten Innovationen und Synergien entlang der Prozess- und Wertschöpfungskette im Automobilbau erforscht.

Eng verzahnt arbeiten insgesamt 60 Projektpartner aus Industrie und Forschung gemeinsam an skalierbaren Lösungen für einen optimalen Einsatz von Material und Energie.

Ziel der 3-jährigen Verbundforschung in der Allianz war insbesondere die Beantwortung der Frage, mit welchen neuen Konzepten und Lösungen eine signifikante Reduzierung des derzeitigen Ressourceneinsatzes unter Aspekten moderner Produktionstechnologien möglich sein wird.

Die Ergebnisse aller Untersuchungen wurden in einer virtuellen *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik zusammengeführt, die als herstellerneutraler Benchmark für ein automobilbauendes Werk definiert ist.

INNOVATIONSALLIANZ UND TECHNOLOGIEVERBUND

VOM BLECHCOIL ZUR LACKIERTEN KAROSSERIE

Der Weg zur Energieeffizienz in der Produktion führt über die Planung der Prozesse, Anlagen und Fabriken.

Optimierungsschwerpunkte:

Energiebedarf Technologien

Mechanische Arbeit für
Umformprozesse

Wärmebedarf beim
Fügeprozess

Energieverbrauch Betriebsmittel

Strom, Druckluft etc. für
Haupt- und Neben-
funktionen

Pressen, Roboter,
Schweißsysteme

Stillstandsverluste

Energieaufwand für Ressourcen

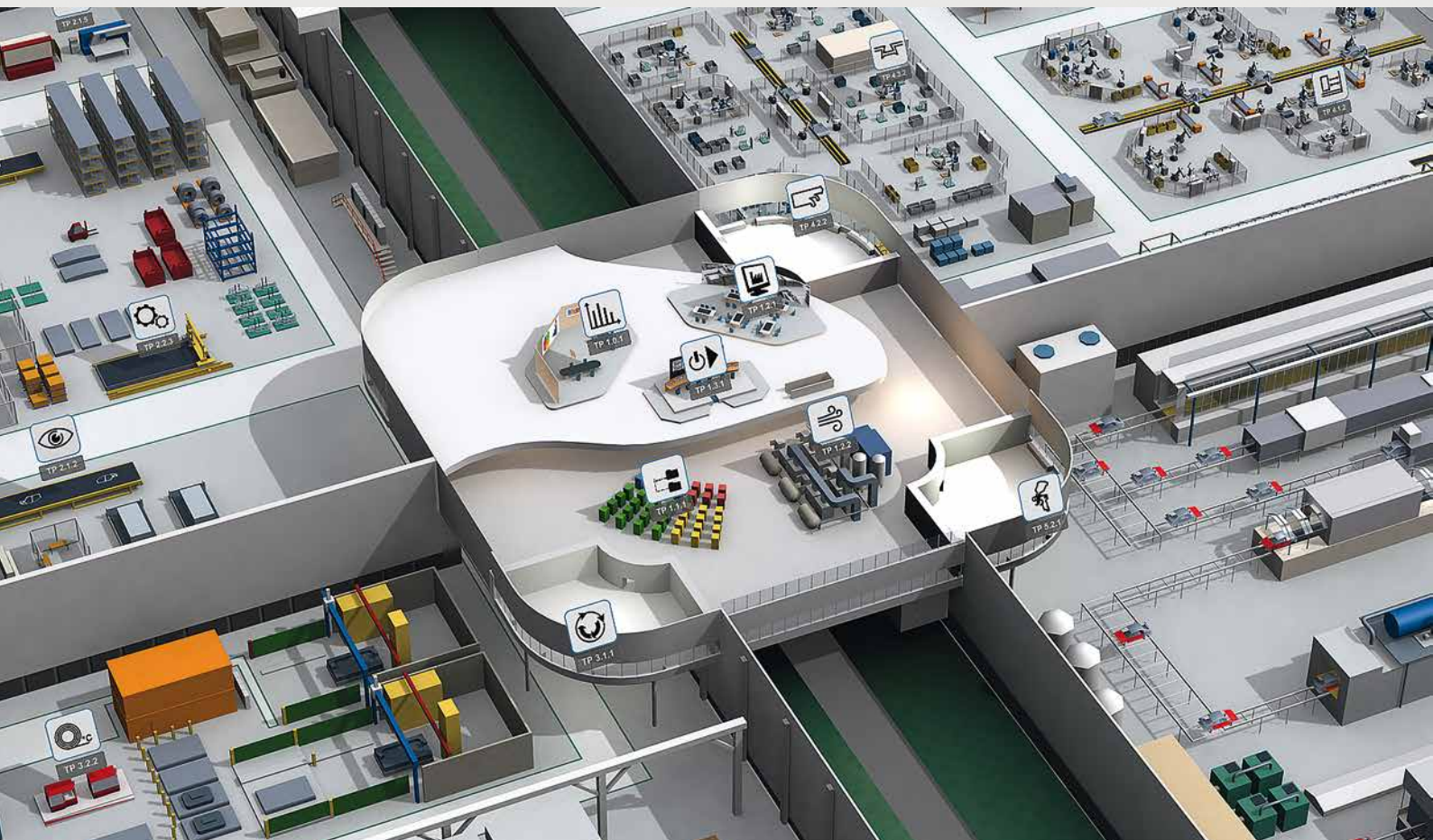
Energiebedarf der
Erzeugung, Logistik,
Entsorgung von
Material/ Hilfsstoffen

Materialausnutzungsgrad

Energieverbrauch Infrastruktur

Hilfs- und Nebenprozesse
(Anlauf, Wartung, Instand-
haltung, Intralogistik, Medienver-
sorgung)

Anlagenfahrweise



Die Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ ist in folgende fünf Forschungsverbände gegliedert:

**PLANUNG
NIEDRIGENERGIE-PRODUKTION**

ab Seite 16

InnoCaT[®] 1
Verbundprojekt

PERFORMANCE PRESSWERK

ab Seite 28

InnoCaT[®] 2
Verbundprojekt

**RESSOURCENEFFIZIENTER
WERKZEUGBAU**

ab Seite 46

InnoCaT[®] 3
Verbundprojekt

**ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENTER
KAROSSERIEBAU IM LEBENSZYKLUS**

ab Seite 62

InnoCaT[®] 4
Verbundprojekt

**ENERGIEEFFIZIENTE
LACKIERUNG**

ab Seite 78

InnoCaT[®] 5
Verbundprojekt

InnoCaT[®] 1



VERBUNDPROJEKT

PLANUNG NIEDRIG-ENERGIE-PRODUKTION

Planung und Steuerung sind Schlüsselfaktoren zur ganzheitlichen Optimierung produktionstechnischer Prozessketten im Sinne der Niedrigenergie-Produktion. Aus planerischen Festlegungen zu den Produktionsprozessen, zu Logistik, Infrastruktur, Gebäuden und Medienversorgung resultiert der Energiebedarf des gesamten Fabriksystems und somit jedes einzelnen Produkts bei seiner Herstellung. Schon im Vorfeld der Realisierung kann dieser Energiebedarf beeinflusst werden.

Zur Erfüllung dieser Aufgabe bedarf es jedoch neuer, umfassenderer Planungsansätze und Werkzeuge. Hierfür wird ein Konzept zur übergreifenden Bewertung des Gesamtenergieverbrauchs verfolgt. Mittels Simulation werden Energie- und Ressourcenaufwände konkret bestimmt und über geeignete Lösungsstrategien einer Optimierung zugeführt. Ein erster Schritt hierbei ist die Schaffung von Transparenz über alle Energie- und Materialflüsse in den Prozessabläufen – denn was nicht gemessen und bewertet werden kann, verschließt sich der Verbesserung. Breit angelegte Analysen dienen der Erfassung aller energieseitigen Zusammenhänge in der Gesamtprozesskette „Lackierte Karosserie“ – so entstand ein Gesamtmodell zum Energieeinsatz und zu Einsparungspotentialen über alle Gewerke. Auch die Planung einer energieeffizienten Fabrikinfrastruktur wurde im Projekt untersucht: Für die Projektierung ökoeffizienter Systeme zur Erzeugung, Verteilung und Nutzung der Druckluft wurden Modelle und Softwareprototypen erarbeitet.

Neue Planungsstandards, Schnittstellen zu etablierten Planungs- und Steuerungswerkzeugen, unternehmensübergreifende Benchmarks und klare Vorgaben verankern das energiebewusste Gestalten im täglichen Denken und Handeln der Planer auf Seiten der OEM und ihrer Ausrüster.

Auch in bestehenden Fabrikssystemen besteht die Möglichkeit, ohne zusätzlichen materiellen Aufwand energiesparender zu produzieren. Eine neue Generation von Systemen der operativen Steuerung kann einen energieminierten Betrieb unter allen Betriebsweisen und in Reaktion auf dynamische Einflüsse permanent sicherstellen. Im Verbundprojekt entstanden hierzu Kennzahlen, Modelle, IT-Konzepte und Komponenten für energiebezogene Fertigungsleitsysteme sowie Energieinformationssysteme. Die Nutzeffekte der energiesensitiven Fertigungsleitstände können in der Kopplung mit digitalen Fabrikmodellen wirkungsvoll demonstriert werden.



Übersicht Teilprojekte

- 1.0.1 Ganzheitliche Bilanz
 - 1.1.1 Datenintegration
 - 1.2.1 Digitale Fabrik
 - 1.2.2 Drucklufteinsparung
 - 1.3.1 Energieleitsystem

Ziele

Forschungsarbeiten der Allianz zur Erreichung gemeinsamer Ziele vernetzen und in ihrem Wirken nach innen und außen unterstützen; energetische Effekte und Potentiale aller 30 Projekte in einem Gesamtmodell bewertbar machen.

Ausgangssituation

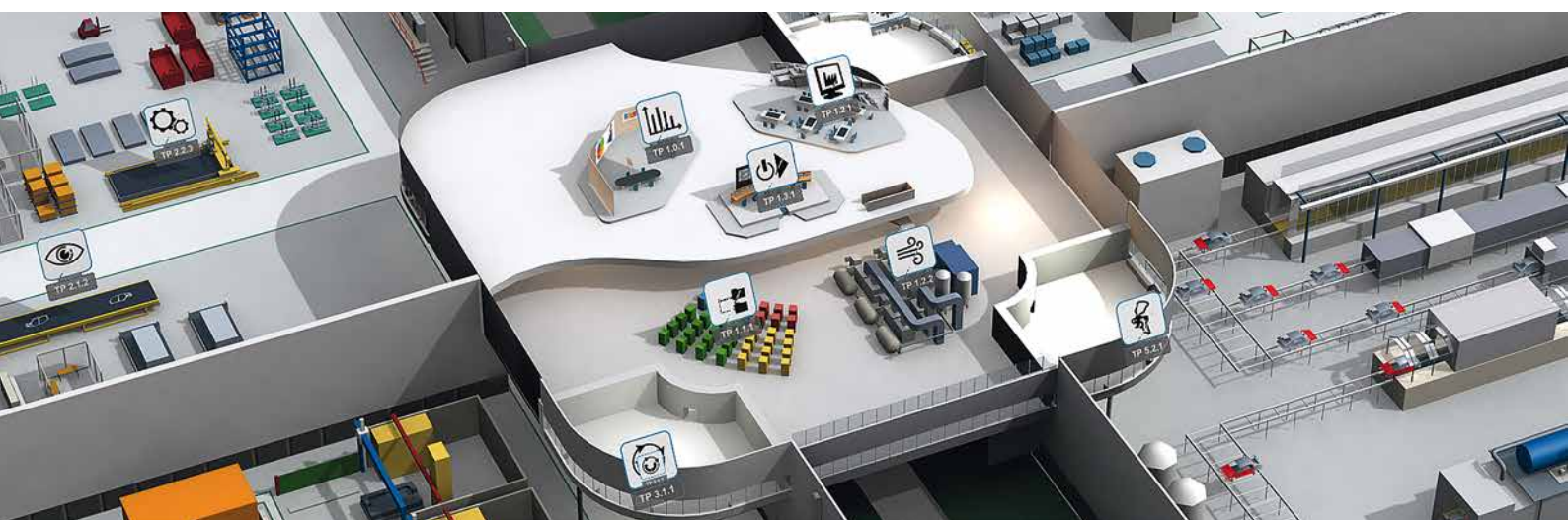
- 30 Teilprojekte der Innovationsallianz erarbeiten neue Wissensinhalte und effiziente Lösungen – für Technik und Technologien in Presswerk, Werkzeugbau, Karosseriebau und Lackiererei, für die Planung und Steuerung der Produktion und Infrastruktur sowie für das Handling energiebezogener Daten und Information
- Über Einzellösungen und individuelle Demonstratoren hinaus soll der energetische Nutzen aller Ergebnisse in der Gesamtprozesskette „Lackierte Karosserie“ nachgewiesen und dokumentiert werden

Lösungsansatz

- Bereitstellung einer projektübergreifenden Informations- und Kommunikationsplattform
- Kontaktaufnahme und Abstimmung mit externen Initiativen zur Nutzung von Synergien
- Einheitliche Außendarstellung durch gezielte Maßnahmen in der Öffentlichkeitsarbeit und Abstimmung der Publikationstätigkeit
- Zusammenführung energetischer Kennwerte, Analysedaten und Projektbeiträge in einem Modell

Ergebnis

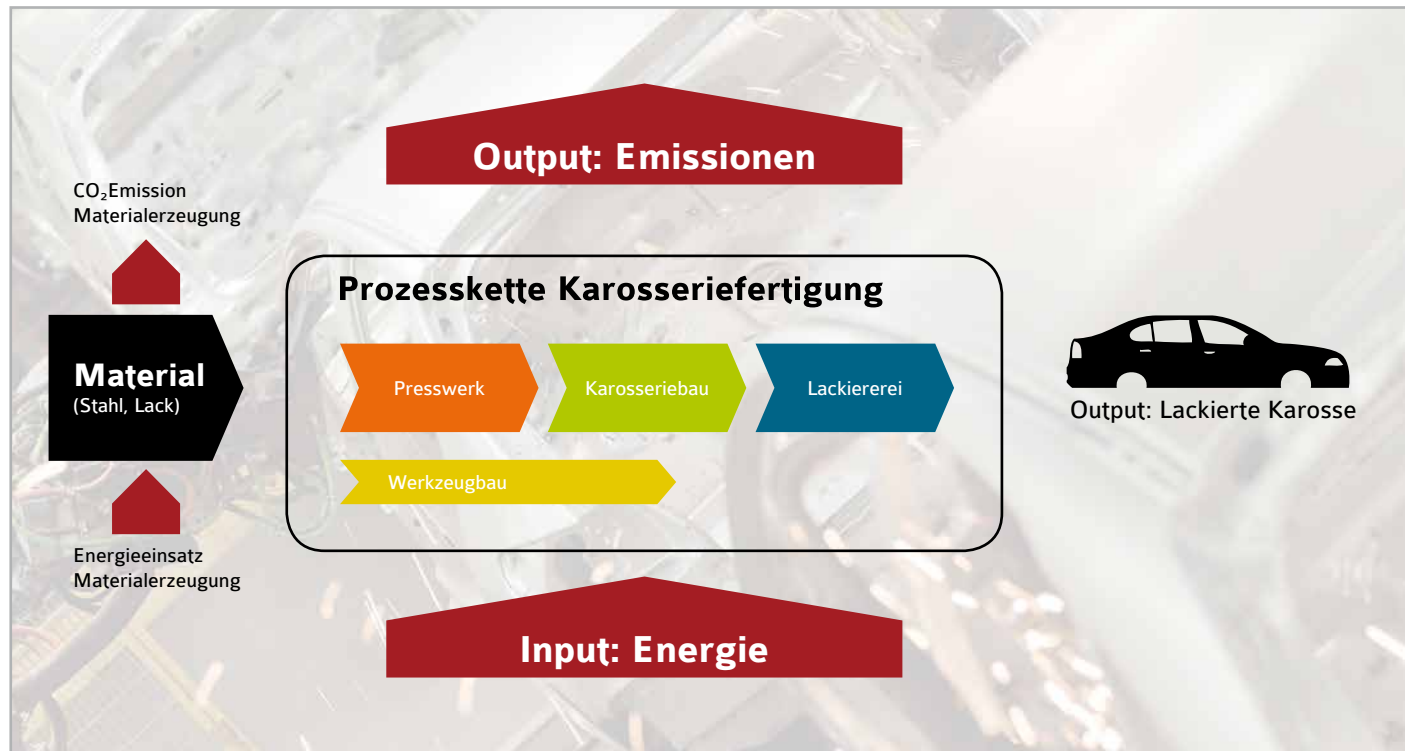
Sechzig Forschungspartner aus Industrie und Wissenschaft arbeiteten gemeinsam an anwendungsorientierten Lösungen zur Reduzierung des Energieaufwands bei der Herstellung lackierter Karosserien. Die Koordinierungsstelle im Teilprojekt „Ganzheitliche Bilanzierung“ sowie Fachgremien der Allianz unterstützen bei der inhaltlichen Vernetzung und thematischen Koordination. Für eine einheitliche Außendarstellung sowie zur Visualisierung der Allianz-Ergebnisse erfolgte der Aufbau einer gemeinsamen Internetseite und die Gestaltung eines 3D-Demonstrators. Die Ergebnisse aller Teilprojekte sind in dieser Gesamtbroschüre zusammengefasst und veröffentlicht. Die *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik und die *InnoCaT*[®]-Referenzkarosserie zeigen Energie- und Stoffflüsse eines typischen Fahrzeugwerks für die Herstellung lackierter Karosserien auf. Alle konkreten Einsparungen und Potentiale der *InnoCaT*[®]-Ergebnisse wurden daran skaliert und gebenchmarkt.



Anerkanntes Modell zur Gewerke übergreifenden Darstellung des Gesamtenergieaufwands und direkten Energieinputs als Maßstab zur Bewertung der *InnoCaT*[®]-Lösungen

Alle Ergebnisse der fünf Verbundprojekte wurden an dem von allen Stakeholdern der Innovationsallianz anerkannten Referenzmodell der Ressourcen- und Materialflüsse gespiegelt. Potentiale konnten so objektiv bewertet werden.

Erfolge



www.greencarbody.de



Basisanalysen, Modelle und Konzepte zur Repräsentation, Integration und Bewertung von Energiedaten in Produktionssystemen

Ziele

Beurteilungskriterien für den energieeffizienten Betrieb von Karosserieanlagen, Präsentation der Prozess- u. Versorgungsmodelle in Energiedateninformationssystemen, Simulation von Materialfluss und Energieverbrauch.

Ausgangssituation

- konventionelle Produktionsplanung konzentriert sich auf effiziente Bereitstellung aller Materialien/ Medien und hohe Ausbringung
- die Dimensionierung der Medienanschlüsse orientiert sich an überschlägigen Abschätzungen
- detaillierte Modelle und Auswertelgorithmen zur Bilanzierung medienspezifischer Energieverbrauchsdaten liegen nicht vor
- Anlagenplaner verfügen über keine geeigneten Hilfsmittel, den Energieverbrauch sicher prognostizieren zu können

Lösungsansatz

- Spezifikation eines verbrauchsbezogenen Komponenten-, Versorgungs- und Prozessmodells für die Referenzanlage
- Definition geeigneter Energie-Performance-Indikatoren für Anlagenkomponenten, Produkte und Medien
- Analyse der Energieflüsse an der Referenzanlage
- Entwicklung von Software zur Analyse verbrauchsbezogener Daten (Energiedateninformationssystem eniLINK, Energiedatenlernsystem ELS)
- Simulation von Materialfluss und Energieverbrauch mit PLANT SIMULATION, Bestimmung des Einsparpotentials aus Abschaltkonzepten

Ergebnis

- Definition von anlagenspezifischen Energie-Performance-Indikatoren
- Erstellung von Analysemodellen zur Versorgungs- und Prozessstruktur der Referenzanlage
- Entwicklung von Prototypen der Prognose- und Auswertetools eniLINK und ELS
- Aufbau einer detaillierten Materialfluss- und Energieverbrauchssimulation in PLANT SIMULATION
- realistische Wiedergabe von Durchsatz und Energieverbrauch im Simulationsmodell
- Detaillierte Bewertung von Verbrauchsschwerpunkten und Einsparpotentialen durch Abschaltkonzepte

Aus der Simulation ergibt sich ein Energieeinsparpotential durch Abschalten in Pausen und an Wochenenden von > 10%.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

19,3 kWh

Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

4.837 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

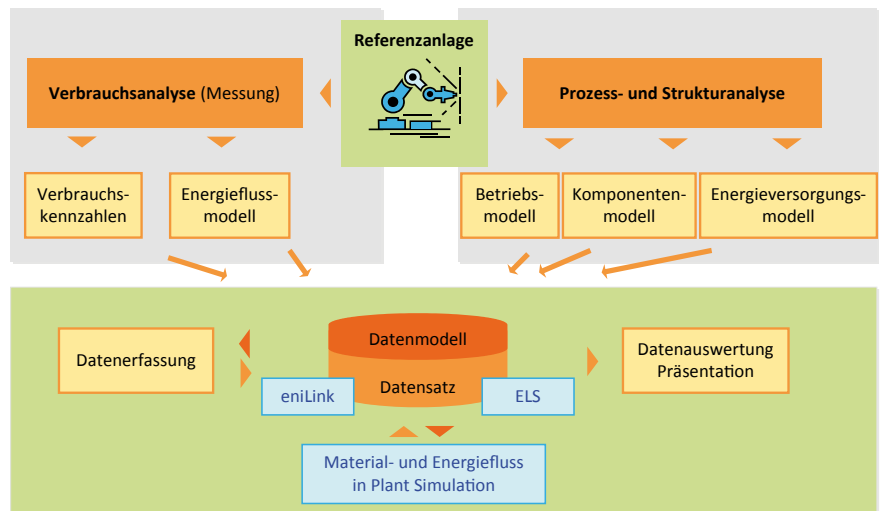
Mit Hilfe moderner Energiedateninformationssysteme und neuer Konzepte zur Energieflusssimulation werden Verbrauchsschwerpunkte und Einsparpotentiale identifiziert

Auf der Basis einer systematischen Analyse von Produktions- und Betriebseinrichtungen wurden Softwaretools entwickelt, die quantifizierbare Aussagen zum Energieverbrauch der Referenzanlagen und zu Einsparpotentialen liefern.

Erfolge

Vorgehensweise

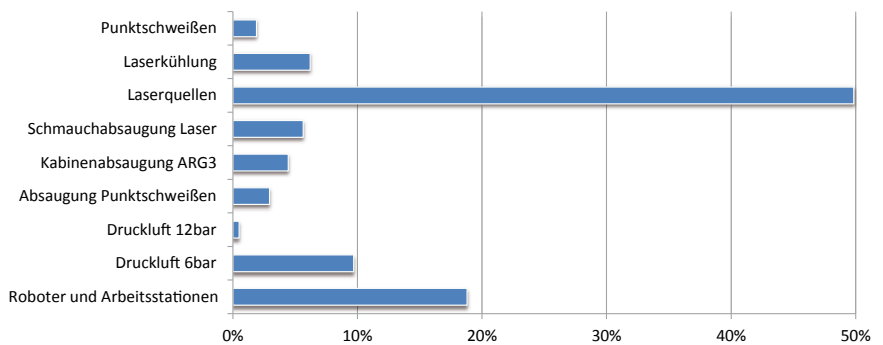
Ausgangspunkt der Arbeiten ist eine strukturierte Analyse von Messdaten, Anlagenkomponenten, Prozessen und Versorgungseinrichtungen. In einem abgestimmten Abstraktionsprozess wurden Zustands- und Prozessmodelle entwickelt, mit denen Energiedaten einheitlich aufgearbeitet, bewertet und abgelegt werden können.



Die Datenmodelle bildeten die Grundlage für die Entwicklung von Softwaretools zur Simulation, Prognose und Auswertung von Energiedaten. Moderne Softwaretechnologien ermöglichen quantifizierbare Aussagen zum Energieverbrauch der Referenzanlage – Tür hinten links – und zum Einsparpotential.

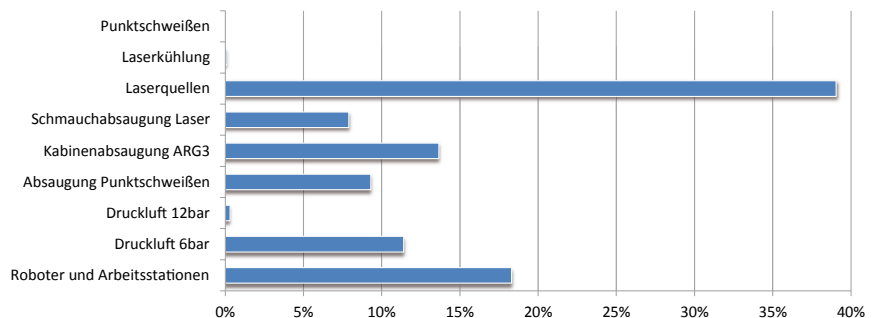
Ergebnis 1

Energieverbrauch der Referenzanlage – Tür hinten links – (nach Medium) bezogen auf den Gesamtverbrauch der Anlage



Ergebnis 2

Einsparpotential durch Abschaltung (nach Medium) bezogen auf das Gesamteinsparpotential



Konzepte der Digitalen Fabrik für Presswerkplanung und energieeffiziente Automatisierung im Karosseriebau

Ziele

Weiterentwicklung der Konzepte der Digitalen Planung unter dem Aspekt der umfassenden Berücksichtigung der Energieeffizienz.

Ausgangssituation

- Derzeit werden die Methoden und Werkzeuge der Digitalen Fabrik dazu genutzt, um die:
 - Produktqualität,
 - Herstellbarkeit,
 - Fertigungszeiten,
 - Ergonomie und
 - Investitionen zu planen und abzusichern
- Der Aspekt der Energieeffizienz findet dabei noch keine Berücksichtigung

Lösungsansatz

- **Analyse:** Potentielle Eignung der Werkzeuge und Methoden der Digitalen Fabrik zur Planung einer energieeffizienten Fertigung
- **Konzept:** Erweiterung der bestehenden Lösungen der Presswerkplanung (AutoForm), Prozessplanung (Process Designer), Ablaufsimulation (Plant Simulation) und Kinematik-Simulation (Process Simulate) um den Aspekt der Energieeffizienz
- **Verifikation:** Anhand von Praxisbeispielen im Presswerk und Karosseriebau



Ergebnis

Planungsmethoden zur Materialflusssimulation wurden so weiterentwickelt, dass das dynamische Verhalten von roboterassistierten Produktionsanlagen genau untersucht, der Energiebedarf prognostiziert und Lastspitzen vermieden werden können. Zur Bahnplanung für einzelne Roboter wurden Optimierungspotentiale im Labor ermittelt. Für ein Karosseriebauteil wurden vier verschiedene Fertigungsstrategien entwickelt und hinsichtlich des Material- und Energieeinsatzes im Presswerk verglichen.

AUTOFORM
Forming Reality

SIEMENS


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ



Fraunhofer
IWU

ELEKTROENERGIEREDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosserie)

10,3 kWh

Energieeffiziente Robotik

24,6 kg

verbesserte Platinennutzung (Stahlblech)

in der Referenzfabrik per anno

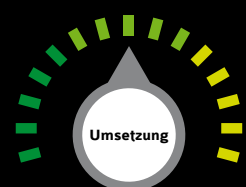
2.565 MWh

Energieeffiziente Robotik

6.143 t

verbesserte Platinennutzung (Stahlblech)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

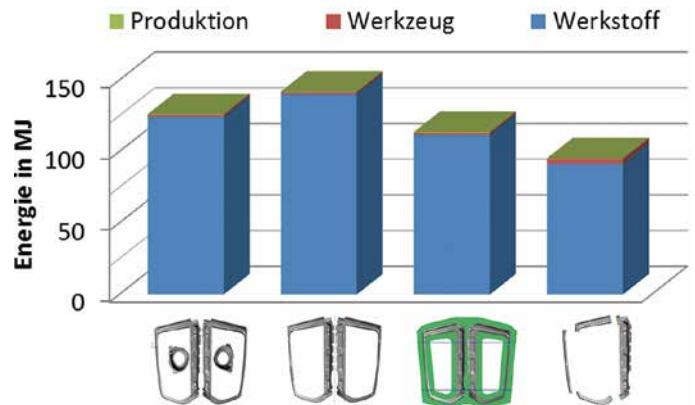
Planen, Simulieren und Optimieren des Energiebedarfs der Produktion mit den Methoden der Digitalen Fabrik

Bereits 2-3 Jahre vor Fertigungsbeginn wird eine Berechnung und damit eine Optimierung des Energiebedarfs der Produktion möglich.

Erfolge

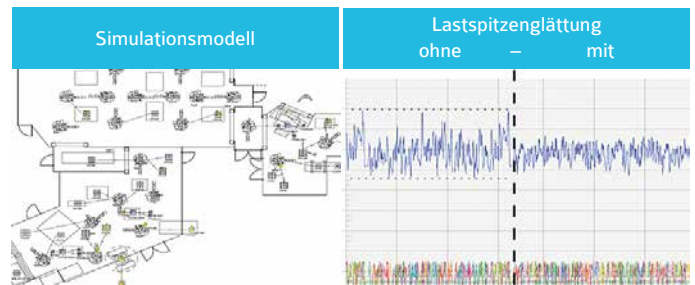
Energiebilanz im Presswerk

Entwicklung eines ganzheitlichen Verfahrens zur Bilanzierung des Energiebedarfs von Umformprozessen unter Berücksichtigung von Material, den Werkzeugen sowie den Fertigungsprozessen.



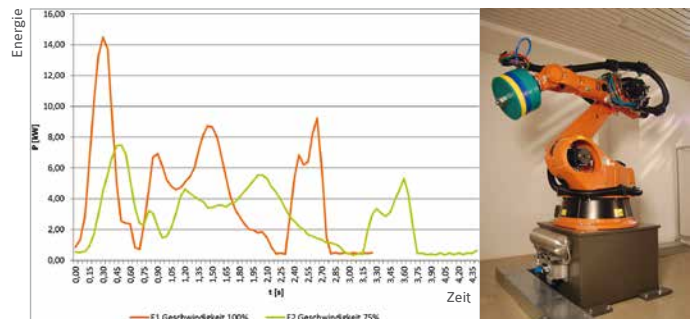
Energiesimulation

Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Simulation des Energiebedarfs von Robotern in Karosseriebauanlagen. Damit wird die Optimierung von Lastspitzen und Fertigungsabläufen möglich.



Robotereffizienz

In Analogie zur Ergonomie beim Menschen bewirkt die kinetische Optimierung von Robotern deren optimale Positionierung und Gestaltung der Bewegungsabläufe. Für dieses Handlungsfeld wurden Potentiale und Lösungsansätze ermittelt.



Ergebnisse:

- Konzepte und prototypische Softwarelösungen
- Planungsleitfaden für die Energieoptimierung im Presswerk
- Demonstratoren und Filmmaterial
- Vorschlag zur branchenübergreifenden Normierung von Betriebszuständen

1.2.2 DRUCKLUFTEINSPARUNG

Planung des effizienten Einsatzes von Druckluft

Ziele

Durch bessere Abstimmung zwischen Erzeuger- und Verbraucherseite, simulationsgestützte Anlagenauslegung sowie Energiemonitoring und angepasste Betriebskonzepte sollen 30–50% der energetischen Aufwände einspart werden.

Ausgangssituation

- Fehlende Daten und Tools behindern die transparente Betrachtung des Energieverbrauchs und die Identifikation der Optimierungspotentiale von Druckluftanwendungen
- Fehlende Abstimmung zwischen Erzeugung, Verteilung und Nutzung der Druckluft verhindert gezielte Verbesserungen der Energieeffizienz
- Eine ganzheitliche Berücksichtigung der Energieeffizienz findet heutzutage nicht statt – es bleibt häufig bei Einzelmaßnahmen ohne Langzeitwirkung

Lösungsansatz

- Messung des Druckluftverbrauchs auf Anlagen- und Komponentenebene
- Analyse der Drucklufterzeugung und Verteilung auf Werks- und Hallenebene
- Entwicklung von Tools zur ganzheitlichen Betrachtung und optimalen Dimensionierung der Druckluftverteilung und Erzeugung
- Entwicklung eines Tools zur Energieverbrauchs- und Kostenberechnung über dem Lebenszyklus (TCO)
- Systematisches Aufzeigen von Optimierungspotentialen und Erstellung eines Leitfadens zum effizienten Drucklufteinsatz

Ergebnis

Messungen des Energieverbrauchs auf Hallenebene zeigen den typischen Verbrauchs-Charakter von Karosseriebauanlagen. Mehrere Anlagen wurden analytisch und messtechnisch untersucht. Die Messergebnisse zeigen transparent den Energieverbrauch, die Wirtschaftlichkeit und die tatsächlichen Kosten. Mit der Analyse des Energieverbrauchs von Einzelkomponenten (Spanner, Schweißzangen, ...) wurden die relevanten Einflussfaktoren zur Energieoptimierung der pneumatischen Anwendung identifiziert.

Es besteht im Allgemeinen ein hohes Einsparpotential: ca. 35% Energieeinsparung sind bei vertretbarem Optimierungsaufwand möglich und können bei der Neuplanung von Anlagen leicht erschlossen werden. Die relevanten Stellhebel zur Steigerung der Energieeffizienz wurden ermittelt und in einem Planungsleitfaden für den Karosseriebau zusammengefasst.

Zur Planung von Druckluftverbrauch, Erzeugung und Verteilung wurden Softwaretools konzipiert, implementiert und anhand von Anwendungsbeispielen erprobt. Die durchgängige Betrachtung der gesamten Druckluftwirkungskette wird so ermöglicht.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

8,9 kWh

Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

2.232 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont

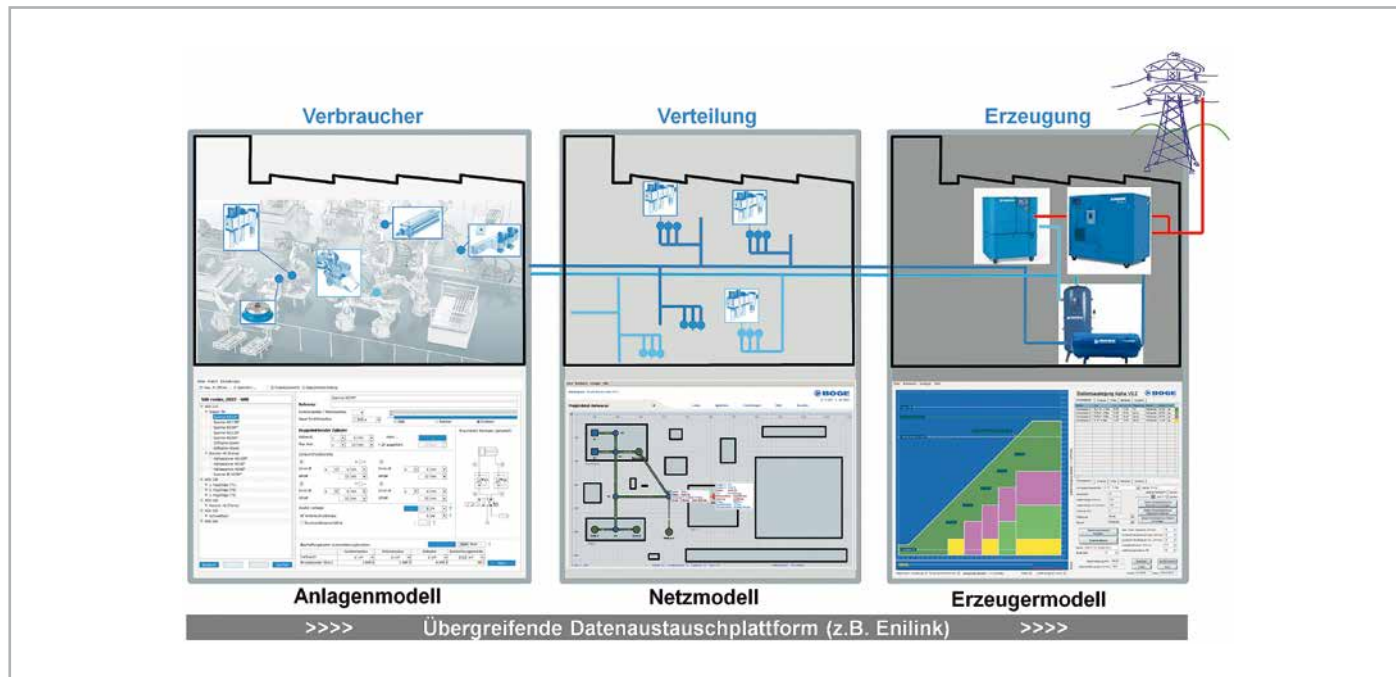


Erläuterung auf Seite 3

Planungshilfen und Stellhebel zur Steigerung der Energieeffizienz

Bereits 2–3 Jahre vor Fertigungsbeginn ist eine Berechnung und Optimierung der kompletten Druckluftkette möglich.

Erfolge



Durchgehende Betrachtung

Um Energieeffizienz zu verbessern, muss man:

- den Verbrauch kennen (Transparenz herstellen). Anhand von Planungstools, praktisch verifizierten Werten und mit Auslegungstools kann der Verbrauch bestimmt und verringert werden
- die Verteilung optimieren. Mit den bekannten Verbrauchswerten kommt man zu einer optimalen Netztopologie, um die Verluste zu minimieren. Aspekte der Infrastruktur können dabei berücksichtigt werden
- die Drucklufterzeugung optimal gestalten. Zuletzt werden anhand des geforderten Liefermengenprofils, des Betriebsdrucks und des Verteilungsnetzes die Kompressoren ausgelegt und betrieben. Auch das oftmals unbeachtete große Potential der Kompressorwärmenutzung ist von Anfang an im Fokus
- die Werkzeuge in einer übergreifenden Datenaustauschplattform vernetzen. Nur im Zusammenspiel der Tools ist eine optimale Planung der gesamten Wirkungskette der Druckluft möglich

Schlussfolgerungen

- Speziell im Karosseriebau sind viele Spann-, Greif- und Haltefunktionen notwendig. Für solche Einsatzfelder ist die pneumatische Antriebstechnik bei richtiger Anwendung prädestiniert
- Die Verwendung der Druckluft in der Antriebstechnik muss von Prozessluftapplikationen (z.B. für Lackierung oder Blasluft) unterschieden werden, da nur die pneumatisch verwendete Druckluft als Energieträger genutzt wird
- Das volle Einsparpotential kann nur dann ausschöpft werden, wenn die komplette Wirkungskette von Drucklufterzeugung über die Verteilung bis zur Anwendung betrachtet wird
- Es wurden Tools geschaffen, die mittels systematischer Planung das volle Einsparpotential über den Lebenszyklus der Anlage erschließen können

1.3.1 ENERGIELEITSYSTEM

Energiemanagementportal und Komponenten eines energiesensitiven Fertigungsleitsystems

Ziele

Dynamisch minimierter Gesamtenergieeinsatz bei Erreichung eines vorgegebenen Produktionsziels.

Ausgangssituation

Produktionsmanagement orientiert sich derzeit nur an der Produktivität

- Existierende Leitsysteme steuern nur die Produktion ohne explizite Berücksichtigung von Energieaspekten

Reduzierung des Energiebedarfs erfolgt durch isolierte Betrachtung von Verbrauchern ohne Abhängigkeitsbetrachtungen untereinander

- Keine Nutzung verbraucherübergreifender Einsparpotentiale

Lösungsansatz

Schaffung/ Erhöhung der Transparenz zu Ressourcenbedarfen und -flüssen in der Produktion mittels Monitoring

- Identifikation großer Energie- bzw. Ressourcenverbraucher

Gleichzeitige Berücksichtigung von Produktionszielen und Ressourceneinsatz:

- Funktionale Erweiterung und Kopplung existierender Leitsysteme, um Ressourcen bedarfsgerecht bereitzustellen
- Koordinierte Steuerung der Komponenten aus Produktion, Produktionsinfrastruktur und Gebäudeinfrastruktur zur Optimierung des Ressourcenbedarfes während des Anlagenbetriebes und in Pausen

Ergebnis

Im Rahmen des Teilprojektes zur Umsetzung eines Energieleitsystems erfolgte zunächst die Definition und Spezifikation von Anforderung an eine softwarebasierte, energiesensitive Leitstandskomponente, die sich als modularer Dienst flexiblen und anbieterneutral in bestehende Manufacturing Execution Systeme – beispielsweise FORCAM Factory Framework – integriert. Bei der Lösungskonzeption stand insbesondere die bidirektionale Anbindung von Produktionsanlagen („Arbeitsgruppen“), der Produktionsinfrastruktur und der Gebäudeleittechnik (GLT) mittels standardisierter Schnittstellen im Fokus der Entwicklungen. Zur Verifikation und zum Funktionsnachweis der im Teilprojekt umgesetzten Leitstandslösungen **eniCONTROL** und **ESC** (Energieschaltcontroller) erfolgte parallel die Erstellung eines Simulationsmodells unter Verwendung von Tecnomatix PlantSimulation. Dieses mit dem Projektpartner VOLKSWAGEN AG abgestimmte Modell bildet eine repräsentative Produktionshalle für den Karosseriebau ab. Durch die gezielte Kopplung der umgesetzten Leitstandskomponenten und des Simulationsmodells, unter Nutzung industriell eingesetzter Kommunikationsprotokolle (OPC-UA) wird es ermöglicht, konkrete Einsparungen nachzuweisen und diese unmittelbar auf reale Produktionshallen zu übertragen.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosserie)

27,7 kWh

Elektroenergiereduzierung

17,36 kWh

Gasreduzierung

in der Referenzfabrik per anno

6.929 MWh

Elektroenergiereduzierung

4.341 MWh

Gasreduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Entwicklung eines Funktionskonzeptes für ein energiesensitives Leitsystem und Kopplung der Leitstandskomponente mit einem Simulationsmodell der Karosseriefertigung.

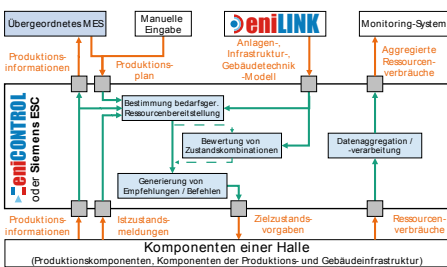
Koordinierte Wechsel in einen Betriebszustand mit verringertem Energieverbrauch für produktionsfreie Zeiten – beispielsweise Pausen oder komplett schichtfreie Zeiträume – schaffen eine deutliche Ressourceneinsparung.

Erfolge



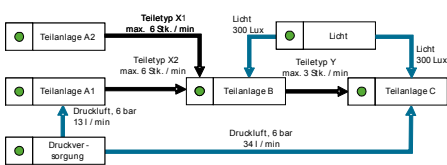
Maximale Energieeffizienz der Produktion wird infolge der rasanten Kostensteigerung sowie veränderter gesellschaftlicher und ökologischer Rahmenbedingungen (Klimaerwärmung, CO₂-Problematik) zunehmend gefordert. Sie kann beispielsweise durch die Einführung innovativer Technologien, durch sparsamere Betriebsmittel und Infrastruktur insbesondere aber auch durch eine geeignete Prozesssteuerung erreicht werden. Gerade für bestehende Fabriken, deren technische Umstellung unökonomisch ist, muss künftig die operative Steuerung einen energieminierten Betrieb unter allen Betriebsweisen sicherstellen und durch Glättung und zeitliche Verlagerung des Verbrauchs niedrigere Bezugskosten realisieren. Energieeffizienz als Unternehmensziel betrifft alle (Leit-)Ebenen einer Organisation. Zukunftsfähige MES müssen die Energieeffizienz als neues Ziel integrieren. Ebenso, wie sie heute den Fertigungslenker durch Visualisierung (Aufträge, Anlagen etc.) unterstützen und Regelwerke bzw. Heuristiken zur Terminierung, Losgrößen- und Belegungsplanung bereitstellen, sind energiesensitive Steuerungsfunktionen erforderlich. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Entscheidungsunterstützungstools entwickelt, die bei erforderlichen Anwenderaktionen sowie energiesparende Automatismen, modellbasiert ohne Nutzereingriff wirken.

www.greencarbody.de



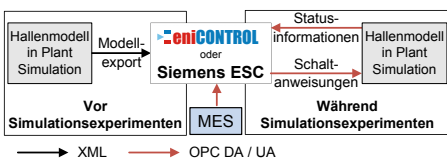
Ergebnis 1:

- Funktionskonzept für ein energiesensitives Leitsystem
- Analyse, Definition und Spezifikation der erforderlichen Informationsflüsse
- Konzept der betriebszustandsbasierten Energiereduzierung in nicht produktiven Zeiträumen



Ergebnis 2:

- Modell der Abhängigkeiten zwischen den Komponenten der Produktion/ Produktionsinfrastruktur/ Gebäudeleittechnik (Abhängigkeitsgraph)
- Algorithmen zur Bestimmung optimaler Betriebszustandskombinationen für derartige Komponenten unter Berücksichtigung deren Ressourcenbeziehungen



Ergebnis 3:

- Verifikation des Ansatzes durch Kopplung der energiesensitiven Leitstandskomponente mit einem Simulationsmodell der Karosseriefertigung
- Methoden und Konzepte zur Anwendung der Lösung im Rahmen der virtuellen Inbetriebnahme energiesensitiver Steuerungssysteme

InnoCaT[®] 2



VERBUNDPROJEKT

PERFORMANCE PRESSWERK

Innerhalb der betrachteten Prozesskette zur Herstellung einer PKW-Karosserie nimmt das Presswerk eine Schlüsselrolle ein. So gewährleistet die Produktion von Umformteilen und Baugruppen in der erforderlichen Qualität nicht nur die Funktionsfähigkeit des Automobils selbst, sondern bildet gleichzeitig die Basis für die nachfolgenden Prozessschritte.

Der Umformprozess ist dabei vor allem verbunden mit einem Verbrauch der Ressourcen:

- Material
- Energie und
- Fertigungszeit

Insbesondere das Material, für dessen Herstellung bereits Rohstoffe und Energie aufgewendet werden müssen, steht aufgrund der weltweiten Rohstoffverknappung und der damit einhergehenden Preisentwicklung im Zentrum der Betrachtungen. Um dieser Herausforderung sowohl aus ökologischer, als auch aus ökonomischer Sicht gerecht zu werden, ist ein möglichst hoher Materialausnutzungsgrad von wesentlichem Interesse. Dazu wurden verschiedene Ansätze verfolgt.

Egal, ob es um Einsparungen in der Blechdicke durch die optimale Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften, Reduzierung der Ausfallmenge durch eine kontinuierliche Prozessüberwachung und -regelung oder weniger Einsatzgewicht durch eine minimierte Ankonstruktion geht – gemeinsames Ziel ist ein optimaler Einsatz der Ressource Blech. Dazu wurden Bauteil- als auch Fertigungskonzepte ausgearbeitet und vergleichend bewertet.

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise fließt der Energieverbrauch der Fertigungsanlagen in die Gesamtbilanz ein. Um die Energieeffizienz zu steigern, wurden die anfallenden Verbräuche zunächst kategorisiert und quantitativ erfasst. Änderungen am prinzipiellen Aufbau der Anlagen und eine optimierte Prozessführung sollten helfen, die Verbräuche auf ein für die Technologie notwendiges Minimum zu reduzieren. So führte der Einsatz von Antrieben geringerer Eckleistung ebenso wie die Abschaltung von einzelnen Aggregaten bei Anlagenstillstand zu deutlichen Einsparungen des Gesamtenergieverbrauchs.

Weitere, übergreifende Themenfelder waren die Substitution von energieintensiven Fügevorgängen durch einen kombinierten Umform- und Fügevorgang in der Presse oder flexible Fertigungsstrategien für Bauteile mit geringen Stückzahlen.



Übersicht Teilprojekte

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 2.1.1 Werkstoffeffekte | 2.2.1 Umformmaschine |
| 2.1.2 Prozessstabilität | 2.2.2 Energieversorgung |
| 2.1.3 Verfahrensverbund | 2.2.3 Antriebstechnik |
| 2.1.4 Formschlagen | |
| 2.1.5 Kleine Stückzahlen | |

Ausnutzung und Verbesserung der Bake-Hardening- und Work-Hardening-Effekte

Ziele

Optimierung des Bake-Hardening- und Work-Hardening-Effektes entlang der gesamten Prozesskette, Massereduzierung durch Möglichkeiten der Reduzierung bei den Blechdicken der Bauteile, Zuwachs an Festigkeit durch spezifische Wärmebehandlung.

Ausgangssituation

- Ungenügende Kenntnis zum Einfluss verschiedener Prozessparameter und dem Zusammenspiel zwischen Vorverformung und Bake-Hardening
- Keine gezielte den Bake-Hardening berücksichtigende Werkstoffauswahl
- Keine systematische Nutzung bei der Bauteildimensionierung in der Automobilindustrie

Lösungsansatz

- Ermittlung der Anwendungspotentiale (Außenhaut und Struktur), Auswahl von Demonstratoren und Werkstoffen, Bestimmung von Werkstoffkennwerten
- Simulation zur Optimierung der Prozessketten, unter Berücksichtigung der Belastung
- Experimentelle Teilefertigung nach vorgegebenen Technologievarianten, Belastungsexperimente
- Festigkeitsanalyse, Bewertung und Vergleich mit den Ergebnissen der Simulation

Ergebnis

In einer Analyse des im Karosseriebau typischen Teilespektrums wurden als Teile mit Optimierungspotential bei den Strukturteilen offene Profile wie Längsträger, Sitzquerträger und bei den Außenhautteilen die Anbauteile wie Kotflügel, Seitenwand und Dach identifiziert. Als Demonstratorbauteile wurden ein U-Profil und ein Kotflügel ausgewählt. Bei beiden Bauteilen wurden die Prozessketten in Bezug auf Beanspruchungen, Lastpfade sowie lokale Formänderungs- und Festigkeitsverteilungen analysiert. Die bereitgestellten Werkstoffe wurden in ihren mechanischen Eigenschaften charakterisiert. Nach Abschluss der Vermessung und Modellerstellung der Aktivteile der Werkzeuge wurde in der FE-Simulation die Validierung der Formänderungs- und Festigkeitsverteilungen vorgenommen. Die Prüfbedingungen der OEM wurden analysiert und als Ergebnis für die aus den Work-Hardening-Werkstoffen hergestellten Demonstratorbauteilen ein einfacher Belastungstest für einen Fallturm und für die aus den Bake-Hardening-Werkstoffen hergestellten Kotflügel ein Beulversuch umgesetzt.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

32,9 kWh

Primärenergiereduzierung

3,45 kg

Massereduzierung (Stahlblech)

in der Referenzfabrik per anno

8.225 MWh

Primärenergiereduzierung

862,50 t

Massereduzierung (Stahlblech)

Zeithorizont



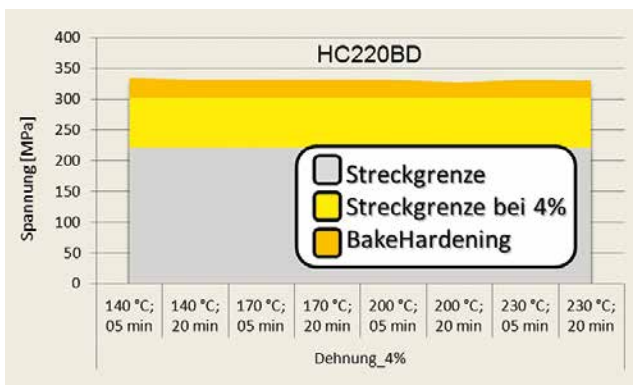
Erläuterung auf Seite 3

Massereduzierung durch intelligenten Materialeinsatz

Die Ergebnisse zeigen, dass bei gleichen Steifigkeitseigenschaften eine Blechdickenverringerung durch eine gezielt eingestellte Festigkeitssteigerung möglich ist.

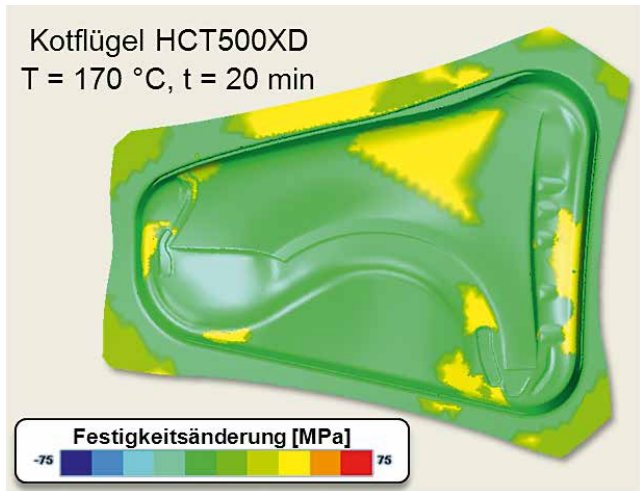
Erfolge

Werkstoffcharakterisierung



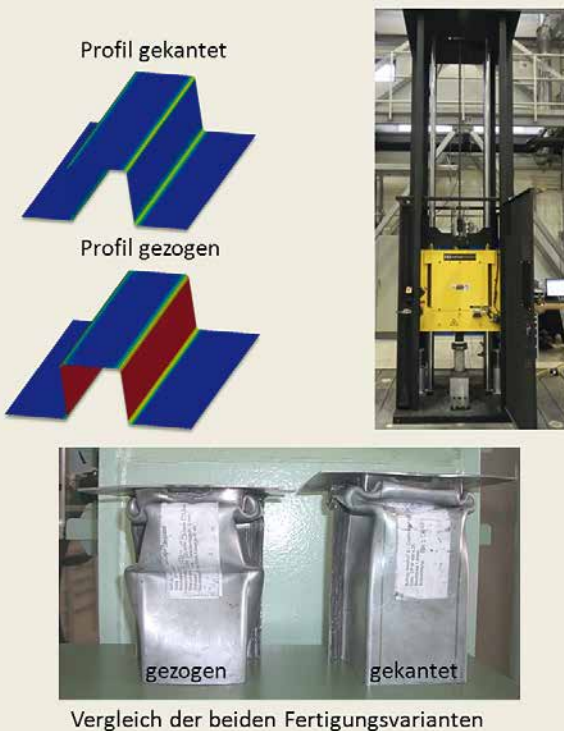
Simulation der Festigkeitsänderung

Kotflügel HCT500XD
T = 170 °C, t = 20 min



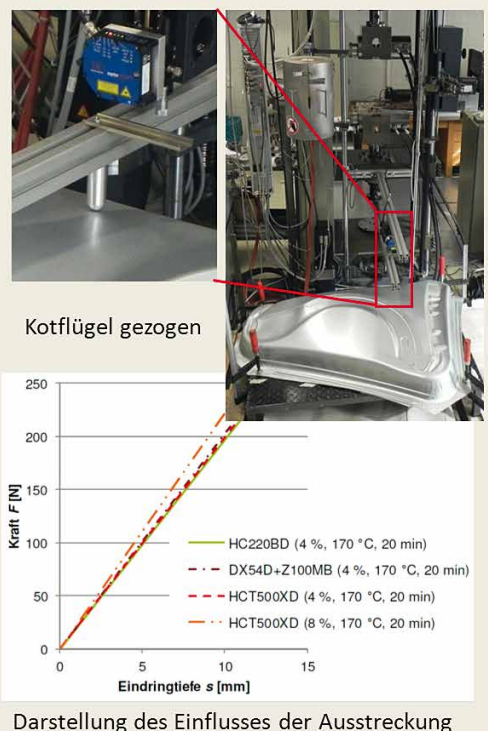
Belastungsanalyse Work-Hardening

Belastungsanalyse Work-Hardening



Belastungsanalyse Bake-Hardening

Belastungsanalyse Bake-Hardening



Steigerung Prozessstabilität durch Prozessüberwachung und Prozessregelung

Ziele

Entwicklung einer durchgehenden In-Line-Überwachung der Fertigung zur Vermeidung von Fehlern bzw. zur sicheren Aussortierung fehlerbehafteter Bauteile.

Ausgangssituation

- Hohe Designanforderungen, steigende Produktivitätsraten und enge Prozessfenster führen zu enormen Ansprüchen an die Fertigung
- Fehlerteile unter diesen Bedingungen führen zu Stillstandszeiten oder Fehlerteile werden unbeabsichtigt zur Montage weitergeleitet
- Die lückenlose Überwachung der Fertigung im Produktionstakt ist derzeit auf Grund fehlender Überwachungskonzepte und den damit verbundenen Robustheitsanforderungen nicht möglich

Lösungsansatz

- 100% In-Line-Überwachung der Produktion und Analyse des Bauteilzustandes
- Entwicklung eines optischen Erkennungssystems für Einschnürungen
- Integrierung des Werkstoff-In-Line-Tests zur permanenten Erfassung der schwankenden Werkstoff-Kennwerte in Werkzeuge
- Codierte Markierung der Bauteile und Aufzeichnung der relevanten und bauteilbezogenen Daten

Ergebnis

Der werkzeugintegrierte In-Line-Werkstofftest wurde erfolgreich unter praxisnahen Bedingungen an einem Serienwerkzeug am IWU praxisnah verifiziert. Durch die sofort vorliegenden Ergebnisse konnten vor dem Umformvorgang bereits Abweichungen im Werkstoffverhalten erkannt werden, die sich im späteren Umformergebnis durch Teilefehler manifestierten. Zur Zeit laufen Planungen, den Aufbau für Presswerksbedingungen zu optimieren, um somit in Kürze Serienwerkzeuge nachzurüsten.

Das optische Überwachungssystem wurde am Versuchswerkzeug getestet und für den Serieneinsatz nochmals den Kundenwünschen angepasst. Nunmehr ist es möglich, bis zu acht Kameras mit einem System auszurüsten und somit ist die globale Prüfung von Bauteilen am Auslaufband in den Fokus der weiteren Aktivitäten gerückt. Neben Einschnürungen werden auch weitere typische Umformfehler prozesssicher erkannt. Das System arbeitet dynamisch, die Auswertzeiten liegen im Bereich von 50 ms.

Die Speicherung aller Daten erfolgt durch ein übergeordnetes und offenes Systems, so dass die Fertigungsbedingungen und -ergebnisse jederzeit abrufbar sind.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosserie)

36,1 kWh

Primärenergiereduzierung

3,8 kg

Massereduzierung (Stahlblech)

in der Referenzfabrik per anno

9.025 MWh

Primärenergiereduzierung

950 t

Massereduzierung (Stahlblech)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Die Optimierung der Fertigungsbedingungen auf Basis der permanent aktuellen Ergebnisse des Werkstoff-In-Line-Tests sowie Überwachung der bestellten Werkstoffspezifikation

Erhöhung der Flexibilität in der Fertigung, schnellere Ramp-up's, wirtschaftliche Fertigung – insbesondere von Derivaten.

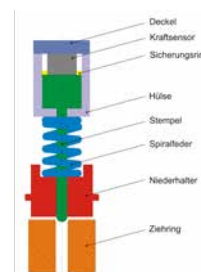
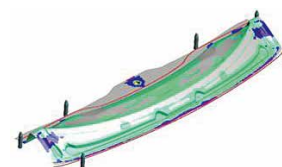
Erfolge

Werkstoff- In-Line-Test

Ermittlung relevanter Werkstoffkennwerte aller Bauteile durch ein werkzeugintegriertes Prüfmodul im Abfallbereich der Ziehstufe. Darauf basierend mögliche Regelung von Ziehkräften von Hub zu Hub. Gleichzeitige permanente Überprüfung der bestellten Toleranzen.



Werkstoff-Test (Minibulge)



Integration des Werkstoff-In-Line-Tests

Optische Bauteilbewertung

Überprüfung aller Bauteile im Takt auf den Fehler Einschnürung. Auswertung von bis zu sechs Bauteilbereichen (Kameras) mit einem robusten System innerhalb von insgesamt ca. 50 ms.



Bauteilbereich mit Einschnürung



Fehlerklassifizierung Einschnürung



Aufbau Prototyp mit optischer Auswertung (z.Z. Umsetzung Serienprüfstand)

Einsparpotential

Der Werkstoff-In-Line-Test ermöglicht die Reduzierung der Ausschussquote um ca. 50% durch frühzeitiges und gesteuertes Eingreifen bei Schwankungen der Werkstoffparameter. Die Einschnürungserkennung verhindert die Weitergabe fehlerbehafteter Bauteile an die Montage und somit Folgekosten. Zu erwarten sind Einsparungen zwischen 5 T Euro per anno und 10 T Euro per anno auf ein Bauteil bezogen.

Reduzierung erforderlicher Ressourcen durch Verfahrenskombination

Ziele

Es sollen Lösungen erarbeitet werden, wobei durch Verfahrensintegration zwischen Umform- und Fügeoperationen der Karosseriebau entlastet wird und unterschiedliche Operationen integrativ zu vereinen sind.

Ausgangssituation

- Verfahrensintegration von Umform- und Fügeoperationen im Presswerk
- Verkürzung der Prozesskette zur Entlastung des Karosseriebaus
- Konzipierung völlig neuer Fertigungsstrategien
- Reduzierung der erforderlichen Ressourcen Material, Zeit und Anlagenenergiebedarf

Lösungsansatz

- Nutzung von Leerstufen in Pressenlinien zur Integration von Fügeoperationen
- Analyse und Auswahl geeigneter Demonstratorbauteile:
 - Strukturbauteil: Reserveradmulde
 - flächiges Bauteil: Frontklappe
- Variantenfindung von Verfahrenskombinationen und Bildung von Vorzugsvarianten
- Detaillierte Ausarbeitung von Methodenplänen der neu entwickelten Prozessketten in Abstimmung mit der FE-Simulation

Ergebnis

Nach der Einschätzung der erfolgreichen Realisierbarkeit von Verfahrenskombinationen zwischen Umformen und Fügen, wurden für beide Baugruppen verschiedene Varianten für mögliche Verfahrenskombinationen diskutiert und Vorzugsvarianten gebildet. Als Fügetechnologie wurde bei beiden Demonstratoren das Durchsetzfügen festgelegt. Bei der BG-Frontklappe erfolgt die Umformung des Stütz- und Innenteils aus einer gemeinsamen Platine mit anschließendem Fügevorgang in der Pressenlinie. Im Gegensatz dazu werden bei der BG-Reserveradmulde die beiden seitlichen Deckteile erst nach dem Umformprozess in die Pressenlinie eingeschleust und gefügt. Eine Herausforderung ist dabei das Teilehandling. Eine hohe Geschwindigkeit beim Ein- und Ausschleusen der Fügeteile ist maßgebend für eine niedrige Taktzeit. Im Rahmen des Projektes wurde für die BG-Frontklappe ein Demonstrator-Fügewerkzeug entwickelt, gebaut und erprobt.






REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

47,7 kWh

Primärenergiereduzierung

5 kg

Massereduzierung (Stahlblech)

in der Referenzfabrik per anno

11.928 MWh

Primärenergiereduzierung

1.250 t

Massereduzierung (Stahlblech)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

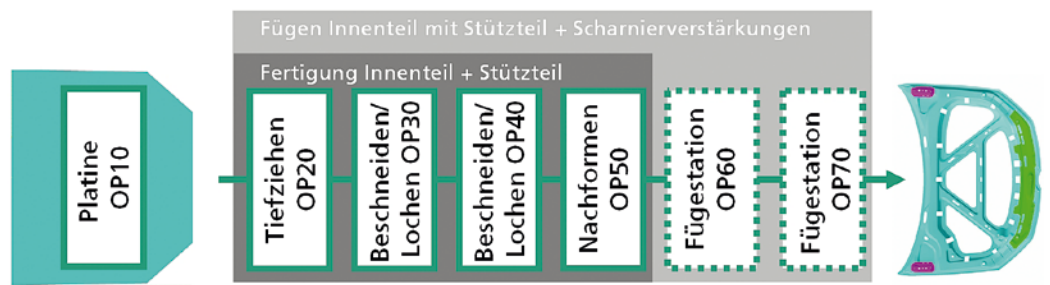
Konzipierung völlig neuer Fertigungsstrategien zur Verkürzung der Prozesskette und Entlastung des Karosseriebaus

Durch die Verkürzung der Prozesskette ist eine deutliche Reduzierung der erforderlichen Ressourcen Material, Zeit und Anlagenenergiebedarf zu erwarten.

Erfolge

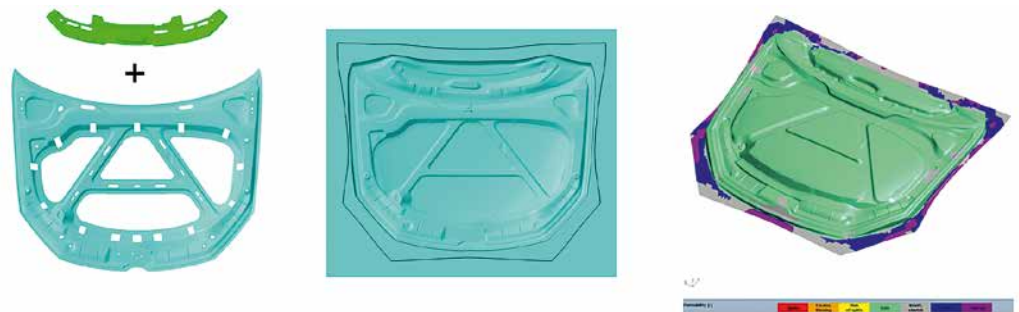
Frontklappe Variante 5 – Kombiniertes Umformen und Fügen in der Pressenlinie

- Entfall Transferpresse Stützteil
- Entfall Werkzeug Stützteil
- Entfall Fügezelle im Karosseriebau
- Vereinfachte Logistik zw. Presswerk und Karosseriebau



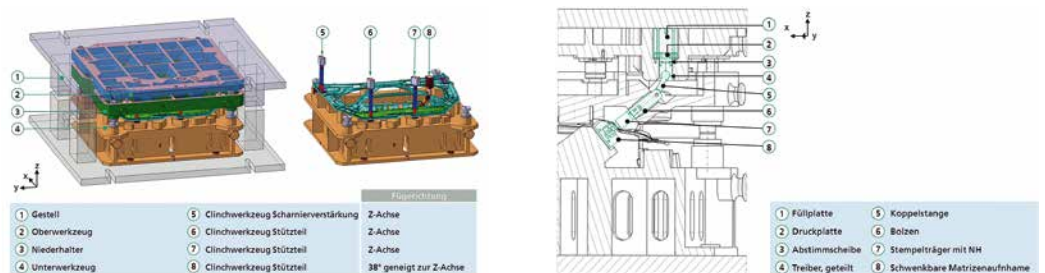
Simulation der Ziehstufe bei kombinierter Fertigung des Stütz- und Innenteils aus einer Platine

- Ziehstufe ist realisierbar
- Formbarkeit und Blechausdünnung i.O.
- Materialbedarf für Platinen sinkt um ca. 8%



Versuchswerkzeug Fügestufe Frontklappe

- Entwicklung und Bau eines Versuchswerkzeuges
- Realisierung von 3 Clinchpunkten beim Stützteil
- 2 Clinchpunkte aus Z-Richtung
- 1 Clinchpunkt über Schieber (siehe Bild)
- Realisierung von 1 Clinchpunkt für eine Scharnierverstärkung



Ziele

Durch die signifikante Reduzierung des Ziehrandes soll der Platinausnutzungsgrad deutlich verbessert werden.

Ausgangssituation

- Bei konventionellen Tiefziehteilen beträgt der Platinausnutzungsgrad etwa 50% bis 60%. Der restliche Anteil besteht im Wesentlichen aus einer sogenannten Ankonstruktion zum Halten des Bleches und wird nach der Formgebung abgetrennt und verschrottet
- Blechhalte- und Federelemente werden bei der Werkzeuggestaltung oft formunabhängig ausgelegt
- Umfang und Potential einer möglichen Massereduzierung durch Verringerung der Ankonstruktion werden derzeit nicht vollständig genutzt

Lösungsansatz

- Es wird der Prozess „Formschlagen“ in den Kontext der etablierten Umformverfahren eingeordnet und hinsichtlich bestimmter Prozessparameter definiert
- Ausgehend vom definierten Prozess wird die Umformung ausgewählter Bauteile mittels FE-Simulation untersucht und optimiert
- Experimentelle Untersuchungen sollen die prinzipielle Machbarkeit nachweisen und die Verfahrensgrenzen aufzeigen

Ergebnis

Nach Einordnung und Definition des Prozesses „Formschlagen“ wurden bestehende Realbauteile exemplarisch ausgewählt. Das Verhalten der Bauteile während der Umformung wurde bei vollständiger Reduzierung der Ankonstruktion simulativ untersucht. Entsprechend der vorhergesagten Versagensfälle wurden Gegenmaßnahmen ausgewählt und Werkzeugkonzepte entwickelt, konstruktiv umgesetzt und mittels FE-Simulation überprüft.

Die Werkzeugkonstruktion „Einsatzteil Leuchte“ wurde umgesetzt.

Hierbei konnte zum einen die Machbarkeit des Prozesses und zum anderen das angestrebte Einsparungspotential experimentell nachgewiesen werden.

Zur Simulation wurde ein völlig neuer Optimierungsansatz entwickelt, der die maximale Materialausnutzung als Hauptkriterium beinhaltet. Bei diesem Ansatz wird der Ziehflansch durch eine Randkraft ersetzt.

Von allen Projektpartnern wird eingeschätzt, dass dieser innovative Simulationsansatz das Potential zur Weiterentwicklung eines Softwaretools besitzt, welches als ein Hilfsmittel im Bereich Werkzeug- und Prozessplanung eingesetzt werden kann.



Audi



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

17,8 kWh

Primärenergiereduzierung

1,87 kg

Massereduzierung (Stahlblech)

in der Referenzfabrik per anno

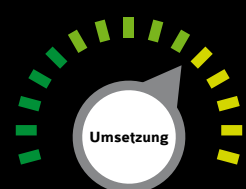
4.458 MWh

Primärenergiereduzierung

467 t

Massereduzierung (Stahlblech)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Reduzierung des Materialeinsatzes beim Umformen von Blechbauteilen

Es konnte nachgewiesen werden, dass bei der Methodenplanung der Ansatz „Formschlagen“, ausgehend von den definierten Parametern, zu einer signifikanten Verringerung der Ankonstruktion führt.

Erfolge

Optimierungskriterium: Materialeinsatz

The diagram shows four quadrants:

- Zeit (Time):** Tryptout-Dauern, Anlaufzeit
- Kosten (Costs):** Produktionskosten/Prozesssicherheit, Materialkosten/Platine, Werkzeugkosten
- Funktion (Function):** Bauteilgeometrie, Bauteilmaterial
- Qualität (Quality):** Oberflächenqualität 'Finish', Maßhaltigkeit 'Fit', Machbarkeit 'Form'

 Below the diagram is a 3D model of a part with a green surface and a red area labeled 'Zone > 2%'.

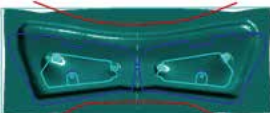
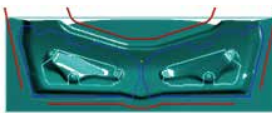
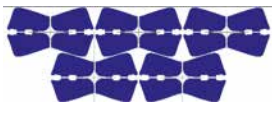

innovativer Ansatz: Simulationstool „Randkraftverlauf“

- Ausgehend von einem Ziehwerkzeug wird der Ziehflansch durch eine Kraft am Rand der Idealplatine ersetzt.
- Kann in bestimmten Bereichen die Randkraft auf nahezu „null“ reduziert werden, kann dort auf einen Ziehrand verzichtet werden.
- Nach der halbautomatischen Einstellung der Randkraft wird das Umformergebnis direkt dargestellt.

Planungsmethode: „Randkraftverlauf“:

1. Einflussanalyse SPI
2. Optimierung
3. Kontrolle
4. Werkzeugkonzept
5. Überprüfung

Methode „Formschlagen“/ Werkzeug:

Vergleich	Formschlagprozess		Ergebnis
Tiefziehen mit umlaufendem Rand	optimierte Methode (Realprozess-Referenz)	geschachtelte Platine	Bauteil konnte mit nur geringfügiger Ankonstruktion durch Formschlagen hergestellt werden.
			
Einsatzgewicht: 1.495 g	Einsatzgewicht: 1.130 g	Einsatzgewicht: 932 g	

Neuartige Fertigungsmethode für Struktur-Blechbauteile in kleinen und mittleren Serien bis zu 50.000 Stück pro Jahr

Ziele

Entwicklung einer Fertigungsmethode für kleine und mittlere Stückzahlen durch die Reduzierung formspeichernder Hauptformgebungen und die gleichzeitige Steigerung flexibler Fertigungsschritte auf Blechbearbeitungsmaschinen.

Ausgangssituation

- Zunehmende Modell- und Variantenvielfalt im Automobilbau führt zu sinkenden Stückzahlen je Derivat
- Gerade bei kleinen und mittleren Stückzahlen ist die Tiefziehfertigung aufgrund hoher Werkzeugkosten unwirtschaftlich
- flexible Blechbearbeitung kann gegenüber der konventionellen, mehrstufigen Tiefziehfertigung eine wirtschaftliche Alternative sein

Lösungsansatz

- Beschränkung auf maximal eine Umformstufe und zusätzlicher Einsatz von flexiblen Blechbearbeitungsmaschinen
- Systematisierung der Fertigungsmöglichkeiten, konstruktive Anpassung der Bauteile und Ableitung alternativer Methodenpläne
- Entwicklung produktflexibler Vorrichtung, deren automatisierter Entwurf sowie neuer Füge-Techniken für Stanz-Biege-Füge-Teile

Ergebnis

Die Fertigungsmethode wurde entwickelt und an einem Demonstrator umgesetzt. Das bisher mehrstufig hergestellte Tiefziehbauteil wurde für eine einzige verbleibende Umformstufe und die anschließende flexible Fertigung optimiert. Notwendige konstruktive Änderungen beschränken sich auf ein Minimum. Der so modifizierte Sitzquerträger kann in Serien bis 50.000 Stück pro Jahr wirtschaftlich hergestellt werden. Durch die Reduktion des Werkzeugmaterials um 90 % und der Prozessenergie um 50 % sowie die Erhöhung des Blechausnutzungsgrades von 60 % auf 77 % ist auch die Ressourceneffizienz sichergestellt.

Aufgrund der Kooperation mit dem Teilprojekt 2.1.4 „Formschlagen“ konnte die Umformstufe ressourcensparend als Formschlag-Prozess ausgelegt werden. Der Bau eines Versuchswerkzeugs ermöglichte die Fertigung von Demonstratoren, deren Äquivalenz im Crashverhalten durch Fallturm-Versuche abgesichert ist. Darüber hinaus wurde ein Umgestaltungskatalog erarbeitet, der für Tiefzieh-typische Formelemente die entsprechenden Stanz-Biege-Füge-Pendants bereithält und Vorschläge für die fertigungsgerechte Gestaltung darstellt.

TOWER
AUTOMOTIVE

TRUMPF

Fraunhofer
IWU

NACHGEWIESENE EFFIZIENZPARAMETER IN DER ZULIEFERERINDUSTRIE FÜR

eine Karosserie

66,2 kWh

Primärenergiereduzierung

7 kg

Massereduzierung (Stahlblech)

modulare Fertigung von 30.000 Stück

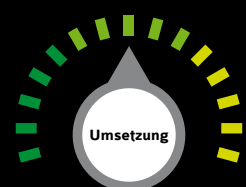
1.986 MWh

Primärenergiereduzierung

210 t

Massereduzierung (Stahlblech)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Stanz-Biege-Füge-Fertigung kleiner und mittlerer Stückzahlen auf Blechbearbeitungs-
maschinen ist eine wirtschaftliche Alternative zur konventionellen Tiefziehfertigung

Erhöhung der Flexibilität in der Fertigung, schnellere Ramp-up's, wirtschaftliche Fertigung -
insbesondere von Derivaten; generelle Machbarkeit ist nachgewiesen.

Erfolge

Demonstratorbauteil: Sitzquerträger

Der Sitzquerträger wurde bisher auf einer sechsstufigen Transferpresse mittels Tiefziehen umgeformt. Die Umgestaltung für eine einzige Umformstufe mit anschließender, flexibler Fertigung auf Blechbearbeitungsmaschinen ermöglicht eine wirtschaftliche Fertigung bei sinkenden Stückzahlen. Die Gleichwertigkeit im Crashverhalten wird durch Fallturm-Versuche an Realbauteilen abgesichert.

Ursprungsbauteil

Umgestaltung für flexible Fertigung

AFO 10 Erstbeschnitt

AFO 20 Formschlagen

AFO 30 Zweitbeschnitt

AFO 40 Abkanten

www.greencarbody.de

Kostenvergleich am Beispiel des Demonstrators

Gerade beim konventionellen Tiefziehen von kleinen Stückzahlen sind die Werkzeugkosten der dominierende Faktor im Bauteilpreis. Durch die flexible Produktion wird eine Kostenersparnis je Bauteil mittels Reduktion der Werkzeuganzahl und damit der Werkzeugkosten erzielt. Sie fällt umso höher aus, je geringer die Jahresstückzahl eines Bauteils ist.

Gesamtkostenvergleich flexible Fertigung vs. Tiefziehen

Stück/a	Tiefziehen [EUR/a]	Flexibel [EUR/a]
0	~100,000	~50,000
10,000	~150,000	~100,000
20,000	~200,000	~150,000
30,000	~250,000	~200,000
40,000	~300,000	~250,000
50,000	~350,000	~300,000
60,000	~400,000	~350,000
70,000	~450,000	~400,000

Flexible Fertigung vorteilhaft | Nicht eindeutig | Tiefziehfertigung vorteilhaft

Kostenstruktur flexible Fertigung

Werkzeug, Material, Fertigung

Kostenstruktur Tiefziehen

Werkzeug, Material, Fertigung

Erhöhung des Energienutzungsgrades von Umformmaschinen

Ziele

Einsparung von bis zu 30% Energie durch Reduzierung der Verlustenergien an Umformmaschinen (Hauptformgebung Ziehen) mit alternativen Lösungen in der Zieh- bzw. Kissenteknik, des Maschinenaufbaus und der Gestaltung der Bewegungsabläufe.

Ausgangssituation

- Große Verlustleistung bei Pressen mit Ziehkissen: Kissenenergie wird in Wärme umgewandelt und geht dem Prozess verloren
- Hohe Kühlleistungen sind die Folge

Lösungsansatz

- Analyse des Energieverbrauchs an realen Umformanlagen und Darstellung der baugruppenbezogenen Verluste
- Untersuchungen zu alternativen Antriebsstrukturen von Ziehkissenantrieben
- Entwurf von Lösungskonzepten (Prozess, Werkzeug) zur Reduzierung der Niederhalterkraft bei konventionellen Ziehkissen
- Reduzierung der energetischen Verluste, hervorgerufen durch den Bewegungszyklus der Presse
- Einsatz von Energiemanagementsystemen

Ergebnis

Die durchgeführten Messungen und Verbrauchsanalysen an Umformmaschinen lieferten die Grundlagen für neu entwickelte Produkte wie: Hydraulische Energiesparkissen, Stand-By-Schaltungen, Energiemonitoring sowie optimierte Stößelbewegungsfunktionen.

Die Untersuchungen und Entwürfe zur Neugestaltung der Zieheinrichtung werden bei Neuentwicklungen berücksichtigt.

Der gebaute Demonstrator bestätigt die theoretisch gewonnenen Erkenntnisse und ist als Prototyp einer rein elektrischen Zieheinrichtung voll funktionsfähig.

SCHULER 

 **Fraunhofer**
IWU

REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

in der Referenzfabrik per anno

1.900 MWh

klassische Ziehtechnik – Elektroenergieerduzierung

Das technologische Prinzip der Ziehtechnik bleibt erhalten. Die Energiereduzierung resultiert aus der Optimierung des Ziehkissenaggregats und dessen Einbindung in ein Energiemanagementsystem.

Zeithorizont



3.000 MWh

neue Kissenteknik – Elektroenergieerduzierung

Das Funktionsprinzip der Kissenteknik wird geändert. Es wird mit einer stationären Blechhaltung gearbeitet.



NEUE ZIEHKISSENTECHNIK

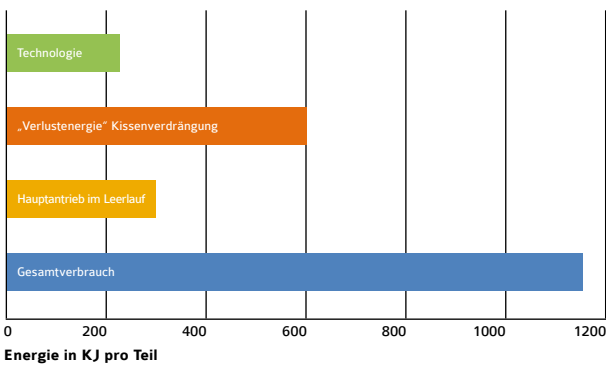
Erhöhung des Energienutzungsgrades von Umformmaschinen durch Qualifizierung der Ziehkisstechnik

Darstellung des Energiebedarfs an einer Umformmaschine pro Teil und Ermittlung des Energieeinsparpotentials durch Änderung des Funktionsprinzips in der Ziehstufe.

Erfolge

Ergebnis 1: Messung

Darstellung des Energiebedarfs einer Presse für einen typischen Ziehprozess.



Umsetzung

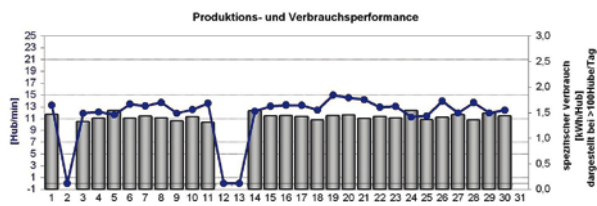
Schuler SEC Kissen
Optimierung des Ziehkissens



-50%
Energie

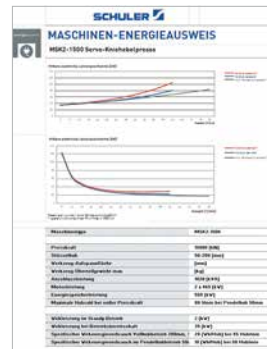
Ergebnis 2: Monitoring

Energiemonitorings an Pressen mit der Darstellung der verbrauchten Energie pro Teil.



Umsetzung

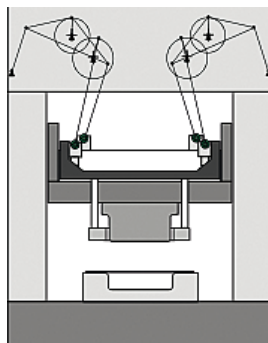
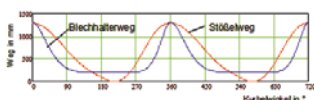
Maschinen-Energieausweis
mit Darstellung des spezifischen Energieverbrauchs gemäß ISO 50001



ISO 50001
Ready

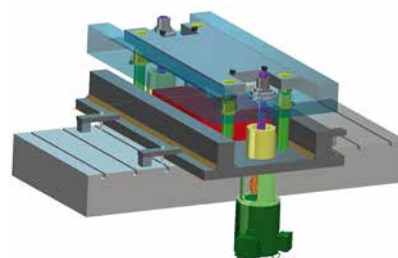
Ergebnis 3: Entwurfskonstruktion

Projektierung von Antrieben und Gestaltung der Sollwertverläufe für stationäre Blechhalter an Ziehpressen.



Umsetzung

Bau eines Demonstrators mit servoelektrischer Regelung der Blechhaltung



Nachweis
Funktion

Bedarfsgerechte Bereitstellung von Versorgungsenergien

Ziele

Einsparung von bis zu 40% Energie durch Senkung des Energiebedarfs der Versorgungs- bzw. Nebenaggregate von Umformmaschinen.

Ausgangssituation

- Schwerpunkt sind Nebenfunktionen von Umformmaschinen wie spezifische Umformachsen, Kühlung, Filterung, Schmierung, Spannsysteme u.a.
- Solche Nebenfunktionen sind vorwiegend permanent in Betrieb und bestimmen bereits ohne aktive Arbeitsbewegung die Leerlaufleistung der Maschine
- Aggregate für Nebenfunktionen bieten großes Potential für höhere Energieeffizienz

Lösungsansatz

- Minimierung der Verlustleistung in Versorgungsaggregaten durch Strukturoptimierung und Einsatz energieeffizienter Komponenten
- Minimierung der Verlustleistung im Leerlauf der Maschine durch Einführung eines Stand-by-Modus
- Erarbeitung von Strategien für das Abschalten und den Wiederanlauf von Versorgungsaggregaten

Ergebnis

Aus der Analyse des Ist-Standes des Energiebedarfs von Nebenaggregaten an einem ausgewählten Demonstrator resultierten Energieeinsparungskonzepte für verschiedene Baugruppen sowie ein Ranking des möglichen Einsparpotentials. Zugleich wurde der Energieverbrauch während der Stillstandszeiten erfasst und daraus Abschalt- und Wiederanlaufstrategien für unterschiedliche Aggregate erarbeitet.

Der wesentliche methodische Ansatz besteht in der Minimierung von Verlustleistungen durch strukturell optimierte Antriebskonzepte. Im Ergebnis wurden eine servoelektrische Stauchachse untersucht sowie ein servoelektrischer Druckübersetzer entwickelt. Die Energieeinsparung an beiden Achsen des Demonstrators (Auspressmaschine für Metallbälge) konnte mit bis zu 48 % pro Teil nachgewiesen werden. Zusätzlich konnten Effekte der Energierückspeisung und -speicherung implementiert werden. Weiteres Potential ergab sich durch Reduzierung der Zykluszeit des Umformprozesses sowie energiereduzierten Standby-Konzepten.



FINZEL[®]
HYDRAULIK CHEMNITZ



H&T ProduktionsTechnologie



Fraunhofer
IWU

NACHGEWIESENE EFFIZIENZPARAMETER IN DER ZULIEFERERINDUSTRIE FÜR

einen Metallbalg DN 100

0,287 kWh
Elektroenergiereduzierung

eine Jahresproduktion von 225.000 Stück

64,57 MWh
Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Servoelektrische Druckerzeuger steuern verlustarm den Energiefluss in fluidischen Kreisläufen

Verlustarme Energiebereitstellung und Übertragung, gepaart mit Möglichkeiten der Energiespeicherung und Energierückgewinnung – das ist das Potential zur Gestaltung energieeffizienter Versorgungsaggregate.

Erfolge

Energieoptimierte Antriebsstrukturen

Nebenaggregate wie beispielsweise Spannsysteme, Kühlkreisläufe, Schmiersysteme und ähnliches werden nach maximalem Bedarf ausgelegt, arbeiten jedoch meist nur im Teillastbereich. Die hierfür erforderlichen Stellglieder (Ventile) sind verlustbehaftet. Durch strukturelle Maßnahmen, speziell die Nutzung von Stellgliedern auf dem Verdrängerprinzip anstelle fluidischer Widerstände, können diese Verluste stark reduziert werden. Optimal ist die Nutzung drehzahlveränderlicher Elektroantriebe mit Pumpen, die gerade im Teillastbereich einen hohen Wirkungsgrad haben. Im Projekt wird dieses Konzept konsequent umgesetzt, indem für den Einsatz am Demonstrator (Auspressmaschine für Metallbälle) ein servoelektrischer Druckübersetzer entwickelt und implementiert wurde. Darüber hinaus wurden eine servoelektrische Stauchachse sowie eine drehzahlvariable Füllpumpe vorgesehen. Diese Maßnahmen bewirkten eine Energieeinsparung von bis zu 48% pro Teil gegenüber der bisherigen Lösung.

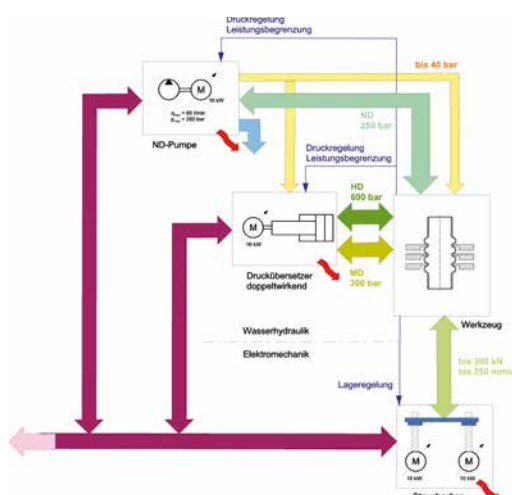
Speziell für Verbundachsen, die gegeneinander arbeiten, kann als weitere Maßnahme die Energiespeicherung sowie Rückspeisung vorgesehen werden. Dies ist durch ein servoelektrisches Stellglied im Vierquadrantenbetrieb möglich. Am Demonstrator kann so ein Teil der Energie der Stauchachse über den Druckübersetzer zurückgewonnen werden. Dadurch ergibt sich für ein bestimmtes Teilesortiment eine zusätzliche Energieeinsparung von bis zu 10%, die nicht aus dem Netz entnommen werden muss.

Systematisch Energie sparen

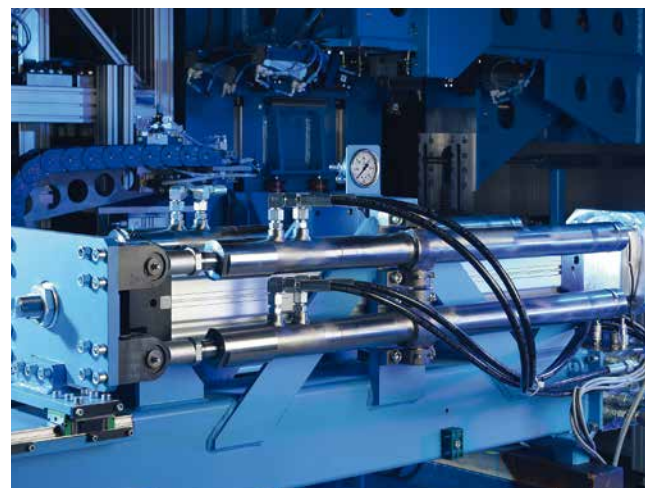
Weiteres Sparpotential erschließt sich durch Einsatz energieoptimierter Komponenten (Elektromotoren, Pumpen usw.) sowie einer energetisch begründeten Dimensionierung der Komponenten (Leitungen, Ventile, Getriebe).

Mit diesen Maßnahmen wurde ebenso die Stand-by-Leistungsaufnahme reduziert. Weitere Effekte in diesem Zusammenhang konnten durch Einführung spezieller Stand-by-Zustände erreicht werden. Hier wurden die Leistungsaufnahme entweder vollständig abgeschaltet oder stark minimiert, wenn kein Bedarf vorliegt. Kriterium hierfür sind Restfunktionalität (Druck/ Position halten) sowie thermische Stabilität der Maschine.

Optimierter Verbund Stauchenachse – Wirkmedienachse



Demonstrator servoelektrischer Druckübersetzer



Ziele

Senkung des Ressourceneinsatzes um 30% durch Optimierung der installierten Anlagenleistung, bedarfsorientierte Bereitstellung der Versorgungs- und Hilfsenergien sowie Verbesserung des mechanischen Wirkungsgrades an Komponenten.

Ausgangssituation

- Auslegung der Anlagenleistung und Stapelbänder nach Maximalbedarf und nicht nach tatsächlichem Verbrauch: Überdimensionierung aufgrund Kundenanforderungen aus Lastenheften
- Energien in Nebenprozessen stehen ständig zur Verfügung – arbeiten teilweise nicht bedarfsorientiert
- Mechanische Energieverluste (z.B. durch Reibung) und masseintensive Handlingskomponenten → teilweise geringer Wirkungsgrad
- zu hohe Haftkräfte, dadurch zu große Antriebe

Lösungsansatz

- Ermittlung des Energieverbrauchs für die einzelnen Anlagenkomponenten
- Verringerung der Antriebsleistung an den Komponenten, Optimierung des Berechnungsmodells
- Bedarfsgerechte Bereitstellung von Versorgungsenergien
- Entwicklung gleitfreudiger Oberflächenstrukturen
- Entwicklung steuerbarer Magnetsysteme
- Einsatz von Einzelantrieben und Mehrmotorentchnik
- Erprobung eines innovativen Platinentransportsystems

Ergebnis

Auf der Basis von detaillierten Leistungsmessungen wurden die wesentlichen Energieverbraucher von Platinenschneidanlagen (ohne Berücksichtigung der Presse) identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Energieeinsparung erarbeitet und größtenteils bereits umgesetzt:

- Energierückführung von generatorischen Leistungsanteilen auch an Standardbandanlagen (ca. -3 kW)
- Optimierte Hydraulik (Frequenzumrichterpumpe, Sitzventile, PWM, Digitalhydraulik, ...) für Bandanlagen (ca. -4 kW)
- Zu- und Abschalten von Antrieben an der Richtmaschine sowie Reduzierung des Magnetisierungsstroms (ca. -2 kW)
- Reduzierung der Riemenreibung durch gefräste und polierte Reibflächen an der Stapelanlage (ca. -4 kW)
- Geringere Gebläseleistung durch Reduzierung der Anzahl der Förderbänder, möglich durch vergrößerte Halteflächen und reduzierte Druckverluste in den Schaltdüsen und Sammelleitungen (ca. -65 kW bei Aluminium)
- Zusätzliche Reduzierung der Gebläseleistung durch Frequenzumrichtergebläse (ca. -26 kW bei Aluminium)

NEUHÄUSER
MAGNET- UND FÖRDERTECHNIK

SCHULER

Fraunhofer
IWU

REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

Leistung während der Produktion

91 kW

Leistungsreduzierung

13 kW

Leistungsreduzierung

in der Referenzfabrik per anno

18,2 MWh

Elektroenergieerduzierung (Aluminium)

57,41 MWh

Elektroenergieerduzierung (Stahl)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Ressourcenschonende Prozessgestaltung für Aluminiumplatten in der Schneidanlage Energieeffiziente Magnet- und Zahnriementechnik in der Platinen-Förderanlage

Bei Aluminiumplatten wurde der Energieverbrauch an der Stapelanlage um ca. 75% reduziert. Durch die Optimierung der Haftkräfte hinsichtlich ausreichender Transportsicherheit u. Anpassung an die unterschiedlichen Blechdicken sowie durch veränderte Oberflächenbehandlungen der Polleisten können die Reibbeiwerte bis zu 50% reduziert werden.



Messkonzept

Messungen

Auswertung

Platinenschneidanlage

Energiereduzierung an Stapelanlagen

Configuration	Power Consumption [kW]
6 Balken netzbetrieben, 50Hz, altes Design	123,9
6 Balken netzbetrieben, 50Hz, opt. Design	88,5
4 Balken netzbetrieben, 50Hz, opt. Design	59
4 Balken Umrichter, 50Hz, opt. Design	60,32
4 Balken Umrichter, 40Hz, opt. Design	45,12
4 Balken Umrichter, 35Hz, opt. Design	32,78
4 Balken Umrichter, 30Hz, opt. Design	22,84
4 Balken Umrichter, 0Hz, opt. Design	19,08

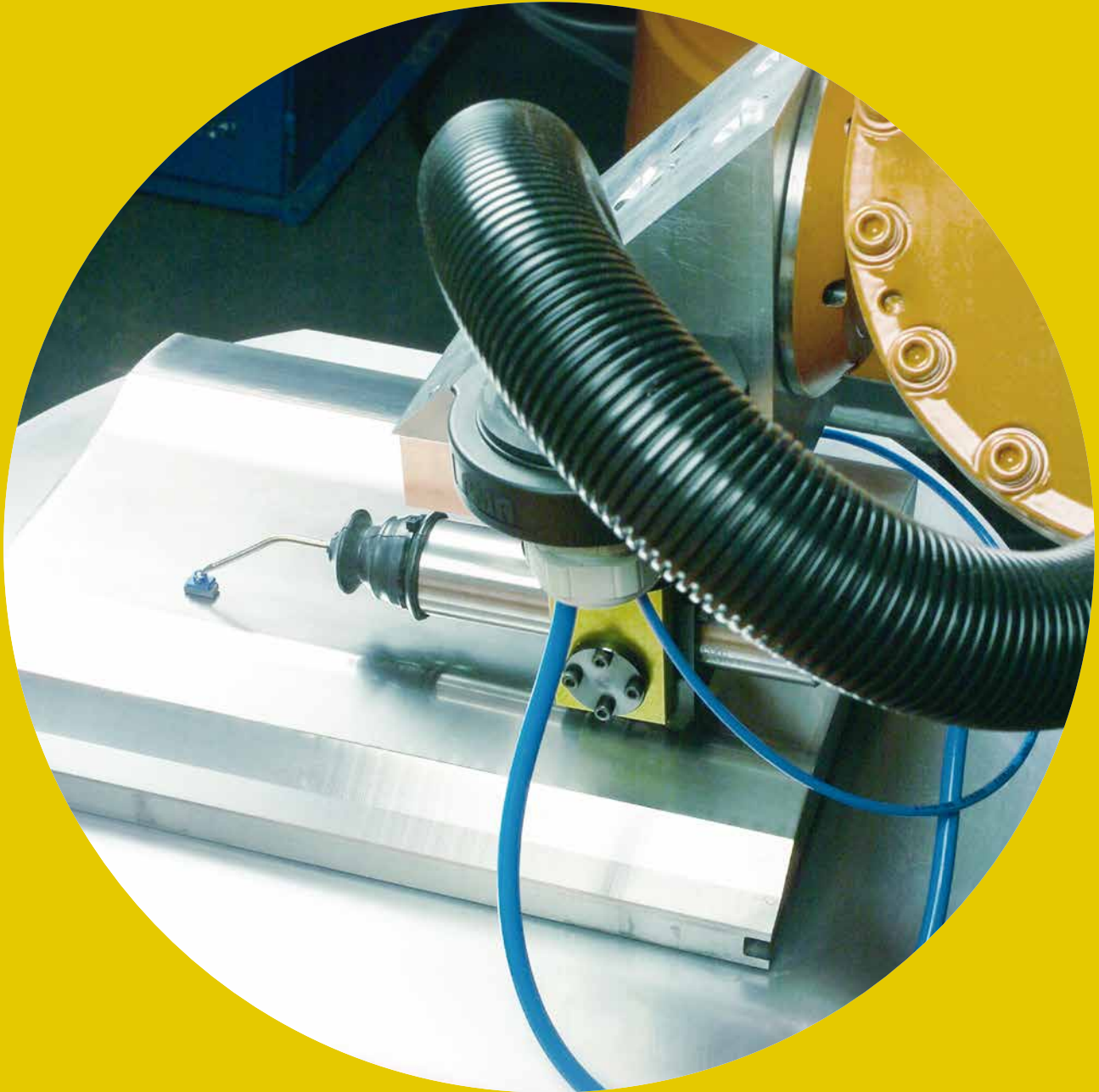
Platinentransport

Haftkraftvergleich

Blechdicke [mm]	ungesteuerte Haftkraft [N]	gesteuerte Haftkraft [N]
0,5	~20	~10
1,0	~40	~20
1,5	~70	~35
2,0	~90	~40
2,5	~110	~55
3,0	~115	~60
3,5	~118	~70
4,0	~120	~80

Optimierung der Haftkräfte durch die Entwicklung steuerbarer Magnetsysteme, die über Stromrichter mit den Werkzeugdaten der Maschinensteuerung verknüpft werden.

InnoCaT[®] 3



VERBUNDPROJEKT

WERKZEUGBAU

Die Herstellung von Umformwerkzeugen verursacht einen großen Ressourcenverbrauch, insbesondere weil die Herstellung und Formgebung der eingesetzten Gusswerkstoffe sehr energieintensiv ist. Aber auch die mechanische Bearbeitung, auf die ca. 30 % von Kosten und Aufwand entfallen, bietet große Einsparpotentiale insbesondere durch eine effizientere Nutzung der „Produktiven Zeit“, welche bis zu 60 % beispielsweise in der Fräsbearbeitung ausmacht. Mit der Möglichkeit der Umstellung von der bisher 3-achsigen auf eine 5-achsige Fräsbearbeitung und der damit verbundenen Verwendung von Schaft- und Torusfräsern ergibt sich ein Einsparpotential in den Bearbeitungszeiten von bis zu 50 %.

Neben der Verbesserung der Bearbeitungsstrategien liegt ein großes Potential in der Verbesserung der Maschinendynamik. Damit sollen nicht nur höhere Vorschubgeschwindigkeiten, sondern auch eine bessere Fertigungsqualität erreicht werden.

Darüber hinaus entsteht zusätzlicher Aufwand (bis zu 10 %) für die Einarbeitung bzw. das Try-Out durch wiederholte mechanische Korrekturschleifen. Die sich daraus ergebende Notwendigkeit der Ressourcenoptimierung zeichnet sich besonders im Bereich der Herstellung und Reparatur der Werkzeuge ab – vor allem lassen sich auf diese Weise Qualität und Reproduzierbarkeit der Werkzeuge signifikant steigern.

Neben der eigentlichen Werkzeugherstellung bietet aber auch die Nutzungsphase der Werkzeuge erhebliches Potential für die Einsparung von Ressourcen, aber auch die Reduktion von Kostentreibern. Es wurden Konzepte zur Verschleißminimierung und Gewichtsreduktion untersucht, um die Lebensdauer der Werkzeuge zu steigern und den Energieverbrauch der Pressen zu reduzieren. Vor diesem Hintergrund waren die Hauptziele des Verbundprojektes „Ressourceneffizienter Werkzeugbau“ daher innovative technische Lösungen und Methoden für den automobilen Karosseriebau in den Bereichen:

- Strukturoptimierung von Werkzeugen
- Werkzeugtemperierung
- Automatisierte Korrektur
- Genauigkeit und Produktivität in der Werkzeugfertigung
- Verschleißreduktion durch gezielte Aktivflächenoptimierung
- Energieeffizienz im Großwerkzeugbau



Übersicht Teilprojekte

- 3.1.1 Lebenszyklusanalyse
- 3.2.1 Strukturoptimierung
- 3.2.2 Blechwarmumformung
- 3.3.1 Werkzeugkorrektur
- 3.3.2 Fräsbearbeitung
- 3.3.3 Verschleißreduktion
- 3.3.4 Fräsmaschinenteknik

Ressourcenorientierte Modellierung des Werkzeuglebenszyklus

Ziele

Aufnahme und Analyse des Ressourcenverzehrs entlang des gesamten Lebenszyklus eines Blechumformwerkzeuges.

Ausgangssituation

- Aktuell kann keine Aussage über den Ressourcenverbrauch eines Werkzeuges über den gesamten Lebenszyklus getroffen werden
- Ressourceneinsparungen bei der Werkzeugherstellung können ein beträchtlicher Hebel für Ressourceneinsparungen in der Serienfertigung sein
- Die Auswirkungen von Ressourceneinsparungen einzelner Prozessschritte auf den Lebenszyklus ist nicht bekannt

Lösungsansatz

- Aufnahme aller anfallenden Energie- und Ressourcenströme entlang des Lebenszyklus eines Blechumformwerkzeuges
- Analyse der Auswirkungen von Ressourceneinsparungen in der Werkzeugherstellung auf die Serienfertigung
- Schaffung von Transparenz in Bezug auf die Interaktion einzelner Prozessschritte entlang des gesamten Lebenszyklus

Ergebnis

In der kompletten Prozesskette eines exemplarisch betrachteten Umformwerkzeuges wurden alle Energie- und Stoffströme entweder gemessen oder mittels qualitativer Annahmen bestimmt. Diese Ergebnisse wurden in einer Lebenszyklusanalyse mit Hilfe einer Softwarelösung in Bezug auf ökologische Einflüsse bewertet.

In der unten stehenden Darstellung sind die Prozessschritte für das betrachtete Umformwerkzeug aufgezeigt. Es war eine wesentliche Aufgabe des Teilprojektes 3.1.1 allen *InnoCaT*[®]-Teilprojekten die Datenbasis für Verbräuche von Energie, zentral erzeugten Medien sowie Hilfsstoffen für eine angenommene Lebensdauer des Umformwerkzeuges von sechs Jahren bereitzustellen, um realisierbare Einsparungen aufzeigen zu können. Die gesamten Einsparungen der Innovationsallianz, die auf Basis der gesammelten Daten bestimmt wurden, sind unten aufgeführt.



REDUZIERUNG PRIMÄRENERGIE IM ERGEBNIS DES VERBUNDPROJEKTS 3

8.443 MWh

Im Werkzeugbau

Modellbau

Formen,
Schmelzen

1.026 MWh

Im Presswerk

Fräsen

Neubau,
Aufbau

Tryout

7,86 kWh

Pro Karosserie

Serieneinsatz

Wartung,
Instandhaltung

EFFEKTIVE BILANZIERUNG

Ressourcenorientierte Modellierung zur Sicherung und Verbesserung der Ressourceneffizienz im Werkzeugbau

Energie- und Stoffströme konnten über den gesamten Lebenszyklus eines Blechumformwerkzeuges bilanziert und analysiert werden.

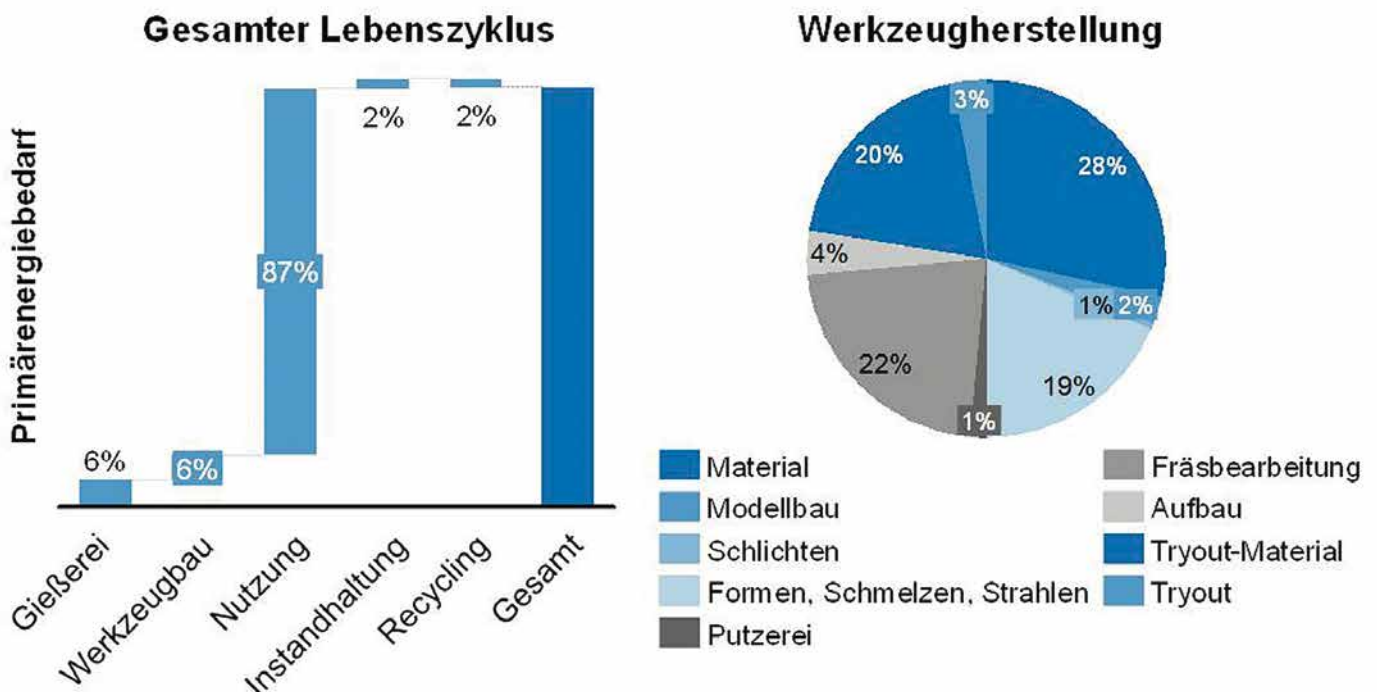
Erfolge

Effektive Bilanzierung des Lebenszyklus eines Blechumformwerkzeuges

Die Grundlage für eine effektive Bilanzierung von Energie- und Stoffströmen stellt die Untergliederung von Herstellungsphasen eines Demonstrators dar, um später eine valide Datenbasis gewährleisten zu können. In Teilprojekt 3.1.1 wurden insgesamt acht Lebenszyklusphasen identifiziert (vgl. Abbildung). Für jede Lebenszyklusphase wurde eine Bilanz mit eingehenden und ausgehenden Energie- und Stoffströmen erstellt und mit Messwerten hinterlegt.

Nach einer genauen Analyse der Bilanzen und der Überführung der Daten in ein übergeordnetes Modell konnten diverse Stellhebel für Ressourceneinsparungen identifiziert werden. Zudem stellte die Datenbasis die Grundlage für die Quantifizierung von Einsparungen anderer Teilprojekte dar.

Die unten stehende Abbildung zeigt als Ergebnis der Bilanzierung die prozentuale Verteilung des Ressourcenverbrauchs sowohl über die gesamte Prozesskette wie auch gesondert innerhalb der Werkzeugherstellung. Hierbei wurde als Datengrundlage der Primärenergiebedarf verwendet und innerhalb der Nutzungsphase auf die Betrachtung des Gewichts aller mit dem Umformwerkzeug gepressten Bauteile verzichtet, da dieses dem Umformwerkzeug nicht anzulasten ist.



Ergebnis der Lebenszyklusanalyse

Die Bilanzierung der Energie- und Stoffströme über den gesamten Lebenszyklus des Blechumformwerkzeuges bietet eine Datengrundlage für die Berechnung des Standardwerkzeugbaus und damit für die Quantifizierung von Ressourceneinsparungen im Werkzeugbau.

Als zentrale Stellhebel der Ressourcenoptimierung wurden Energiereduzierungen im Bereich der maschinellen Fertigung im Werkzeugbau sowie Massereduzierungen im Serieneinsatz identifiziert.

Strukturoptimierung von Werkzeugen auf der Basis von Simulationssystemen

Ziele

Entwicklung eines durchgängigen Konzeptes zur kraftflussgerechten Dimensionierung von Umformwerkzeugen auf Basis von Simulationen mit dem Ziel die Masse von Umformwerkzeugen bis zu 20% zu reduzieren.

Ausgangssituation

- Im Werkzeugbau werden die Strukturbaugruppen vorrangig hinsichtlich ihrer Steifigkeit dimensioniert
- Eine ganzheitliche Prozessbetrachtung zur Ermittlung der Werkzeugbeanspruchung, auch mittels Simulation, ist aktuell nicht Stand der Technik
- Vorhandene Potentiale hinsichtlich Leichtbau von Großwerkzeugen wurden bisher nur in Einzelfällen betrachtet

Lösungsansatz

- Mit der Ermittlung der Prozesskräfte aus den Simulationen des Umform- oder Schneidprozesses konnten Randbedingungen für die Berechnung der Beanspruchung des Werkzeuges bestimmt werden
- Diese dienten weiterhin als Randbedingung für eine Strukturoptimierung, welche mittels Finite Elemente Methode die gezielte Identifizierung des idealen Designs hinsichtlich Materialausnutzung unter Berücksichtigung definierter Lastfälle ermöglichte
- Mögliche Fertigungsrestriktionen wie Hinterschnitte oder Ausformschrägen konnten ebenfalls berücksichtigt werden

Ergebnis

Es wurde eine Vorgehensweise zur kraftflussgerechten Dimensionierung von Umformwerkzeugen durch die Verbindung von Prozesssimulation und Mapping mit der Entwicklung von Algorithmen zur Optimierung der Werkzeugstruktur ermittelt.

Im Ergebnis entstand ein Workflow von der Prozesssimulation über die Strukturoptimierung bis zum CAD.

Am Beispiel eines Ziehstempels konnten somit 20% Massereduzierung nachgewiesen werden. In Abhängigkeit der verschiedenen Werkzeugklassen ist eine Reduzierung zwischen 6% und 12% der Masse eines Umformwerkzeuges, ohne Beeinträchtigung sonstiger Werkzeugeigenschaften, möglich.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

2,03 kWh

Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

4.287 MWh*

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

*Betrachtungsraum Werkzeugbau und Presswerk

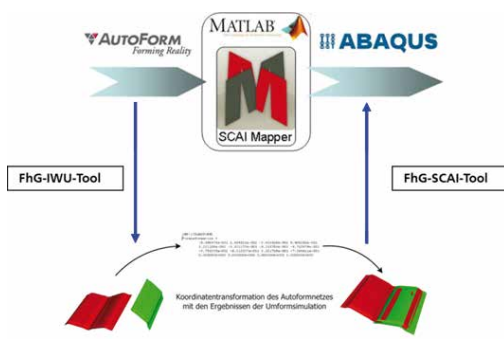
Optimierung der Werkzeuggeometrien mittels Catia-Matlab-Abaqus-TOSCA

Weiterentwicklung der Software zur FEM-Strukturoptimierung, Entwicklung eines Workflows. Optimierung an Werkzeugen/ Werkzeugkomponenten bereits erfolgreich umgesetzt.

Erfolge

Prozessmanager & angepasstes Pre- und Postprocessing

Zusätzlich ist eine detaillierte Pressenvermessung sowie eine Datenüberführung in die Software möglich.



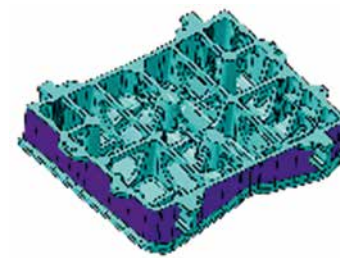
Darstellung Workflow Prozessmanager [Oswald 2011]

Konstruktion & Herstellung optimierter Werkzeuge/ Werkzeugkomponenten

Durch die Herstellung eines optimierten Werkzeugmodells wurden die Potentiale der Massenreduktion bei gleicher Steifigkeit deutlich.



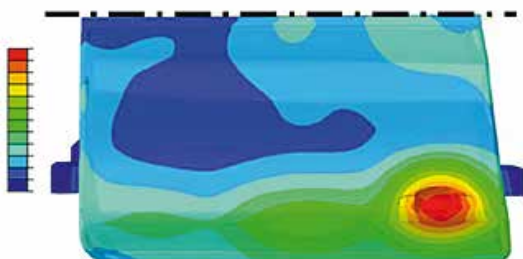
Export-Modell [Audi 2011]



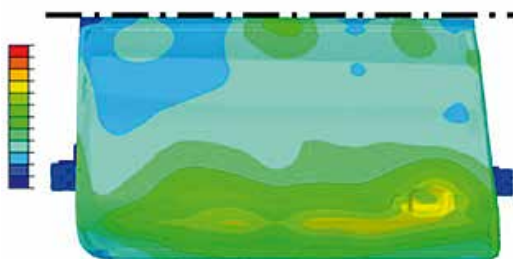
Optimierter Ziehstempel [Audi 2011]

normierte Verformung

Ergebnisse der FEM-Bewertung des optimierten Stempels [Oswald 2011]



Konventioneller Stempel



Strukturoptimierter Stempel

Ressourceneffiziente Blechwarmumformung durch innovative Werkzeugtemperierung mittels laserstrahlgeschmolzener Werkzeug-Aktiv-Komponenten

Ziele

Das Ziel des Projektes ist die Reduzierung des Energie- und Ressourceneinsatzes in der Blechwarmumformung durch eine neuartige Werkzeugkühlung.

Ausgangssituation

- Blechwarmumformung gewinnt in der Karosseriefertigung immer mehr an Bedeutung zur Fertigung hochfester und gleichzeitig leichter Karosserieteile
- Blechwarmumformung ist energie- und zeitintensiver als konventionelle (Kalt-)Umformung
- Halte- bzw. Abkühlzeit bestimmt wesentlich die Gesamtzykluszeit (zu über 30%)
- Kühlungen in Warmumformwerkzeugen werden bisher durch Tieflochbohren oder Segmentierung eingebracht, haben somit einen großen und ungleichmäßigen Abstand zur Kontur, verbunden mit eingeschränkter und ungleichmäßiger Kühlwirkung oder sind sehr zeit- und kostenintensiv in der Herstellung

Lösungsansatz

- die Projektidee zielt auf die signifikante Verkürzung der Halte- bzw. Abkühlzeit in der Blechwarmumformung und die damit verbundene Energiereduzierung durch eine innovative Werkzeugkühlung
- neuartige, geometrisch komplexe, konturnahe und -konforme Kühlkanäle wurden mittels Laserstrahlschmelzen in ein Blechwarmumformwerkzeug integriert, d.h. durch eine großflächige Vernetzung der Kühlkanäle wird eine nahezu optimale Temperatursteuerung erreicht
- für eine kostengünstige Realisierung wurden die Werkzeugsegmente mit innovativer Kühlung in Hybridbauweise gefertigt

Ergebnis

Erfolgreicher Einsatz laserstrahlgeschmolzener Werkzeugeinsätze in der Blechwarmumformung. Der Nachweis des positiven Effektes der optimierten, konturnahen Werkzeugtemperierung wurde erbracht und die positiven Simulationsergebnisse konnten erfolgreich im Realversuch bestätigt werden. Eine weitere Steigerung der mechanischen Eigenschaften des Blechteils durch noch schnellere Abkühlung und durch gezielte Einstellung der Härte und Duktilität in unterschiedlichen Bereichen des warmumgeformten Blechteils ist möglich. Die Ergebnisse der Umformversuche zeigen eine Verkürzung der Haltezeit um 50% (von 10 s auf 5 s) bei gleicher Bauteiltemperatur mit den generativ gefertigten Werkzeugeinsätzen und dadurch eine Reduzierung der Gesamtzykluszeit im Presshärtprozess um ca. 20%, verbunden mit signifikanten Energieeinsparungen.



CONCEPTLASER
hofmann innovation group



Fraunhofer
IWU

REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

2,94 kWh

Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

715 MWh*

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



*Betrachtungsraum Werkzeugbau und Presswerk

Erläuterung auf Seite 3

NEUARTIGE KÜHLUNG

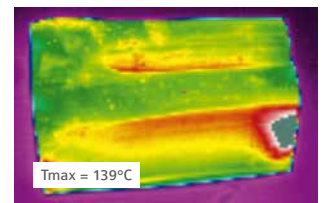
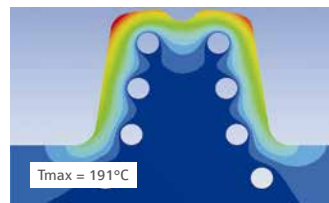
Werkzeugsegmente mit innovativer Kühlung in Hybridbauweise mittels Laserstrahlschmelzen

Die neuartige Werkzeugkühlung ermöglicht eine erhebliche Zykluszeitreduzierung und Energieeinsparung in der Blechwarmumformung.

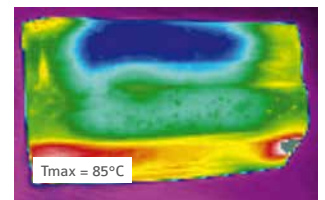
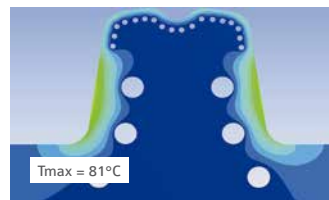
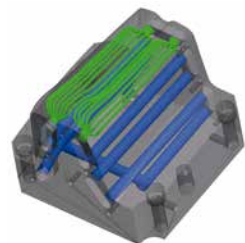
Erfolge

Mithilfe der numerischen Simulation des Umformvorgangs konnte bereits der theoretische Nachweis des positiven Effekts der neuartigen Kühlung erbracht werden. Im Einzelnen kommt es durch die signifikant verbesserte Werkzeugkühlung zu einer deutlich geringeren Erwärmung des Umformwerkzeuges um ca. 100 Kelvin, der eingeschwungene Zustand (thermisches Gleichgewicht) im Werkzeug ist weitaus schneller erreicht und es wurde eine schnellere Abkühlung der warmumgeformten Blechteile, verbunden mit einer Zykluszeitreduzierung von ca. 20% und einer Primärenergieeinsparung von 715 MWh per anno, realisiert.

konventionell gebohrte
Werkzeugkühlung
($\varnothing = 16 \text{ mm}$)



generativ gefertigte,
optimierte Werkzeugkühlung
($\varnothing = 4 \text{ mm}$)

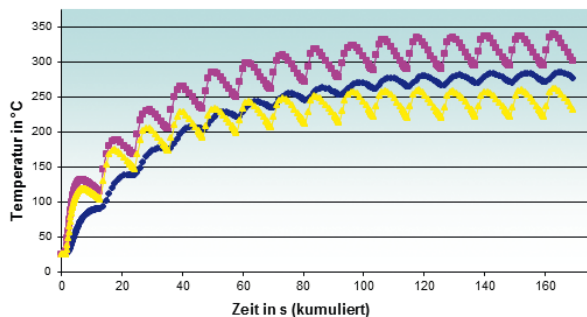


3D-CAD-Modell des
Werkzeugeinsatzes

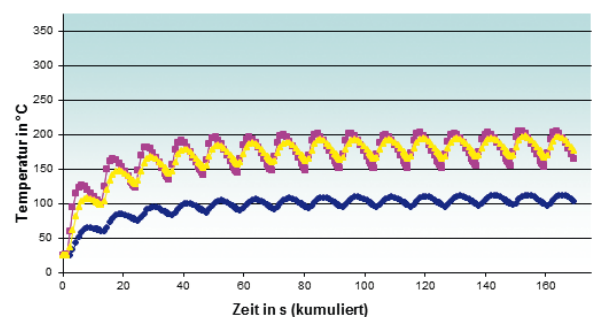
Temperaturverteilung im Werkzeug
(oben: $\varnothing = 16 \text{ mm}$, unten: $\varnothing = 4 \text{ mm}$)

Thermografieaufnahmen
Demonstratorbauteil

Temperaturmessung im Werkzeug über 15 Zyklen



konventionell gebohrte Kühlkanäle: eingeschwungener Zustand nach **160 s** (Werkzeug) bzw. **11 Zyklen** (Platine) bei **345 °C** Maximaltemperatur im Werkzeug



generativ gefertigte Kühlkanäle: eingeschwungener Zustand schon nach **50 s** (Werkzeug) bzw. **4 Zyklen** (Platine) bei nur **210 °C** Maximaltemperatur im Werkzeug

Automatisierte Korrektur von Umformwerkzeugen

Ziele

Realisierung eines Robotersystems zur automatisierten Vermessung und Feinbearbeitung von Umformwerkzeugen, um die Fräsriefen des vorhergehenden Prozesses vor dem Einarbeiten zu beseitigen.

Ausgangssituation

- Geringe Abstimmung zwischen der Fräsbearbeitung und dem nachfolgenden Prozessschritt des manuellen Abziehens
- Abziehen der Umformwerkzeuge bindet in hohem Maße manuelle Ressourcen und Zeit
- Prozess ist durch Iterationen und hohe Abhängigkeit von der Erfahrung des Mitarbeiters gekennzeichnet
- Beurteilung durch den Arbeiter beinhaltet unnötige Fehler und erzeugt eine schwankende Oberflächenqualität
- Mangelnde Planbarkeit und schlechte Dokumentierbarkeit des Prozesses

Lösungsansatz

- Optimierung und Adaption der fünffachen Schlichtfräsbearbeitung
- Adaption einer maschinenintegrierten Geometrieerfassung von Umformwerkzeugen auf Basis optischer Sensorik
- Implementierung von Modulen zur CAD-/ CAM-gesteuerten Schleifbearbeitung mittels Roboter
- Technologieentwicklung für die adaptive Schleifbearbeitung

Ergebnis

Als Grundlage zur Technologieentwicklung wurde zunächst eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Neben den Technologieparametern Hubfrequenz, Hublänge, Anpresskraft, Bearbeitungswerkzeuge, Vorschubgeschwindigkeit und Bearbeitungsdauer konnte die final zu erreichende Oberflächenqualität mit $R_a = 0,2 \mu\text{m}$ und $R_t = 4,4 \mu\text{m}$ bestimmt werden. Auf dieser Basis wurden verschiedene Komponenten für die Roboterzelle entwickelt. Somit ist sowohl eine rotatorische als auch translatorische Schleifbearbeitung möglich. In bereits durchgeführten Untersuchungen wurden homogene und anisotrope Rauheitswerte von $R_a = 0,05 \mu\text{m}$ und $R_t = 1 \mu\text{m}$ und eine geringe Welligkeit der Oberfläche von unter $10 \mu\text{m}$ erzielt.

Des Weiteren wurde ein optisches Messsystem L-Scan in eine Werkzeugmaschine und das COMET 5-achsigen System in die Roboterzelle integriert sowie für den reibungslosen Datentransfer eine neue Softwareplattform CAX-Framework entwickelt.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

0,003 kWh

Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

7,25 MWh

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Cx und Messtechnik basierte Roboterschleifbearbeitung unter Einbindung des Prozessschritts Fräsen

Adaptive Schleifbearbeitung von Umformwerkzeugen als prozesskettenübergreifende Fertigungslösung.

Erfolge

Maschinenintegrierte Messtechnik

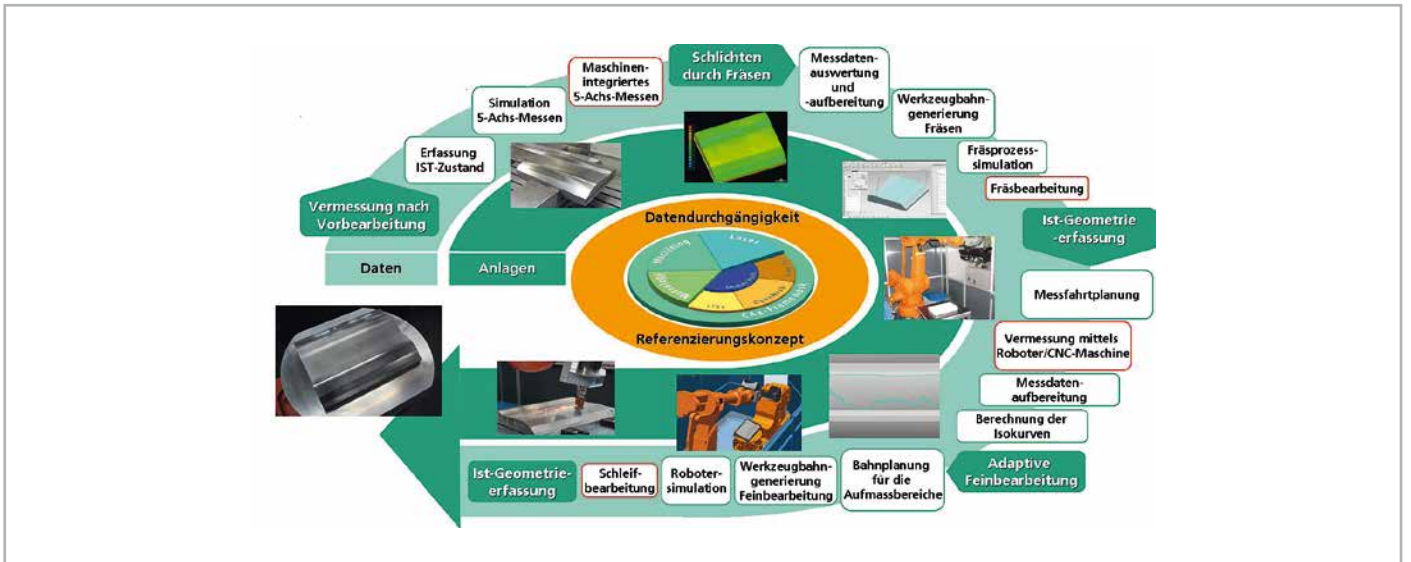
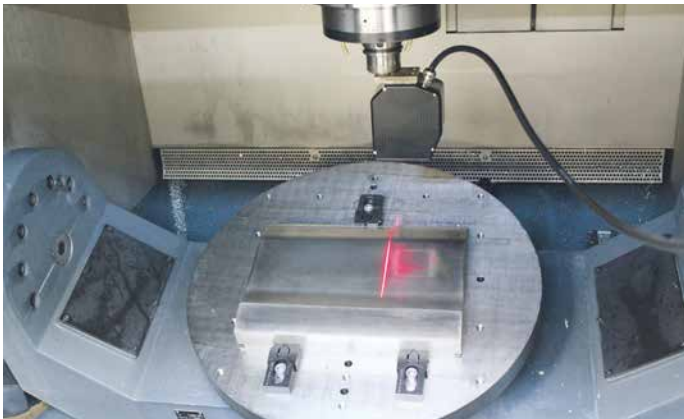
als Voraussetzung für die adaptive Schleifbearbeitung, die eine lokale Korrektur der Werkzeuggeometrie beinhaltet. Die 3D-Erfassung der Umformwerkzeuge ermöglicht hierbei, in Kombination mit dem Cx-Framework, die Identifikation von Korrekturbereichen basierend auf einem Vergleich der Ist-Werkzeuggeometrie mit den CAD-Daten.

Roboterbasierte Schleifbearbeitung

von Umformwerkzeugen zur Steigerung der Ressourceneffizienz und lokalen Korrektur der Werkzeuggeometrie.

Softwareplattform Cx-Framework

als ganzheitliche Lösung zur Verknüpfung von Messtechnik und Schleiftechnologie. Des Weiteren stellt die Software die Grundlage für die Bahnplanung der werkzeuggeführten Feinbearbeitung dar.



Erhöhung der Ressourceneffizienz durch die Steigerung der Produktivität und Genauigkeit in der Werkzeugfertigung

Ziele

Durch die Entwicklung von Strategien und Methoden zur Erhöhung der Genauigkeit und Produktivität sollen die Bearbeitungszeiten in der mechanischen Fertigung sowie die Aufwendungen für die Hand- und Nacharbeit reduziert und die Ressourceneffizienz gesteigert werden.

Ausgangssituation

- mechanische Fertigung inkl. Bank- und Nacharbeit bestimmt die Werkzeugkosten mit ca. 60%
- Signifikante Abweichungen der Ist-Kontur von der Soll-Kontur $\Delta \approx \pm 150 \mu\text{m}$

Abgeleiteter Handlungsbedarf:

- Erhöhung der Genauigkeit
- Erhöhung der Produktivität zur Minimierung der Maschinenbelegungszeit

Lösungsansatz

- Entwicklung von Algorithmen zur Kompensation des lokalen und globalen Temperaturganges bei Großwerkzeugmaschinen
- Entwicklung von Algorithmen und Methoden zur Erfassung und Kompensation der geometrischen Abweichungen der Werkzeuggeometrie
- Prozessentwicklung für die 5-achsige simultane Schrupp- und Schlichtbearbeitung von Umformwerkzeugen
- Entwicklung von Algorithmen zur Anwendung standweg-optimierter Schnittparameter

Ergebnis

Es wurden verschiedene Methoden zur Erhöhung der Konturgenauigkeit sowie zur Reduzierung der Bearbeitungszeit entwickelt und umgesetzt.

- Methoden für eine aktive Temperierung des Maschinenquerträgers sowie Algorithmen zur Kompensation der thermischen Verlagerung des TCP's standen im Fokus der Entwicklungen. Diese wurden in eine Versuchsmaschine integriert und untersucht.
- Für die erarbeiteten Vorgehensweisen zur Erfassung und Kompensation der Formabweichungen eines Fräswerkzeuges erfolgte eine Untersuchung an einem Testwerkstück. Eine signifikante Verbesserung der Konturgenauigkeit konnte nachgewiesen werden.
- Es wurde eine Methode zur Anpassung von technologischen Parametern an den erforderlichen Standweg entwickelt und die Einsparpotentiale am Demonstratorwerkzeug „Stempel/ Aufsatz – Türblech außen“ ermittelt.
- Neue Methoden zur Aufteilung der Fräsbereiche an den Hauptkrümmungen der Geometrie wurden realisiert und prototypisch in ein CAM-System integriert. Darauf bauen optimierte 5-achsige simultane Frässtrategien auf, deren Funktionsfähigkeit belegt werden konnte.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

1,41 kWh

Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

3.167 MWh

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Deutliche Reduzierung der Maschinenbelegungszeit sowie der Aufwendungen für die Hand- und Nacharbeit

Durch die Entwicklung neuer Strategien ist eine Zeit- und Energiereduzierung von bis zu 50% möglich. Gleichzeitig trägt die Erhöhung der Genauigkeit signifikant zur Reduzierung der Hand- und Nacharbeit bei.

Erfolge

Temperaturwerte Abweichungen

PLC Korrekturparameter

KINEMATIK-TAB			
NR	DOC	KEY	AXIS, COMP, TAB
1			Z
2	Z-Axis	MachAxis	Z
3	Base	MachBase	X
4	X-Axis	MachAxis	X
5	Base	MachBase	Y
6	Y-Axis	MachAxis	Y
7	Table	CMD	

Identifikation Filterung Ausgabe

Langsame Änderung des thermischen Modells

Auswertung positionsabhängig im IPO-Takt

Kompensation der thermischen Verlagerung

- Reduzierung der Abweichungen aufgrund thermischer Einflüsse von 30 µm auf < 10 µm

▪ Aufbau der Kompensationstabellen und Entwicklung der Kompensationsalgorithmen

Form control

Werkzeugvermessung

NR	DOC	KEY	AXIS, COMP, TAB
1			Z
2	Z-Axis	MachAxis	Z
3	Base	MachBase	X
4	X-Axis	MachAxis	X
5	Base	MachBase	Y
6	Y-Axis	MachAxis	Y
7	Table	CMD	

Aufbau einer werkzeugbezogenen Korrekturwerttabelle
→ Kompensation am Berührungspunkt in Richtung der Normalenvektoren

Kompensation der geometrischen Abweichungen von Werkzeugen

- Formabweichungen von Werkzeugen an der Verschleißgrenze können vollständig kompensiert werden
- Verbesserung der Konturgenauigkeit um bis zu 50% am Testwerkstück nachgewiesen

Entwicklung von Algorithmen zur Schnittwertanpassung mittels statistischer Verfahren und Integration in ein Software-Tool

Reduzierung der Bearbeitungszeit:

Demonstratorwerkzeug

- Arbeitsstufe Schlichten: -45%
- Operation 3D-Bearbeitung: -17%
- Reduzierung Energieverbrauch: 17%

Demonstratorwerkzeug „Türblech außen“

optimierte technologische Parameter vs. Ausgangssituation

Schlichten Restmaterial, Vorschlichten Restmaterial, Vorschlichten

Anwendung standwegoptimierter Schnittparameter

- Nachweis eines Einsparpotentials von 20 – 45% der Bearbeitungszeit an einem Demonstrator für die Arbeitsstufe Schlichten in Abhängigkeit von der Größe der zu bearbeitenden Oberfläche
- im Realprozess kann eine Einsparung von bis zu 25% der Bearbeitungszeit in der Arbeitsstufe Schlichten prozesssicher realisiert werden

Entwicklung eines Software-Prototypen: **Hauptkrümmungsbasiertes Fräsen**

- Geometrieaufteilung nach der Krümmung in konvexe / konkave Bereiche
- Festlegung der Fräsrichtung auf Basis der Hauptkrümmungsrichtungen

Entwicklung von Strategien für die 5-achsige simultane Schichtbearbeitung

- ein Einsparungspotential von > 50% der Bearbeitungszeit am Demonstratorwerkzeug für die Operation 3D-Bearbeitung nachgewiesen
- Polierfähigkeit wurde prinzipiell nachgewiesen

3.3.3 VERSCHLEISSREDUKTION

Verschleißreduktion von Tiefziehwerkzeugen durch Geometrie- und Aktivflächenoptimierung

Ziele

Standzeiterhöhung von Tiefziehwerkzeugen mittels geometrischer und werkstofftechnischer Modifikation.

Ausgangssituation

- Zunehmender Einsatz von hoch- und hochfesten Stählen sowie Aluminium- und Magnesiumlegierungen eröffnen neue Möglichkeiten für Leichtbaukonzepte
- Mit steigender Festigkeit des umzuformenden Werkstoffs erhöhen sich die Anforderungen an den Werkzeugwerkstoff
- Reduzierung der hohen Kosten, welche durch Produktionsausfallzeiten und Nacharbeit entstehen, ist notwendig
- Verbesserung der Verschleißigenschaften an den Oberflächen der Ziehanten ist erforderlich

Lösungsansatz

- Entwicklung und Verifikation eines neuen FEM/BEM-Tools zur zeiteffizienten und ganzheitlichen Berechnung der Werkzeugbelastungen bei komplexen Ziehantengeometrien
- Shape-Optimierung der Ziehantengeometrie anhand der berechneten Werkzeugbelastungen
- Optimierung mittels lokaler Werkstoff- und Geometriemodifikation der hochbeanspruchten Werkzeugaktivflächen durch Laseroberflächenbehandlung
- Anwendungserprobung und -beurteilung der optimierten Tiefziehwerkzeuge

Ergebnis

Im Rahmen des Teilprojekts wurden Potentiale zur Steigerung der Ressourceneffizienz analysiert und untersucht. Hierzu wurde eine zeiteffiziente Simulationsmethode zur Berechnung von Tiefziehprozessen basierend auf einer Kopplung von FEM und BEM entwickelt. Das gekoppelte Simulationsmodell konnte durch den Abgleich mit experimentellen Ergebnissen verifiziert und eine zeiteffiziente Berechnung des gesamten Werkzeugsystems realisiert werden. Zudem wurde die gekoppelte Simulation in einen Optimierungsalgorithmus mit dem Ziel einer gleichmäßigen Verteilung der Kontaktnormalspannungen an der Ziehante integriert.

Im Hinblick auf die Laserbehandlung konnte ein CAx-Modul zur automatisierten Bearbeitung von geometrischen Bauteilen entwickelt werden. Zudem wurden das Laserlegieren und Laserauftragschweißen durch gezielte Untersuchungen für die Bearbeitung komplexer Geometrien qualifiziert, sodass nun reale Werkzeuge mit dem Laser behandelt werden können.

Hauptergebnis des Projekts ist die deutliche Reduktion des Verschleißes an der Oberfläche des Prototypenwerkzeugs mittels kombinierter Optimierung.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

1,45 kWh

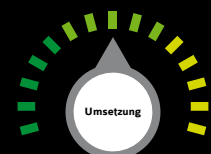
Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

1.224 MWh*

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



*Betrachtungsraum Werkzeugbau und Presswerk

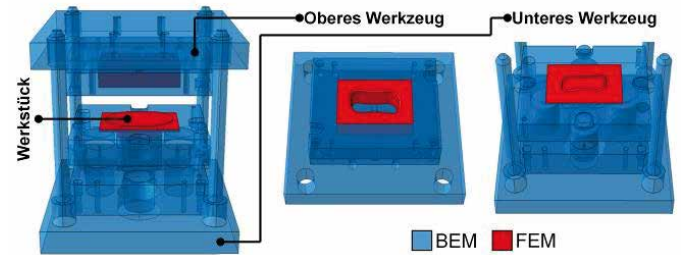
Erläuterung auf Seite 3

Gezielte Modifikation von Ziehkanten mittels numerischer Optimierung und lokaler Laseroberflächenbehandlung

Adaptiv an die Werkzeugbelastung angepasste Ziehkantenoberfläche basierend auf gekoppelten FEM/BEM-Simulationen und Laseroberflächentechnologien.

Erfolge

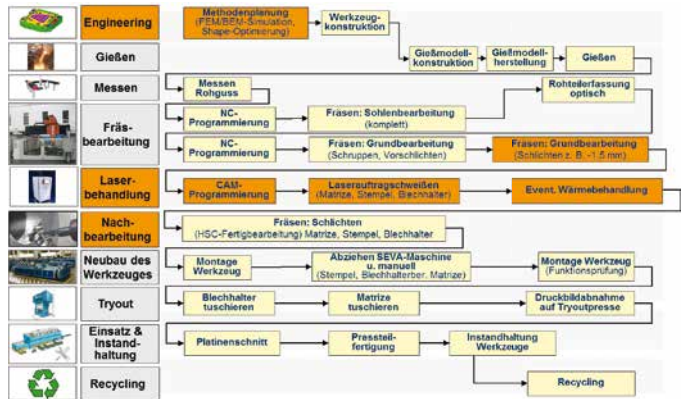
Geometrische Optimierung des Prototypenwerkzeugs mittels FEM/BEM Kopplung. Mit einer lokal angepassten Ziehkante werden sowohl die Kontaktflächenpressungsmaxima reduziert als auch eine gleichmäßige Verteilung erreicht.



Laseroberflächenbehandlung von charakteristischen Geometrieelementen und realen Werkzeugen für einen optimierten Verschleißschutz in der Anwendung.

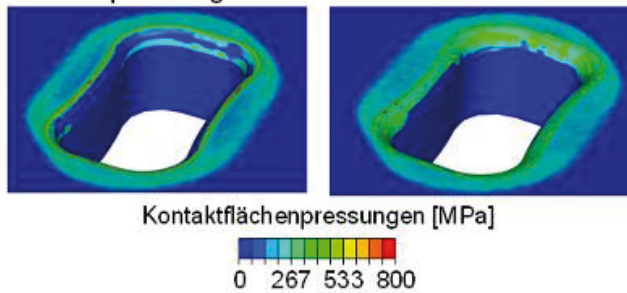


Prozesskettenintegration der untersuchten und entwickelten Optimierungsverfahren in die konventionelle Fertigung.

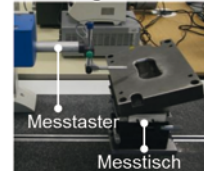


Signifikante Reduzierung des Verschleißes an der Oberfläche des Prototypenwerkzeugs durch lokale Laserbehandlung und entsprechend geometrischer Optimierung der Ziehkante.

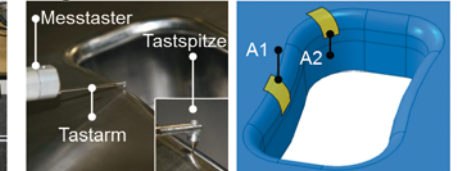
Kontaktflächenpressungen an der Ziehkante
Vor der Optimierung Nach der Optimierung



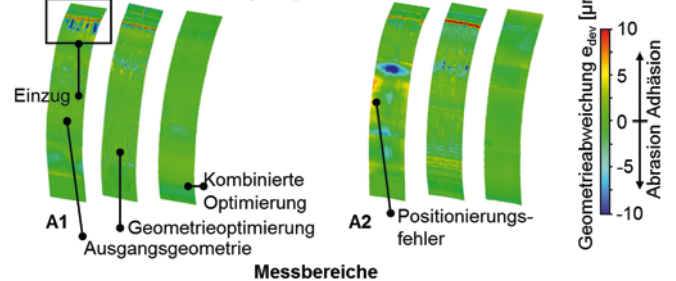
Messung der Ziehkantengeometrie



Messbereiche



Verschleiß nach 1000 tiefgezogenen Bauteile



Entwicklung funktionsbestimmender Baugruppen für die energieeffiziente Bearbeitung im Großwerkzeugbau

Ziele

Entwicklung eines Konzeptes einer energieeffizienten Werkzeugmaschine für den Großwerkzeugbau. Verkürzung der Bearbeitungszeit für die „Operation Schlichten“ von bis zu 30 %.

Ausgangssituation

- In Großbearbeitungszentren dominiert die Grundlast als Energieverbraucher
- Haupteinflussfaktor auf die Kosten und Durchlaufzeiten haben die Maschinenbelegungszeiten
- Maschinenstundensatz wird zu mehr als 80 % durch die Kostenarten-Abschreibung, kalkulatorische Zinsen sowie Instandhaltungskosten bestimmt

→ **prinzipielle Forderung nach schnelleren Maschinen**

Lösungsansatz

- Konzeption von Leichtbauprinzipien bewegter Baugruppen bei hoher Steifigkeit unter Anwendung alternativer Werkstoffe
- Ableitung funktionsbestimmender Baugruppen unter der Betrachtung der Achsüberlagerung
- Untersuchungen zur Anwendung überlagerter, seriell aufgebauter Achssysteme
- Entwicklung neuer Werkzeug- und Schneidstoffsysteme

Ergebnis

Die notwendigen Maschinenparameter, um eine 30%ige Zeiteinsparung beim Schlichten zu erreichen, wurden abgeleitet. Dabei konnten drei Handlungsfelder identifiziert und untersucht werden:

- Kinematische Redundanz als Lösungsansatz für höhere Vorschubdynamik prinzipiell geeignet
- CFK als Leichtbauwerkstoff bietet Potential für Massereduzierung und Erhöhung der Steifigkeit: Eigenfrequenz verbessert
- kryogene Kühlung ermöglicht Schlichtbearbeitung von Gusswerkstoffen mit Diamantwerkzeugen (PKD, CVD) bei höheren Vorschubgeschwindigkeiten

Im weiteren Schritt wurde ein Leichtbauschieber konstruiert. Die Testversuche mit kryogener Kühlung haben die Simulationsergebnisse bestätigt.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

0,03 kWh

Primärenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

67,36 MWh

Primärenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

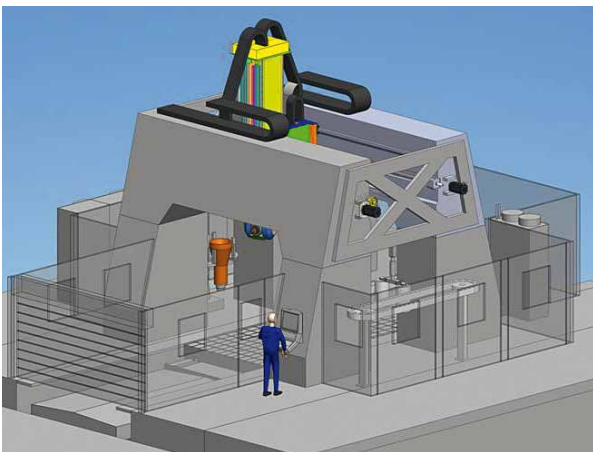
Dynamiksteigerung durch Bewegungsredundanz im Großwerkzeugsbau

Massereduzierung von mind. 30 % durch die Änderung von Metallschaum auf CFK.
Erhöhung der Struktursteifigkeit um Faktor 2 bis 3.

Erfolge

Idee:

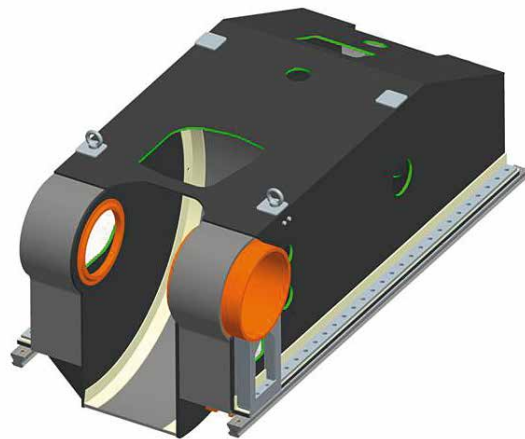
Kombination von Antrieben und Strukturen mit deutlich unterschiedlicher Charakteristik.



Maschinenkonzept – High-Speed-Cutting (HSC) – für 30% Produktivitätssteigerung

Achsüberlagerung

Antrieb mit großen Verfahrwegen und geringer Dynamik (X-Achse) kombiniert mit kleinem dynamischen Antrieb (X1-Achse). Zusätzliche Implementierung eines Bewegungsprofils auf Basis einer Geschwindigkeitsvorgabe zur Simulation der Bewegungsüberlagerung.



Konzept für CFK-Leichtbau-Schieber

Leichtbaukonzept

Erarbeitung eines Leichtbaukonzeptes. Anwendung einer faserverbundgerechten Bauweise und Massereduzierung von mind. 30% sowie Erhöhung der Struktursteifigkeit realistisch.

www.greencarbody.de

Kryogene Kühlung

Einsatz von kryogener Kühlung mittels flüssigem CO₂ beeinflusst die Zerspanungstemperatur positiv.



Machbarkeitsuntersuchungen

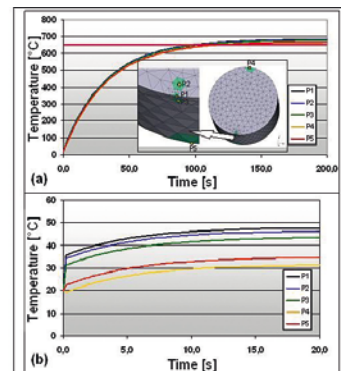


Abb. 1: Simulative Ermittlung der an der PKD-Schneide vorherrschenden Prozesstemperatur
a) mit konventioneller und b) kryogener Kühlstrategie

InnoCaT[®] 4



VERBUNDPROJEKT

KAROSSERIEBAU IM LEBENSZYKLUS

Moderner Karosseriebau zeichnet sich bereits heute durch einen hohen Automatisierungsgrad aus. In diesem Bereich werden Karosserieeinzelteile zu Baugruppen gefügt und neben verschiedenen Fügetechnologien auch eine Vielzahl unterschiedlicher Handlings-, Positionierungs- und Spanntechnologien realisiert. Das dabei verfolgte Ziel besteht darin, den hohen Qualitätsansprüchen der zukünftigen Käufer gerecht zu werden.

Eine untergeordnete Rolle sowohl bei der Karosseriebauanlagenplanung als auch während des Betriebes spielten bisher energetische Aspekte. Ziel des Verbundprojektes war es deshalb, die Stellschrauben mit möglichst großem Einsparpotential zu finden.

Der erste Handlungsschwerpunkt zielte zunächst auf die **Bewertung und Gestaltung von Fügeprozessen** ab. Dazu wurde eine Methode zur energetischen Bilanzierung der zum Einsatz kommenden Fügetechnologien entwickelt, mit deren Hilfe schon während der Anlagenplanung Fügetechnologien hinsichtlich ihres Energie- und Ressourcenbedarfes bewertet werden können. Durch den Einsatz hoch- und höchstfester Stähle sowie einem verstärkten Einsatz unterschiedlicher Materialien kommt es durch die Anwendung thermischer Fügeverfahren ebenso zu höheren Energieverbräuchen. Kalte Fügetechnologien sollen hierbei Abhilfe schaffen. Gelingt es zusätzlich, die Einschweißtiefe nach dem Motto „Nur so viel wie nötig“ zu optimieren, kann ein weiterer Energieeinspareffekt erzielt werden.

Der zweite Handlungsschwerpunkt ist die **Entwicklung eines konfigurierbaren Energiemanagementsystems**, durch welches unter Beachtung der unterschiedlichen Energiebedarfe in verschiedenen Betriebszuständen merkliche Energiesenkungspotentiale erzielt werden können. Hierfür wurde eine detaillierte energetische Analyse einer kompletten Karosseriebaulinie während des Produktionsbetriebes durchgeführt.

Der dritte Handlungsschwerpunkt stand im Zeichen des **Leichtbaus**. Der hohe Automatisierungsgrad sowie flexibel einsetzbare Vorrichtungen bedingen kompakt gebaute Baugruppen, die teilweise sogar punktgenau bewegt werden müssen. Hier galt es insbesondere Anlaufprozesse, Taktzeiten sowie Energieverbräuche durch Massereduzierung effizienter zu gestalten.



Übersicht Teilprojekte

- 4.1.1 Fügetechnologien
- 4.1.2 Vorrichtungjustage
- 4.2.1 Klimatisierung
- 4.2.2 Energiemanagement
- 4.3.1 Bionische Strukturen
- 4.3.2 Fügen höchstfest
- 4.3.3 Lasernahtqualität

Methoden zur Bewertung der Energie- und Ressourceneffizienz von Füge Technologien

Ziele

Entwicklung eines Bewertungssystems zum objektiven Vergleich verschiedener Füge Technologien in Abhängigkeit der jeweiligen, teilweise komplexen, Fügeaufgaben im Karosserierohbau.

Ausgangssituation

- Die Auslegung von Karosseriebauanlagen erfolgt derzeit prioritär unter den Kriterien geringer Taktzeit und geringen Investitionsbedarf
- Energie- und Ressourceneffizienz wird in den Verfahren für den Return of Invest (ROI) derzeit nicht berücksichtigt
- Energieverbrauchskriterien werden bisher weder bei Konzeptionierung der Anlagen noch im eigentlichen Fügeprozess analytisch bewertet

Lösungsansatz

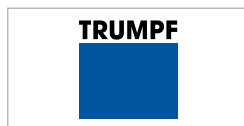
- Auswahl von Fügeverfahren und -aufgaben mit Relevanz für den Karosseriebau
- Ermittlung des theoretischen Energiebedarfs für die Herstellung grundlegender Fügeverbindungen
- Ableitung eines Modellansatzes zur ganzheitlichen Erfassung des Energiebedarfs und Entwicklung einer universellen Kenngröße
- Verifizierung des Modells und Bewertungssystems mit praktischen Untersuchungsergebnissen
- Bewertung verschiedener Füge Technologien mit dem Bewertungssystem und Vergleich der Energiebilanzen

Ergebnis

Eine Methode zur Ermittlung einer universellen Kenngröße ist erarbeitet.

Einem Konstrukteur kann mittelfristig ein Werkzeug an die Hand gegeben werden, mit dem er die für eine Fügeaufgabe in Frage kommenden Prozesse energetisch vergleichen kann.

Die Basis zur Entwicklung eines Softwaretools zum energetischen Vergleich unterschiedlichster Fügeprozesse ist geschaffen.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

1,5 kWh

Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

375 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

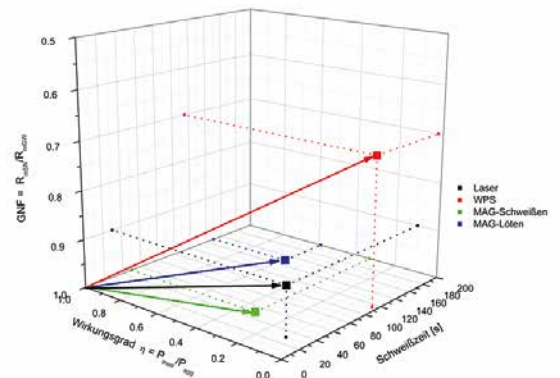
UNIVERSELLE KENNGRÖSSE

Die Entwicklung eines dreidimensionalen Bemessungsraums ist möglich

Eine universelle, robuste Kenngröße kann mit geringem Versuchsaufwand und einfacher mathematischer Zusammenhänge ermittelt werden.

Erfolge

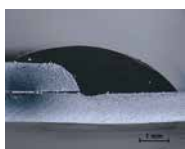
Auf Grundlage der experimentell und rechnerisch ermittelten Kennwerte konnte ein dreidimensionaler Bemessungsraum entwickelt werden, der im Wesentlichen auf einem normierten Basissystem beruht und je nach Anwender verschiedene Bezugsquellen und/ oder Vergleichswerte beinhaltet.



Laserzelle



Tig-Brenner mit Kaltdraht



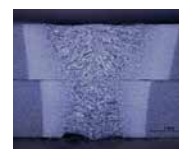
Lichtbogenlöten



WIG-Schweißprozess



Schweißen



Laserschweißen



Widerstandspunktschweißen

Entwicklung eines Systems zur mechanisierten Justage von Vorrichtungen für den Karosseriebau

Ziele

50% Reduzierung des Anlagenanlaufs durch effizienteres Einrichten der Vorrichtungen sowie 50% Reduzierung der Nacharbeit durch schnellere Reaktion auf Bauteilabweichung ohne Produktionsunterbrechung.

Ausgangssituation

- Karosseriebauvorrichtungen sind vorwiegend starre Konstruktionen, welche aufgrund von Bauteilabweichungen immer wieder nachjustiert werden müssen
- Aktuelle Vorrichtungjustagen werden manuell mit Hilfe von Abstimmblechen (Shimms) durchgeführt und sind sehr zeitaufwendig
- Justagen sind nur in den Produktionspausen bzw. durch zusätzliche Produktionsunterbrechung möglich
- Manuelle Justagen sind nur begrenzt reproduzierbar und Einzeltoleranzen summieren sich

Lösungsansatz

- Mechanisierung des manuellen Justagevorganges von Karosseriebauvorrichtungen
- Entwicklung von Verstellmodulen mit hohen Genauigkeiten und Steifigkeiten zur Feinpositionierung der Karosserie-spannelemente
- Horizontale und vertikale Verstellmodule sind variabel und bedarfsgerecht miteinander kombinierbar
- Ein einziger elektrohydraulischer Antrieb pro Vorrichtung steuert über einen geschlossenen hydraulischen Kreislauf eine Vielzahl von Spannstellen
- Erster Schritt für weitere Automatisierungslösungen

Ergebnis

Für die Definition spezifischer Anforderungen an die Verstellmodule wurden in der Produktion beim OEM Belastungsmessungen an ausgewählten Karosseriebauvorrichtungen durchgeführt. Entsprechend dieser Messungen und weiteren OEM-spezifischen Anforderungen wurden die Justagemodule entwickelt und in zwei Varianten als Horizontalachse sowie Vertikalachse umgesetzt. Fünf derartige Module, ein elektrohydraulisches Antriebssystem der Firma Ortlinghaus Werke GmbH sowie eine entsprechende Steuerung der Firma Sibe / H&T-Produktionstechnologie sind in einem Versuchsstand umgesetzt.

Fortführend soll dieses Funktionsmuster mit einem entsprechenden Messsystem kombiniert werden, um die Bauteilgeometrien direkt im Takt zu messen und sofortige Justagen vornehmen zu können. Mit einem derartigen System können die justagebedingten Produktionsunterbrechungen vermieden und somit täglich bis zu zehn Karosserien mehr gefertigt werden.





REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

2,67 kWh

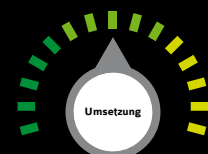
Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

668 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

Die mechanisierte Justage ist die Basis für weitere Automatisierungslösungen in Kombination mit Inline-Messsystemen bis hin zur selbstregelnden Karosseriebauzelle

Die Automatisierung der Justagevorgänge bewirkt eine effizientere und ressourcenschonendere Produktion, indem im Produktionstakt justiert und somit Nacharbeit eingespart wird. Die Produktionsanlaufzeit kann stark verkürzt werden.

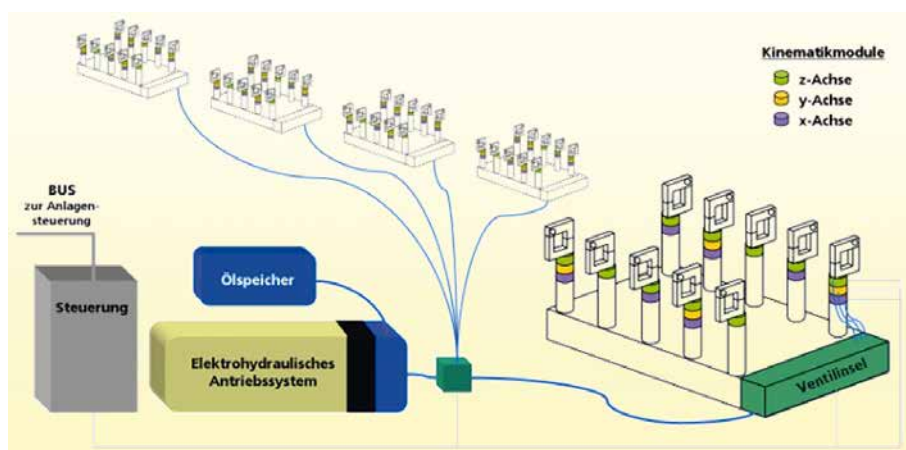
Erfolge

Um den hohen Qualitätsansprüchen in der Automobilproduktion gerecht zu werden, müssen die Vorrichtungskomponenten der Fügevorrichtungen im Zehntelmillimeterbereich eingestellt und justiert werden. Bei diesem sogenannten Shimmen werden an den Shimmstellen Schrauben gelöst, unterschiedlich starke Abstimmplatten zwischen den Bestimm- bzw. Spannelementen und den Konsolen per Hand eingelegt oder entfernt und abschließend wieder fixiert. Dabei muss die Produktion unterbrochen und in den Anlagenschutzkreis eingedrungen werden.

Bei diesen sehr zeitaufwendigen und manuellen Prozessen können die Vorrichtungskomponenten zum Teil in mehreren Achsen justiert werden. Die Grundidee besteht darin, die Karosseriepanner einer Vorrichtung nicht wie bisher mit der Grundplatte fest zu verschrauben, sondern diese Spanner auf Verstellmodule zu montieren. Mit diesen Verstellmodulen können die Spanner innerhalb eines definierten Arbeitsweges verstellt werden. Die Verstellmodule sind – je nach Justagebedarf der einzelnen Spanner – flexibel einsetzbar und können miteinander kombiniert werden.



Projektleiter Dipl.-Ing. Rayk Fritzsche beim Anschließen der Justagemodule des Versuchsstandes



Schematische Darstellung eines Konzeptbeispiels.



Linearmotor mit integriertem Kraftübersetzer der Firma Ortlinghaus



Aktueller Versuchsaufbau mit kabellosem mobilen Panel

Energie- und kosteneffiziente Klimatisierung im Karosseriebau

Ziele

Minimierung des Energieeinsatzes zur Kühlung von Schaltschränken durch optimierte Integration von Verdrahtungsrahmen und Klimageräten sowie durch die Vermeidung von Wärmenestern durch intelligente Luftführung.

Ausgangssituation

- In einer Produktionslinie zur Herstellung von Fahrzeugkarosserien werden bis zu 2.000 Schaltschränke eingesetzt
- Der Energieaufwand zur Verlustwärmeabfuhr aus den Schränken hat einen beachtlichen Anteil am Energieverbrauch eines Automobilwerkes
- Funktionalitäten, die einen energieeffizienten Betrieb von Schrankklimatisierungen planbar machen, werden in den aktuell verfügbaren CAE-Tools nicht unterstützt
- Statistische Erhebungen hinsichtlich der tatsächlichen Ausführung und Auslastung von Schaltschrankklimatisierungen liegen nicht vor

Lösungsansatz

- Wirkungsgradoptimierte Klimageräte
- Richtige Dimensionierung der Kühlleistung
- Vermeidung von Wärmenestern
- Strömungsoptimierte Kühlluftführung durch den Einsatz von LSC-Verdrahtungssystemen
- Definition einer Projektierungsrichtlinie
- Entwicklung von CAE-Funktionalitäten zur optimierten Parametrierung und Auslegung einer energieeffizienten Schaltschrankklimatisierung
- Feldstudie zur Ausführung und Auslastung/ Dimensionierung der Schrankklimatisierung an 1.000 Schränken

Ergebnis

- Mindestens 35% Einsparung durch neue Konzepte zur Kaltlufterzeugung wie Luft-Luft-/ Luft-Wasser-Hybridwärmetauscher und effizienzoptimierte Kühlgeräte
- Durchschnittlich 23% Einsparung durch neues Verdrahtungssystem mit strömungsoptimierter Kühlluftführung zur Vermeidung von Wärmenestern und maximaler Ausnutzung der Kaltluftströme
- Aus der Feldstudie konnte abgeleitet werden, dass die Energieeinsparungen nur erzielt werden können, wenn die klimatische Auslegung der Schaltanlagen in der Planungsphase stärker berücksichtigt wird. Eine Vielzahl der eingesetzten Klimageräte ist überdimensioniert, kaum ausgelastet sowie revisionierungsbedürftig
- Um die „best practice“ an den Anlagenplaner zu bringen, wurden CAE-Funktionen entwickelt, die zukünftig den Planer zu einem energieeffizienten Layout anleiten



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

6,3 kWh

Elektroenergiereduzierung*

in der Referenzfabrik per anno

1.578 MWh

Elektroenergiereduzierung*

Zeithorizont



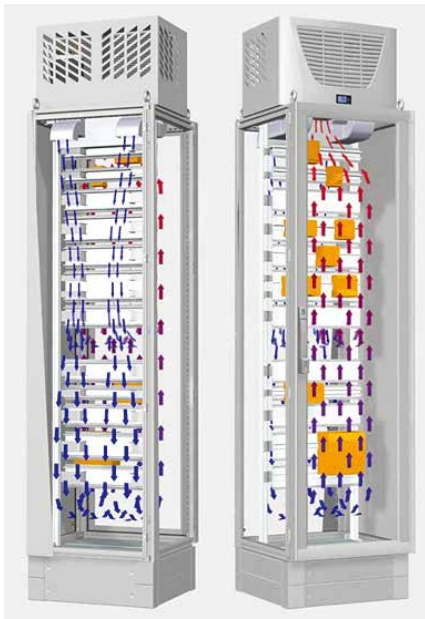
Erläuterung auf Seite 3

Mehr als 50% Lebensdauererhöhung im Schaltschrank eingesetzter elektronischer Geräte
Zusatznutzen

Energieeffiziente Schaltschrankklimatisierung planen

Nutzen für den Endanwender: Der Anlagenbetreiber als Endanwender wird Strom und somit CO₂ einsparen. Durch die Vermeidung von Wärmenestern wird die Verfügbarkeit der Anlagen sichergestellt.

Erfolge



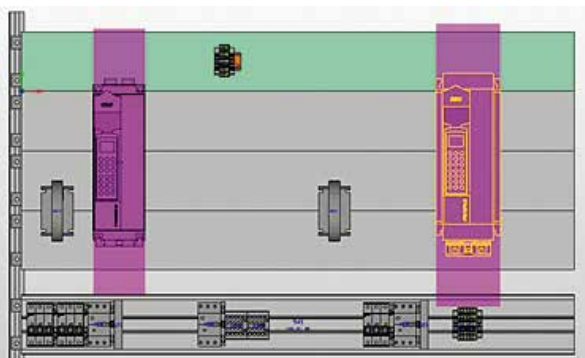
Die Kombination aus Dachaufbaukühlgerät und Verdrahtungsrahmen ermöglicht eine energieeffiziente Umluftführung der Kühlluft um die Montageebene der Komponenten.

Durch Öffnungen in der Montageebene kann Kühlluft gezielt warmen Komponenten zugeführt werden. Diese Art der Luftführung erwies sich im Projekt für eine Vielzahl von Aufbauten als besonders effizient.

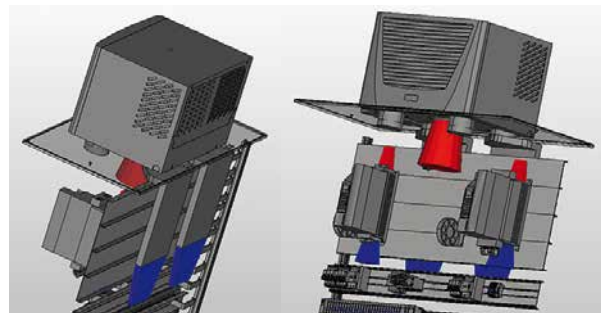


Die Verlustleistungsverteilung im Schrank ist als Farbschattierung darstellbar. Der Planer sieht, an welchen Stellen des Aufbaus Wärme entsteht.

Dies ist die Voraussetzung, um eine gezielte Luftführung planen zu können.



Visualisierte Mindestabstände und Kollisionsprüfungen verhindern zu hohe Packungsdichten und somit Wärmenester.



Die Darstellung von Lüftungsvektoren der Komponenten und des Zubehörs zur Luftführung ermöglicht dem Planer eine gezielte Luftführung umzusetzen.

Konfigurierbares Energiemanagementsystem einer Karosseriebaulinie

Ziele

Entwicklung des Konzepts eines konfigurierbaren, modularen Energiemanagementsystems als Erweiterung der Anlagensteuerungen, das die Produktionsanlagen bedarfsgerecht in energetisch günstige Betriebszustände schaltet.

Ausgangssituation

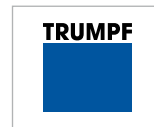
- Unzureichende Kenntnisse des Ressourcenbedarfs einer Karosseriebaulinie in unterschiedlichen Betriebszuständen
- Planungswerkzeuge und Anlagensteuerungen berücksichtigen gegenwärtig den Ressourcenbedarf nicht ausreichend
- Standardisierte Geräteschnittstellen für anzusteuern Infrastrukturkomponenten

Lösungsansatz

- Skalierbares Konzept zur Energie- und Prozessdatenerfassung zum Aufbau einer detaillierten Datenbasis
- Datenanalyse zum Erkennen von Potentialen und deren Bewertung mittels Simulations- und Planungswerkzeugen
- Definition von Schaltstrategien zum Erreichen der energetisch günstigsten Betriebszustände
- Beispielhafte Kopplung der autarken Schaltschrankkühlung an das Energiemanagementsystem
- Entwicklung der technischen Lösung für das automatisierte Schalten in Produktionsanlagen

Ergebnis

In einer Produktionsanlage des Partners **Volkswagen** wurde der Ressourceneinsatz erstmals detailliert erfasst. Durch **Analyse** der Messdaten konnten **Potentiale** identifiziert und die **Beschreibung** eines **allgemeingültigen Zustandsmodells** für Anlagen und Komponenten erstellt werden. Die Partner **Phoenix Contact** und **Siemens** entwickeln mit Unterstützung von **Volkswagen** und **Fraunhofer IWU** das Konzept des Energie Controllers, den Kern des **konfigurierbaren Energiemanagementsystems**, der die **Schaltstrategie** zum Erreichen des energetisch **optimalen Betriebszustands** mit den Zustandsmodellen **ermittelt** und die Anlage in diesen Zustand schaltet. Die Entwicklung der Zustandsmodelle wird zwischen allen Partnern abgestimmt. Die für diese Anlage relevanten Infrastrukturen der Medienversorgung und der Halle werden in die Schaltstrategie einbezogen. Die integrierte Betrachtung ermöglicht eine Senkung des Energieeinsatzes um bis zu 15%. **Rittal** implementiert die Regelung der Schaltschrankkühlung in ihr Zustandsmodell.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

3,45 kWh

Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

862,5 MWh

Elektroenergiereduzierung (Roboter)

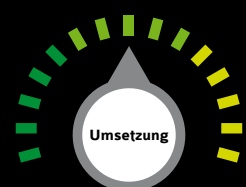
0,16 kWh

Elektroenergiereduzierung

38,84 MWh

Elektroenergiereduzierung (Laserquelle)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

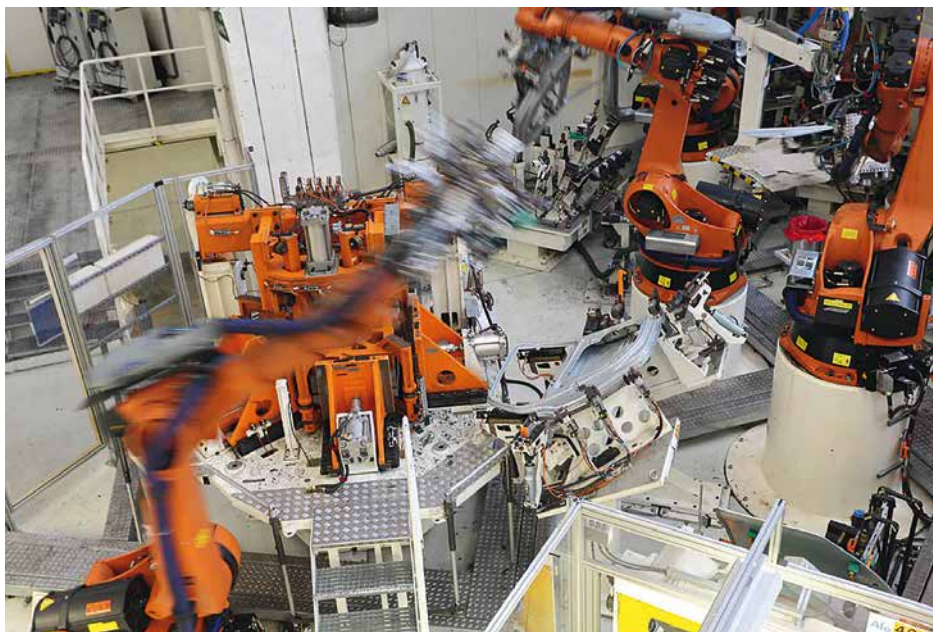
Ressourceneffizienter Betrieb einer Produktionsanlage

Die Auswertung und Analyse der Messergebnisse ermöglicht die Entwicklung des Konzeptes eines Energiemanagementsystems ohne Beeinträchtigung der Verfügbarkeit.

Erfolge

Skalierbares Konzept Energie- und Prozessdatenerfassung

Um den Energieeinsatz einer Produktionsanlage zu analysieren ist es notwendig, die Energieströme zu erfassen. In diesem Projekt ist ein Konzept entwickelt und entsprechend den geltenden Betriebsvorschriften installiert worden, mit dem die elektrischen Kenngrößen Spannung, Strom, Leistung und Arbeit sowie die Druckluftversorgung, Volumenstrom und Volumen in einer produzierenden Anlage erfasst werden kann. Zur Datenerfassung wurden die jeweiligen Messmittel Volumenstrom- und Druckaufnehmer für die Druckluft, Massenstrommesser und Temperaturlaufnehmer für das Kühlwasser sowie elektrische Energiezähler über entsprechende Sensor-Schnittstellen Messboxen angeschlossen. Die Messdaten werden mit einem Zeitstempel versehen via Ethernet direkt in eine Datenbank geschrieben. Die Erfahrungen dieses Projektes beeinflussen den zukünftigen Werksstandard hinsichtlich der notwendigen Kennwerte, der notwendigen Detaillierung, des Messintervalls und der Datstellung in Reports.



www.greencarbody.de

Technische Lösung für das automatisierte Schalten in Produktionsanlagen

Kernstück des Energiemanagementsystem ist eine Energie-SPS, die über eine standardisierte Schnittstelle von dem überlagerten Leitsystem Informationen über die Produktionszeiten und die Produktionspausen erhält. Die Energie-SPS berechnet in Abhängigkeit der geplanten Pause – produktionsfreien Zeit – die Schaltstrategie zur Erreichung des energetisch optimalen Betriebszustands und schaltet die Anlagenkomponenten in der Pause in die dazugehörigen Zustände Betriebsbereit oder aus.

BETRIEBSBEREIT: Die Anlage befindet sich im Stand-by-Modus. Alle Prozessgeräte sind auf das energetisch günstigste Niveau abgesenkt und der Wiederanlauf der Produktion ist in kurzer, definierter Zeit möglich.

AUS: Die Versorgung der Anlage ist durch Leistungsschalter und Sperrventile vom Versorgungsnetz getrennt, benötigt somit keine Energie. Die Anlage kann geplant automatisch wieder in den Zustand Betriebsbereit versetzt werden. Die Produktionsinfrastruktur und die Halleninfrastruktur werden in die Berechnung und Schaltstrategie einbezogen. Im Rahmen dieses Projektes wird die Ansteuerung der Schaltschrankkühlung beispielhaft betrachtet.

Ressourceneffizienter Karosseriebau durch Leichtbau mit bionischen Gussstrukturen für Betriebsmittel

Ziele

Senkung der Masse bewegter Schweißvorrichtungen im Karosseriebau um mindestens 20%, dadurch wird eine Senkung der notwendigen Antriebsleistung und eine kleinere Dimensionierung der Antriebe möglich.

Ausgangssituation

- Exakte Geometrie der Automobilkarosserie entsteht durch Positionierung der Einzelteile in Vorrichtungsräumen
- Genauigkeit der Karosserie wird bestimmt durch die Genauigkeit der Vorrichtung
- Vorrichtungen müssen während des Produktionsprozesses immer wieder bewegt werden, üblicherweise durch Roboter
- Je schwerer die Vorrichtung, desto größer der Roboter, umso mehr Antriebsenergie wird benötigt

Lösungsansatz

- Analyse der wirkenden Kräfte und Kraftflüsse
- Rechen-technische Ermittlung einer optimalen Materialanordnung im Designraum durch Topologieoptimierung
- Überführung der optimierten Lösung in ein Bauteil für Dünwand-Stahlguss
- Überprüfung der Gießbarkeit durch Simulation
- Anschließende Überprüfung der mechanischen Eigenschaften durch FEM-Simulation
- Umsetzung des Gussteils durch prototypische Erstellung von Gussformen (Formstofffräsen) und anschließendes Abgießen

Ergebnis

Unter Berücksichtigung der Randbedingungen wurde eine optimierte Struktur errechnet. Die Struktur verbindet zwölf Spannstellen für die zu fügenden Blechteile und fünf Einspannstellen für den Rahmen selbst. Durch eine optimierte Masseanordnung konnten 27% der Masse eingespart werden. Es wurde die dafür notwendige Gießtechnologie erarbeitet und die Teile im Stahl-Niederdruckgussverfahren abgegossen. Damit sind durch gezielte Steuerung der Formfüllparameter sehr filigrane Gussteile im Stahlguss möglich. Im Sinne der Ressourceneffizienz wurde kein physisches Gießereimodell erstellt, sondern die Gießform direkt, prototypisch erzeugt.

Die Untersuchungen am Stirnwandspannrahmen stehen exemplarisch für eine Vielzahl weiterer Bauteile und -gruppen, welche sich mit Hilfe der Methode optimieren lassen. Von besonderem Interesse sind alle bewegten Teile. Die Massereduzierung bewirkt neben der Energieeinsparung unter Umständen auch eine Senkung der Investitionskosten, wenn kleinere Roboter zum Einsatz kommen.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosserie)

0,1 kWh

Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

25 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

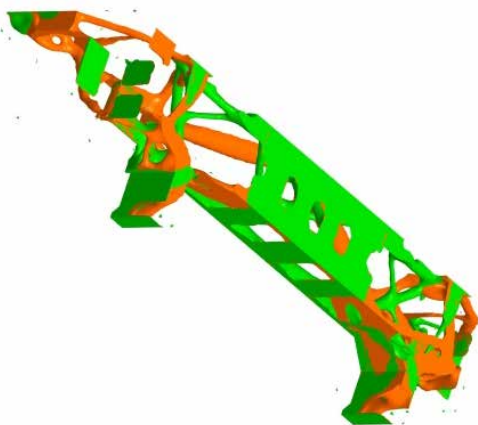
24,0 kg

Massereduzierung (Roboter mit Stirnwandspannrahmen)

Leichtbau bedeutet mehr als einfaches „Weglassen“ – optimierte Strukturen bieten gleiche Steifigkeit (gleiche Verformungen) bei geringerer Masse

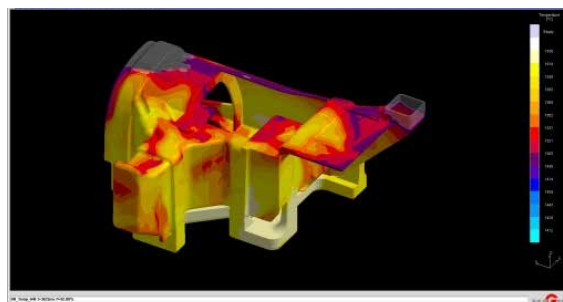
Es konnte gezeigt werden, dass durch optimierte Strukturen mehr als 20% der Rahmenmasse eingespart werden können. Wichtig hierbei – gleiche Steifigkeit der Vorrichtung, d.h. gleiche Genauigkeit der Fertigungslinie!

Erfolge



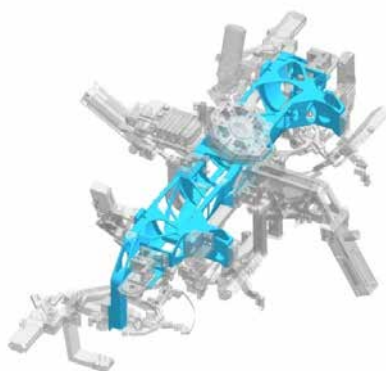
Topologieoptimierung

bringt die optimale Materialanordnung für den Designraum. Unterschiedliche Lastfälle ergeben verschiedene Strukturen (braun – Betriebslastfall/ grün – Heben). Diese müssen in der Konstruktion berücksichtigt werden.



Gussteilkonstruktion

heißt hier die optimierten Strukturen in eine gießgerechte Form zu bringen, ohne dabei den Gewichtsvorteil wieder zu verlieren.



Simulation der Gesamtstruktur

zeigt, ob die optimierte Struktur die Anforderungen erfüllt. Im vorliegenden Fall konnte die farblich hervorgehobene Rahmenbaugruppe bei gleicher Steifigkeit um 27% leichter gestaltet werden.



Abgießen der Teile

bewies, dass die optimierten Teile im Guss herstellbar sind. Aufgrund der limitierten Anlagengröße mußte die Struktur in drei größere Einzelteile gegliedert werden.

Die Gussteile werden noch verschweißt, bearbeitet und im Anschluss der Spannräume komplettiert.

Kalte Fügetechnologien für hoch- und höchstfeste Werkstoffe

Ziele

Kalte, energieeffiziente Fügeverfahren sollen energieintensive Schweißprozesse ersetzen. Vorhandene Prozessgrenzen kalter Fügeverfahren sollen hinsichtlich verarbeitbarer Werkstofffestigkeiten erweitert werden.

Ausgangssituation

- Schweißverfahren sind energieaufwändig und erfordern häufig zusätzliche Aufwendungen, z. B. für Absaugung und Kühlung
- Mechanische, auch „kalte“ Fügeverfahren genannt, schmelzen den Werkstoff nicht auf, sondern basieren auf plastischer Umformung, auch Absaugung/ Kühlung entfallen – das spart Energie
- Bei hoch- und höchstfesten Stahlwerkstoffen sind mechanische Fügeverfahren derzeit nur eingeschränkt einsetzbar, weil die Härte der Bleche die der einzupressenden Nieteile teilweise überschreitet

Lösungsansatz

- Erweiterung der Einsatzgrenzen mechanischer Fügeverfahren durch Erhöhung der Setzgeschwindigkeit
- Verfahren und Setzeinrichtung sollen am Beispiel der selbststanzenden Funktionselemente (Einstanzmuttern) an die erhöhten Setzgeschwindigkeiten angepasst werden
- Es werden Blechgüten bis in den Bereich pressgehärteter Stähle getestet, deren hohe Härte das mechanische Fügen bislang stark einschränkt
- Entwicklung eines elektromechanischen Antriebs für das Hochgeschwindigkeitsfügen als Alternative zu verbrauchintensiven, pneumatischen Antriebsprinzipien

Ergebnis

In Zusammenarbeit zwischen drei Partnern wurden Lösungen in verschiedenen Aufgabenbereichen erarbeitet. Seitens der Fügetechnologie wurden die Eigenschaften der Einstanzmuttern auf den veränderten Setzprozess beim Hochgeschwindigkeitsfügen abgestimmt, der Hochgeschwindigkeitsantrieb war ebenfalls Forschungsgegenstand. Die Aufgabenschwerpunkte erstrecken sich damit von der Stanzmutterngeometrie über die geeignete Elementzuführung bis zum Antriebssystem auf Basis einer beschleunigten Zahnstange. Versuchsergebnisse mit den neu entwickelten Komponenten sind erfolgsversprechend und demonstrieren das Potential des Verfahrens. Einsatzbereich und Vorteile sind nicht nur auf das Verarbeiten von Stanzmuttern beschränkt und auf andere mechanische Fügeverfahren mit Schneidanteil übertragbar.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

0,5 kWh

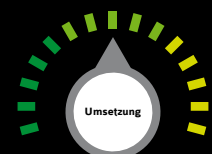
Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

125 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

KEIN HEISSES EISEN

Vorlochfreies Fügen in moderne Stähle bei niedrigem Energiebedarf
Kalte Fügetechnologien ersetzen energieintensive Schweißverfahren

Durch Hochgeschwindigkeitsfügen können Einstanzmuttern Bleche durchstanzen, deren Härte die des Mutterwerkstoffs übersteigt. Der hierfür entwickelte, druckluftfreie Antrieb senkt dabei den Energiebedarf.

Erfolge

Anpassung des Fügeprozess

Die Muttergeometrie wurde an die Anforderungen seitens Prozess und Werkstoff angepasst. Durch die hohe Setzgeschwindigkeit kann einer Beeinträchtigung des Muttergewindes infolge einer unerwünschten Stauchung des Stanzbundes entgegengewirkt werden. Die erhöhte Geschwindigkeit beim Schneiden bewirkt eine verbesserte Qualität des erzeugten Lochs.

Die stärker zylindrische Lochgeometrie begünstigt eine feste Verankerung der Mutter im Blech.

Antrieb und Fügeeinrichtung

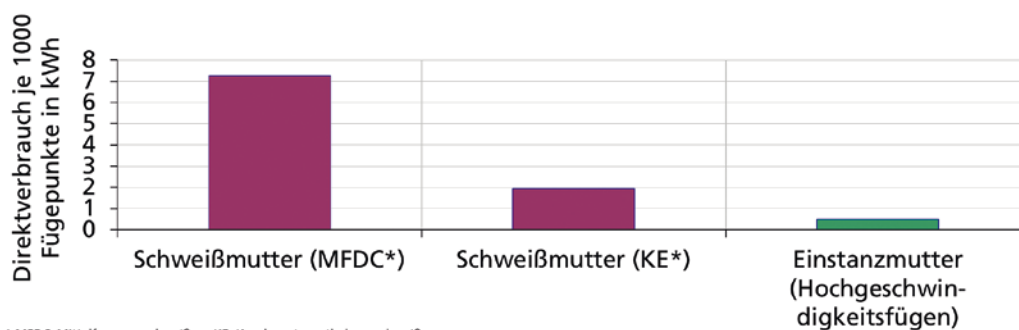
Als Alternative zu bisher bekannten, druckluftbasierten Hochgeschwindigkeitsantrieben wurde ein elektromechanischer Antrieb entwickelt. Neben der verbesserten Energieeffizienz sind mit diesem neuartigen Antrieb auch Vorteile hinsichtlich der Schallemission zu erwarten.

Inbetriebnahme und Verbrauchsmessung

Der veränderte Verfahrensansatz erfordert neue Lösungen in verschiedenen Bereichen. Die Gesamtlösung umfasst Neuentwicklungen von der Muttergeometrie über die Elementzuführung bis zum Antrieb und die Integration der Einzelkomponenten in eine Fügeanlagenkonstruktion.

Die Messung der Energieverbräuche des Verfahrens zeigen ein Einsparpotential beim Direktverbrauch von über 75 % gegenüber einer Schweißmutter (Muttergröße M6 / Blech 22MnB5 / s = 1,5 mm).

Messergebnisse zum Energieverbrauch
(Muttergröße M6, Blech 22MnB5 s = 1,5 mm)



Qualitätsmanagement beim Laserstrahlschweißen mit reduzierter Laserleistung und verkürzten Taktzeiten

Ziele

Energiereduzierung durch Schweißen mit reduzierter Laserleistung und Sicherstellung der Qualität durch zerstörungsfreie Prüfverfahren sowie Reduzierung von Ressourcenverlusten in Folgeprozessen aufgrund der Weitergabe fehlerhafter Teile.

Ausgangssituation

- Bisher: Schweißen im Karosseriebau meist nur mit überhöhter Laserleistung
- Standardmäßig nur Signale von Fotodioden zur In-Prozess-Qualitätsbewertung
- Sicherstellung des Anbindungsquerschnitts durch die Kontrolle der Nahtwurzel und stichprobenartige, zerstörende Prüfung
- Schweißen mit reduzierter Laserleistung (keine Durchschweißung) riskant
- Einsparpotential durch Reduzierung der Laserleistung

Lösungsansatz

- Laserleistung lässt sich soweit reduzieren, dass durch In-Prozess-Sensorik die Einhaltung der Mindestanforderungen an die Schweißung weiterhin überwacht werden kann
- Einsatz einer koaxialen Kamera zur Betrachtung des gesamten Schweißprozesses
- Entwicklung von automatisierbaren Inline-Methoden zur zerstörungsfreien Prüfung mit Wirbelstrom- und Puls-Phasen-Thermografieverfahren
- Erstellen und Umsetzen neuer Konzeptionen für Datenerfassung, Vorverarbeitung, Auswertung von Wirbelstrom- und Puls-Phasen-Thermografiedaten mit dem Ziel der automatisierten Prüfung

Ergebnis

Die In-Prozess-Sensorik wurde dahingehend entwickelt, dass eine Zustandserkennung in Echtzeit möglich ist. Im zweiten Schritt wird damit eine Regelung des Schweißprozesses mit der Laserleistung als Regelgröße ermöglicht und damit eine deutliche Energiereduzierung erreicht. Das Wirbelstromverfahren ist automatisiert innerhalb der Taktzeiten einsetzbar. Die Grundlagen für den automatisierten Einsatz des Puls-Phasen-Thermografieverfahrens wurden entwickelt und für beide Verfahren das Konzept der Datenerfassung, Vorverarbeitung und gemeinsamen Auswertung umgesetzt. Ausgehend von Bearbeitungsprozessen mit variierenden Parametern werden die Merkmale für verschiedene Schweißzustände automatisch identifiziert und Bearbeitungsfehler klassifiziert. Die Verfahren wurden unter Berücksichtigung von praxisrelevanten Fertigungsparametern an Probeschweißungen erfolgreich getestet.






REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

1 kWh

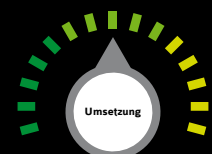
Elektroenergiereduzierung

in der Referenzfabrik per anno

250 MWh

Elektroenergiereduzierung

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

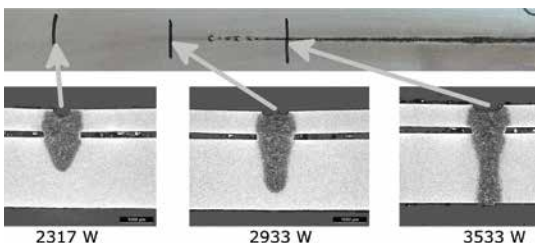
Energie sparen durch Reduktion der Laserleistung – Sicherheit gewinnen durch zerstörungsfreie Prüfung

Die In-Prozess Sensorik erlaubt den Prozesszustand zu erfassen und bei Bedarf die Bearbeitungsparameter in Echtzeit anzupassen. Puls-Phasen-Thermografie und Wirbelstromverfahren bewerten automatisch und sicher die Nahtqualität.

Erfolge

Der Wunsch, den Laserschweißprozess im Karosserierohbau energie- und ressourceneffizienter durchzuführen, bringt deutlich erhöhte Anforderungen an die Prozessbeobachtung mit sich. Gilt es, während des Laserschweißens weniger Laserleistung als bisher üblich einzusetzen, um eine geforderte Einschweißtiefe zu erreichen, muss die Qualitätssicherung bereits zur Laufzeit Qualitätsschwankungen erkennen. Im Bedarfsfall lässt sich durch die Regelung der Laserleistung das Prozessergebnis verbessern. Für diese Anforderungen wurde eine Bearbeitungsoptik mit neu entwickelten Kamerasystemen unter industriellen Randbedingungen konzipiert und entwickelt.

Auch nach dem Fügevorgang müssen die Bauteile einer zerstörungsfreien Prüfung unterzogen werden. Die bisherige Sichtprüfung der Nahtoberseite wurde durch das Wirbelstrom- und das Puls-Phasen-Thermografieverfahren ergänzt. Dadurch können Minderungen der Nahtqualität auch unterhalb der Oberfläche erkannt werden, um eine Weitergabe fehlerhafter Bauteile zu vermeiden.



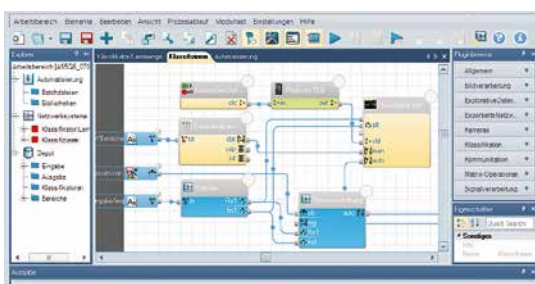
Koaxiale Prozessüberwachung

zur Echtzeit-Anpassung der Bearbeitungsparameter in Abhängigkeit des Prozesszustands



Automatische Prüfung

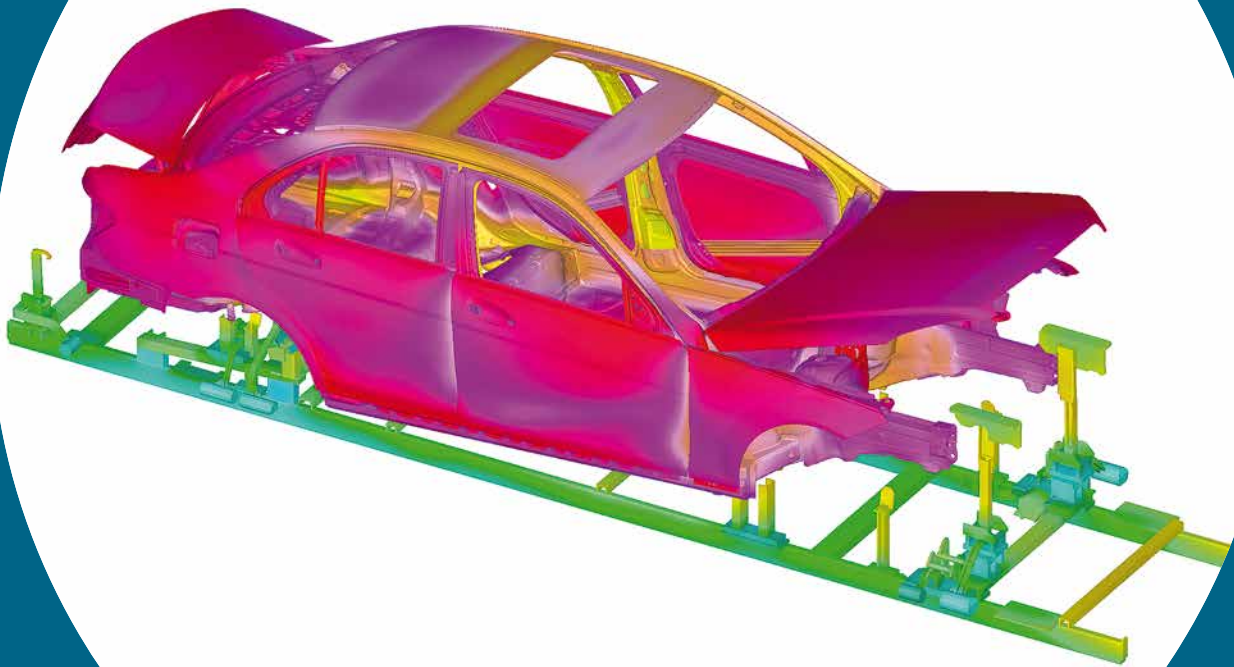
der Lasernahtqualität innerhalb der Taktzeiten (Wirbelstromverfahren im Türbereich der Karosserie)



Neu entwickelte Software

für gemeinsame Verarbeitung von 1- und 2-dimensionalen Daten/ modularer Aufbau/ sensorunabhängig

InnoCaT[®] 5



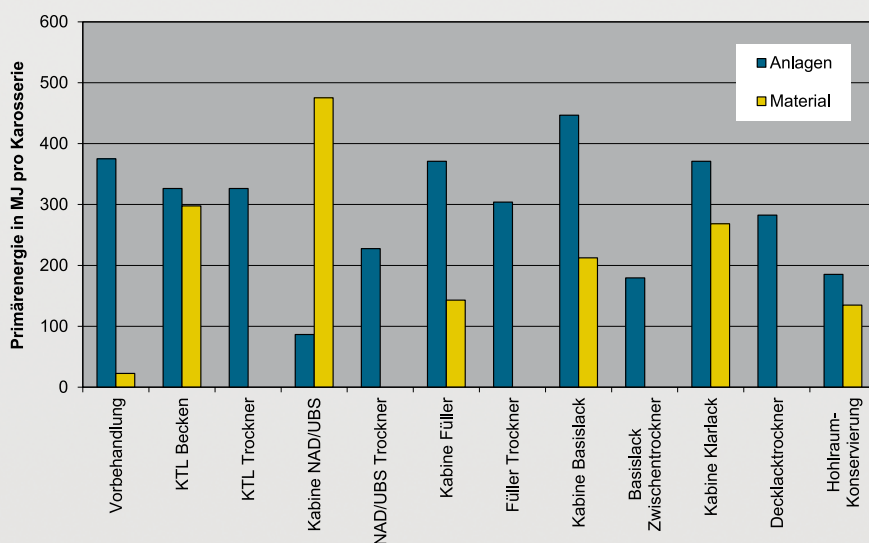
VERBUNDPROJEKT

ENERGIEEFFIZIENTE LACKIERUNG

Im Verbundprojekt „Energieeffiziente Lackierung“ lag der Fokus auf der Optimierung der Prozessschritte Spritzlackieren und Trocknen, in denen die bedeutendsten Energie- und Ressourceneinsparpotentiale der Karosserielackierung liegen. Der Anteil dieser beiden Prozessschritte am Gesamtenergieverbrauch bei der Karosserielackierung beträgt ca. 65 %.

Unter der Koordination des Fraunhofer IPA wurden drei Teilprojekte durchgeführt. Ziel waren kurz- bis langfristig umsetzbare Technologien, mit denen erhebliche Verminderungen des Energie- und Ressourcenverbrauchs bei erhöhter Wirtschaftlichkeit erreicht werden können.

- Der erste Schwerpunkt lag auf lackverlustfreien Beschichtungsverfahren als wirksamste Voraussetzung zur Minimierung des Energie- und Materialeinsatzes bei der Spritzlackierung. Es wurde deshalb die Machbarkeit neuer Lösungsansätze für oversprayfreie Beschichtungsverfahren ermittelt.
- Der zweite Schwerpunkt bestand in der Entwicklung wirtschaftlich umsetzbarer Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs in bestehenden Trockneranlagen („Brownfield“). Darüber hinaus wurden energieeffiziente Trocknerkonzepte in Verbindung mit der Planung neuer Lackieranlagen („Greenfield“) aufgezeigt.
- Der dritte Schwerpunkt lag auf einem modularen Produkt- beziehungsweise Lackierkonzept. Das modulare Karosserie-Herstellkonzept bietet die Möglichkeit, die Lackierung wesentlich kompakter und effizienter zu gestalten. Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten war ein geeignetes Produkt-/ Lackierkonzept unter konsequenter Nutzung der energie- und materialrelevanten Vorteile der Einzelteilelackierung. Dabei wurden auch die in den anderen Teilprojekten entwickelten Verfahren berücksichtigt.



Primärenergiebedarf der einzelnen Prozessschritte in der Karosserielackierung
Quelle: LCS Life Cycle Simulation GmbH

Übersicht Teilprojekte

- 5.1.1 Verlustfreie Lackierung
- 5.1.2 Energieeffiziente Trockner
- 5.2.1 Modularisierung

Lackverlustfreie Beschichtungsverfahren als wirksamste Voraussetzung zur Minimierung des Energie- und Materialeinsatzes bei der Spritzlackierung

Ziele

Durch Vermeidung von Lackverlusten durch Overspray kann die Lackierkabine deutlich ressourceneffizienter betrieben werden, da der hohe Energieeinsatz zur Konditionierung der Spritzkabinenluft minimiert werden kann.

Ausgangssituation

- Lackierung erfordert mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs der Karosserieproduktion
- Spritzprozesse stellen innerhalb der Lackierung den größten Energieverbraucher vor allem zur Luftkonditionierung dar
- Entfernen des Oversprays erfordert aufwändige Belüftung der Kabine
- Lackverluste von 20 – 40% sollen vermieden werden
- Mehrfarbenlackierung (z.B. Kontrastdächer, Dekorationen) erfordern aufwändige Verfahren (Mehrfachlackierung, Maskierungen, ...)

Lösungsansatz

- Entwicklung oversprayfreier Lackierverfahren
- Dazu wurden ca. 30 Verfahren diskutiert und bewertet, davon drei in Tests detailliert untersucht:
 - Adaption des InkJet-Verfahrens auf automobilen Standard
 - Gezielte Applikation mittels Mikrodosiertechnik
 - Entwicklung eines Verfahrens zur Erzeugung definierter Tropfengrößen mit hoher Flächenleistung
- Einsatz von neuen Simulationsmethoden
- Durchführung von Grundlagenversuchen

Ergebnis

Die drei Verfahren wurden als Funktionsmuster erfolgreich im Labor aufgebaut

- Als Demonstratoren wurden randscharfe, maskierungsfrei beschichtete Kontrastlackierungen auf Motorhauben und Muster auf Tankdeckel aufgebracht
- Anwendungsszenarien für Karosserieteile (Klarlackbeschichtung, Füllerbeschichtung, Auftrag Basislack 1, Mehrfarbenlackierung) wurden bewertet: Die Produktreife ist derzeit noch gering, deshalb werden zunächst Spezialanwendungen (z.B. Kantenbeschichtungen) vorangetrieben
- Herausforderungen für Forschungsaufgaben: Lackentwicklung, flächige Beschichtung komplexer Geometrien, Prozesszeit, Automatisierung
- Die unten angegebenen Einsparpotentiale beziehen sich auf die Anwendung bei der Klarlackapplikation; Umsetzungen sind langfristig (> 5 Jahre), bei Spezialanwendungen auch mittelfristig denkbar



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

68 kWh

Primärenergiereduzierung

22 kWh

Primärenergiereduzierung (Lackmaterial)

in der Referenzfabrik per anno

17 GWh

Primärenergiereduzierung

5,5 GWh

Primärenergiereduzierung (Lackmaterial)

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

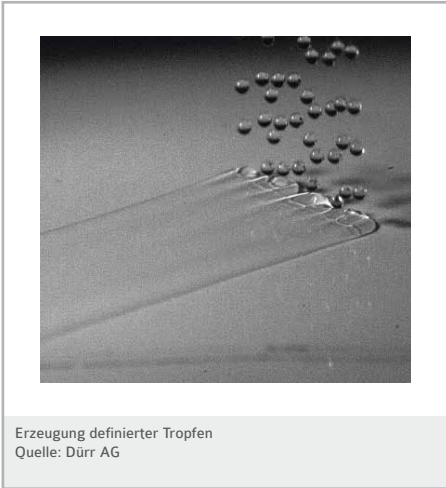
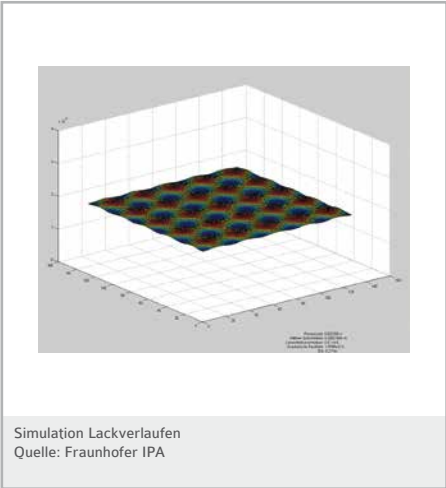
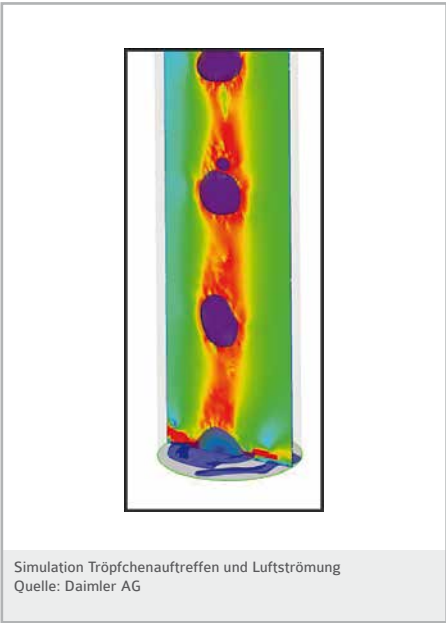
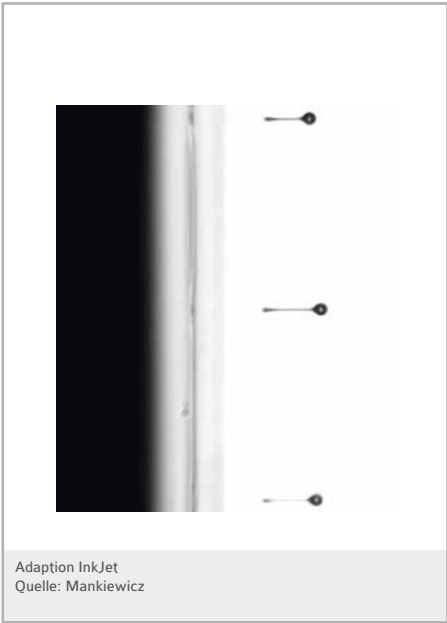
Individualisierung der Karosserieproduktion

Die Lackiertechnik revolutionieren.

Erfolge

Dieses Teilprojekt ging völlig neue Wege der Lackierung: Der bislang eingesetzte Zerstäubungsprozess, der immer Lacknebel erzeugt, sollte vermieden werden und der Lack gezielt nur dahin gebracht werden, wo er hin soll. Wegen der Neuartigkeit dieses Ansatzes wurden Funktionsmuster aufgebaut und ihre Leistungsfähigkeit für verschiedene Aufgaben getestet.

Ein umfassendes Screening von Methoden aus allen Branchen ging den Untersuchungen voraus, numerische Simulationen begleiteten alle Versuche. Gleichzeitig wurden die neuen Applikationstechniken aufgebaut und die neuen Anforderungen an die Lackmaterialien formuliert. Das Projekt erzeugte einerseits erhebliche Fortschritte in den Methoden, andererseits eröffnete es gänzlich neue Produktionstechniken, z.B. für die Individualisierung der Produkte.



Anlagen- und verfahrenstechnische Maßnahmen zur konsequenten Ausschöpfung der Energieeinsparpotenziale beim Betrieb von Lacktrocknern

Ziele

Wirtschaftlich umsetzbare Maßnahmen zur Energieeinsparung in bestehenden Trockneranlagen (Brownfield) und energieeffiziente Trocknerkonzepte in Verbindung mit der Planung neuer Lackieranlagen (Greenfield).

Ausgangssituation

Die Trockner stellen den zweitgrößten Energieverbraucher in der Karosserie-Lackieranlage dar. Ursachen für den hohen Energiebedarf sind

- hoher Abwärmeverlust bei der klassischen Abluftreinigung mittels thermischer Nachverbrennung
- Reinigung praxisüblicher, meist unnötig hoher Abluftvolumenströme
- Unnötige Aufheizung der schweren Karosserieträger („Skids“)
- langer Trocknungsprozess infolge langsamer Aufheizung dickwandiger Karosseriebereiche
- Bedingter Einsatz energieeffizienter Aggregate

Lösungsansatz

Identifizierung und technisch-wirtschaftliche Bewertung effektiver Energiesparmaßnahmen bei der Lacktrocknung („Energy on demand“):

- Abluftreinigung
 - Minimierung der zu reinigenden Abluftvolumenströme
 - Optimierte Abluftreinigungskonzepte
- Karosserie-/ Skid-Aufheizung
 - definierter lokaler Wärmeeintrag mittels innovativer Anströmdüsen- und Luftführungskonzepte
 - getakteter bzw. skidloser Karosserietransport
- Wärmetechnische Anlagenoptimierung
 - Gasbrenner-Optimierung
 - Neue Konzepte zur Abwärmenutzung

Ergebnis

Alle Prozessschritte und Anlagenbereiche bei der Lacktrocknung wurden gescreent. Über 40 anlagen- und verfahrenstechnische Lösungsansätze zur Energieeinsparung wurden identifiziert. Die Ansätze wurden hinsichtlich Energieeinsparung, Anwendungsreife, Wirtschaftlichkeit, Erfüllung der anlagen- und prozesstechnischen Anforderungen sowie Beschichtungsqualität bewertet. Vom Projektteam priorisierte Lösungsansätze wurden mittels analytischer Berechnungen, modellbasierter numerischer Simulationen und z.T. in produktionsnahen Tests eingehender untersucht. Ausgewählte „Brownfield“-Maßnahmen wurden am Trockner der kathodischen Tauchlackierung (KTL) im Daimler-Werk Düsseldorf im Pilotmaßstab unter realen Produktionsbedingungen erfolgreich erprobt. „Greenfield“-Konzepte mit hohem Energieeinsparpotential wurden schwerpunktmäßig in den Bereichen Karosserietransport, Abluftreinigung und Abluftvolumenstrom-Reduzierung entwickelt sowie technisch-wirtschaftlich bewertet. Teilweise setzen diese Konzepte neue Standards.



DAIMLER

EISENMANN

Fraunhofer
IPA

REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

Neue Karosserietransport- und Abluftreinigungskonzepte

pro Referenzkarosse

22 kWh

Primärenergiereduzierung im KTL-Trocknerbereich

Referenzfabrik per anno

5,5 GWh

Primärenergiereduzierung im KTL-Trocknerbereich

Zeithorizont

Weitere anlagen- und verfahrenstechnische Maßnahmen

9 kWh

Primärenergiereduzierung im KTL-Trocknerbereich

2,3 GWh

Primärenergiereduzierung im KTL-Trocknerbereich



Erläuterung auf Seite 3

Weitere hohe Primärenergie-Einsparpotenziale sind im Nahtabdichtungs-, Füller- und Decklacktrocknerbereich zu erwarten.

Projektergebnisse ermöglichen Innovationsschub bei der Modernisierung und Neuplanung von Trockneranlagen

Die Untersuchungen zeigen beim zweitgrößten Energieverbraucher in der Karosserielackieranlage eine Vielzahl an umsetzbaren Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Erfolge

Bei „Greenfield“-Projekten stellt der skidlose Karosserietransport (Bild 1) bei der Planung der Fördertechnik eine zu berücksichtigende Alternative mit signifikantem Energieeinsparpotential dar (Bild 2, Konzept 1).

Das größte Energieeinsparpotential bei „Greenfield“-Anlagen zeigt sich bei der Abluftreinigung. Die vom Projektteam exemplarisch für den besonders energieintensiven KTL-Trocknungsprozess entwickelten kostengünstigen Anlagenkonzepte basieren auf der „Energy on demand“-Strategie, bei der nur die (Teil-)Abluftvolumenströme mit kritischer Schadstoffkonzentration gereinigt werden. In Verbindung mit einer maximalen Wärmerückgewinnung aus dem thermisch gereinigten, heißen Abluftvolumenstrom ist eine besonders hohe Energieersparnis erzielbar (Bild 2, Konzepte 1 + 2).

Aus den priorisierten Lösungsansätzen lassen sich weitere energiesparende Maßnahmen ableiten, wie z.B. die Schleusenoptimierung (Bild 3), die Reduzierung bzw. Abschaltung von Umluftvolumenströmen während der Produktionspausen bzw. bei Teillastbetrieb sowie die Minimierung des Abluftvolumenstroms (Bild 2, Konzepte 1 + 2 + weitere Maßnahmen). Darüber hinausgehende Einsparpotentiale sind durch den Einsatz neuentwickelter Gasbrenner nutzbar.

Die virtuell entwickelten und im Pilotmaßstab erprobten innovativen Anströmdüsen- und Luftführungskonzepte stellen wirtschaftliche „Brownfield“-Maßnahmen im Bereich des Trocknertunnels dar. Der gezielt dosierte Wärmeeintrag in die Karosserie beschleunigt die Aufheizung dickwandiger Bereiche, ohne dass dünnwandige bzw. wärmeempfindliche Bereiche überhitzt werden (Bild 4). Eine kürzere Trocknungszeit bzw. Trocknerstrecke ist dadurch möglich.

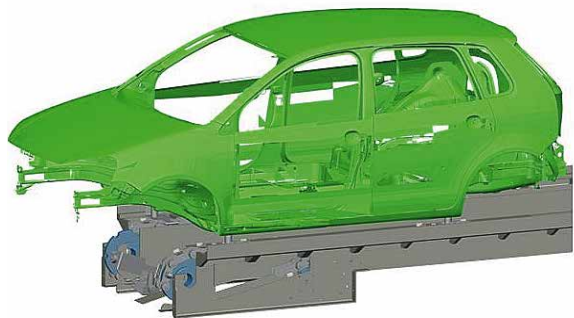


Bild 1: Der skidlose Karosserietransport erfordert weniger Heizleistung aufgrund des geringeren Massendurchsatzes durch den Trockner. Quelle: Eisenmann AG

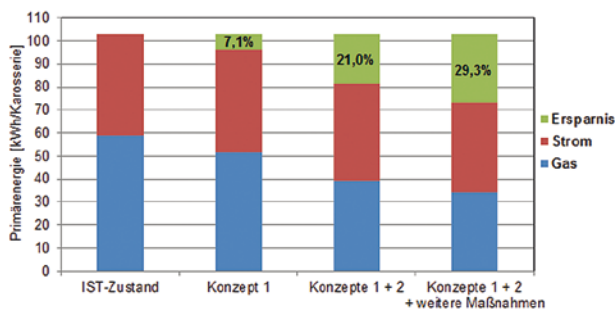


Bild 2: Mit den vom Projektteam entwickelten Anlagenkonzepten lässt sich der Primärenergieverbrauch bei der Trocknung nachhaltig senken (hier: KTL-Trocknung). Quelle: Eisenmann AG

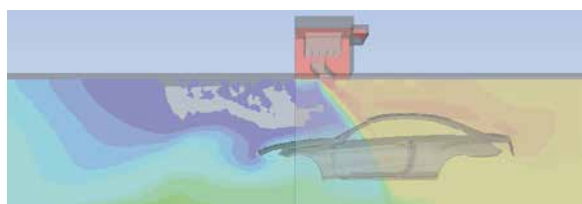


Bild 3: Ein getakteter Karosserietransport durch die Schleusenzonen verringert die Energieverluste durch Heißluftaustritt bzw. Kaltlufteintritt. Quelle: Fraunhofer IPA



Bild 4: Innovative Anströmdüsenkonzepte ermöglichen eine gleichmäßigere Karosserieerwärmung bei gleichzeitig kürzeren Trocknungszeiten. Quelle: Daimler AG

5.2.1 MODULARISIERUNG

Modulares Produkt-/ Lackierkonzept mit der Zielsetzung einer Fragmentierung des Lackierprozesses

Ziele

Durch separate Beschichtung der einzelnen Karosseriemodule sollen Einsparungen realisiert und neuartige Karosseriekonzepte (Leichtbau durch Multimaterialeinsatz) ermöglicht werden.

Ausgangssituation

- Die Gewichtsreduzierung von Karosserien (z.B. für die Elektromobilität) erfordert neue Materialkonzepte
- Viele verschiedene Substrate können nicht mehr klassische Lackieranlagen (Beschichtung der Karosserie als Ganzes) durchlaufen, modulare Lackieranlagen könnten hier Vorteile bieten
- Die Flexibilität und die Effizienz sollen gegenüber der heutigen Karosserielackierung verbessert werden

Lösungsansatz

- Die Karosserien werden als Rahmenkonstruktion (Space-frame) mit modularen Anbauteilen gefertigt und lackiert
- Zur Energiereduzierung werden kompakte Lackierkabinen und intelligente Trocknerkonzepte untersucht
- Anpassung der Verfahren an die Multisubstratteile
 - Spezielle Lackierstrategien
 - Niedertemperaturlackierprozess
 - Angepasste Strahlungstrocknung
 - Innovative Anlagenkonzepte
- Layout für eine Modullackiererei wird entwickelt und bewertet

Ergebnis

- Festlegung der Prämissen: Welche Herausforderungen aus neuen Fahrzeugkonzepten werden auf die Lackierung der Zukunft zukommen?
- Definition der Lackierprozesse und Erstellung eines Konzept-Fabriklayouts für die modulare Karosserie
- Nachweis der Konzepttauglichkeit bezüglich Qualität und Anlagenauslegung mittels Technikumsversuchen und durch die Beschichtung von Demonstratoren
- Nachweis der wirtschaftlichen und der ökologischen Vorteile: Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Ökobilanzierung, um die ganzheitlichen Auswirkungen zu beurteilen; Tauglichkeitsnachweis des Fabriklayouts durch Fördertechniksimulation
- Kostenreduzierung von 7 % ist mit Umsetzung möglich

Das modulare Produkt- und Lackierkonzept ist sehr langfristig (> 5 Jahre) angedacht, Teilergebnisse können auch mittelfristig umgesetzt werden.



REDUZIERUNG IM ERGEBNIS DES PROJEKTS

pro Karosserie (Referenzkarosse)

231 kWh

Primärenergiereduzierung
(Prozess- und Lackmaterial)

in der Referenzfabrik per anno

Wegen Multisubstratansatz Umrechnung
auf Referenzfabrik (reine Stahlkarosserie)
nicht möglich

Zeithorizont



Erläuterung auf Seite 3

NEUARTIGE LACKIERKONZEPTE

Dem Leichtbau in der Lackierung Rechnung tragen

Fahrzeugkonzepte der Zukunft erfordern innovative Prozesse.

Erfolge



Zerlegung der Karosserie in Module
Quelle: Audi AG

Für moderne Fahrzeugkonzepte werden – neben Aluminium und hochfestem Stahl – verschiedene andere Metalle und Kunststoffe (insbes. faserverstärkte) eingesetzt. Dabei wird der Fabrik eine wesentlich höhere Flexibilität abverlangt – einhergehend mit hohen Anforderungen an die Effizienz.

Deshalb wurde in dem Projekt ein Layout erarbeitet, das für verschiedene Substrate spezifische Prozesse erlaubt und flexibel bei immer kürzeren Produktentwicklungszeiten einsetzbar ist. Damit kann die neue Teilevielfalt ressourceneffizient und qualitätsgerecht beschichtet werden.

Dabei wurden aktuelle Trends in der Lackierung berücksichtigt und die Lackierkabinen speziell auf die im Vergleich zur Karosserie flachen Teile angepasst. Die Umsetzbarkeit der Anlagenauslegung wurde durch praktische Darstellung von Demonstratoren sowie einer professionellen Ökobilanzierung (z. B.: Reduktion der CO₂-Emission um 45 kg/ Karosserie!) und Fördertechniksimulation belegt

Potenziale

Qualität (Prozess und Beschichtung)

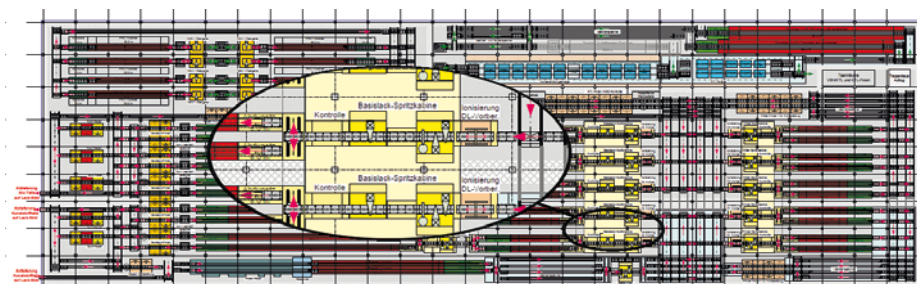
- Verbesserung der Erreichbarkeit zu lackierender Oberflächen
- Lackfilm-Verlaufsoptimierung bei horizontaler Lackierung aller Teile

Vernetzung mit vor- und nachgelagerten Fertigungsschritten

- Reduzierung der Rohbauvarianten
- Bessere Zugänglichkeit in der Montage

Risiken

- Passgenauigkeit der Module
- Farbübereinstimmung
- Anwendbarkeit aller Fügeverfahren in der Montage
- Logistischer Aufwand



Konzept-Layout einer Modul-Lackiererei



Lackierversuche zur Prinzipdarstellung
Quelle: Dürr AG

A photograph of an industrial factory floor. Several yellow robotic arms are visible, some of which are actively grinding metal, creating a shower of bright orange sparks. The background is filled with a complex network of silver metal pipes and structural beams. A large, semi-transparent green circle is overlaid in the center of the image, containing white text. The overall scene is brightly lit, typical of a modern manufacturing environment.

30 TEILPROJEKTE
1 ZIEL

A large yellow industrial robot arm is positioned over a silver car chassis in a factory setting. The robot arm is equipped with various cables and hoses. The car chassis is mounted on a yellow support. The background shows a complex industrial environment with metal structures and overhead lighting.

Eine Allianz auf dem Weg in die
ZUKUNFT



Innovationsallianz

Green Carbody Technologies

InnoCaT[®]

www.greencarbody.de

Ergebnisse

Die zentrale Aufgabenstellung der Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ lautet: wieviel weniger Energie- und Ressourceneinsatz im Vergleich zum Stand der Technik ist bei der Herstellung von Automobilkarosserien möglich?

Die Fragestellung ist somit sehr konkret und doch sehr vielschichtig.

Wie misst und bewertet man den Effekt von neuen technologischen Konzepten, verbesserter Fertigungstechnik und erweiterten Planungstools?

Die nutzbare Innovation jedes *InnoCaT*[®]-Teilprojektes wurde im konkreten Forschungsansatz erarbeitet. Jedes Teilprojekt-Team spiegelte seine Arbeit an konkreten Demonstratoren, Bauteilen und Systemen aus dem Umfeld der Karosseriefertigung. Wichtig war es, belastbare Ergebnisse hinsichtlich zukünftiger Einsparungseffekte von Energie, Material, CO₂ oder weiteren Kennziffern zu ermitteln und nachzuweisen. Auch der Zeithorizont einer praktischen Umsetzung war abzuschätzen, ebenso wie hierzu noch weiterführende F&E-Arbeit.

Aber – die Innovationsallianz hat sich auch ein eigenes Benchmark zur „Aufsummierung“ der Teilergebnisse erarbeitet – die *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik.

Diese Referenzfabrik verkörpert ein abgestimmtes, virtuelles aber relevant parametrisiertes Modell eines automobilbauenden Werkes für ein typisches Referenzfahrzeug. Das Modell ist untersetzt und detailliert genug, um die Einzelergebnisse einzubinden, universell genug um nicht zu fahrzeug- oder firmenspezifisch zu sein.

Somit standen ergebnisorientiert zwei Aufgaben im Zentrum der Forschungsarbeiten vor den Partnern der Allianz – einerseits so innovativ, konkret und belastbar wie möglich in der Aussage einzelner Projektergebnisse zu sein, andererseits so nachvollziehbar und visionär bei der Spiegelung und Skalierung des erreichbaren Gesamteffektes am Modell der *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik.

Dieser Ansatz soll die Relevanz der Ergebnisse besser verdeutlichen und deren Akzeptanz erhöhen.



Planung



Werkzeugbau



Presswerk



Karosseriebau



Lackiererei



BETRACHTUNGSRAUM REFERENZFABRIK

DIE *InnoCaT*[®]-REFERENZFABRIK UND DIE *InnoCaT*[®]-REFERENZKAROSSERIE

Im Konsortium der *InnoCaT*[®]-Allianz wurden Daten und Parameter einer typischen Automobil-bauenden Fabrik gesammelt und zwischen den Partnern aus den verschiedenen Bereichen und Gewerken abgestimmt. Diese fiktive *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik dient als Benchmark-Modell zur Skalierung der Wirkung der nachgewiesenen Einzelergebnisse der fünf *InnoCaT*[®]-Verbundprojekte. Die *InnoCaT*[®]-Referenzfabrik umfasst ein Referenz-Presswerk, einen Referenz-Werkzeugbau, einen Referenz-Karosseriebau sowie eine Referenz-Lackiererei. Die Skalierung der Projektergebnisse auf das Produkt „Karosserie“ erfolgt anhand der *InnoCaT*[®]-Referenzkarosserie, die typische Charakteristika von Fahrzeugen der Kompakt- und Mittelklasse vereint.

InnoCaT[®]-Referenzfabrik und *InnoCaT*[®]-Referenzkarosserie Grundlage für die Skalierung der *InnoCaT*[®]-Teilprojekt-Ergebnisse

Daten und Parameter (beispielhaft ausgewählt)

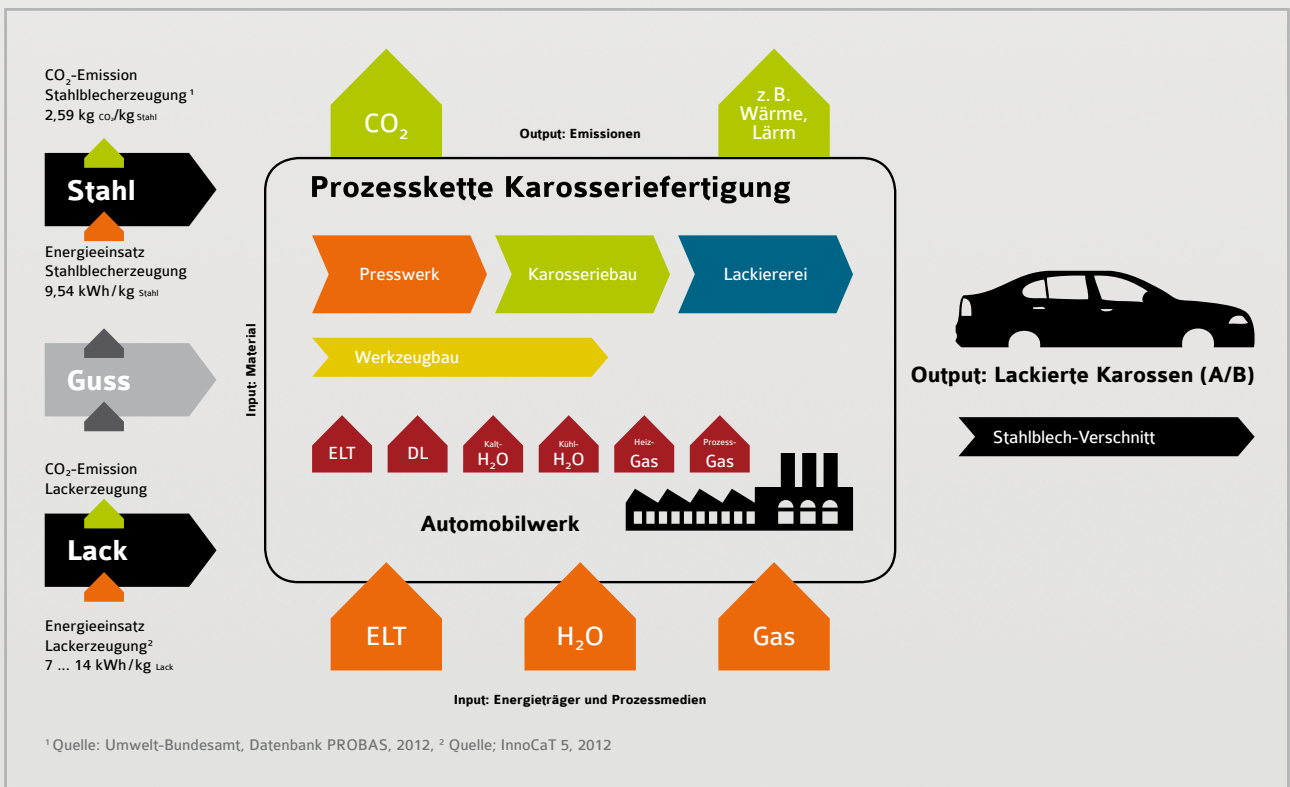
Benennung	Menge	Bemerkung bzw. Einheit
Ausbringung	250.000	Fahrzeuge pro Jahr
Fertigung - Wochentage	5	Tage pro Kalenderwoche
Schichten	3	Schichten pro Tag
Gewicht der Karosse inkl. Anbauteile	344	kg
Anzahl der Blechteile Außenhaut pro Modell	12	gefertigt beim OEM
Anzahl der Blechteile Struktur pro Modell	45	gefertigt beim OEM
Anzahl der Schweißpunkte	4.150	
Länge der Laserschweißnähte	21	m
Oberfläche der Karosse (KTL)	90	m ²
Oberfläche der Karosse (Decklack)	24	m ²
Energieeinsatz – Erzeugung Stahlblech (verzinkt)	9,54	MWh pro Tonne

Energie- und Materialbedarf – Zusammenfassung

	Referenzfabrik (ohne Montage)	Pro Referenzkarosserie*
Elektroenergie „aus der Steckdose“ (in den produzierenden Gewerken)	131.406 MWh/a	513 kWh
Gesamtelektroenergiebedarf (inklusive sonstiger Umfänge - u.a. Infrastruktur)	205.575 MWh/a	810 kWh
davon z.B. Druckluftbedarf	100.123.844 m ³ /a	400 m ³
Erdgas (in den produzierenden Gewerken)	132.069 MWh/a	508 kWh
Gesamterdgasbedarf (inklusive sonstiger Umfänge - u.a. Infrastruktur und Heizung)	194.536 MWh/a	760 kWh
Energie und Material – bzgl. Vergleichbarkeit umgerechnet auf Primärenergieaufwand		
KEA Elektroenergie (Primäraufwand) (in den produzierenden Gewerken)	388.961 MWh/a	1.518 kWh
KEA Erdgas (Primärenergie) (in den produzierenden Gewerken)	147.917 MWh/a	568 kWh
KEA _{ges} Stahl (konzentriert auf Presswerk) (k=60%)	1.414.608 MWh/a	5.588 kWh
KEA _{ges} Lack	149.545 MWh/a	600 kWh
KEA _{ges} Guß (nur Werkzeugbau)	46.891 MWh/a	21 kWh
Summe = KEA_{Strom+Gas+Stahl+Lack+Guß} (Primärenergie)	2.147.922 MWh/a	8.293 kWh

KEA = kumulierter Energieaufwand, * für diese Darstellung wurden die Werte gerundet

Energie- und Stoffflüsse in der Karosserieherstellung







60 PARTNER
HUNDERTE HELLE KÖPFE
GUTE KONZEPTE
INTENSIVE KOOPERATION



EIN TEAM

VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT

VOLKSWAGEN

AKTIENGESELLSCHAFT



Der Volkswagen Konzern mit Sitz in Wolfsburg ist einer der führenden Automobilhersteller weltweit und der größte Automobilproduzent Europas.

Zehn Marken aus sieben europäischen Ländern gehören zum Konzern: Volkswagen, Audi, SEAT, Škoda, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Volkswagen Nutzfahrzeuge, Scania und MAN.

Jede Marke hat ihren eigenständigen Charakter und operiert selbstständig im Markt. Dabei reicht das Angebot von verbrauchsoptimalen Kleinwagen bis hin zu Fahrzeugen der Luxusklasse. Im Bereich der Nutzfahrzeuge beginnt das Angebot bei Pick-up-Fahrzeugen und reicht bis zu Bussen und schweren Lastkraftwagen.

In weiteren Geschäftsfeldern werden im Volkswagen Konzern Großdieselmotoren für maritime und stationäre Anwendungen (schlüsselfertige Kraftwerke), Turbolader, Turbomaschinen (Dampf- und Gasturbinen), Kompressoren und chemische Reaktoren hergestellt. Des Weiteren werden Spezialgetriebe für Fahrzeuge und Windräder, Gleitlager und Kuppelungen sowie Prüfzentren für den Mobilitätssektor produziert.

Der Konzern betreibt in 18 Ländern Europas und in acht Ländern Amerikas, Asiens und Afrikas Fertigungsstätten.

Ziel des Konzerns ist es, attraktive, sichere und umweltschonende Produkte anzubieten, die im zunehmend scharfen Wettbewerb auf dem Markt konkurrenzfähig und jeweils Weltmaßstab in ihrer Klasse sind.

Volkswagen Aktiengesellschaft
38436 Wolfsburg
Internet: www.volkswagen.de

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT



 **Fraunhofer**
IWU

 **Fraunhofer**
IPT

 **Fraunhofer**
IPA

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsgesellschaft betreibt in Deutschland mit derzeit 66 Instituten und selbstständigen Einrichtungen sowie mehr als 20.000 MitarbeiterInnen anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Durch die intensive Zusammenarbeit mit der Industrie hat sich die Fraunhofer-Gesellschaft ein Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft erarbeitet. Eine besondere Rolle spielen Effizienztechnologien, denn sie senken unabhängig von der Art der Energieversorgung Kosten und Ressourcenverbrauch.

Das neue Leitbild der Fraunhofer-Gesellschaft heißt Nachhaltigkeit. Zukunftsfähigkeit ist das oberste Ziel der Fraunhofer-Gesellschaft, da künftig Wachstum nicht mehr mit steigendem Rohstoffverbrauch möglich sein wird. Eine Vision dabei ist, die Umsetzung des Konzepts einer effizienten, emissionsneutralen und ergonomischen Fabrik die Mensch, Umwelt und Natur schont.

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) koordiniert als Hauptinitiator gemeinsam mit der Volkswagen AG und den produktionstechnischen Fraunhofer-Instituten IPT und IPA die Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ - InnoCaT®.

Zentraler Netzwerkgedanke ist die Nutzung von Synergien. Die beteiligten Industriepartner setzen gemeinsam mit dem Forschungspartner der Fraunhofer-Institute die Einzelergebnisse in komplexe Systemlösungen für die zukünftige Herstellung von Fahrzeugen um.

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27 c
80686 München
Internet: www.iwu.fraunhofer.de
www.ipt.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de

OTTO BOGE GMBH & CO. KG



BOGE Druckluftsysteme – weltweit führender Anbieter aus Deutschland

BOGE Druckluftsysteme hat im Rahmen der Verbundforschung der Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ die Druckluftherzeugung speziell im Karosseriebau analysiert und Energieeinsparpotential aufgezeigt sowie Tools zur energieeffizienten Anlagenplanung entwickelt.

Die BOGE KOMPRESSOREN Otto Boge GmbH & Co. KG gehört international zu den führenden Anbietern von Kompressoren und Druckluftsystemen. Ob Schrauben- oder Kolbenkompressoren, ölgeschmiert oder ölfrei, einzelne Geräte, komplette Systemlösungen für den Anlagenbau oder zur Druckluftaufbereitung – das Spektrum von BOGE erfüllt die unterschiedlichsten Anforderungen. Mit diesem Leistungsspektrum steht BOGE seinen Anwendern bei allen Fragen und Herausforderungen als Full-Service-Partner zur Seite.

Das mittelständische Familienunternehmen beschäftigt 600 Mitarbeiter (380 am Stammsitz in Bielefeld). Internationale Kunden betreut BOGE mit zahlreichen Verkaufsbüros und Tochtergesellschaften vor Ort und liefert Druckluftsysteme in weltweit mehr als 120 Länder.

BOGE KOMPRESSOREN
Otto Boge GmbH & Co. KG
Otto-Boge-Straße 1-7
33739 Bielefeld
Internet: www.boge.com

BRAUN CARTEC GMBH



Braun-CarTec ist ein führender, international agierender Hersteller von Warmumformwerkzeugen und Warmumformteilen sowie der adäquaten, innovativen Prozesstechnologie.

Braun-CarTec ist sowohl in der Prototypfertigung, als auch in der Serienfertigung tätig.

Braun-CarTec betreibt zwei vollautomatisierte Warmumformanlagen für die Serienproduktion und verfügt über zahlreiche Laseranlagen für den Bauteilbeschnitt sowie Schweißzellen für die Fertigung von Schweißgruppen.

Spezialgebiete sind die Einstellung unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften über die Prozessführung sowie die Verarbeitung extrem dünner und extrem dicker Blechdicken (0,5 bis 15mm).

BRAUN-CarTec GmbH
Dr.-Ing. Ralf Hund
Hauptstr. 421
66773 Schwalbach
Tel.: +49 (0) 6834 4011 27
E-Mail: ralf.hund@brauncartec.de

DAIMLER AG

DAIMLER



Daimler versteht sich als Schrittmacher für die Weiterentwicklung möglichst umweltverträglicher Produktionstechniken. Dies umfasst vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung und Minimierung der Umweltbelastungen bei Betriebsstörungen. Einen Schwerpunkt bildet die Anwendung und Weiterentwicklung von energie- und wassersparenden, emissions- und abfallarmen Techniken. Dies beinhaltet die Entwicklung aussagefähiger Umweltbewertungen, Emissionskontrollen sowie Strategien für Mehrfachnutzung und Recycling. Daimler strebt an, Wertstoffkreisläufe zu schließen.

Die Vision ist die abfallfreie Produktion.

Daimler verlangt von seinen Lieferanten und Vertragspartnern die Einhaltung aller geltenden Gesetze und behördlichen Auflagen und fördert den Einsatz proaktiver, umweltverträglicher Praktiken. Vertragspartner, die auf Daimler-Betriebsgelände arbeiten, müssen die an diesem Standort geltenden Umweltnormen und -anforderungen erfüllen.

Daimler AG
Mercedesstr. 137
70327 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 17 0
Fax: +49 (0) 711 17 22244
E-Mail: dialog@daimler.com
Internet: www.daimler.com

DÜRR SYSTEMS GMBH



Dürr ist ein Maschinen- und Anlagenbaukonzern, der in seinen Tätigkeitsfeldern führende Positionen im Weltmarkt einnimmt. Gut 80% des Umsatzes werden im Geschäft mit der Automobilindustrie erzielt. Darüber hinaus beliefert Dürr die Flugzeugindustrie, den Maschinenbau sowie die Chemie- und Pharmaindustrie mit innovativer Produktions- und Umwelttechnik.

Die Dürr-Gruppe agiert mit vier Unternehmensbereichen am Markt: Paint and Assembly Systems plant und baut Lackierereien und Endmontagewerke für die Automobil- und Flugzeugindustrie. Application Technology sorgt mit ihren Robotertechnologien für den automatischen Lack-, Dicht- und Klebstoffauftrag.

Maschinen und Systeme von Measuring and Process Systems kommen unter anderem beim Auswuchten und Reinigen, im Motoren- und Getriebebau und in der Fahrzeugmontage zum Einsatz. Der vierte Unternehmensbereich Clean Technology Systems beschäftigt sich mit Verfahren zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Abluftreinigung.

Dürr Systems GmbH
Carl-Benz-Str. 34
74321 Bietigheim-Bissingen
Internet: www.durr.com

EISENMANN ANLAGENBAU GMBH & CO. KG

EISENMANN



Eisenmann ist einer der international führenden Systemanbieter für Oberflächentechnik, Umwelttechnik, Materialfluss-Automation und Hochtemperatur-Prozesstechnik. Wir sind Experten im Anlagenbau. Unsere Mitarbeiter in Europa, Amerika und den BRICS-Staaten stehen für hochflexible, energieeffiziente sowie Ressourcen schonende Anlagentechnik auf der ganzen Welt.

Gemäß unserem Leitsatz „Driving success through leading technology“ ist die Entwicklung neuer Technologien und Produktionsmethoden ein grundlegender Bestandteil unseres täglichen Denkens und Handelns.

Die Eisenmann Oberflächentechnik mit ihren vollautomatischen Lackieranlagen ist ein Qualitätsgarant für den Fahrzeugbau. Trockner sind in der Regel die letzte Station jedes Beschichtungsvorgangs – und große Energieverbraucher. Im Green Carbody Projekt haben wir daher mit unseren Partnern anlagen- und verfahrenstechnische Lösungsansätze zur Reduzierung des Energieverbrauchs für die Lackschichttrocknung entwickelt.

Eisenmann Anlagenbau GmbH & Co. KG
Tübinger Str. 81
71032 Böblingen
Dr.-Ing. Claus Lang-Koetz
Tel.: + 49 (0) 7031 78 2613
Email: claus.lang-koetz@eisenmann.com
Internet: www.eisenmann.com

FE-DESIGN GMBH



the optimization company



FE-DESIGN ist Ihr Software- und Dienstleistungspartner für den effizienten Einsatz von numerischer Optimierung basierend auf FEM und CFD Simulation. Wir entwickeln mit TOSCA Structure und TOSCA Fluid weltweit führende Technologien für die Struktur- bzw. Strömungsoptimierung.

TOSCA Structure ist das marktführende Werkzeug zur schnellen und zuverlässigen Auslegung von leichten, steifen und langlebigen Komponenten und Systemen mittels Topologie-, Gestalt- oder Sickenoptimierung.

TOSCA Fluid ist die bisher einzige auf dem Markt verfügbare Software zur Erstellung topologieoptimierter Designkonzepte für strömungsführende Systeme und Bauteile.

Engineering Services: Ob Simulation, Optimierung, Prozessautomatisierung oder Methodenentwicklung – FE-DESIGN bietet Ihnen die kundenindividuelle Dienstleistung vom CAE-Experten, um Ihre Projekte zuverlässig und effizient zum Ziel zu führen.

FE-DESIGN GmbH
 Haid-und-Neu Straße 7
 76131 Karlsruhe
 Tel.: + 49 (0) 721 96467 0
 Fax: + 49 (0) 721 96467 290
 E-Mail: info@fe-design.de
 Internet: www.fe-design.de

FESTO AG & CO. KG

FESTO



Festo ist ein weltweit führender Anbieter von pneumatischer und elektrischer Automatisierungstechnik. Das global ausgerichtete unabhängige Familienunternehmen mit Hauptsitz in Esslingen a. N. hat sich in über 50 Jahren durch Innovationen und Problemlösungskompetenz rund um die Pneumatik und die elektrische Antriebstechnik sowie mit einem einzigartigen Angebot an industriellen Aus- und Weiterbildungsprogrammen zum Leistungsführer seiner Branche entwickelt. Festo bietet ein breites Spektrum an Produkten für Aufgabenstellungen sowohl in der industriellen Automatisierung als auch in der Prozessautomatisierung an.

Die Unternehmensgruppe Festo beschäftigt weltweit rund 15.500 Mitarbeiter. Ca. 9% des Umsatzes werden in die Forschung und Entwicklung investiert, vor allem im Bereich der Energieeffizienz. Die Festo AG & Co. KG verfügt über ca. 3.000 Patente weltweit, jährlich erfolgen ca. 100 Neuanmeldungen.

Energieeffiziente Lösungen mit elektrischen und pneumatischen Antrieben sind unsere Kompetenz!

Festo AG & Co. KG
Dr. Jan Bredau
TV-DS
Rüterstraße 82
73734 Esslingen
E-Mail: Jbre@de.festo.com
Internet: www.festo.com

FORCAM GMBH



Machen Sie Ihre eigene Energiewende:
FORCAM Technologie sorgt für bis zu 20% höhere Produktivität in Fabriken

Ressourceneffizienz – Lösungen für Konzern und Mittelstand

Die FORCAM GmbH liefert der Industrie die technologisch führende Produktionssoftware für Ressourceneffizientes Shop Floor Management. Namhafte Unternehmen aus allen Branchen wie Automobil, Maschinenbau, Luftfahrt und Medizintechnik nutzen die FORCAM-Lösung. Sie sorgt dafür, dass Unternehmen die Leistung ihrer Maschinen und Anlagen in Echtzeit messen, Fehler und Verschwendung schnell erkennen und korrigieren sowie ihre Produktion kontinuierlich optimieren können. Weltweit werden mehr als 50.000 Maschinen mit der Forcam Technologie überwacht und optimiert.

FORCAM liefert die benötigte Transparenz in der Produktion um die größten Energie- und Ressourcenverschwender zu identifizieren und einen Verbesserungsprozess zu ermöglichen, unter Berücksichtigung der gesetzten Produktionsziele.

FORCAM GmbH
Bahnhofplatz 1
88045 Friedrichshafen
Tel.: + 49 (0) 7021 9828 133
Fax: + 49 (0) 75 41 3 99 08 88
E-Mail: alexander.schliessmann@forcam.com
Internet: www.forcam.com

H&T PRODUKTIONSTECHNOLOGIE



Die H&T ProduktionsTechnologie GmbH ist seit 60 Jahren auf die Entwicklung und den Bau von Maschinen, Anlagen und Werkzeugen für die Blechumformung spezialisiert. Neben einer Baureihe von Servospindelpressen bis 6.000 kN Nennpresskraft gehören schnelllaufende Transferpressen bis 650 kN, 3D- CNC- Transfersysteme, High- speed- Schwenkschneidwerkzeuge, Maschinen zur Herstellung von Metallbälgen, Sondermaschinen und Werkzeuge zum Produktionsprogramm.

Das Produktportfolio und das know how der Entwicklungsingenieure ermöglichen in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den Kunden die Lieferung technologischer Komplettlösungen für die Blechumformung, bestehend aus Maschine, Peripherie und Werkzeug.

Zum Kundenkreis gehören neben OEM nationale und internationale mittelständische Unternehmen der metallverarbeitenden Industrie.

Die H&T ProduktionsTechnologie GmbH gehört zur H&T Group, einer Gruppe international tätiger Unternehmen der Metall und Kunststoff verarbeitenden Industrie.

H&T ProduktionsTechnologie GmbH
Gewerbering 26 b
08451 Crimmitschau
Tel.: +49 (0) 3762 707 100
Fax: +49 (0) 3762 707 101
E-Mail: info@ht-pt.com
Internet: www.ht-pt.com

HAGER SONDERMASCHINEBAU GMBH



Hager Sondermaschinenbau GmbH wurde 1982 von Roswitha und Hans Hager gegründet und konnte sich durch kontinuierliche Entwicklung in den letzten 30 Jahren auf den internationalen Markt, v.a. in China etablieren. Das Familienunternehmen setzt weltweit wichtige Akzente in der Automatisierung von Fertigungs- und Produktionsabläufen, deren Realisierung durch neueste Portalroboter- und Fördertechnik erfolgt.

Alle Bereiche der Unternehmensstruktur sind mit bestens ausgebildeten Spezialisten besetzt, die einen Jahresumsatz von 30 Mio. Euro erwirtschaften. Im Juni 2012 wurde Hager Sondermaschinenbau für die Entwicklung eines flexiblen, energieeffizienten und raumsparenden Spannrahmenwechselportals für die Automobilindustrie mit dem Platz 1 des ZIM Innovationspreises ausgezeichnet.

Auf dem 19. Innovationstag Mittelstand des BMWi überreichte Ernst Burgbacher, Parl. Staatssekretär, den ZIM Preis 2012. Der Gewinn des ZIM Preises ist die Krönung einer seit 30 Jahren anhaltenden Erfolgsgeschichte.

Hager Sondermaschinebau GmbH
 Straße Weilerweg 5
 86753 Moettingen
 Tel.: +49 (0) 9083 96960
 Fax: +49 (0) 9083 969630
 E-Mail: sales@hager-gmbh.de
 Internet: www.hager-gmbh.de

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH



Die DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH entwickelt und produziert Längen- und Winkelmessgeräte sowie numerische Steuerungen. Die Produkte werden in automatisierten Maschinen und Anlagen, zum Beispiel in Werkzeugmaschinen oder Produktionseinrichtungen der Halbleiter- und Elektronik-Industrie eingesetzt. Basis der Messgeräte sind hochgenaue Teilungen (Strukturen), die auf verschiedenen Trägermaterialien aufgebracht sind und in der Regel photoelektrisch abgetastet werden. Die so aufgebauten Messgeräte werden zur Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung in unterschiedlichsten, meist automatisiert betriebenen Bewegungsachsen verwendet. Beispiele hierfür sind Vorschubachsen von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.

Darüber hinaus wurde HEIDENHAIN seit Mitte der siebziger Jahre auch ein zunehmend wichtiger Hersteller von Steuerungs- und Antriebstechnik für Werkzeugmaschinen.

HEIDENHAIN ist weltweit in allen industrialisierten Ländern meist durch eigene Niederlassungen präsent und beschäftigt etwa 8.000 Menschen, davon ca. 3.000 im Stammwerk Traunreut.

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
83292 Traunreut
GERMANY
Tel.: +49 (0) 8669 31 0
E-Mail: info@heidenhain.de
Internet: www.heidenhain.de

IMQ-INGENIEURBETRIEB GMBH



imq-Ingenieurbetrieb für Materialprüfung, Qualitätssicherung und Schweißtechnik GmbH wurde 1990 gegründet und hat sich seither erfolgreich entwickelt. Die über 50 Ingenieure, Physiker und Werkstoffprüfer besitzen eine hohe Kompetenz auf den Gebieten der Werkstoffprüfung, der technischen Beratung und der F/E-Arbeit.

imq entwickelt Sonderlösungen zur Einführung und Validierung von Prüfverfahren sowohl für die Installation neuer Fertigungslinien als auch für die laufende Produktion. Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei breit gefächert, z.B. von der Prüfung der Qualität von Laserschweißnähten bis hin zur Bestimmung von Werkstoffeigenschaften (z.B. Entdeckung von Schleifbrand).

Als eines der ersten Werkstoffprüflabore in Sachsen wurde imq beim Deutschen Akkreditierungsrat akkreditiert. Heute besitzt imq die Anerkennung der Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025 zur Durchführung von zerstörungsfreien Werkstoff- und Bauteilprüfungen sowie mechanisch-technologischen und metallografischen Prüfungen.

imq-Ingenieurbetrieb für Materialprüfung,
Qualitätssicherung und Schweißtechnik GmbH
Gewerbering 30, 08451 Crimmitschau
Tel.: +49 (0) 37 62 95 37 0
Fax: +49 (0) 37 62 95 37 22
E-Mail: info@imq-gmbh.com
Internet: www.imq-gmbh.com

FRIEDRICH LÜTZE GMBH



Nachhaltigkeit steht bei LÜTZE im Mittelpunkt

Über 50 Jahre Tradition in Automation
Mit unzähligen Pionierleistungen und Patenten gehört LÜTZE heute zu den weltweit führenden Unternehmen der Branche. LÜTZE entwickelt und produziert elektronische und elektrotechnische Komponenten und Systemlösungen für die Automatisierung sowie Hochtechnologie für die Bahn.

Ökonomische und ökologische Verantwortung ergänzen sich für LÜTZE sinnvoll und spiegeln sich in nachhaltiger Unternehmensführung wider – und in der LÜTZE-Nachhaltigkeitsinitiative SkyBLUE. LÜTZE engagiert sich in zahlreichen Gemeinschaftsprojekten mit dem Ziel der verbesserten Energieeffizienz und dem verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen: So z.B. in der Innovationsallianz Green Carbody Technologies und in der VDMA-Blue-Competence Initiative.

LÜTZE lebt zudem seit vielen Jahren Nachhaltigkeit in Fertigung und Produktpolitik. Das Engagement in die klimaschonenden Bahntechnik oder die Verwendung von umweltverträglichen Materialien seien hierfür stellvertretend genannt.

Friedrich Lütze GmbH
Bruckwiesenstraße 17-19
71384 Weinstadt-Großheppach
Telefon: +49 (0) 7151 60530
Telefax: +49 (0) 7151 6053277
E-Mail: info@luetze.de
Internet: www.luetze.de

MANKIEWICZ GEBR. & CO.

CYCONJET
Industrial Inkjet Technology

CYCONJET® ist eine Marke von

MANKIEWICZ
INDUSTRIAL COATINGS



Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG), mit Firmensitz in Hamburg, wurde 1895 gegründet und ist führend im Bereich lösungsmittelhaltiger und wasserverdünnbarer Hightech-Beschichtungssysteme für die industrielle Serienfertigung.

Heute beliefert Mankiewicz unterschiedliche Märkte wie Maschinenbau, Investitionsgüter, Automobil, Luftfahrt, Bahn, Medizintechnik, Yachten etc. mit hochwertigen Lacksystemen. Darüber hinaus entwickelt Mankiewicz innovative Technologien wie Inkjet und UV-härtende Lacksysteme, bringt sie zur Marktreife und kombiniert sie mit traditionellen Verfahren.

Mehr als 1.000 Mitarbeiter setzen weltweit „Lackierideen der Zukunft“ nach aktuellen Qualitätsstandards um. Die Qualität der Produkte und Prozesse wird dabei durch ein langjährig etabliertes Qualitätsmanagementsystem sichergestellt (Zertifizierung nach ISO 9001, ISO/TS 16949, VDA 6.3, EN 9100, und ISO 14001).

Mankiewicz Gebr. & Co. (GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Straße 189
21107 Hamburg/Germany
Tel. +49 (0) 40 75103 0
Internet: www.mankiewicz.com

MÜHLHOFF UMFORMTECHNIK GMBH



Die **Mühlhoff Umformtechnik GmbH** ist ein leistungsstarker Partner für nahezu alle namhaften Automobilhersteller und deren Zulieferer weltweit.

Wir bringen Stahl, Edelstahl und Walzalu­minium in Form – zuverlässig, präzise und kompetent – in Materialstärken von 0,6 bis 10,00 mm bei einer maximalen Breite von 1.300 mm. Oberflächenveredlung ist in allen gängigen Qualitäten verfügbar.

Neben dem Kerngeschäft, der komplexen Umformtechnik, ist der Werkzeugbau unser zweites Standbein. Als langjähriger Entwicklungspartner der Automobilindustrie ist Mühlhoff durch sein Know-how und modernste Maschinen in der Lage für seine Kunden Folgeverbund- und Transferwerkzeuge bis zu einer Länge von 6,0 m zu fertigen.

Durch den Einsatz von u.a Servotechnologie erreichen wir Flexibilität bei der Produktion, eine wirtschaftliche Fertigung komplexer Teil­geometrien und eine hohe Ausbringungsleistung bei hoher Teilequalität. Unsere Prozesse sind mittels Lean Six Sigma konsequent an die Kundenbedürfnisse angepasst.

Mühlhoff Umformtechnik GmbH
Jürgen Neumann
Mühlhoffstraße 32
47589 Uedem
Tel.: +49 (0) 2825 87 0
E-Mail: info@muehlhoff.de
Internet: www.muehlhoff.de

NEUHÄUSER MAGNET- UND FÖRDERTECHNIK GMBH



NEUHÄUSER
MAGNET- UND FÖRDERTECHNIK



Die Firma NEUHÄUSER Magnet- und Fördertechnik GmbH gehört als eigenständiges Unternehmen zur NEUHÄUSER-Gruppe und ist seit mehr als 20 Jahren weltweit Lieferant für Anlagen und Systeme in den Bereichen Automatisieren, Transportieren und Separieren. Für die Automation bietet NEUHÄUSER Komplettlösungen und Komponenten an, die bis ins kleinste Detail aufeinander abgestimmt sind. Stapel- und Entstapelanlagen, Zahnriemen- und Vakuumpförderer werden in schalt- und nichtschaltbarer Ausführung nach Kundenwunsch konstruiert und hergestellt.

Alle Anlagen können mit der dazugehörigen Steuerung bzw. Leistungselektronik ausgestattet werden. Ein weiteres Beispiel für innovative NEUHÄUSER-Technologie ist die patentierte Vakuumtechnik. Mit ihr ist der aufliegende oder hängende Transport von NE-Platinen und anderen Werkstoffen möglich. Diese seit längerem in der Automobilindustrie mit großem Erfolg eingesetzte Technik kann auch mit NEUHÄUSER-Magnetförderern zum Stapeln und Entstapeln kombiniert werden.

NEUHÄUSER Magnet- und Fördertechnik GmbH
Scharnhorststraße 11-16
44532 Lünen
Tel.: +49 (0) 2306 949 215
Fax: +49 (0) 2306 949 273
E-Mail: prior@neuhaeuser.com
Internet: www.neuhaeuser.com

ORTLINGHAUS-WERKE GMBH

Ortlinghaus



Die Gruppe Ortlinghaus wurde im Jahr 1898 gegründet und ist heute ein in der vierten Generation familiengeführtes Unternehmen mit Fertigungsstätten in Deutschland und der Schweiz.

Traditionell im Bereich der Antriebstechnik beheimatet, prägt das innovative Denken der weltweit 550 Mitarbeiter das Unternehmen. Bereits 1932 wurden serienmäßig standardisierte Lamellenkupplungen als komplette Maschinenelemente produziert. Weltruf erlangten wir mit unserer Sinus[®]-Lamelle, die unter anderem die Kupplungstechnik in den Großpressen der Automobilindustrie maßgeblich beeinflusste.

Digitale Regelungstechnik ergänzt die angestammten Kupplungs-Brems-Kombinationen, Bremsen und Kompaktantriebe zu mechatronischen Lösungen, die uns heute zum Weltmarktführer für mechanische und Servopressen im Automobilbau machen.

Mit diesem Know-how konnte im *InnoCaT[®]* Projekt erstmals eine Karosseriebauvorrichtung automatisch justiert werden, was einen flexibleren Serienanlauf in der Karosseriefertigung ermöglicht und eingesetzte Ressourcen reduziert.

Ortlinghaus-Werke GmbH
Rainer Stuhlmüller
Kenkhauser Str. 125
42929 Wermelskirchen
Tel.: +49 (0) 2196 85 0
E-Mail: rainer.stuhlmueLLer@ortlinghaus.com
Internet: www.ortlinghaus.com

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG



Phoenix Contact ist weltweiter Marktführer für Komponenten, Systeme und Lösungen im Bereich der Elektrotechnik, Elektronik und Automation. Das Familien-Unternehmen, das heute weltweit rund 12.800 Mitarbeiter beschäftigt, hat 2012 einen Umsatz von mehr als 1,59 Mrd. Euro erwirtschaftet.

Der Stammsitz der Phoenix Contact-Gruppe, zu der in Deutschland acht Unternehmen gehören, ist in Blomberg. Die Unternehmensgruppe ist durch nahezu 50 eigene Vertriebs-Gesellschaften und weitere 30 Vertretungen in Europa und Übersee vertreten.

Ein vielfältiges Programm von Reihen- und Sonderklemmen, Printklemmen und Steckverbindern, Kabelanschlusstechnik und Installationszubehör bietet innovative Komponenten. Elektronische Interfaces und Stromversorgungen, Automatisierungssysteme auf Basis von Ethernet und Wireless, Sicherheitslösungen für Mensch, Maschine und Daten, Überspannungsschutz-Systeme sowie Software-Programme und -Tools bieten umfassende Systeme für Errichter und Betreiber von Anlagen sowie Gerätehersteller.

PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH
 Flachsmarktstr. 8
 32825 Blomberg
 Tel.: +49 (0) 52 35 3-1 20 00
 Fax: +49 (0) 52 35 3-1 29 99
 E-Mail: info@phoenixcontact.de
 Internet: www.phoenixcontact.com

PRECITEC KG

PRECITEC



Die Firma Precitec wurde 1971 in Baden-Baden gegründet. Schon damals war es unser Ziel, dem Markt der Lasermaterialbearbeitung immer einen Schritt voraus zu sein. Das ist bis heute unser Credo und gleichzeitig der Motor für unsere unternehmerische Entwicklung.

Precitec ist Spezialist für anspruchsvolle Systemlösungen auf dem Gebiet der Lasermaterialbearbeitung. Die Produkte sind bekannt für ihre Zuverlässigkeit und Industrietauglichkeit.

Für das Laserschneiden sind Bearbeitungsköpfe für alle gängigen Lasertypen erhältlich. Ausgestattet mit der berührungslosen langzeitstabilen Abstands- und Prozesssensorik erzielen sie optimale Schnittqualitäten.

Für das Laserstrahlfügen bietet Precitec mit Bearbeitungsköpfen und Qualitätsüberwachungssystemen effiziente Komplettlösungen aus einer Hand. Ob für die Pre-, In-, oder Post-Prozess-Überwachung, Precitec hat die richtige Lösung parat. Dank der In-Prozess Überwachung konnte im Projekt „Green Carbody Technologies“ auch mit verringerter Laserleistung sicher geschweißt werden.

Precitec KG
Draisstraße 1
76571 Gaggenau
Tel.: +49 (0) 7225 684 0
Fax: +49 (0) 7225 684 900
E-Mail: precitec@precitec.de
Web: www.precitec.de

PROMESS GMBH



PROMESS entwickelt, produziert und vertreibt weltweit Komponenten und Systeme für die Montage- und Automationsindustrie. Die Kernkompetenz besteht sowohl in der Erstellung von hochwertigen Standardkomponenten als auch in der Entwicklung kompletter Technologien zur Lösung individueller und komplexer Montage- und Prüfaufgaben. Das Produktspektrum umfasst Universelle Füge-Module, Universelle Drehmomentmodule, Einzelarbeitsplätze und Prüfplätze, Fügeüberwachungssysteme und umfangreiches Zubehör. Die Produkte werden in der Serienproduktion aller namhafter Automobilkonzerne sowie in Prüf- und Laborumgebungen eingesetzt.

Seine langjährige Erfahrung in der Fügetechnologie bringt PROMESS im Rahmen des *InnoCaT*[®] Projekts im Bereich der Weiterentwicklung kalter Fügetechnologien für hoch- und höchstfeste Werkstoffe ein. PROMESS ist hier speziell mit der Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitsantriebs auf elektromechanischer Basis befasst.

Promess Gesellschaft für Montage- und
Prüfsysteme mbH
Nunsdorfer Ring 29
12277 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 62 88 72 20
E-Mail: lechler@promessmontage.de
Internet: www.promessmontage.de

RITTAL GMBH & CO. KG



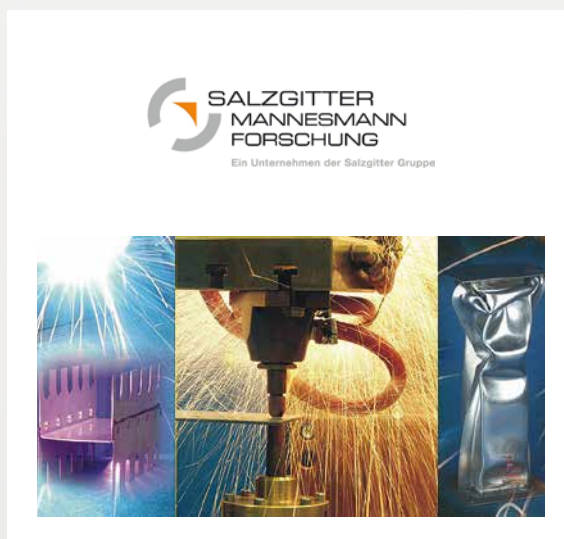
Die Rittal GmbH & Co. KG mit Hauptsitz in Herborn, Hessen, ist ein weltweit führender Systemanbieter für Schaltschränke, Stromverteilung, Klimatisierung, IT-Infrastruktur sowie Software & Service. Systemlösungen von Rittal kommen in allen Bereichen der Industrie, im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der ITK-Branche zum Einsatz. Zum Leistungsspektrum gehören dabei auch Komplettlösungen für modulare und energieeffiziente Rechenzentren.

Der führende Softwareanbieter Eplan sowie das Software- und Beratungshaus Mind8 ergänzen die Rittal Systemlösungen durch disziplinübergreifende Engineering-Lösungen.

1961 gegründet, ist Rittal mittlerweile mit elf Produktionsstätten, 64 Tochtergesellschaften und 40 Vertretungen weltweit präsent. Mit insgesamt 10.000 Mitarbeitern ist Rittal das größte Unternehmen der inhabergeführten Friedhelm Loh Group. Die gesamte Unternehmensgruppe beschäftigt 11.500 Mitarbeiter und erzielte im Jahr 2011 einen Umsatz von rund 2,2 Milliarden Euro.

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herborn
Tel.: +49 (0) 2772 505 0
Fax: +49 (0) 2772 505 2319
E-Mail: info@rittal.de
Internet: www.rittal.de

SALZGITTER MANNESMANN FORSCHUNG GMBH



Die Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH (SZMF) ist in der Salzgitter AG verantwortlich für die Innovationsfähigkeit und -leistung in den Unternehmensbereichen Stahl und Röhren.

Am Standort Salzgitter konzentrieren sich die Aktivitäten auf die Produktsegmente Warm- und Kaltband. In Duisburg liegt der Schwerpunkt auf den Bereichen Rohr, Profil und Grobblech – von geschweißten oder nahtlosen Präzis- und Leitungsrohren bis hin zu großformatigen Pipelines.

Mit numerischen Simulationen und experimentellen Versuchen werden neue Stähle, Überzugs- und Verarbeitungs-Know-how entlang der Prozesse entwickelt. Weitere Gebiete sind ingenieurtechnische Analysen zur Werkstoff- und Bauteilmechanik, strukturmechanische und umformtechnische Untersuchungen sowie die Entwicklung und der Bau von zerstörungsfreien Prüfanlagen.

Zu Kunden zählen Konzerngesellschaften sowie zahlreiche externe Kunden der stahlverarbeitenden Industrie, der Automobilbranche, des Maschinen- und Anlagenbaus, der Energietechnik und der Bauwirtschaft.

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
Eisenhüttenstraße 99
38239 Salzgitter
E-Mail: info.service@sz.szmf.de
Internet: www.szmf.de

SCHULER AG



Als Technologie- und Weltmarktführer in der Umformtechnik liefert Schuler Maschinen, Anlagen, Werkzeuge, Verfahrens-Know-how und Dienstleistungen für die gesamte metallverarbeitende Industrie. Im Geschäftsjahr 2011/12 erzielte der Konzern mit rund 5.500 Mitarbeitern weltweit einen Umsatz von 1,23 Milliarden Euro.

Für Schuler ist Energieeffizienz ein bedeutendes Thema. Das Unternehmen hat deshalb ein spezielles Energielabel entwickelt. Damit lassen sich Umformanlagen bezüglich ihres Energieverbrauches vergleichen und bewerten.

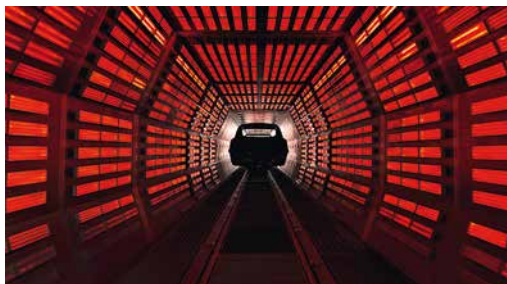
Energiesparlösungen wie Stand-by-Betrieb, Verbrauchsanzeige oder Energiespeicher sind bereits fester Bestandteil von Schuler-Anlagen.

Forschung und Entwicklung erfolgen mit dem Ziel, energiesparende Konstruktionen zur Serienreife zu bringen. Schuler engagiert sich in den Teilprojekten 2.2.1 + 2.2.3 der Innovationsallianz Green Carbody.

Schuler AG
Bahnhofstraße 41
73033 Göppingen
Internet: www.schulergroup.com

SIEMENS AG

SIEMENS



Siemens ist ein starker Partner in der Automobilindustrie. Auf Basis langjähriger Erfahrung, haben wir ein umfassendes Portfolio von abgestimmten Produkten und Lösungen entwickelt – angefangen beim effizienten Produktdesign mit Hilfe von PLM-Software, über flexible Automatisierungskonzepte in der Fertigung, bis hin zur Wartung.

Unsere Industriesoftware ermöglicht eine durchgängige Kommunikation zwischen ERP- und Feldebene. So gewinnt Ihre Automobilproduktion an Flexibilität und Produktivität, und Sie können schneller neue Modelle auf den Markt bringen.

Siemens ist Vorreiter auch beim Thema Energieeffizienz. Wir bieten ein einzigartiges Energieeffizienzportfolio, das Sparpotentiale in der Fertigung identifiziert, evaluiert und realisiert. Dahinter stehen Produkte wie die Steuerungen der SIMATIC S7-Familie, die SINAMICS Frequenzumrichter mit Rückspeisefähigkeit, Kommunikation mit PROFlenergy, das Visualisierungssystem SIMATIC WinCC/Powergate und das Energiedatenmanagementsystem SIMATIC B.Data.

Siemens AG
Gleiwitzer Str. 555
90475 Nürnberg
Tel.: +49 (0) 911 895 0
Fax: +49 (0) 911 895 5099
E-Mail: automotive@siemens.com
Internet: www.siemens.de/automotive

SN SPINDELTECHNIK STEFFEN NITSCHKE



Die Firma SN Spindeltechnik besitzt langjährige Erfahrungen im Bereich der Konstruktion und Fertigung von Spindeln für spanende Werkzeugmaschinen, Prüfstandtechnik und Sondermaschinen. Unsere Spindeln finden Einsatz bei der Bearbeitung von verschiedenen Materialien wie Metall, Keramik, Kunststoff oder Holz in Schleif-, Polier-, Fräs-, Dreh- und Bohrmaschinen sowie in Prüfständen.

Durch die Teilnahme an Tagungen, Konferenzen und Messen sowie der Beteiligung an Forschungsprojekten fließen neue Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung in die Arbeit ein und sorgen für unser hohes technisches Know-how.

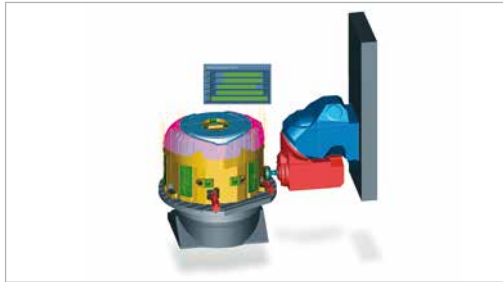
Ziel unserer Arbeit ist es, auf alle gewünschten Anforderungen unserer Kunden einzugehen und die bestmöglichen Lösungen für sie zu finden.

Im Projekt waren wir verantwortlich für die Konzipierung, Entwicklung und Fertigung des Spindel systems für die rotatorische und translatorische Bearbeitung.

SN Spindeltechnik Steffen Nitschke
Schillerstraße 20
04720 Döbeln
Tel.: +49 (0) 3431 679 219 0
Fax: +49 (0) 3431 679 219 9
E-Mail: info@sn-spindeltechnik.de
Internet: www.sn-spindeltechnik.de

TEBIS TECHNISCHE INFORMATIONSSYSTEME AG

tebis
DIE CAD/CAM-EXPERTEN



Mit der Gründung im Jahr 1984 zählt die Tebis AG zu den Pionieren in der CAD/CAM-Branche. Mehr als 8.400 CAD/CAM-Systeme von Tebis sind weltweit bei etwa 2.000 Firmen installiert. Dazu zählen die meisten Automobilunternehmen, deren Zulieferer, Modell-, Formen- und Werkzeugbauer sowie Unternehmen aus dem Flugzeug- und Maschinenbau.

Aber Tebis steht nicht nur für technologisch führende Software, sondern auch für Beratung zur intelligenten Implementierung und hocheffizienten Nutzung der Betriebsmittel. Dabei garantiert die umfassende Erfahrung der Consulting-Teams, dass sich durch effektiven Einsatz von Tebis Software die Produktivität steigern und gleichzeitig die Kosten deutlich senken lassen.

Die CAD/CAM-Lösungen von Tebis findet man vor allem dort, wo es um die Bearbeitung anspruchsvoller Bauteile, hohe Oberflächenqualität und perfekte Unterstützung der Prozesskette vom CAD-Modell bis zum fertigen Bauteil geht.

Tebis Technische Informationssysteme AG
Einsteinstraße 39
82152 Martinsried/Planegg
Tel.: +49 (0) 89 81803 0
E-Mail: info@tebis.com
Internet: www.tebis.com

TOWER INTERNATIONAL



Tower International ist einer der weltweit größten Automobilzulieferer für Karosseriekomponenten, Fahrwerksrahmen und Fahrwerksmodule. Auf vier Kontinenten stehen wir unseren Kunden mit mehr als 8.000 Mitarbeitern als leistungsfähiger Partner zur Seite.

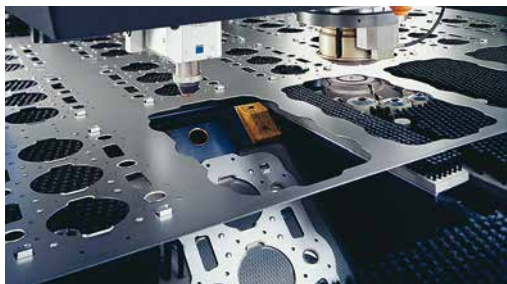
Tower International gehört zu den führenden Anbietern von Pressteilen und komplexen Schweißbaugruppen und beliefert alle namhaften Automobilhersteller. Als Full-Service-Supplier decken wir für unsere Kunden die gesamte Prozesskette Karosserie aus einer Hand ab: Projektmanagement, Supply Chain Management, Simultaneous Engineering, Werkzeugbau, Pressteilfertigung, Rohbau, Innenhochdruck-Umformung und Logistik verbinden wir zu Karosseriekompetenz auf höchstem Niveau.

Im Rahmen von *InnoCaT*[®] hat Tower International in zwei Teilprojekten wertvolle Beiträge sowohl bei der Auswahl von Demonstratorbauteilen und der Prozessentwicklung als auch bei der testweisen Umsetzung im Rahmen der Werkzeugentwicklung und Versuchsdurchführung geleistet.

Tower Automotive
Bergisch Gladbach
Presse: Sandra Krzak
Telefon: +49 (0) 2202 103386
Technik: Gerd Raubach
Telefon: +49 (0) 2202 103314

TRUMPF

TRUMPF



TRUMPF ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen mit den Geschäftsfeldern Werkzeugmaschinen, Lasertechnik, Elektronik und Medizintechnik. Die Produkte und Leistungen aus der Fertigungstechnik des Unternehmens kommen in nahezu jeder Branche zum Einsatz.

TRUMPF ist Technologie- und Marktführer bei Werkzeugmaschinen für die flexible Blechbearbeitung und bei industriellen Lasern. Forschung und Entwicklung haben für TRUMPF höchsten Stellenwert.

TRUMPF Produkte sollen seinen Kunden einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. Sei es durch höhere Produktivität, gesteigerte Flexibilität, die Einsparung von Ressourcen oder durch die Eröffnung neuer Fertigungsmöglichkeiten und Märkte.

Im *InnoCaT*[®]-Projekt waren wir mit unserem ganzen Know-how zur Prozesskette Blech als Entwicklungspartner tätig. Über unsere Demonstratoren zeigen wir auf, welche Leichtbau- und Produktivitätspotentiale über eine lasergerechte Blechbearbeitung in der Automobilindustrie möglich sind.

TRUMPF Laser- und Systemtechnik GmbH
 Johann-Maus-Straße 2
 71254 Ditzingen
 Klaus Löffler
 Tel.: +49 (0) 7156 303 30962
 E-Mail: Klaus.Loeffler@de.trumpf.com
 Internet: www.trumpf-laser.com

WELDING ALLOYS GROUP



Die Welding Alloys Gruppe ist ein führender Spezialist für die Entwicklung von Fülldrahtelektroden und Schweißautomaten zum Auftrag- und Verbindungsschweißen sowie ein Anbieter von industriellen Schweißdienstleistungen durch ihre Integra Service Zentren.

Unser Team hochqualifizierter Schweißfachingenieure beherrscht die Erzeugung hochwertiger Schweißgüter mit erprobten und qualifizierten Prozessen, die Welding Alloys Produkte, Technologien und Dienstleistungen verwenden. Unsere Erfahrungen für Anwendungen zum Verbindungsschweißen, Plattieren und Panzern sind einzigartig und mit ihnen versuchen wir unseren Kunden die Lösungen mit den fortschrittlichsten Technologien zu liefern.

Welding Alloys strebt eine enge Beziehung zu seinen Kunden an und hat viele Partnerschaften zu Anwendern in verschiedenen Industriezweigen aufgebaut. Als Hersteller von Zusatzwerkstoffen beteiligt sich Welding Alloys auch innerhalb des *InnoCaT*[®]-Projektes an der Entwicklung neuer Schweißverfahren und -anwendungen.

Welding Alloys Deutschland GmbH
Ostring 52
47669 Wachtendonk
Tel.: +49 (0) 2836 9119 0
E-Mail: info.germany@welding-alloys.com
Internet: www.welding-alloys.com

KARL WÖRWAG GMBH

WÖRWAG
Farbe. Beschichtung. Kompetenz.



Das moderne, international aufgestellte Familienunternehmen Wörwag entwickelt und produziert seit über 90 Jahren hochwertige Lacke. Mit rund 800 Beschäftigten weltweit bietet Wörwag Pulver- und Flüssiglacke sowie Lackfolien für industrielle Anwendungen in vielen Branchen.

Moderne Produktionsanlagen, innovative und umweltschonende Fertigungsmethoden, hochwertige Rohstoffe sowie ständige Prozesskontrollen sorgen für beständige Topqualität unserer Produkte.

Wörwag ist Mitglied der Innovationsallianz „Green Carbody Technologies“ und bringt hier seine langjährige Erfahrung ein, Lackaufbauten entsprechend den Ansprüchen an Multi-substrate sowie an ökologische und ökonomische, modulare Lackieranlagen auszuwählen und deren Einsatzfähigkeit zu validieren. Zusätzlich wurde unser Know-how bestätigt, was die ressourcenschonende Machbarkeitsanalyse von Lacksystemen vor Serieneinführung hinsichtlich Verarbeitbarkeit, Applikationssicherheit und Colormatch (Farbharmonie) betrifft.

Karl Wörwag Lack- und
Farbenfabrik GmbH & Co. KG
Strohgäustrasse 28
70435 Stuttgart
Dr. Alexander Gissel
Internet: www.woerwag.de

DIE ALLIANZ VON WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT

LENKUNGSKREIS

Die Innovationsallianz ist ein Zusammenschluss deutscher Automobilisten, der Zuliefer- und Ausrüsterindustrie sowie produktionstechnischer Fraunhofer-Institute. Die Gesamtkoordination wird ausgeübt durch die Volkswagen AG und das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Dem Lenkungskreis der Allianz gehören Vertreter folgender Firmen und Institutionen an:

Sprecher der Allianz:

Dr. Hubert Waltl
Volkswagen AG
Berliner Ring 2
38436 Wolfsburg

Prof. Reimund Neugebauer
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27 c
80686 München

**Bundesministerium für
Bildung und Forschung BMBF**
Heinemannstr 02
53175 Bonn

Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Außenstelle Dresden
Hallwachsstraße 3
01069 Dresden

Daimler AG
Mercedesstraße 136
70327 Stuttgart
www.daimler.com

Rittal GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbronn
www.rittal.com

VDMA
Verband Deutscher Maschinen- und
Anlagenbau e.V.
Lyoner Strasse 18
60528 Frankfurt/ Main
www.vdma.org

Friedrich Lütze GmbH
Bruckwiesenstraße 17-19
71384 Weinstadt-Großheppach
www.luetze.de

ThyssenKrupp Steel Europe AG
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg
www.thyssenkrupp-steel-europe.com

Phoenix Contact Electronics GmbH
Dringenuer Straße 30
31812 Bad Pyrmont
www.phoenixcontact.com

Tower Automotive Holding GmbH
De-Casperi-Straße 8
51469 Bergisch-Gladbach
www.towerinternational.com

Partner aus der Forschung

**Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschi-
nen und Umformtechnik IWU**
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
www.iwu.fraunhofer.de

**Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT**
Steinbachstraße 17
52074 Aachen
www.ipt.fraunhofer.de

**Fraunhofer-Institut für Produktions-
technik und Automatisierung IPA**
Nobelstrasse 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und
Produktionsprozesse
Professur für Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik
Reichenhainer Straße 70
09126 Chemnitz
www.tu-chemnitz.de/mb/WerkzMasch/

**Werkzeugmaschinenlabor WZL
der Rheinisch-Westfälischen
Technischen Hochschule Aachen**
Manfred-Weck Haus
Steinbachstraße 19
52056 Aachen
www.wzl.rwth-aachen.de

DIE ALLIANZ VON WIRTSCHAFT UND WISSENSCHAFT

PARTNER AUS DER INDUSTRIE

Arnold & Shinjo GmbH & Co.KG
Max-Planck-Str. 19
74677 Dörzbach
www.arnold-shinjo.de

AUDI AG
85045 Ingolstadt
www.audi.com

AutoForm Engineering
Deutschland GmbH
Marktstrasse 46
88212 Ravensburg
www.autoform.com

BOGE KOMPRESSOREN
Otto Boge GmbH & Co. KG
Otto-Boge-Straße 1-7
33739 Bielefeld
www.boge.com

BRAUN-CarTec GmbH
Hauptstraße 421
66773 Schwalbach
www.brauncartec.de

Concept Laser GmbH*
An der Zeil 8
96215 Lichtenfels
www.concept-laser.de

Daimler AG
Mercedesstraße 136
70327 Stuttgart
www.daimler.com

Deckel Maho Pfronten GmbH
DECKEL MAHO-Straße 1
87459 Pfronten
www.dmg.com

DINSE G.m.b.H.
Tarpen 36
22419 Hamburg
www.dinse-gmbh.com

Direkt Form Projektgesellschaft mbH*
Gewerbegebiet Freiberg-Ost
Ahornstraße 11
09627 Hilbersdorf
www.direktform.de

Dürr Systems GmbH
Carl-Benz-Straße 34
74321 Bietigheim-Bissingen

Eisenmann AG
Tübinger Straße 81
71032 Böblingen
www.eisenmann.com

EWM HIGHTEC WELDING GmbH
Dr. Günter-Henle-Straße 8
56271 Mündersbach
www.ewm-group.com

FE-Design GmbH
Haid-und-Neu-Straße 7
76131 Karlsruhe
www.fe-design.de

Festo AG & Co. KG
Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
www.festo.com

Finzel Hydraulik Chemnitz e.K.
Mittelbacher Strasse 8
09224 Grüna
www.finzel.de

FORCAM GmbH
Bahnhofplatz 1
88045 Friedrichshafen
www.forcam.de

H&T Produktionstechnologie GmbH
Gewerbering 26 b
08451 Crimmitschau
www.ht-pt.com

Hager Sondermaschinen GmbH*
Weilerweg 5
86753 Möttingen
www.hager-gmbh.de

Dr. Johannes Heidenhain GmbH*
Kaltes Feld 22
08468 Heinsdorfergrund
www.heidenhain.de

imq Ingenieurbetrieb für
Materialprüfung, Qualitätssicherung und
Schweißtechnik GmbH
Gewerbering 30
08451 Crimmitschau
www.imq-gmbh.de

Infoman AG
Meitnerstraße 10
70563 Stuttgart
www.infoman.de

Kennametal Shared Services GmbH*
Muenchener Strasse 125
45145 Essen
www.kennametal.com

KUKA Roboter GmbH*
Blücherstraße 144
86165 Augsburg
www.kuka-robotics.com

KUKA Systems GmbH*
Weidauerstraße 15
08340 Schwarzenberg/Erzgebirge
www.kuka-systems.com

Friedrich Lütze GmbH
Bruckwiesenstraße 17-19
71384 Weinstadt-Großheppach
www.luetze.de

Mankiewicz Gebr. & Co.
(GmbH & Co. KG)
Georg-Wilhelm-Straße 189
21107 Hamburg
www.mankiewicz.com

ModuleWorks GmbH
Ritterstraße 12
52072 Aachen
www.moduleworks.com

Mühlhoff Umformtechnik GmbH
Mühlhoffstraße 32
47589 Uedem
www.muehlhoff.de

NEUHÄUSER Magnet- und Fördertechnik GmbH
Scharnhorststraße 11
44532 Lünen
www.neuhaeuser.com

Niles-Simmons Industrieanlagen GmbH
Zwickauer Straße 355
09117 Chemnitz
www.niles-simmons.de

Ortlinghaus-Werke GmbH
Kenkhauser Str. 125
42929 Wermelskirchen
www.ortlinghaus.com

Phoenix Contact Electronics GmbH
Dringenauer Straße 30
31812 Bad Pyrmont
www.phoenixcontact.com

Precitec KG
Draisstraße 1
76571 Gaggenau-Bad Rotenfels
www.precitec.de

Promess Gesellschaft für Montage-
und Prüfsysteme mbH
Nunsdorfer Ring 29
12277 Berlin
www.promessmontage.de

Rittal GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg
35745 Herbronn
www.rittal.com

Römheld & Moelle Eisengießerei,
Maschinen- und Apparatebau GmbH
Rheinallee 92
55120 Mainz
www.roemheld-moelle.de

Salzgitter Mannesmann Forschung
GmbH
38223 Salzgitter
www.salzgitter-mannesmann-forschung.de

Schuler Automation GmbH & Co. KG
Louis-Schuler Straße 9
75050 Gemmingen
www.schulergroup.com

Schuler Pressen GmbH & Co. KG
Bahnhofstraße 41
73033 Göppingen
www.schulergroup.com

SHB Stahl- und Hartgusswerke
Bösdorf GmbH
Werkstraße 7
04249 Leipzig-Knautnaundorf
www.shb-guss.de

Heinz Schwarz GmbH & Co. KG
Lerchenweg 43
32361 Preußisch Oldendorf
www.schwarz-werkzeugbau.de

Siebenwurst Werkzeugbau GmbH
Herschelstraße 4
08060 Zwickau
www.siebenwurst-wzb.de

Siemens AG
Corporate Research and Technologies
Günther-Scharowsky-Str. 1
91058 Erlangen
www.siemens.com

SN-Spindeltechnik Steffen Nitschke
Schillerstraße 20
04720 Döbeln
www.sn-spindeltechnik.de

Steinbichler Optotechnik GmbH
Georg-Wiesböck-Ring 12
83115 Neubuern
www.steinbichler.de

T e b i s
Technische Informationssysteme AG
Einsteinstr. 39
82152 Martinsried/Planegg
www.tebis.com

ThyssenKrupp Steel Europe AG
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg
www.thyssenkrupp-steel-europe.com

Tower Automotive Holding GmbH
De-Casperi-Straße 8
51469 Bergisch-Gladbach
www.towerinternational.com

TRUMPF Laser und Systemtechnik
GmbH
Johann-Maus-Straße 2
71254 Ditzingen
www.trumpf-laser.com

Vogel Automatisierungstechnik GmbH
Dornburger Straße 10
07778 Neuengönna
www.vat.de

Volkswagen AG
Berliner Ring 2
38436 Wolfsburg
www.volkswagen.de

Welding Alloys Deutschland GmbH
Ostring 52
47669 Wachtendonk
www.welding-alloys.com

Karl Wörwag
Lack- und Farbenfabrik GmbH & Co.KG
Strohgäustraße 28
70435 Stuttgart
www.woerwag.de

* assoziierte Partner

KONTAKT/ ANSPRECHPARTNER

PROJEKTPARTNER UND KOORDINATOREN

InnoCaT® Gesamtkoordination

Fraunhofer IWU: Prof. Dr. Matthias Putz Volkswagen AG: Dr. Albrecht Stalmann

InnoCaT® 1

Planung der Niedrigenergie-Produktion

Koordination:

Fraunhofer IWU: Dr. Andreas Schlegel

Volkswagen AG: Dr. Jan Spies

Teilprojektleiter

1.0.1	Ganzheitliche Bilanz	Dr. Andreas Schlegel	Fraunhofer IWU
1.1.1	Datenintegration	Dr. Frank Jungnickel	Siemens AG
1.2.1	Digitale Fabrik	Dr. Dieter Geckler	Volkswagen AG
1.2.2	Druckluft	Dr. Jan Bredau	Festo AG & Co. KG
1.3.1	Energieleitsystem	Dr. Alexander Schließmann	Forcam GmbH

InnoCaT® 2

Performance Presswerk

Koordination

Fraunhofer IWU: Frank Schieck, Peter Blau

Volkswagen AG: Torsten Linke

Teilprojektleiter

2.1.1	Werkstoffeffekte	Dr. Roland Müller	Fraunhofer IWU
2.1.2	Prozessstabilität	Sören Scheffler	Fraunhofer IWU
2.1.3	Verfahrensverbund	Peter Scholz	Fraunhofer IWU
2.1.4	Formschlagen	Mathias Kott	Fraunhofer IWU
2.1.5	Kleine Stückzahlen	Marco Pröhl	Fraunhofer IWU
2.2.1	Umformmaschine	Dr. Thomas Päßler	Fraunhofer IWU
2.2.2	Energieversorgung	Dr. Steffen Noack	Fraunhofer IWU
2.2.3	Antriebstechnik	Norbert Lütz	Fraunhofer IWU

InnoCaT[®] 3

Ressourceneffizienter Werkzeugbau

Koordination

Fraunhofer IPT: Kristjan Arntz
Fraunhofer IWU: Carsten Hochmuth
Volkswagen AG: Dr. Roland Malek

Teilprojektleiter

3.1.1	Lebenszyklus	Benjamin Döbbeler	Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen
3.2.1	Strukturoptimierung	Dr. Steffen Nestmann	Fraunhofer IWU
3.2.2	Blechwarmumformen	Dr. Bernhard Müller	Fraunhofer IWU
3.3.1	Werkzeugkorrektur	Dennis Andrecht	Fraunhofer IPT
3.3.2	Fräsbearbeitung	Claudius Rienäcker	Fraunhofer IWU
3.3.3	Verschleißreduktion	Daniel Heinen	Fraunhofer IPT
3.3.4	Fräsmaschinenteknik	Dr. Steffen Ihlenfeldt	Fraunhofer IWU

InnoCaT[®] 4

Energie- und ressourceneffizienter Karosseriebau im Lebenszyklus

Koordination

Fraunhofer IWU: Marko Pfeifer
Volkswagen AG: Reinhardt Mielke

Teilprojektleiter

4.1.1.	Fügetechnologien	Marc Hübner	EWM Hightech Welding GmbH
4.1.2	Vorrichtungsjustage	Rainer Stuhlmüller	Ortlinghaus-Werke GmbH
4.2.1	Klimatisierung	Elmar Rothe	Friedrich Lütze GmbH
4.2.2	Energiemanagement	Frank Knafla	Phoenix Contact Electronics GmbH
4.3.1	Bionische Strukturen	Dennis Naß	Volkswagen AG
4.3.2	Fügen höchstfest	Uwe Wolfarth	Arnold & Shinjo GmbH & Co.KG
4.3.3	Lasernahtqualität	Dr. Markus Kogel-Hollacher	Precitec KG

InnoCaT[®] 5

Lackiererei

Koordination

Fraunhofer IPA: Dieter Ondratschek, Dr. Oliver Tiedje

Teilprojektleiter

5.1.1	Verlustfreie Lackierung	Dr. Oliver Tiedje	Fraunhofer IPA
5.1.2	Trocknerkonzepte	Ulrich Strohbeck	Fraunhofer IPA
5.2.1	Modularisierung	Dr. Oliver Tiedje	Fraunhofer IPA

InnoCaT[®]

GREEN CARBODY TECHNOLOGIES

www.greencarbody.de

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ (Förderkennzeichen: 02 PO 2700) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Impressum

Herausgeber

Prof. Reimund Neugebauer
Innovationsallianz Green Carbody
Technologies – InnoCaT®
www.greencarbody.de

Redaktion

Annegret Esche
Prof. Matthias Putz
Torsten Münch

Fraunhofer IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz

Gestaltung

creativ clicks GmbH
schönherr.fabrik
Schönherrstraße 8 - Haus10 C
09113 Chemnitz

Druck

MAXROI Graphics GmbH, Görlitz

Bestellungen

schriftlich an den Herausgeber
Fraunhofer-Institut für Werkzeug-
maschinen und Umformtechnik IWU
Projektbüro InnoCaT®
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz oder per
Tel.: 0371- 5397-1380
Fax: 0371- 5397-1447
annegret.esche@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de

© Fraunhofer-Institut für Werkzeug-
maschinen und Umformtechnik IWU,
Chemnitz
Redaktionsstand: Februar 2013



Bildnachweise

Audi AG: 51 mitte und unten, 85 oben

Daimler AG: 79, 81 mitte oben, 83 unten rechts

Dürr AG: 81 unten rechts, 85 unten rechts

Eisenmann AG: 83 oben

ewm Hightec Welding GmbH: 65 mitte rechts, unten zweites von links

Festo AG & Co.KG: 25

Fotolia: 86, 87

H&T Produktionstechnologie GmbH: 43 unten rechts

Imq-Ingenieurbetrieb GmbH: 77 mitte

iStockphoto (ricardooury): 19 oben, 62

LCS GmbH: 79

Makiewicz GmbH: 81 oben links und unten links

Precitec KG: 77 oben

Rittal GmbH & Co. KG: 69
Schuler AG: 41 Oben und Mitte rechts, 45 mitte

Volkswagen AG: 10, 11, 27, 71

Rechte an den Bildern der Seiten 96 bis Seite 127 sind dem jeweilig abgebildeten Partnerunternehmen vorbehalten.
Alle übrigen Abbildungen: ©Fraunhofer-Gesellschaft, IWP-TU Chemnitz und WZL-RWTH-Aachen

www.greencarbody.de



www.greencarbody.de