

Schlussbericht

Verbundvorhaben

Smart FacE-Smart Micro Factory für Elektrofahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung

Titel des Teilvorhaben:	Schlanke Produktionsplanung aus der Sicht der Zulieferer (SPZ) Zuliefererspezifische Ressourcenoptimierung der Produktionsplanung (ZROP)
Zuwendungsempfänger:	Continental Teves AG & Co. OHG Continental Automotive GmbH
Förderkennzeichen:	01MA13007H 01MA13007I
Autor/en:	Klaus-Jürgen Rossbach, Michael Schwarz, Nicoleta Bot, Alexandra Eberhardt
Laufzeit des Vorhabens:	01.11.2013 bis 31.12.2016

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Projektstruktur	5
3. Stand der Technik zu Projektbeginn.....	9
4. Eingehende Darstellung	11
4.1 Technische Ergebnisse.....	11
4.2 Wissenschaftliche Ergebnisse	33
4.3 Öffentlichkeitsarbeit	34
5. Nutzen und Verwertung.....	35
Literaturverzeichnis.....	37
Verwertungsplan.....	38
Berichtsblatt	39
Document Control Sheet.....	40

1. Einleitung

Die Automobilbranche zählt für den Standort Deutschland zu den wichtigsten Industriezweigen. Daher ist es gerade in diesem Bereich wichtig, die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten voranzutreiben. Hierzu zählen insbesondere Innovationen im Bereich der Produktionstechnologien. Nach den ersten drei industriellen Revolutionen in der Vergangenheit, von der Mechanisierung der Produktionsanlagen bis hin zum Einsatz von Elektronik und IT zur weiteren Automatisierung der Produktion, soll nun die deutsche Wirtschaft auf die vierte industrielle Revolution – kurz Industrie 4.0 – vorbereitet werden. Die durch die Bundesregierung geförderte Zukunftsinitiative hat zum Ziel, die deutsche Industrie in die Lage zu versetzen, für die Zukunft der Produktion gerüstet zu sein. Industrie 4.0 beschreibt den grundlegenden Paradigmenwechsel von einer zentralen zu einer dezentralen, erweiterten Steuerung mit dem Ziel einer hochflexiblen Produktion individualisierter, digital veredelter Produkte und Services. Dabei verschwinden klassische Branchengrenzen und es entstehen neue, unternehmensübergreifende Handlungsfelder und Kooperationsformen. Die sich hieraus abzuleitenden zukünftigen komplexen Aufgaben können durch intelligente Systeme autonom bewältigt werden.

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Smart Micro Factory für Elektrofahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung (SMART FACE)“ im Rahmen Programmes „Autonomik für Industrie 4.0“ das Ziel, einen signifikanten Beitrag im Bereich Kleinstserienfertigung zu leisten. Die speziellen Anforderungen der Kleinserienfertigung bezüglich Betrieb, Skalierbarkeit, Robustheit und Wirtschaftlichkeit erfordern einen umfassenden neuen Ansatz für die Fertigungsplanung und -steuerung. Hieraus resultiert die Notwendigkeit einer schlanken Produktionsplanung und wandlungsfähiger Fertigungsstrukturen. Der vorliegende Abschlussbericht befasst sich mit dem Beitrag, den der Automobilzulieferer Continental im Projekt im Rahmen des Teilvorhabens „Schlanke Produktionsplanung aus Sicht der Zulieferer (SPZ)“ geleistet hat. Im Verbundvorhaben SMART FACE vertritt die Continental AG als Anwendungspartner die spezifischen Aufgaben und Prozesse der Automobilzuliefererindustrie. Durch die Zusammenarbeit mit dem Automobilhersteller Volkswagen AG kann im Projekt ein wertschöpfungskettenübergreifender Ansatz verfolgt werden. SMART FACE bietet für Continental einen Wissenstransfer durch fachliche Vernetzung mit Partnern aus Forschung, Technologie und Wirtschaft. Als innovatives und technologieorientiertes Unternehmen entwickelt Continental intelligente Technologien für die Mobilität der Menschen und ihrer Güter. Als zuverlässiger Partner bietet der internationale Automobilzulieferer, Reifenhersteller und Industriepartner

nachhaltige, sichere, komfortable, individuelle und erschwingliche Lösungen. Der Konzern erzielte 2016 mit seinen fünf Divisionen Chassis & Safety, Interior, Powertrain, Reifen und ContiTech einen Umsatz von 40,5 Milliarden Euro und beschäftigt aktuell rund 220.000 Mitarbeiter in 56 Ländern. Im Forschungsvorhaben SMART FACE wird die Continental AG vertreten durch die Continental Teves AG & Co. oHG sowie die Continental Automotive GmbH. Der vorliegende Abschlussbericht umfasst daher die Arbeiten beider Gesellschaften im Verbundvorhaben. Die Projektleitung innerhalb des Unternehmens wurde an ausgewählte Vertreter der Zentralfunktion „Supply Chain Managements Automotive – Systems and Implementations“ kurz SCMA S&I übergeben. Neben den allgemeinen Zielen des Forschungsvorhabens ist das zentrale Arbeitsziel des Teilvorhabens der Continental AG die Entwicklung einer neuen schlanken Planungsmethodik für die Programmplanung von Kleinserien zur optimalen Ressourcennutzung sowie der Entwicklung eines Betriebskonzeptes für eine dezentrale Elektrofahrzeug Kleinserienfertigung. Des Weiteren engagiert sich Continental bei der Erhöhung der Transparenz und Effizienz durch Parallelisieren von Informations- und Materialfluss in Produktionsabläufen. Zudem beteiligt sich die Continental AG an der Konzeption und Evaluierung der Anforderungen einer wandelbaren, kundeninnovierten Produktion aus Zuliefersicht. Dabei wird der Praxisbezug sichergestellt und eine Bewertung der wirtschaftlichen Machbarkeit ermöglicht.

2. Projektstruktur

Die einzelnen Arbeitspakete des interdisziplinären Projektes werden innerhalb von vier Konzeptebenen beziehungsweise Arbeitsgruppen zusammengefasst. Der ersten Konzeptebene „Feedback Industrie“ sind die Arbeitspakete 1,10 und 11 zugeteilt. Ziel dieser Arbeitsgruppe ist die Aufnahme von Prozessen, Anforderungen, Restriktionen und industriellen Anwendungen. Danach werden die gewonnenen Daten analysiert, strukturiert und anhand eines Zielgrößenkatalogs bewertet. In den beiden zuletzt genannten Arbeitspaketen wird anhand der festgelegten Kriterien die Machbarkeit des Konzepts demonstriert und validiert. Die Continental AG beteiligt sich maßgeblich bei der Ebene „Feedback Industrie“, ist jedoch auch unterstützend an anderen Arbeitspaketen beteiligt. In der Gruppe „Konzepte“ sind die Arbeitspakete 2, 3 sowie 4 angesiedelt. Die Konzeptebene „Cyber“ befasst sich mit den Arbeitspaketen 5 bis 7. Die letzten zwei Arbeitspakete 8 und 9 gehören zum Aufgabengebiet der Arbeitsgruppe „Physical“. Querschnittsthemen über alle Arbeitsgruppen hinweg sind Intelligente Sensoren sowie Cloud-Plattformen. Die

Kernaktivitäten von Continental konzentrieren sich auf die Arbeitspakete 1 bis 4 sowie 10 und 11, die nachfolgend ausführlich formuliert und spezifiziert werden.

Die Arbeiten innerhalb des ersten, initialen Arbeitspaketes „Identifikation und Anforderungsanalyse“ beeinflussen entscheidend den praxisorientierten Fokus und Verlauf des Projektes. Dazu werden die Betriebskonzepte, Strukturen und Rahmenbedingungen von repräsentativen Referenzsystemen der PKW-Kleinserienfertigung analysiert und strukturiert. Die gewonnenen Ergebnisse der durchgeführten Ist-Analyse werden verdichtet, auf zukünftige operative Szenarien adaptiert und in ein skalierbares Prozessmodell überführt, das den formalen Rahmen für die entwickelnden Konzepte und Methoden bildet. Durch die direkte Kommunikation mit Produzenten und Dienstleistern wird gewährleistet, dass insbesondere auch die praktischen, künftigen Bedarfe und Anforderungen an die Produktionsplanung und -steuerung berücksichtigt werden. Die erarbeiteten Ergebnisse werden in ein differenziertes Anforderungsprofil an das zu entwickelnde Produktionssystem überführt. In der Rolle als Automobilzulieferer unterstützt die Continental AG die Identifikation der adäquaten industriellen Anwendungen und wirkt bei der Analyse von Prozessen und Strukturen mit. Dabei liegt der Fokus auf der wirtschaftlichen Realisierbarkeit der Konzepte. Continental beteiligt sich außerdem insbesondere an der zielgerichteten Spezifikation des Betrachtungshorizontes aus Sicht des Zulieferers. Im Bereich Produktionsplanung und -steuerung arbeitet Continental an der Identifizierung und Analyse der Aufgaben und Prozessarchitekturen. Continental beteiligt sich an der Detailbetrachtung des Ist-Zustandes, der für die Leistungs- und Kapazitätsdimensionierung als Input dient. Zudem stellt die Continental AG ihre Fachexpertise aus Zulieferersicht zur Verfügung. Dabei erfolgt eine maßgebliche Beteiligung im Rahmen der Spezifizierung von technischen und planerischen Bedarfen und Zielen aus Zulieferersicht. Damit einhergehend werden technische und organisatorische Restriktionen dargestellt. Auf Grundlage der identifizierten Rahmenbedingungen werden in diesem Arbeitspaket konkrete Anforderungen abgeleitet. Diese Anforderungen bilden die Basis des zu entwickelnden Gesamtkonzeptes dar. Continental beteiligt sich an der übergreifenden konzeptionellen Spezifizierung des differenzierten Anforderungsprofils. Dabei wird sichergestellt, dass sich zukünftige Marktentwicklungen in den spezifischen Anforderungen an das Produktionssystem wiederfinden.

Im Rahmen des zweiten Arbeitspaketes wird die im Projekt im Fokus stehende ganzheitliche und schlanke Produktionsplanung betrachtet. Zur Realisierung einer wirkungsoptimalen Kleinserienfertigung oder der Produktion bei Losgröße 1 wird eine

schlanke und effiziente Produktionsplanung notwendig. Die heutigen methodischen Ansätze können diese Flexibilität nicht komplett abbilden und bedürfen somit einer Überarbeitung bzw. Anpassung. Dazu gliedert sich dieses Arbeitspaket in drei wesentliche Schwerpunkte zur Realisierung einer schlanken Produktionsplanung. Zum einen liegt dabei der Fokus auf der Definition von notwendigen Schritten, welche für eine Produktionsplanung in der Kleinserienfertigung oder bei Losgröße 1 notwendig sind. Darauf aufbauend wird ein Konzept für ein innovatives Planungssystem entwickelt. Dieses soll eine flexibel gestaltbare Produktionsplanung ermöglichen. Die anschließende konzeptionelle Erarbeitung eines Planungsalgorithmus bildet die essentiellen Ziel- und Nebenfunktionen sowie deren Restriktionen ab. Continental wird im Rahmen dieses Arbeitspaketes die Fachexpertise sowie die Ist- und Anforderungsanalyse betreffend einer schlanken Produktionsplanung und -steuerung einbringen. In der Soll-Konzeptionierung sollen nicht wertschöpfende Prozesse weitestgehend vermieden bzw. ausgeschlossen werden. Die Definition von flexiblen und gleichzeitig hoch produktiven Produktionsschritten als Soll-Konzept für eine wirtschaftliche Kleinserienproduktion wird ausgearbeitet. Continental beteiligt sich maßgeblich an der Erstellung des Soll-Konzeptes der Produktionsplanung bei Losgröße 1. Darüber hinaus wird Continental an der Dokumentation und Konzeptionierung eines anforderungsgerechten Soll-Konzeptes mitarbeiten. Dabei wird auf die Erfahrung der Produktionsplaner sowie die Vielfältigkeit der Planungssysteme im Konzern zurückgegriffen. Weiterhin unterstützt das Unternehmen soweit, dass ein Planungssystem für eine schlanke Produktionsplanung entwickelt werden kann.

Die zentrale Aufgabenstellung des dritten Arbeitspaketes ist die Erarbeitung eines ganzheitlichen Betriebskonzeptes für die im Projekt fokussierte Kleinstserienfertigung. Für die Konzeptentwicklung werden die benötigten Grundlagen im Wesentlichen durch die im Rahmen der Ist-Analyse bereits identifizierten und aufbereiteten Parameter bereitgestellt. Im einleitenden Schritt erfolgt die Clusterung der Produktions- und Montageschritte in definierten Produktionsabschnitte unter den Prämissen der Skalierbarkeit, Wandlungsfähigkeit und ausgewählter, produktionsspezifischer Rahmenbedingungen. Ergebnis der Cluster sind konkurrierende, operative Szenarien. Unter Berücksichtigung der Faktoren Fertigungsdesign, dezentrale Logistik- und Materialflusskonzepte und Ressourcenanforderungen werden diese Szenarien in Betriebskonzepte überführt. Die Konzepte werden bewertet, das bevorzugte Betriebskonzept wird abgeleitet. Das Betriebskonzept wird final und in ganzheitlicher Hinsicht um die Komponente des Fremdbezugs, d.h. die Integration der Zulieferer, komplettiert. Dabei unterstützt die Continental AG bei der Evaluierung der Anforderungen einer wandelbaren, kundeninnovierten Produktion aus

Zulieferersicht, wobei die Teilprozesse in neue, flexible Produktionsabschnitte untergliedert werden. Anschließend unterstützt das Unternehmen bei der Ableitung operativer Betrachtungsszenarien für die Konzeptentwicklung. Mitinbegriffen ist die Beteiligung am Layout Design unter Berücksichtigung der Fertigung und Montagekapazität inklusive Dimensionierung von Aufstellflächen, Transport- und Bereitstellpuffern sowie Transportwegen. Zusätzlich beteiligt sich die Continental AG an der Konzeptentwicklung eines ganzheitlichen skalierbaren Ressourcenmodells (Personal, Betriebsmittel und Fläche).

Ziel des Arbeitspaketes 10 ist die Bereitstellung von Methoden zur Validierung des Gesamtsystems, unterteilt in analytische und technische Teilaspekte. Bei der technischen Validierung ist methodisch abzugleichen, ob die verwendeten Geräte (Sensorik, Komponenten des Systems) technisch korrekt arbeiten und operationale Anforderungen erfüllt sind. Zur Gewährleistung einer systematischen Evaluierung der entwickelten technischen Verfahren sollen innerhalb der vorliegenden Versuchsszenarien für statische und dynamische Versuchsaufbauten für exemplarische realitätskonforme Anwendungsszenarien entwickelt werden. Im nächsten Schritt sind Versuchspläne für die strukturierte Durchführung der Teil- und Gesamtvalidierung zu gewährleisten und eine belastbare Basis für Optimierungen zu schaffen. Die Continental AG beteiligt sich innerhalb dieses Arbeitspaketes an der Entwicklung eines Kennzahlensystems für die vorher definierten Szenarien. Continental verfügt hier über Erfahrungswerte aus zahlreichen Industrieprojekten. Bei der Wahl der Kriterien wird das Unternehmen unter anderem den Praxisnutzen und die Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Zulieferers fokussieren. Zudem beteiligt sich Continental an Expertenworkshops in denen Alternativszenarien der Anwendung identifiziert und im Rahmen einer Potentialanalyse bewertet werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen beteiligt sich Continental an einer Machbarkeitsanalyse, in welcher Kriterien sowie Gegebenheiten zur erfolgreichen Übertragung der Lösungen identifiziert sowie der Aufwand und Nutzen einer solchen Übertragung bewertet werden. Das Unternehmen fokussiert dabei insbesondere die Verifizierung der Anwendungsportabilität der Lieferanteneinbindung über Branchengrenzen hinaus.

Im Rahmen des Arbeitspaketes 11 geht es darum, die Praxisrelevanz und -tauglichkeit der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse darzustellen und einem breiten Publikum zu demonstrieren. Hierfür müssen die Ergebnisse entsprechend aufbereitet werden. Dieses Arbeitspaket hat die Möglichkeit der Demonstration der innovativen Ergebnisse zum Ziel. Aufbauend auf den evaluierten Teilergebnissen aus den einzelnen Arbeitspaketen werden

ausgewählte Anwendungsszenarien in insgesamt drei Demonstratoren umgesetzt. Grundlage für die Erstellung der Demonstratoren bilden sowohl die Anwendungsszenarien aus dem Automotive Bereich als auch die im Fraunhofer IML existierenden Versuchsfelder. In diesem Kontext bringt sich Continental im Wesentlichen bei der Abbildung der Lieferantenintegration ein. Anhand analytischer Verfahren beteiligt sich Continental darüber hinaus an der Bewertung der Planung des Produktionssystems. Des Weiteren unterstützt das Unternehmen die beispielhafte Demonstration der Versorgung der ausgewählten Prozessschritte mit Zulieferteilen um die gesamte Liefer- und Wertschöpfungskette darzustellen umso im Rahmen des ersten und zweiten Demonstrators die Beurteilung der praktischen Relevanz aus Sicht des Lieferanten zu ermöglichen.

3. Stand der Technik zu Projektbeginn

Moderne Fertigungslinien sind geprägt durch hohe Stückzahlen und größtmögliche Effizienz. Produktivität steht im Fokus der Großserienproduktion. Diese starren, unflexiblen und zentral gesteuerten Abläufe garantieren zwar eine wirtschaftliche, nicht aber individualisierbare Produktion. Kundenindividuelle Produkte werden aber in vielen Branchen immer wichtiger. Der Trend geht zur Kleinstserienfertigung bis hin zur Losgröße 1. Die Berücksichtigung individueller Wünsche bei der Fertigung von Produktion mit geringer Stückzahl ist jedoch bedingt durch lange Umrüstzeiten aufwändig und zeitintensiv. Die Produktionsplanung für hocheffiziente Montagelinien wird durch eine zentrale IT-Infrastruktur vorgenommen. Dabei wird die Planung und Steuerung der Produktion durch relativ unflexible Algorithmen unterstützt. Üblich ist in der Produktion von Großserien auch die wenig flexible zentrale Reihenfolgeplanung. Im Nachfolgenden wird auf den Stand der Technik zu Projektbeginn im Kontext der Produktionsplanung und -steuerung sowie Lieferantenintegration bei Continental näher eingegangen.

Die Produktionsplanung erfolgt stufenweise vom Endprodukt über die verschiedenen Baugruppen innerhalb des SAP APO Systems. Ein wesentlicher Bestandteil der Planung sind verschiedene Heuristiken, die je nach Situation vom Planer eingesetzt werden. Eingangsgröße für die (Netto-) Planung sind sowohl die Bedarfe über 18 Monate (basierend auf den geprüften Kundenbedarfen und einer Absatzprognose), verfügbarer Bestand als auch Stammdaten wie beispielsweise Losgröße des Materials oder Schichtmodell und Leistungsgrad der verwendeten Ressourcen (Maschinen). Das Ergebnis der

Heuristikplanung besteht in der Anlage und der Terminierung von Planaufträgen, mit welchen die Bedarfe abgedeckt werden und wiederum selbst einen (Sekundär-) Bedarf, für die darunterliegenden Braugruppe(n), darstellen. Die Bildung einer Auftragsreihenfolge d.h. eine Sekunden genaue Vorgabe für die Umsetzung in der Produktion, ist mittels finiter Heuristiken möglich. Ihr Einsatz erfordert ein entsprechendes Know-how des Produktionsplaners und eine sehr gute Qualität der Stammdaten. Allerdings gibt es Umstände, die den Einsatz der bestehenden, finiten Heuristiken begrenzen. Unabhängig davon, ob eine infinite oder finite Heuristik zur Produktionsplanung eingesetzt wird, muss der Produktionsplaner das Ergebnis der Heuristik prüfen und gegebenenfalls entsprechend der Verfügbarkeit von einzelnen Komponenten anpassen. Die Produktionskapazität wird basierend auf den Umsatzprognosen geplant. Produktionsanlagen werden in den Werken nach Continental Automotive Footprint Strategie installiert. Die Linien werden mit dem Ziel, eine Hohe OEE (Overall Equipment Efficiency) zu erreichen geplant. Um in der Lage zu sein, den Markt zu folgen, die Fluktuation der Kunden sowie mit richtiger Kapazität die Ramp Up und Phase Out durchzuführen, setzt Continental soweit wie möglich flexible Systeme ein. Das bedeutet, Produktionsanlagen müssen in gewisser Weise sehr flexibel und anpassungsfähig bei Volumenänderung sein. Die Linie sollte auf flexibler Art und Weise organisiert werden, um in der Lage zu sein, nach Kundenwunsch zu produzieren. Daher spielt hier die Integration von Lieferanten eine wesentliche Rolle. Im Allgemeinen, müssen das Layout der Anlage und die Layout-Struktur eines Werkes modular sein. Das bedeutet, Erweiterungen sind ohne die allgemeine Layout-Struktur zu gefährden möglich.

Eine detaillierte und eingehende Betrachtung der Produktionsplanung und -steuerung sowie der Lieferantenintegration von Continental zu Projektbeginn erfolgt in dem nachfolgenden Kapitel 4.1 „Technische Ergebnisse“.

4. Eingehende Darstellung

4.1 Technische Ergebnisse

Arbeitspaket 1 „Identifikation und Anforderungsanalyse“

Innerhalb des ersten Arbeitspaketes „Identifikation und Anforderungsanalyse“ wirkt Continental als Automobilzulieferer bei der Identifikation und Analyse des Ist-Prozesses federführend mit. Dazu werden Betriebskonzepte, Strukturen und Rahmenbedingungen von Referenzsystemen der automobilen Kleinserienproduktion analysiert und strukturiert. Als Kleinserie wurde die Produktion des E-Golfes innerhalb der Golf-Serie von Volkswagen definiert. Daher gilt es für die Continental AG Produkte auszuwählen, die in den E-Golf verbaut werden. Zu diesem Zweck wurde im Jahr 2014 in Vorbereitung auf das Konsortialtreffen von SMART FACE in Wolfsburg, ein unternehmensinterner „Runder Tisch“ veranstaltet. Ziel war es ein bzw. mehrere geeignete Produkt auszuwählen, welche in den E-Golf von VW in Wolfsburg verbaut werden. Folgende Kriterien wurden für die Auswahl des Produktes während des Treffens getroffen: Produktion in einem Continental Automotive Werk mit Standort in Deutschland, eine möglichst hohe Variantenvielfalt und Wertschöpfungstiefe, Eignung für den Demonstrator von VW sowie ein spezifisch auf den E-Golf zugeschnittenes Produkt. Innerhalb dieses Betrachtungshorizontes spielen die hohe Variantenvielfalt und Wertschöpfungstiefe eine wesentliche Rolle, da sich hieraus die besonderen Anforderungen an das Projekt SMART FACE ergeben. Anhand dieser Kriterien wurden das Kombi-Instrument (Werk Babenhausen) und die Beschleunigungssatelliten des Airbags Steuerungssystems (Werk Regensburg) ausgewählt. Die genannten Werke haben im Nachgang des Treffens einer Prozessanalyse zugestimmt und ihre Unterstützung zugesagt. Ergebnis ist somit die Identifikation zweier adäquater industrieller Anwendungsfälle für die weitere konzeptionelle Zusammenarbeit im Verbundprojekt.

Die Produkte von Continental Automotive wurden den Projektpartnern insbesondere Volkswagen während des Konsortialtreffens in Wolfsburg vorgestellt. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass die erste Ist-Prozessanalyse am Beispiel des Kombi-Instruments im Werk Babenhausen angefertigt wird und die zweite im Werk Regensburg für die Beschleunigungssatelliten des Airbag Steuerungssystems. Um eine genaue Prozessdarstellung übergreifend mit VW zu gewährleisten, ist ein geeignetes Verfahren zur Prozessaufnahme zu wählen. Hierzu hat die Continental AG den Projektpartnern als mögliche Methode die Wertstromanalyse vorgestellt. Es gestaltet sich für die Ist-Prozessaufnahme sowie für die spätere Datenverarbeitung und die Sollmodellierung als äußerst wichtig, den Prozess bei Continental Automotive als auch bei Volkswagen

einheitlich abzubilden. Zudem sind die Projektpartner angehalten, die für sie relevanten Daten zu identifizieren umso eine möglichst detaillierte Ist-Analyse gewährleisten zu können.

Um die für die Datenerhebung notwendigen Informationen genauer spezifizieren zu können, hat Continental Automotive hierzu mit dem Projektpartner Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) Rücksprache gehalten. Angefangen mit dem externen Kundenauftrag von VW Wolfsburg an Continental Automotive, in diesem Fall an das Werk Babenhausen und Regensburg gerichtet, sollen die erhobenen Daten einen generischen Überblick über den Gesamtablauf mit den dazugehörigen Teilprozessen der Auftragsabwicklung schaffen. Einzelne Schnittstellen sollen so sichtbar aufgezeigt werden. In Vorbereitung auf die Abbildung der Ist-Analyse gilt es, die wesentlichen Bereiche zu systematisieren und die Prozesse und deren Elemente zu definieren. Der Detaillierungsgrad der Prozessdarstellung kann dabei zunächst grob gewählt werden. Nach Rücksprache mit dem Fraunhofer IML sowie Volkswagen, müssen für die Ist-Prozessaufnahme folgende Daten erhoben werden: Externe und interne Beschaffungszeiten, parallel verlaufende Prozesse, Durchlaufzeiten, Bestandhöhe, Materialdisposition, Bedarfsermittlung, Verfügbarkeitsprüfung sowie Losgrößen aus Beschaffung und Produktion. Die sich hieraus ergebenden Spezifikationen bilden die Grundlage für die Anfertigung der Ist-Analyse. Zudem sind Projektpartner angehalten, die für sie relevanten Daten zu identifizieren, umso eine möglichst detaillierte Ist-Prozessanalyse gewährleisten zu können.

Auf Basis der erhobenen Daten ist in den nächsten Schritten eine genauere Detailbetrachtung der einzelnen Prozesselemente möglich. Die sich hieraus ergebenden Spezifikationen bilden die Grundlage für die Anfertigung der Ist-Analyse. Die Ist-Analyse wurde in beiden Fällen in Form einer Wertstromanalyse visualisiert. Im Folgenden werden die Referenzprozesse näher spezifiziert, deren Ziel es ist, die heutige Produktionsplanung und -steuerung in der Automobilindustrie zu identifizieren und eine umfassende Analyse der Montageabläufe bei Continental vorzunehmen.

UAP 1.1: IST-Prozessdefinition

1.1.1 E-Golf Kombi-Instrument (Werk Babenhausen)

Die Continental AG hat diese Herangehensweise an die Prozessdarstellung des Kombi-Instruments für den E-Golf im Werk Babenhausen übernommen. Mit der Besichtigung der Produktion des Kombi-Instrumentes sowie einer anschließenden Werksführung, konnte ein erster Überblick über den Prozess geschaffen werden. Im Nachgang hierzu wurden

Gespräche mit den Prozessverantwortlichen und Experten vor Ort geführt. Im Rahmen einer Präsentation, wurden den Beteiligten zunächst die Konzepte von Industrie 4.0 sowie das Projekt SMART FACE vorgestellt. Dabei wurden auch die Anforderungen genannt, die an die Prozessanalyse gestellt werden. In einer offenen Runde, wurden dann die ersten Daten und Informationen gesammelt und in Form einer Wertstromanalyse visualisiert. Im Rahmen der Prozessaufnahme und der Expertengespräche, konnten Optimierungspotenziale identifiziert sowie Restriktionen berücksichtigt werden. Im Folgenden wird die Ist-Prozessaufnahme durch die Einteilung in die Bereiche Vertrieb, Produktionsplanung und Beschaffung, Lieferanten, Kunststoff, Endmontage, Versand und Lager sowie Kunden spezifiziert. Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Bereichen Kunststoff sowie Endmontage aufgrund der hohen Variantenvielfalt und Wertschöpfungstiefe in diesen.

Im ersten Schritt wird der Vertrieb betrachtet. Vor Eingang des Kundenauftrages müssen in SAP die relevanten Daten im Materialstamm, Materialinfosatz sowie die Preiskonditionen und der Lieferplan gepflegt sein. Per EDI erhält das Werk Babenhausen die Kundenabrufe von VW mit der spezifischen Kundensachnummer. Die Daten werden an das SAP System übermittelt, wobei eine Übersetzung der Kundensachnummer in eine interne Continental Sachnummer im Materialstamm erfolgt. Der Kundenabruf wird in den Lieferplan mit anschließender Terminierung an nachgelagerter Stelle eingetragen. Nach Eintragung in den Lieferplan erfolgt die Produktionsplanung. Die Bedarfsermittlung der zu produzierenden und zu beschaffenden Teile erfolgt über die Stücklistenauflösung. Die Stückliste gibt Auskunft über die Anzahl von Teilen, die zur Herstellung eines Erzeugnisses benötigt werden. Nach Auflösung der Stückliste wird innerhalb der Produktionsplanung die Fertigungsgrobplanung, rund 13 Tage vor Produktionsbeginn, erstellt. Anhand dessen können die Vorfertigungsbereiche planen, wann welches Material an welchem Fachbereich bzw. Arbeitsplatz zu sein hat. Sofern alle benötigten Materialien zur Verfügung stehen, ist ein Zeitraum zwischen Kundenbestellung und Produktion von einem Tag möglich. Ansonsten müssen die benötigten Teile extern beschafft oder intern im Werk Babenhausen produziert werden. Die Fertigungsfeinplanung erfolgt zwei bis drei Tage vor dem geplanten Zeitpunkt der Produktion. Die Bereitstellung der benötigten Materialien erfolgt eine Schicht vor dem Produktionszeitpunkt. Aus Gründen der hohen Variantenvielfalt und Fertigungstiefe in der Endmontage, wurde zunächst eine Eingrenzung des Betrachtungsumfangs vorgenommen. Als Primärbauteile wurden daher die Leiterplatte, das Display, Ziffernblatt sowie Zeiger und der Frontrahmen definiert. Bis auf das Ziffernblatt und die Zeiger, die auch in Babenhausen produziert werden, wurde für die Leiterplatte und

das Display der Beschaffungsprozess innerhalb des Vorfertigungsbereiches „Lieferant“ abgebildet. Granulat, Lack sowie Klammern fließen als Hilfsstoffe in den Produktionsprozess ein. Als Kennzahlen im Beschaffungsprozess wurde die Anzahl der Lieferungen, die Lieferzeit, die Losgröße, Anzahl der Bestellungen sowie der Bedarf in Stück oder Gewicht gewählt. Letzterer lässt sich nicht rein auf das Kombiinstrument für den E-Golf herunter brechen, da die Lieferungen im Bündel für das Werk Babenhausen erfolgen. Die jeweiligen Bedarfe werden über eine Langzeitplanung ermittelt und daraufhin dem externen Lieferanten mit konkreter Terminvorgabe übermittelt. Die Liefertermine für die Zulieferteile Granulat, Lack sowie Leiterplatte werden vom Lieferanten vorab bestätigt und durch die Logistik im Nachgang überprüft. Im Fall des Klebers und der Klammern findet keine erneute Rückmeldung des Lieferanten statt, sondern dieser liefert, sofern der vorgegebene Termin eingehalten werden kann. Die Lieferungen der Teile erfolgt in das werksinterne Lager. Der Produktionsprozess des E-Golf Kombi-Instrumentes kann in zwei Schritte eingeteilt werden. Zunächst wird der Bereich „Kunststoff“ näher betrachtet. Hier werden die verbauten Kunststoffteile hergestellt und weiterveredelt. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht der Roh-Frontrahmen des Kombiinstrumentes. Für diesen wurde im Prozessschritt „Spritzgussmaschine“ (SGM) die in der Visualisierung genannten Kennzahlen ermittelt. Auf den Spritzgussmaschinen werden verschiedene Produkte unter Verwendung unterschiedlicher Granulate gefertigt. Hieraus ergeben sich auch die langen Rüstzeiten zwischen dem Umrüsten für die jeweiligen Fabrikate. Neben dem Frontrahmen wird auf den Spritzgussmaschinen auch die Bodenplatte, Lichtführung I und II sowie das Deckglas produziert. Bis auf das Deckglas, werden die Halbfabrikate erst in der Endmontage dem Prozess wieder zugeführt. Die Kunststoffteile werden nach der Produktion auf der Spritzgussmaschine einer Qualitätsprüfung unterzogen. Für den nächsten Veredelungsschritt wird der Rohfrontrahmen der Lackiererei zugeführt. Die Frontrahmen werden auch einen speziellen Werkstückträger angebracht. Das Lackieren der Frontrahmen erfolgt an zwei Lackieranlagen vollautomatisch. Die lackierten und geprüften Frontrahmen werden bis zum nächsten Produktionsschritt eingelagert. An der Klebeanlage werden der lackierte Frontrahmen sowie das Deckglas zusammengeführt bzw. verklebt. Dieser Fertigungsschritt erfolgt vollautomatisch. Die Teile werden nach diesem Veredelungsschritt einer Qualitätsprüfung unterzogen und eingelagert. Im zweiten Schritt des Produktionsprozesses werden nach Entnahme aus dem Lager das Ziffernblatt, die Zeiger, veredelter Frontrahmen sowie die Leiterplatte und das Display zugeführt. Vor der Endmontage ist ein Supermarkt installiert, in dem die benötigten Produkte mittels Milkrun und Kanban aufgefüllt werden. Das Kombiinstrument wird an insgesamt sieben Arbeitsplätzen montiert. Die einzelnen Produktionsschritte an den Arbeitsplätzen bauen

jeweils aufeinander auf und zeichnen sich teilweise durch manuelle Tätigkeiten aus. Im Bereich Endmontage sind kundenspezifische Fertigungslinien installiert. Somit wird an einer Endmontage Station nur für einen Hersteller bzw. nur einen Baureihe produziert. Innerhalb dieser Baureihe können allerdings unterschiedliche Varianten produziert werden beispielsweise ein Kombiinstrument für den amerikanischen Markt. Die gefertigten Kombi-Instrumente werden palettiert, rund 80 Stück auf einer Palette, und eingelagert. Der Versand des Kombi-Instrumentes an Volkswagen in Wolfsburg erfolgt drei bis viermal die Woche, wobei es sich hierbei um alle für VW gefertigten Kombi-Instrumente handelt und nicht rein um das für den E-Golf. Die geringfügigste Losgröße beträgt dabei eine halbe Palette und die Lieferzeit einen Tag. Hiermit ist die Ist-Prozessaufnahme abgeschlossen.

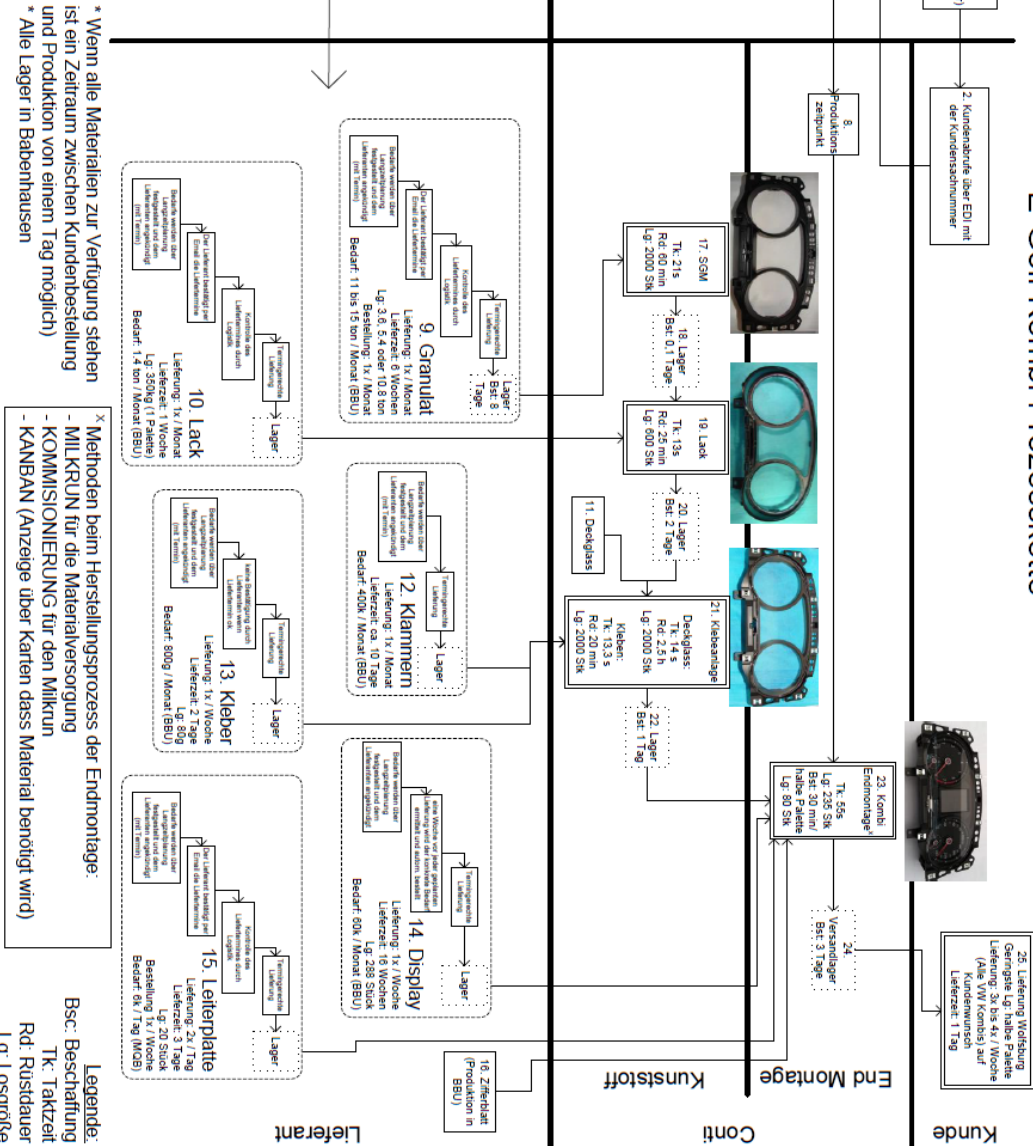
Beschaffung/Produktion der Vorfertigungsbereiche

- 5. Auftrags- und Status- und Informationsfluss in die Beschaffung
Fertigungsplanung der Vorfertigungsbereiche wenn welches Material wo sein muss
Fertigungsplanung:
13 Tage Shopplanung
- 6. Beschaffung oder Produktion der benötigten Materialien
Fertigungsplanung:
2-3 Tage vor geplanten Produktionszeitpunkt Fertigungsplanung
"siehe Anlage"
- 7. Bereitstellung der benötigten Materialien
Fertigungsplanung:
1 Tag / 1 Schicht vor geplanten Produktionszeitpunkt Fertigungsplanung

Sales und Distribution

- 1. Pflegen von SAP Daten
Materialnam Materialnam
Materialinfosatz (Kundensachnummer <-> Cont. Sachnummer)
Preis Konditionen
Lieferplan
- 2. Kundenbedürfnisse über EDU mit der Kundensachnummer
- 3. Übermittlung in SAP
System von Babenhausen und Übersetzung von Kundensachnummer und Cont. Sachnummer
- 4. Eingang in Lieferplan
Lieferplan
mögliche Lieferzeiten

E-Golf Kombi Prozesskette



Wertstromanalyse Kombiinstrument E-Golf Continental Werk Babenhausen

1.1.2 E-Golf Beschleunigungssatellit (Werk Regensburg)

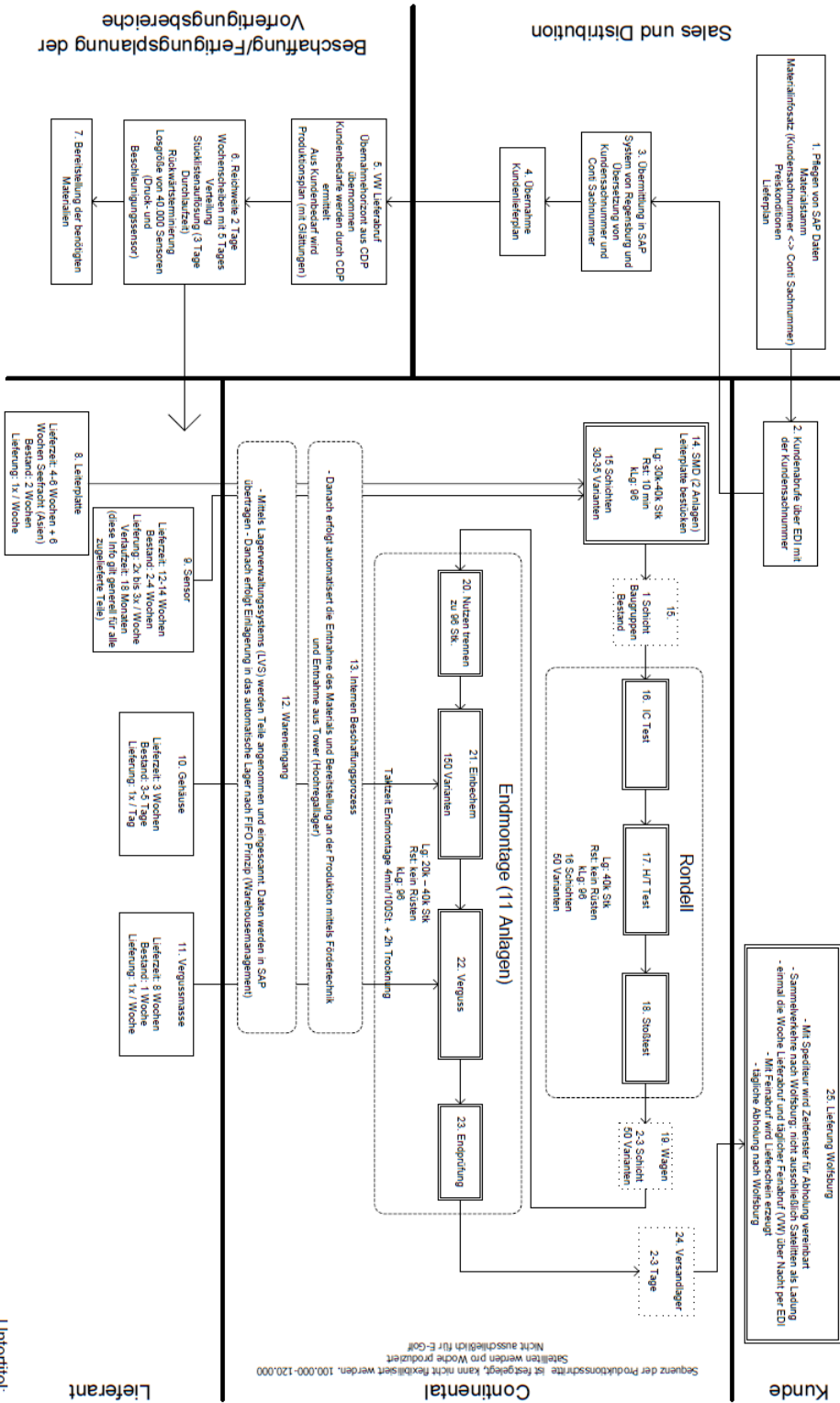
Auf Grundlage der Vereinbarungen, die auf dem vorausgegangenen Prozessworkshop getroffen wurden, hat die Continental AG im Jahr 2014 mit der Anfertigung der Ist-Analyse

der Airbag Satelliten für den VW E-Golf im Werk Regensburg begonnen. Die Airbag Satelliten lassen sich in Drucksatelliten und Beschleunigungssatelliten gliedern. Dabei wird letzterer für die Prozessaufnahme der Ist-Analyse herangezogen. Je nach Ausstattungsvariante des Fahrzeuges werden mindestens sechs Satelliten, davon wenigstens zwei Beschleunigungssatelliten, eingebaut. Das Airbag Steuerungssystem empfängt die Impulse, die von den Sensoren der Druck- und Beschleunigungssatelliten gesendet werden. Hierbei kann das Steuerungssystem bis zu 12 Sensoren überwachen. Für Volkswagen werden 120.000 Airbag Satelliten in der Woche produziert, davon 100 Stück für den E-Golf. Rund 70 bis 80% der Airbag Satelliten sind bis zur Entnahme zur Fertigung Konsignationsware, erst bei Entnahme aus dem Lager werden diese zu Continental Eigentum.

Im ersten Schritt wird die Produktionsplanung betrachtet. Hierzu werden vorab die SAP Daten im Materialstamm, Materialinfosatz (Übersetzung der Sachnummern), Preiskonditionen und der Lieferplan gepflegt. Per EDI erhält das Werk Regensburg die Kundenabrufe von VW mit der spezifischen Kundensachnummer. Die Daten werden an das SAP System übermittelt, wobei eine Übersetzung der Kundensachnummer in eine interne Continental Sachnummer erfolgt. Der Kundenabruf wird in den kundenspezifischen Lieferplan eingetragen. Der Übernahmehorizont wird aus dem SAP Tool CDP (Customer Demand Planning) übernommen. Auch die Kundenbedarfe werden durch CDP ermittelt. Aus diesen Daten wird der Produktionsplan (mit Glättungen) erstellt. Der Produktionsplan hat dabei eine Reichweite von zwei Tagen und es kommen Wochenscheiben mit fünf Tages-Verteilung zum Einsatz. Die Stücklistenauflösung erfolgt für eine Durchlaufzeit von drei Tagen. Für die zeitliche Festlegung der Arbeitsgänge des Fertigungsauftrages findet die Rückwärtsterminierung Anwendung. Es wird dabei eine Losgröße von 40.000 Satelliten (Druck- und Beschleunigungssatelliten) eingeplant. Danach erfolgt die Bereitstellung der benötigten Materialien und Teile in der Produktion. Im zweiten Schritt wird der Produktions- und Beschaffungsprozess betrachtet. Für den Produktionsprozess müssen die Leiterplatten, Sensoren, Gehäuse sowie die Vergussmasse extern beschafft werden. Dabei werden die Kennzahlen Lieferzeit, Bestand, Anzahl der Lieferungen und Vorlaufzeiten mit in die Betrachtung des Beschaffungsprozesses eingebunden. Sobald die Lieferung der benötigten Teile im Wareneingang erfolgt, werden diese mittels Scanvorgängen in das Lagerverwaltungssystem (LVS) eingepflegt. Daraufhin erfolgt die Einlagerung in das automatische Hochregallager nach dem FIFO Prinzip (Warehousemanagement). Im nächsten Schritt erfolgt der interne Beschaffungsprozess. Die zuvor eingelagerten Teile werden mittels automatisierter Fördertechniken aus dem Hochregallager (sogenannten Tower) entnommen und der angeforderten Stelle der Produktion zur Verfügung gestellt. An

zwei SMD Anlagen werden die Leiterplatten - mit 96er Matrix für die Anbringung der spezifischen Sensoren - bestückt. Hierbei werden 30 bis 35 Varianten in 15 Schichten unterschieden. Der Bestand (Puffer) an bestückten Leiterplatten (Baugruppen) beträgt eine Schicht. Innerhalb des sogenannten „Rondells“ werden drei Stresstests an der Leiterplatte durchgeführt. Somit ist es möglich, gleichzeitig an einer Leiterplatte 96 Sensoren auf ihre Funktionsweise zu testen. Als erstes wird die Leiterplatte dem IC Test unterzogen. Hier wird zunächst geprüft, ob der passende Sensor für die vorgegebene Variante verwendet wurde. Danach erfolgt der H/T (Hoch/ Tief) Test um die Funktionalität aller verbauten Komponenten sicherzustellen. Zum Schluss wird die Leiterplatte einem Stoßtest unterzogen. In der Endmontage, bestehend aus 11 Anlagen, werden zunächst die Nutzen getrennt. Dies bedeutet, dass die Leiterplatte entlang der 96er Matrix zersägt wird. Im nächsten Schritt, dem Einbechern, werden die einzelnen Leiterplatten in das Gehäuse eingesetzt und im Schritt „Verguss“ miteinander vergossen. Zum Schluss findet in der Endmontage die finale Prüfung statt. In der Endmontage ist die Sequenz der Produktionsschritte fest vorgeschrieben und kann daher nicht flexibilisiert werden. Die produzierten Satelliten befinden sich für zwei bis drei Tage im Versandlager (Puffer). Für die Lieferung an Volkswagen Wolfsburg wird mit dem vom Kunden beauftragten Spediteur ein Zeitfenster für die Abholung vereinbart. Dabei werden Sammelverkehre organisiert, die nicht ausschließlich Satelliten geladen haben. Einmal die Woche erfolgt der Lieferabruf und der tägliche Feinabruf von VW über Nacht per EDI. Mit dem Feinabruf wird der Lieferschein erzeugt. Zudem finden täglich Zustellungen an VW Wolfsburg statt. Damit ist die Aufnahme der Prozesse im Werk Regensburg abgeschlossen.

Airbag Satelliten: Prozesskette Beschleunigungssatellit für E-Golf



Wertstromanalyse Beschleunigungssatellit E-Golf Continental Werk Regensburg

UAP 1.2 Technische und planerische Voraussetzungen bei der Produktion von Kleinstserienfertigung

In diesem Unterarbeitspaket (UAP) erfolgt entsprechend dem Leitbild von Industrie 4.0 die Identifizierung der Anforderungen an die zukünftige Fertigung. Um die speziellen Anforderungen an die Produktion von Kleinstserien zu ermitteln, haben die Praxispartner,



Untertitel:
Zkl: Zykluszeit
Lg: Losgröße
Rst: Rüstzeit
Klg: Kleinste Losgröße

Continental AG und Volkswagen AG, Interviews mit Experten zum Thema Kleinserienfertigung geführt. In Rücksprache sowie in Zusammenarbeit mit dem Continental AG Werk Rüthi, wurde ein Fragenkatalog bezüglich den Anforderungen der Kleinserienfertigung angelegt. Dieser dient der konzeptionellen Nutzung im Projekt. Der Katalog wurde an die Verbundpartner Volkswagen sowie Fraunhofer IML weitergeleitet. Aufbauend auf dem von Continental angefertigtem Katalog wurde unter Einbeziehung der Ausarbeitung von VW ein Zielgrößenkatalog angefertigt. Innerhalb dessen wurden die Zielgrößen definiert, kategorisiert sowie bewertet. Die Zielgrößen charakterisieren dabei die SMART FACE Vision beziehungsweise den gewünschten Soll-Zustand der Smart Factory. Die Bewertung erfolgte jeweils nach Priorität durch Continental, VW sowie Fraunhofer IML. Somit wurden teilweise unterschiedliche Handlungsbedarfe und Fokuspunkte identifiziert. Die so vorgenommenen Einzelgewichtungen wurden in eine Gesamtgewichtung überführt. Somit wurde ein gewichteter Zielgrößenkatalog für die SMART FACE Fertigung angelegt. Eine Umsetzung des gewichteten Zielgrößenkatalogs erfolgt in Excel. Innerhalb des Katalogs werden 49 unterschiedliche Zielgrößen anhand der jeweiligen Kategorien und Spezifikationen beschrieben. Des Weiteren erfolgte eine Verteilung der Gesamtmenge an definierten Zielgrößen auf die entsprechenden Arbeitspakete. Dies bildet das Anforderungsprofil der jeweiligen Arbeitspakete. Um die speziellen Anforderungen an die Fertigung von Kleinserien zu ermitteln, haben die Praxispartner, Continental AG und Volkswagen AG, Interviews mit Experten zum Thema Kleinserienfertigung geführt. Nach Durchführung der Experteninterviews durch die Continental AG und Volkswagen, wurde der angefertigte Zielgrößenkatalog um die Dimension „Erfüllungsgrad“ erweitert. Dieser beschreibt die Erfüllung der jeweiligen Zielgröße zum derzeitigen Zeitpunkt.

UAP 1.3 Ableitung der Anforderungen (Software, Sensoren und Aktoren)

Auf Basis der im Unterarbeitspaket 1.1 und UAP 1.2 identifizierten Rahmenbedingungen können so dementsprechende konkrete systemtechnische Anforderungen für die konzeptionellen sowie technischen Arbeitspakete und deren Folgearbeiten abgeleitet werden. Auf Grundlage des Erfüllungsgrades je Zielgröße erfolgt eine Ableitung zwischen Ist- und Soll- Zustand der Fertigung und damit des Deltas, das durch die konzeptionellen Arbeiten bewältigt werden soll. Hieraus werden die Anforderungen ermittelt, welche die Grundlage für das zu entwickelnde Gesamtkonzept darstellen. Die ermittelten Anforderungen werden den jeweiligen Arbeitspaketen zugeordnet.

Arbeitspaket 2 „ Produktionsplanung“

UAP 2.1 : Definition, Modularisierung und Relevanz der Planungsschritte

Im Rahmen des Unterarbeitspaketes 2.1 erfolgte eine gezielte Literaturrecherche zum derzeitigen Stand der Wissenschaft und Technik. Hierzu wurden unter anderem Datenbanken von Universitäten, Volkswagen und Fraunhofer IML herangezogen. Des Weiteren wurden Befragungen von Experten durchgeführt. Auf Grundlage dessen wurde eine Sollkonzeptionierung für die Produktionsplanung von Klein(st)serien und Losgröße 1 entwickelt.

UAP 2.2: Konzeptentwicklung des Planungssystems

Die Schnittstellen zwischen Planungs- und Steuerungssystem wurden identifiziert. Hierzu wurden die benötigten Daten ermittelt. Ein neues Konzept des Volumentaktes wurde erarbeitet, das in den zukünftigen intelligenten Fabriken die Auflösung der Perlenkettenplanung hervorruft. Continental hat verstärkt bei der Festlegung des Szenarios zur Realisierung und Bildung von Volumentakten mitgewirkt und damit die (Inbound-)logistische Expertise zur Verfügung gestellt.

Arbeitspaket 3 „ Betriebskonzept“

UAP 3.1 Clusterung der Fertigungsschritte und Montageschritte (Skalierbarkeit, Wandelbarkeit und produktionsspezifische Rahmenbedingungen)

Zunächst wurde der Betrachtungsgegenstand des Betriebskonzeptes definiert und abgegrenzt. Hierzu wurde eine In-&-Out-Liste angefertigt, die sowohl Kern-Themen als auch Rand-Themen berücksichtigt. Des Weiteren wurde ein konzeptioneller Entwurf zur Ausgestaltung der Arbeitsgruppe Konzepte erarbeitet, der den Zusammenhang von Produktionsplanung, Betriebskonzept sowie Produktionssteuerung berücksichtigt. Hierzu wurden bereits getätigte Forschungsarbeiten im Bereich Clusterung von Montageschritten identifiziert. Darauf folgend wurden erste Ansätze zur Clusterung von Montageschritten im Rahmen der vorgenommenen Prozessaufnahme erarbeitet. Weiterhin wurden die für das zu entwickelnde Betriebskonzept relevanten Zielgrößen aus dem Zielgrößenkatalog (AP1) identifiziert sowie weiter spezifiziert. Hieraus wurden die theoretischen Bestandteile des Betriebskonzeptes wie die Montagestrukturen und Materialbereitstellungskonzepte

erarbeitet. Abschließend wurde sich auf die anstehenden Experteninterviews zur Evaluierung heutiger Betriebskonzepte vorbereitet.

UAP 3.2: Entwicklung von Betriebskonzepten

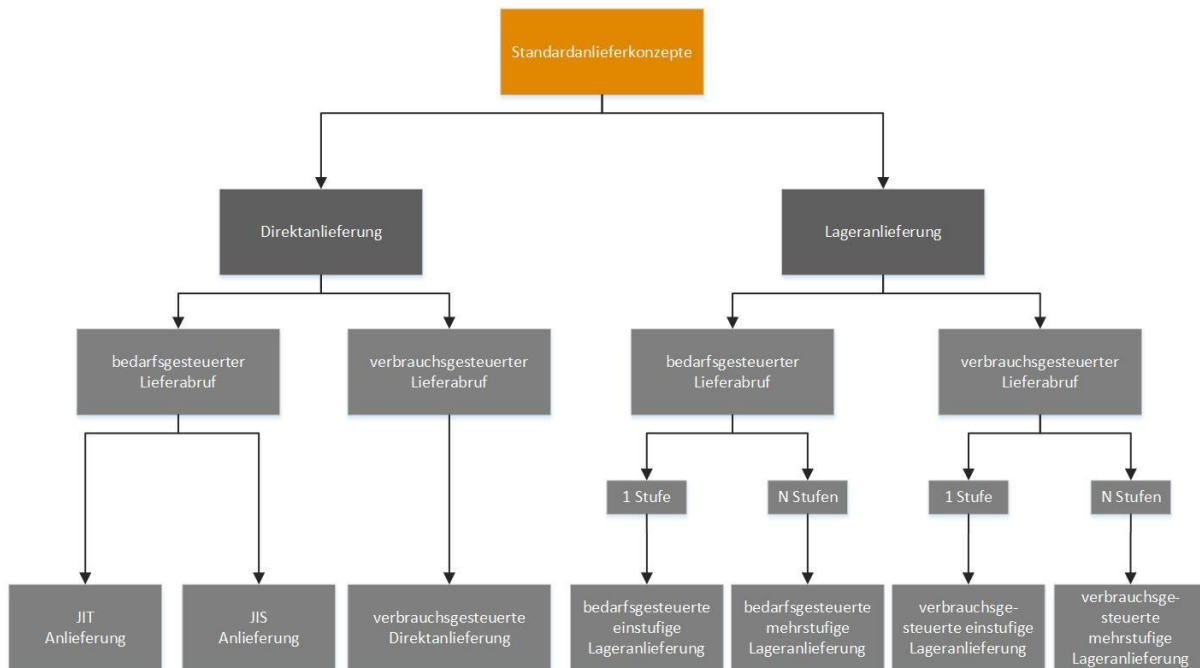
Nach der Eingrenzung des Betrachtungsumfangs (Bestimmung der Kern- sowie Rand-Themen) wurde das Betriebskonzept näher definiert und eingegrenzt. Für den Konzeptentwurf berücksichtigt wurde dabei die Beziehung zwischen Produktionsplanung, Betriebskonzept sowie Produktionssteuerung. Für die Evaluation der Betriebskonzepte wurden relevante Zielgrößen aus dem Zielgrößenkatalog (AP 1) identifiziert und weiterentwickelt. Weiterhin wurde eine Vorgehensweise zur Detaillierung der Montagestruktur und Logistikkonzepte entwickelt und untersucht. Weiterhin wurden die internen und externen Materialbereitstellungskonzepte untersucht. Continental hat den aktuellen Ist-Stand mit dem Soll-Industrie 4.0-Stand abgeglichen und diese Erkenntnisse im Projekt zur Verfügung gestellt.

UAP 3.3: Integration der Lieferanten

Innerhalb dieses Unterarbeitspaketes erfolgt die theoretische Erarbeitung der externen Konzepte der externen Materialbereitstellung durch die Continental AG. Es erfolgt sowohl eine Analyse derzeitiger Zulieferungskonzepte zwischen Continental und Volkswagen als auch eine Erarbeitung einer „Vision zur Zuliefereranbindung an eine Smart Factory“ aus der Sichtweise von Continental.

3.3.1 Lieferantenkonzepte in der Automobilindustrie

Um entsprechend den Charakteristiken der Smart Factory geeignete Konzepte der Lieferantenintegration ableiten zu können, werden in einem ersten Schritt heutige Anlieferkonzepte analysiert. In der nachstehenden Abbildung werden diese vorgestellt.



Anlieferkonzepte der Automobilindustrie (eigene Darstellung in Anlehnung an (Klug, 2010))

Die in der Abbildung aufgeführten Anlieferkonzepte sind kennzeichnend für die Automobilindustrie. Sie beschreiben die spezifischen logistischen Prozesse zwischen Zulieferern und Automobilherstellern. Die Konzepte können anhand der Art der Lieferabrufe, des Lieferstandortes, der zwischengeschalteten Lagerstufen, der örtlichen Anlieferung im Werk des Herstellers sowie der Anordnung der Zulieferteile im Transportbehälter unterschieden werden. Für die Auswahl des geeigneten

Anlieferkonzeptes wird zunächst auf der ersten Ebene die Entscheidung zwischen einer direkten Anlieferung oder einer Anlieferung mit zwischengeschalteter Lagerstufe getroffen. Daraufhin wird zwischen bedarfsgesteuerten und verbrauchsgesteuerten Lieferabrufen unterschieden. Ausgehend von der Programmplanung* wird im Rahmen von bedarfsgesteuerten Lieferabrufen zunächst die am Verbauort des Automobilherstellers bereitzustellende Materialmenge ermittelt. Die Prognosedaten der Programmplanung werden bis zum finalen Verbau immer weiter verfeinert, sodass sich der Lieferabruf von einem prognostizierten Lieferabruf (Build-to-Forecast) zu einem kundenspezifischen Lieferabruf (Build-to-Order) entwickelt. Somit wird ausgehend von vorliegenden Aufträgen der benötigte Bedarf mit der exakten Liefermenge und dem exakten Lieferzeitpunkt ermittelt. Daher handelt es sich bei diesem Verfahren um eine deterministische Materialplanung als Teil des push orientierten Abrufprinzips. Beginnend mit dem

* Der Prozess der Programmplanung beziehungsweise Produktionsplanung erfolgt mehrstufig mit unterschiedlichen Planungshorizonten und Detaillierungsgraden. Es wird die strategische (bis 5 Jahre), taktisch (bis 2 Jahre) und die operative (bis 14 Tage) Programmplanung unterschieden. Ausgehend von der Absatzprognose beispielsweise eines Fahrzeuges wird dementsprechend zunächst eine strategische Kapazitätsplanung und in den folgenden Schritten eine programmorientierte Kapazitätsabsicherung sowie die operative Kapazitätssteuerung vorgenommen (Klug, 2010).

Materialbedarf einer nachgelagerten Stufe (Kunde z.B. Volkswagen) wird bei der vorgelagerten Stufe (Zulieferer z.B. Continental) ein verbrauchsgesteuerter Lieferabruf ausgelöst. Diese Vorgehensweise wird folglich als verbrauchsgesteuert bezeichnet, da der Materialverbrauch der jeweiligen logistischen Stufe die Versorgung mit Material durch die vorgelagerte Logistikstufe anstößt. Mittels Vergleichswerte aus der Vergangenheit kann der zukünftige Verbrauch prognostiziert werden. Daher handelt es sich um eine stochastische Methode. Hierbei ist es das Ziel externer Lieferanten, trotz niedriger Bestände eine hohe Versorgungssicherheit, hohe Termintreue sowie hohe Flexibilität bei der Materialanlieferung sowie -bereitstellung zu gewährleisten. Der Lieferant liefert nur dann wenn tatsächlich ein Bedarf beim Automobilhersteller vorliegt. Aufgrund dessen entspricht der verbrauchsgesteuerte Lieferabruf dem pull orientierten Ansatz (Klug, 2010).

Auf der Seite der Direktanlieferung folgt im nächsten Schritt nach dem bedarfsgesteuerten Lieferabruf die Just-in-Time beziehungsweise Just-in-Sequence Anlieferung. Mit dem Just-in-Time Konzept wird das Ziel der mengen- und zeitgenauen Anpassung sowohl interner als auch externer Materialflüsse verfolgt. Der Zulieferer, der sich in enger Abstimmung mit dem Automobilhersteller befindet, verpflichtet sich, die geforderten Lieferumfänge zum richtigen Zeitpunkt, in der geforderten Menge sowie Qualität produktionssynchron zur Verfügung zu stellen (Klug, 2010). Es handelt sich dabei um ein bedarfsgesteuertes Logistikkonzept mit einer kontinuierlichen direkten Anlieferung am Bedarfsort des Abnehmers. Obwohl das Konzept der Just-in-Time Anlieferung mit einem hohen Planungs- als auch Steuerungsaufwand verbunden ist, lassen sich im Rahmen der Direktanlieferung Bestände sowie Flächenbedarfe minimieren. Insbesondere im Bereich der bandnahen Flächen stellt dies einen entscheidenden Punkt dar. Die Bestandsreichweite an der Linie des Automobilherstellers wird verringert und die Anlieferfrequenz des Zulieferers im Gegenzug erhöht. Die Verantwortung für die Bereitstellung der Materialien wird somit an den Lieferanten übertragen (Klug, 2010). Als Grundvoraussetzung für diese Form der Anlieferung gilt daher die enge als auch intensive Kooperation zwischen Hersteller und Zulieferer. Damit einhergehend ist unter anderem das Vereinbaren langfristiger Rahmenverträge, der Informations- und Kommunikationsaustausch mittels gemeinsamer Schnittstellen sowie das uneingeschränkte Vertrauen in Hinblick auf die Lieferqualität, Liefermenge sowie Termintreue. Die Just-in-Time als auch die Just-in-Sequence Anlieferung bilden somit zusammen die höchstmögliche logistische Integrationsstufe für einen externen Lieferanten. Das Just-in-Sequence Anlieferungskonzept schließt die wesentlichen Charakteristiken der Just-in-Time Anlieferung mit ein. Allerdings erfolgt die Anlieferung beim Automobilhersteller nicht sortenrein sondern sequenz- sowie zeitgenau

am zu verbauenden Ort in dafür vorgesehenen Spezialbehältern (Klug, 2010). Beide Konzepte eignen sich aufgrund des enormen Planungs- und Steuerungsaufwandes sowie den erheblichen Anforderungen an die Prozesssynchronisation insbesondere bei großvolumigen, hochwertigen Gütern mit einem hohen Umschlagsvolumen. Bei der verbrauchsgerechten Direktanlieferung sind wie bei den Anlieferungskonzepten Just-in-Time und Just-in-Sequence die Prozesse des Automobilherstellers und die des Zulieferers eng mit einander verknüpft. Im Rahmen der verbrauchsgesteuerten Direktanlieferung wird der Anliefertermin sowie der Rhythmus der Anlieferung bestimmt durch den Materialverbrauch des Herstellers. Dabei erfolgen die Anlieferungen durch den Zulieferer kontinuierlich. Dieses Anlieferungskonzept eignet sich insbesondere für Lieferungen mit einem großen Volumen sowie mit einer geringen Variantenvielfalt.

Auf der Seite der Lageranlieferungen werden die verbrauchs- sowie bedarfsgesteuerte Lageranlieferung betrachtet (Klug, 2010). Kennzeichnend für das Konzept der Lageranlieferung ist das Zwischenschalten von einer oder mehrerer Lagerstufen zwischen Zulieferer und Automobilhersteller. Das Lager kann von Seiten des Herstellers, Lieferanten oder externen Logistikdienstleister unterhalten werden. Dabei wird unterschieden, ob es sich bei dem gelagerten Gut um das Eigentum des Kunden oder des Lieferanten handelt. Das Konzept der Lageranlieferung kommt dann zum Tragen, wenn die Direktanlieferung als nicht sinnvoll erachtet wird (Klug, 2010). Das Einrichten von Lagerstufen wird unter anderem sinnvoll, wenn die Bedarfe nur schwer zu prognostizieren sind, die Teile eine geringe Wertigkeit besitzen und es eine große räumliche Distanz zwischen Automobilhersteller und Zulieferer gibt. Das Konzept der verbrauchsgesteuerten einstufigen Lageranlieferungen eignet sich Teile mit einer geringen Vorhersagegenauigkeit der Nachfrage. Hierbei befindet sich der Zulieferer meist in direkter Nähe zum Kunden beispielsweise auf seinem Werksgelände. Die verbrauchsgesteuerte mehrstufige Lageranlieferung ermöglicht die Anbindung von Zulieferern die weit entfernt sind vom Produktionsstandort des Herstellers. Somit wird bei einer multimodalen und internationalen Transportkette die Versorgungssicherheit gewährleistet (Klug, 2010).

3.3.2 Referenzprozess Lieferantenintegration Werk Regensburg

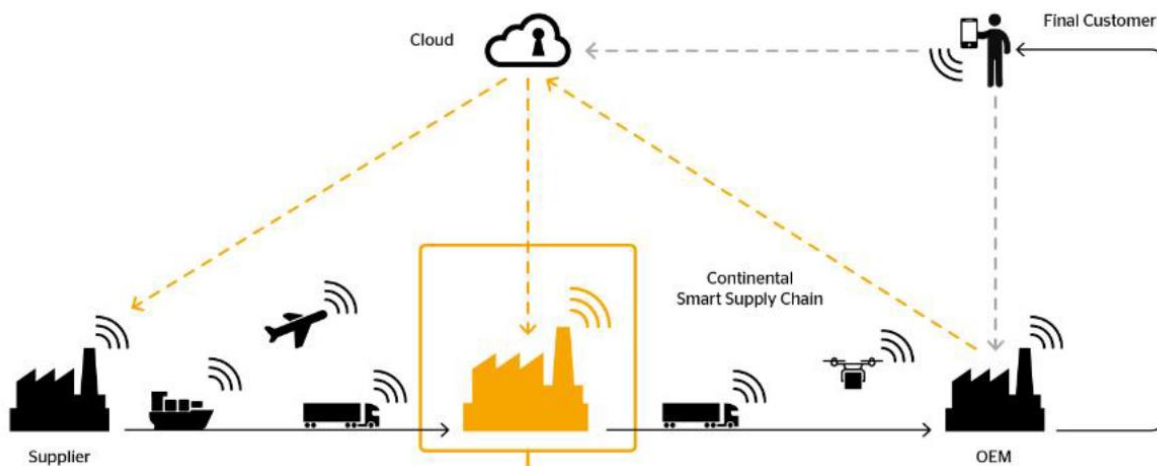
Im Folgenden wird der Prozess der Lieferantenintegration bei Continental Automotive am Beispiel des Werkes Regensburg beschrieben. Die Aufnahme des Prozesses wurde vor Ort mit einem Experten durchgeführt, der IT-seitig die Integration der Lieferanten betreut. Die im Rahmen der Prozessaufnahme gestellten Fragen orientieren sich an dem Beitrag, den die Continental AG im Rahmen des UAP 3.3 von SMART FACE zu leisten hat.

Um einen störungsfreien Ablauf der Wertschöpfungskette gewährleisten zu können, benötigt das Unternehmen Zulieferer, die die zugekauften Güter in Hinblick auf die Leistungsmerkmale Qualität, preisliche Konditionen, technische Ausstattung und Fähigkeiten, Verlässlichkeit und Termin zielgerecht zur Verfügung stellen. Die Auswahl der Lieferanten wird daher unter Berücksichtigung der Fähigkeit, Produkte entsprechend den Anforderungen zu liefern, durch die Fachabteilungen Einkauf, Forschung und Entwicklung sowie Qualität getroffen. An infrage kommende Lieferanten werden Anfragen versendet und die zu erfüllenden Konditionen in Form einer Absichtserklärung ausgearbeitet. Der Einkauf legt dabei fest, welche Stückzahlen zu welchem Preis bei welchem Lieferanten zu beschaffen sind. Hierzu werden Quotierungsregeln formuliert, da das Unternehmen für ein Produkt unter drei Lieferanten auswählen kann. Im Continental Werk Regensburg stammen rund 95% der Lieferanten für Leiterplatten aus dem asiatischen Raum, insgesamt beträgt der Anteil an Nicht-EU Lieferanten rund 90%. Im Rahmen dessen, spielt die Verfügbarkeit der Produkte sowie die Liefertreue eine wesentliche Rolle. Die Liefertreue ist eine Kennzahl für die Logistikperformance und wird mit Hilfe des Bensberg-Tools einmal im Monat bestimmt. Es werden die Kennzahlen der Liefertreue für den Lieferanten, die der internen Fertigung und die Liefertreue zum Kunden voneinander abgegrenzt. Neben den Lieferantenganalysen und -bewertungen tragen Marktforschungen und die jährlichen Preisverhandlungen des Einkaufs dazu bei, die wirtschaftlichen, qualitativen sowie logistischen Ziele des Unternehmens zu verfolgen. Nach der Lieferantebewertung erfolgt die Integration bei strategischen Lieferanten via „Customer Managed Inventory (CMI)“ oder „Vendor Managed Inventory (VMI)“. Der Bestand bei dem Konsignationslager beträgt rund zwei Wochen. Bei allen Lieferanten erfolgen die Lieferabrufe für die tatsächlichen Bedarfe für die ersten drei Monate auf Tagesbasis. Des Weiteren wird ein Forecast für die nächsten 18 Monate auf Monatsbasis erstellt und dem Lieferanten zur besseren Planung zur Verfügung gestellt. Dabei haben Schwankungen in den Kundenabrufen direkte Auswirkungen auf die Lieferabrufe. Hieraus ergibt sich ein Spannungsfeld, welches Folgen für die Lagerumschlagshäufigkeit und den Sicherheitsbestand mit sich zieht. Die Kommunikation zwischen den 80 bis 100 Lieferanten und dem Werk Regensburg erfolgt entweder über Classic EDI, die SupplyOn Plattform (WebEDI) oder bei kleineren Zulieferern in Ausnahmefällen per Fax. Im SAP werden bei Continental Regensburg die Lieferdokumente erstellt, die über einen Server den Lieferanten zur Verfügung gestellt werden. Hier gibt es kein gemeinsames System, sondern verschiedene Schnittstellen zwischen einzelnen SAP-Systemen. Die Disponenten des Werks Regensburg legen im SAP R/3 in der Maske MD04 einen neuen Lieferplan an. Nach dem der Lieferplan einmal angelegt wurde, wird dieser automatisch in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag erstellt.

Und die Lieferabrufe an die Lieferanten übermittelt. Im Rahmen von „Vendor Managed Inventory“ werden die Lieferabrufe täglich übertragen.

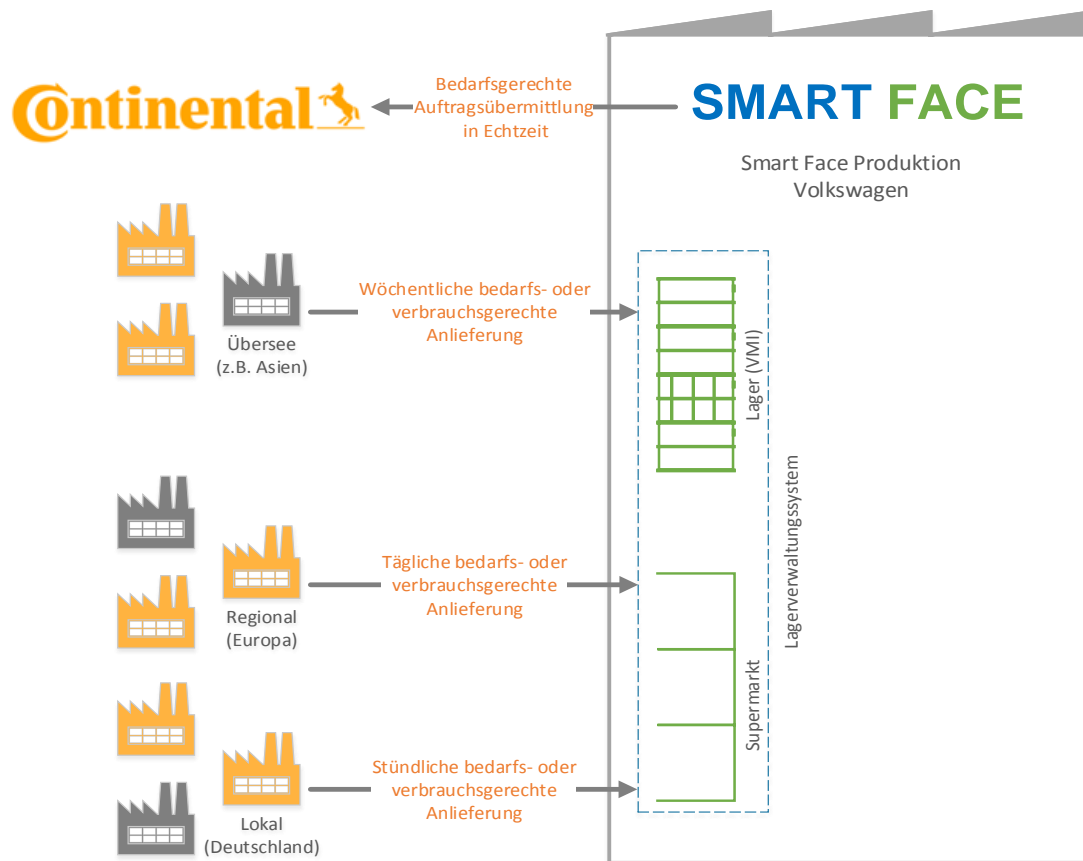
3.3.3 Lieferantenintegration in die Smart Factory aus der Sicht von Continental Automotive

Im Rahmen der Lieferantenintegration von SMART FACE erfolgt aufbauend auf der Analyse heutiger Anlieferkonzepte, die Entwicklung von Konzepten für die Smart Factory. Diese werden um die Lieferantenbeziehung zwischen Continental und Volkswagen erweitert. Lieferantenintegration bedeutet für Continental die gemeinsame Abstimmung der Ressourcen der Kunden sowie Lieferanten mit den Ressourcen und Fähigkeiten des Unternehmens abzustimmen. Notwendig ist dabei die Integration der Informations- und Kommunikationssysteme in die unternehmensübergreifenden Geschäftsprozesse. Abgeleitet hiervon hat Continental, in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachabteilungen, ein theoretisches Konzept entwickelt. Des Weiteren wurden aus Continental-Sichtweise die Herausforderungen konkretisiert. Um einen umfassenden Überblick über die Lieferantenintegration in die Smart Factory zu erhalten sowie zum besseren Verständnis, wurde zunächst nachfolgende Abbildung entworfen.



Automotive Supply Chain Industrie 4.0 (Darstellung durch die Abt. SCMA S&I zur Verfügung gestellt)

Hier ist die Automotive Supply Chain im Rahmen von Industrie 4.0 abgebildet. Dabei wird die Smart Factory von Volkswagen als wesentlicher Bestandteil der Continental Smart Supply Chain verstanden. Maßgebend ist hier der nahezu in Echtzeit stattfindende Informationsaustausch zwischen den Beteiligten der Wertschöpfungskette. Alle Parteien haben Zugriff auf produktions- sowie transportrelevante Daten um den kundenspezifischen Auftrag erfüllen zu können. Nach Betrachtung der gesamten Automotive Supply Chain wird der Fokus auf die Lieferantenintegration in die Smart Factory von Volkswagen gelegt, wie folgende Abbildung zeigt.



Lieferantenintegration in die Smart Factory von Volkswagen (eigene Darstellung)

Die Aufträge von Volkswagen werden in Echtzeit bedarfsgerecht an Continental sowie die weiteren Beteiligten des Wertschöpfungsprozesses in eine Cloud übermittelt. Im Rahmen der Anlieferkonzepte werden sowohl verbrauchsgesteuerte als auch bedarfsgesteuerte Prozesse berücksichtigt. Da sich verbrauchsgesteuerte Lieferkonzepte an den Verbräuchen aus der Vergangenheit orientieren, setzt Continental Big Data Analytics ein, um den zukünftigen Bedarf des Kunden exakt prognostizieren zu können. Bei den bedarfsgesteuerten Lieferkonzepten greift Continental auf die in nahezu Echtzeit übermittelten Aufträge aus der Cloud zurück. Nach der Continental-internen Bearbeitung des Auftrages werden die Zulieferteile je nach Wiederbeschaffungszeit stündlich, täglich oder wöchentlich an die Smart Factory angeliefert. Neben der Wiederbeschaffungszeit wird auch die Verwendungsbreite der Teile betrachtet, um so das geeignete Lieferantenkonzept an die Smart Factory von Volkswagen auszuwählen. Hierbei wird bei der Verwendungsbreite der prozentuale Anteil in den jeweiligen Produktvarianten von Volkswagen berücksichtigt. Teile mit stündlichen Abrufen beziehungsweise täglichen Abrufen werden direkt in den Supermarkt der Smart Factory geliefert. Diese Produkte können entsprechend dem kundenspezifischen Auftrag auf dem 3D-Drucker produziert werden. Somit wird zeitgerecht ein individuelles Produkt gefertigt werden. Teile mit wöchentlichen Abrufen werden unter Berücksichtigung von Vendor Managed Inventory

(VMI) im Lager mehrstufig zwischengelagert. Es ist anzumerken, dass die sequenzierte Bereitstellung beziehungsweise Anlieferung von Zulieferteilen bei Volkswagen als nicht geeignetes Lieferantenkonzept definiert wurde. Eine Just-in-Sequence Anlieferung an die Smart Factory ist aufgrund der hohen Flexibilität der Produktion sowie durch den Vorranggraphen von Volkswagen nicht möglich. Dieser Ausschluss musste aufgrund der Ergebnisse des Unterarbeitspaketes 3.2 getroffen werden. Entsprechend dieser Rahmenbedingungen wurde im Kontext dieses Abschlussberichtes nachfolgende Matrix erstellt, die eine Auswahl des geeigneten Lieferantenkonzeptes für die Smart Factory von Volkswagen anhand der Teileklassifizierung ermöglicht.

		Verwendungsbreite		
		Alle Produktvarianten (> 80%)	Einige Produktvarianten (30 – 50 %)	Wenige Produktvarianten (<20%)
Wiederbeschaffungszeit	Langfristig (Wochen)	Verbrauchsgesteuerte mehrstufige Lageranlieferung (Vendor-Managed-Inventory) <i>z.B. Granulat</i>		Bedarfsgesteuerte mehrstufige Lageranlieferung (Vendor-Managed-Inventory) <i>z.B. Display</i>
	Mittelfristig (Tag)	Verbrauchsgesteuerte einstufige Lageranlieferung (Supermarkt) <i>z.B. Kleber</i>		Bedarfsgesteuerte einstufige Lageranlieferung (Supermarkt) <i>z.B. Deckglas</i>
	Kurzfristig (Stunden)	Verbrauchsgesteuerte Direktanlieferung (Supermarkt) <i>z.B. Zeiger</i>		Just-in-Time (produktionsnahe Anlieferung) <i>z.B. Ziffernblatt</i>

Matrix Teileklassifizierung (eigene Darstellung)

Bei einer Verwendungsbreite von Continental Zulieferteilen von bis 30 Prozent in den Produktvarianten von Volkswagen, kommen bedarfsgesteuerte Anlieferungskonzepte zum Einsatz. Bei einer Verwendungsbreite von über 30 Prozent werden verbrauchsgesteuerte Lieferkonzepte eingesetzt. Um beispielhaft Produkte den einzelnen Feldern der Matrix zuordnen zu können, wird auf die Prozessbeschreibung des E-Golf Kombiinstrumentes zurückgegriffen. Diese wurde im Rahmen des Arbeitspaketes 1 von Continental im Continental Automotive Werk Babenhausen durchgeführt. Die in der Matrix aufgeführten Materialien werden für den Produktionsprozess des Kombiinstrumentes benötigt. Beginnend mit der verbrauchsgesteuerten Direktanlieferung können hier beispielhaft die Zulieferteile „Zeiger“ angeführt werden. Diese werden in allen Kombiinstrumenten verbaut

und im Werk Babenhausen produziert. Bei der verbrauchsgesteuerten einstufigen beziehungsweise mehrstufigen Lageranlieferung können die Hilfsstoffe Kleber und Granulat angeführt werden. Beim Kleber beträgt die Wiederbeschaffungszeit zwei Tage und beim Granulat rund sechs Wochen. Diese Materialien werden für verschiedene Teile in der Produktion für das Kombiinstrument benötigt. Bei den bedarfsgesteuerten Lieferkonzepten ist zu berücksichtigen, dass die Teile zwar in allen Kombiinstrumenten verbaut werden, allerdings unterscheiden sie sich in der jeweiligen Produktvariation. So wird beispielsweise ein Ziffernblatt einer Variante nur in wenigen gleichen Kombiinstrumenten verbaut, da sich die Kombiinstrumente je nach Art des Kundenauftrags unterscheiden. So kann es sich bei dem Fahrzeug um ein E-Golf oder Golf, um eines Rechtslenker oder Linkslenker oder um ein europäisches oder amerikanisches Fabrikat handeln. Aus der Sicht von Continental ergeben sich aus den abgebildeten Konzepten der Lieferantenintegration in die Smart Factory von Volkswagen Herausforderungen, die es zu überwinden gilt. Diese Herausforderungen ergeben sich auch aus der Betrachtung des Referenzprozesses im Werk Regensburg. Im Rahmen des Just-in-Time Konzeptes bietet sich lediglich die Anbindung regionaler Lieferanten an. Daher sollte auf lange Sicht der Anteil der regionalen Lieferanten steigen. Bei Lieferanten, die außerhalb der EU fertigen sind lange Lieferzeiten sowie etwaige Verspätungen zu berücksichtigen. Des Weiteren muss bei der Auswahl des Lieferantenkonzeptes berücksichtigt werden, dass das jeweilige Transportmittel vom Liefervolumen abhängig ist. Bisher gibt es keine definierten Standards in Bezug auf die Schnittstellen zwischen Continental und Volkswagen. Dies betrifft beispielsweise das Lagerverwaltungssystem. Ein durchgängiges System könnte hier die Bereitstellung von Informationen in Echtzeit gewährleisten. Um Flexibilität in Bezug auf die Liefertreue gewährleisten zu können, müsste sowohl eine geographische als auch systemtechnische Nähe beziehungsweise Anbindung zum Kunden geschaffen werden. Denkbar wäre hier als ein Lösungsansatz die Implementierung einer unternehmensübergreifenden Cloud. Einhergehend mit der Flexibilität und der Berücksichtigung der Produktion von Losgröße 1 muss sich Continental mit innovativen Produktionsverfahren befassen zum Beispiel im Bereich 3D-Druck. Der Einfluss auf die Geschäftsprozesse ist hierbei zu berücksichtigen, eine ganzheitliche Änderung wäre denkbar. In diesem Kontext gilt es auch zu berücksichtigen, wie die Kosten der Lagerverwaltung umgelegt werden, falls der (Lager-) Umfang für die zu garantierende Flexibilität steigt. Somit bildet die Lieferantenintegration einen elementaren Faktor in der Entwicklung und Umsetzung gemeinsamer Aktivitäten in den Geschäftsprozessen.

Arbeitspaket 4 Produktionssteuerung

UAP 4.1: Entwicklung eines Konzeptes zur dezentralen Produktionssteuerung auf Basis eines Multiagentensystems

Im Rahmen des UAP 4.1 wird ein Multiagent Domain Model für die Steuerung zentraler und dezentraler Materialflusskomponenten entwickelt. Des Weiteren erfolgt die Vorbereitung eines Workshops zum Minidemonstrator mit den beteiligten Projektpartnern und eingeladenen Experten. Zudem wird ein Konzept für eine cloudfähige Applikation zur Auftragsdisposition als Entwurf erarbeitet.

UAP 4.2: Spezifizierung der Produktionsschritte in Bezug auf die Anforderungen spezifischer Produktionsbedingungen (Maschinentypen, Transport, Handhabung etc.)

Bezogen auf die Ergebnisse der AP 3 wurden die unterschiedlichen Transportarten und Bereitstellarten kategorisiert und definiert. Die Kategorisierung der Transportarten erfolgte nach automatisiert, manuell sowie teilautomatisiert. Hierbei griffen die Partner auf die Ergebnisse aus AP3 zurück. Aus der Kategorisierung wurden die Anforderungen für den Materialtransport zwischen dem Lager und der Fertigung definiert. Hierfür wurden die Bereitstellart und die Transportart für die unterschiedlichen Produktionsumgebungen dargelegt.

UAP 4.3: Definition bzw. Spezifikation der konzeptionellen Vernetzung der Fertigungsmaschinen sowie der ver- und entsorgenden Materialflusseinheiten

Im Zuge dieses Unterarbeitspaketes wird ein Konzept für die Vernetzung der Fertigungsmaschinen sowie der ver- und entsorgenden Materialflusseinheiten. Als Bestandteil wurde ein Datenmodell konzipiert, welches die Aspekte Shopfloor und automatisierte Materialflusssteuerung vereint. Hierzu wurde detailliert die Schnittstelle zwischen Transportauftrag sowie Roboterzelle, Fördertechnik, mobile Roboter und manueller Transport diskutiert. Für die Schnittstelle zwischen Materialflusssteuerung und Gewerken wurden auch Ergebnisse aus anderen Forschungsprojekten betrachtet.

Arbeitspaket 10 „Validierung“

UAP 10.1 Versuchsszenarien und KPI definieren

Im Rahmen des Unterarbeitspaketes 10.1 erfolgt eine Konzeptionierung von Evaluierungsszenarien für die technische Validierung. Hierzu wurde ein Versuchsfeld unter Verwendung eines hochpräzisen optischen Trackers (OptoTrack) als Referenzsystem zur Identifikation

der Genauigkeit technischer Systemkomponenten (Roboter und Fahrerloses Transportfahrzeug) entworfen. Zielsetzung der Evaluierungskonzepte ist das Abfahren definierter Pfade mit der Aktorik (Roboter, FTF) und das Aufzeichnen der Ist- und Soll-Position mit dem Referenzsystem. Darauf aufbauend erfolgt die Auswertung der Soll-Ist-Abweichungen. Dabei galt es Systemunsicherheiten zu kompensieren. Des Weiteren galt es ein Konzept für ein Evaluierungsszenario zur Untersuchung und Optimierung der Mensch-Maschine-Interaktion zu entwerfen. Hierfür wurde ein Entwurf eines Versuchsfeldes unter Verwendung eines hochpräzisen optischen Trackers (OptoTrack) zur Aufzeichnung der menschlichen Bewegung mit dem Ziel der Untersuchung der Mensch-Maschine-Kooperation unter psychologischen Gesichtspunkte angefertigt. Zielsetzung dabei ist es unter anderem die menschlichen Bewegungen mit Hilfe des OptoTrack aufzuzeichnen und relevante Indikatoren für den Entwurf einer adäquaten Mensch-Maschine-Schnittstelle abzuleiten.

UAP 10.4 Verifizierung der Anwendungsportabilität

Ziel dieses Unterarbeitspaketes ist es, Methoden zur Validierung des Gesamtsystems bereitzustellen. Dabei erfolgt eine Unterteilung in analytische und technische Teilaspekte. Bei der technischen Validierung ist methodisch abzugleichen, ob die verwendeten Geräte (Sensorik, Komponenten des Systems) technisch korrekt arbeiten und operationale Anforderungen erfüllt sind. Zur Gewährleistung einer systematischen Evaluierung der entwickelten technischen Verfahren sollen innerhalb des vorliegenden Unterarbeitspaketes Versuchsszenarien für statistische und dynamische Versuchsaufbauten für exemplarische realitätskonforme Anwendungsszenarien entwickelt werden. Die Continental AG hatte dabei die Aufgabe die Versuchspläne für die strukturierte Durchführung der Teil- und Gesamtvalidierung zu gewährleisten und eine Basis für Optimierungen zu schaffen.

Arbeitspaket 11 „Demonstrator“

Im Rahmen des Arbeitspaketes „Demonstrator“ untersucht die Continental AG die Evaluierung der Lösungsansätze sowie die Machbarkeit aus der Sicht der Zulieferer.

UAP 11.1 Demonstrator I (Simulation Produktion)

Zwei Simulationsebenen wurden im Projekt eingeführt: die Validierungsebene, um Projekthypothesen zu evaluieren und die Demonstrationsebene, um Beispielszenarien aufzuarbeiten. Hierzu wurden gemeinsam die Daten definiert, die für verschiedene

Simulationen verwendet werden. Für das Cockpit von Continental wurden die wesentlichen Daten (Logistische Kennzahlen, Losgrößen usw.) zur Verfügung gestellt.

UAP 11.2 Demonstrator II (IML)

Zur Evaluierung der Lösungsansätze wurde im Konsortium entschieden, gemeinsam den interaktiven 'Minidemonstrator' zu entwickeln und der Öffentlichkeit vorzustellen. Continental hat die Entwicklung unterstützt und an verschiedenen Terminen begleitet.

Die Highlights für Continental waren die Veranstaltungen am 8. Oktober 2015 (Top Transfer Forum- Lean meets Industrie 4.0) und am 9. Oktober 2015 (Industrie 4.0 Convention) im Continental Werk Regensburg. Im Rahmen von Rundgängen zu verschiedenen Marktplätzen zum Thema Industrie 4.0 und Smart Factory wurde innerhalb beider Veranstaltungen der Minidemonstrator erfolgreich vorgestellt. Ein weiteres herausragendes Ereignis für Continental war im Rahmen des Projektes die Teilnahme an der Hannover Messe 2015.

UAP 11.3 Demonstrator III (VW)

Das Projektkonsortium hat das Ziel definiert, einen Teilaspekt des SMART FACE-Gesamtkonzeptes bereits während der Projektlaufzeit in einer realen Produktionsumgebung umzusetzen. Hierfür wurden im Konsortium die aufzunehmenden Anforderungen an den Demonstrator bei Volkswagen formuliert. Zudem wurde eine Übersicht für geeignete Fertigungsbereiche erstellt. Dabei wird eine sinnvolle Ergänzung für das konzipierte Fertigungssystem ermittelt als auch entwickelt. Das System hat dabei die Erhöhung der Transparenz komplexer Fertigungssysteme zum Ziel. Als Demonstrator wurde bei Volkswagen in Wolfsburg die Digitalisierung der Ausschusserfassung in der Kunststofffertigung als Vorbereitung für die SMART FACE Fertigung ausgewählt. Die Vorteile ergeben sich hier aus der webbasierten Ausschusseingabe, der Verfügbarkeit der Informationen in Echtzeit, der erhöhten Prozesstransparenz, der Reduzierung von Analysezeiten, der frühzeitigen Erkennung von Fehlertrends sowie der Reduzierung von Ausschusskosten. Der Werker hat mit dem VW-Demonstrator die Möglichkeiten über die Applikationen Fehler zu erfassen, Berichte einzusehen sowie die Applikation anzupassen.

4.2 Wissenschaftliche Ergebnisse

Aus wissenschaftlicher Sicht wurde das Projekt durch einen Studenten begleitet, der im Rahmen des Teilvorhabens von Continental sowohl seine Bachelor-Thesis als auch Master-Thesis erfolgreich angefertigt hat. Die hierdurch erarbeiteten

Forschungsergebnisse wurden intern diskutiert und den Konsortialpartnern für die weiteren Arbeiten im Projekt zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten hatten des Weiteren die wissenschaftliche Aufbereitung des Themengebietes von Industrie 4.0 bei Continental zum Ziel. Im Zuge der Abschlussarbeiten wurden neben der Abteilung SCMA S&I weitere Abteilungen als auch Werke in das Projekt SMART FACE involviert. Somit wurde zum einen intern Aufmerksamkeit für das Thema Industrie 4.0 als auch für das Forschungs- und Entwicklungsprojekt geschaffen. Somit konnte der Kenntnisstand der Mitarbeiter in Bezug auf Industrie 4.0 sowie der Charakteristiken einer schlanken Produktionsplanung und dezentralen Produktionssteuerung erweitert werden und diese auch außerhalb des Projektes für die Themen sensibilisiert werden. Die erarbeiteten Ergebnisse des Forschungsvorhaben SMART FACE leisten zudem einen Teilbeitrag für den intern gegründeten Council Industry 4.0 Automotive. Diese Arbeitsgruppe hat im Halbjahr 2014 die Arbeiten aufgenommen. Die Vertreter aus verschiedenen Business Units sowie Verantwortliche aus den Divisionen „Chassis&Safety“, „Powertrain“ sowie „Interior“, haben die Entwicklung einer unternehmensinternen Strategie für Industrie 4.0 zur Aufgabe. Durch die Teilnahme der verschiedenen Bereiche, kann so ein gemeinsames Verständnis formuliert werden. Damit wurden die ersten Schritte innerhalb Continental Automotive in Richtung Industrie 4.0 formuliert. Die strategischen Arbeiten haben dabei nachfolgenden Fokus. Um im Kontext des digitalen Wandels einen wesentlichen Schritt in Richtung Industrie 4.0 und leistungsfähiger Produktionsprozesse gehen zu können, bedarf es daher unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit mit Zulieferern sowie Automobilherstellern. Ziel muss es dabei sein Maschinen und Informationen auf physischer sowie auf virtueller Ebene zu vernetzen, um dadurch einen durchgängigen Informationsfluss sowohl unternehmensintern als auch unternehmensextern über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg zu ermöglichen. In diesem Zusammenhang gilt die Zusammenarbeit mit dem Kunden auf Systemebene zu intensivieren, um so gemeinsam Lösungen für eine zunehmenden Vernetzung und Komplexität zu entwickeln. Hierbei wurden die im Projekt SMART FACE geleisteten Arbeiten herangezogen. Unter Berücksichtigung der soeben ausgeführten strategischen Ausrichtung wurde im Rahmen des Council Industry 4.0 Automotive für die Industrie 4.0 Strategie eine Technologie Roadmap bis zum Jahr 2030 erstellt.

4.3 Öffentlichkeitsarbeit

Ein erster Demonstrator, der als „Mini-Demonstrator“ bezeichnet wird, wurde erfolgreich auf der Hannover Messe 2015 vorgestellt und darüber hinaus auch im weiteren Verlauf des Projektes zur Erprobung der entwickelten Ansätze verwendet. Dieses Exponat ist als

Miniaturansicht der erzielten Ergebnisse zu verstehen und wurde zusätzlich zu den im Projekt geplanten Demonstratoren entwickelt. Mithilfe des Demonstrators lässt sich zeigen, wie die klassische zentrale Linienfertigung durch dezentral und flexibel gesteuerte Transport- und Versorgungsfahrzeuge ersetzt wird. Hierzu werden ausgewählte Teilprozesse der Fahrzeugmontage in der Smart Factory Produktion von Volkswagen abgebildet. Die Teileversorgung über die externe Materialbereitstellung wird dabei auch visualisiert. Der Anwender beziehungsweise Messebesucher hat die Möglichkeit die im Hintergrund laufende Produktionsprogrammplanung sowie den Belegungsstatus von Stationen und der fahrerlosen Transportsysteme über einen Display einzusehen. Der Besucher erhält einen Einblick in den jeweils aktuellen Systemzustand und dementsprechend in das gesamte cyberphysische System. Neben der Vorstellung auf der Hannover Messe, war der „Mini-Demonstrator“ auch zweimal zu Gast bei Veranstaltungen der Continental AG. Im Rahmen der Continental „Industrie 4.0 Convention“ sowie dem „TOP Transfer Forum - Lean meets Industrie 4.0“ im Oktober 2015 war der „Mini-Demonstrator“ zu Gast im Continental Automotive Werk Regensburg. Die mit dem Standort Regensburg und dem F.A.Z-Fachverlag Business Media durchgeführte Veranstaltung bestand aus Impulsvorträgen und einer Paneldiskussion, themenspezifischen Workshops und Foren sowie Best-Practice Führungen durch das Werk Regensburg.

Neben der Vorstellung des „Mini-Demonstrators“ auf verschiedenen Veranstaltungen, hat sich die Continental AG bei der Erstellung eines Filmes über die Abschlussveranstaltung des Projektes in deutscher sowie englischer Sprache maßgeblich beteiligt. Beide Versionen wurden auf der unternehmensinternen Community Plattform veröffentlicht sowie dem Vorstandsvorsitzenden des Unternehmens, Dr. Elmar Degenhart, erfolgreich präsentiert.

5. Nutzen und Verwertung

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt SMART FACE hat für die Continental AG und insbesondere für Continental Automotive einen signifikanten Beitrag zur strategischen Positionierung im Rahmen von Industrie 4.0 geleistet. Aus dem Projekt heraus wurden mögliche nachfolgende Projekte aufgezeigt sowie konkrete interne Pilotprojekte gestartet. Auch wurden die Erkenntnisse aus dem Verbundprojekt in bestehende beziehungsweise laufende interne Projekte integriert. Durch den Einsatz von neuartigen Planungs- und Steuerungsmethoden bei dem Automobilhersteller und Kunden Volkswagen ergeben sich Herausforderungen sowie Anforderungen für die Wertschöpfungskette von Continental.

Durch den Einsatz innovativer Methoden nicht nur bei den Automobilherstellern, sondern auch bei den Zulieferern wird es möglich sein, eine ganzheitlich schlanke Produktionsplanung und -steuerung zu implementieren umso auf Marktbedürfnisse zu reagieren. Durch die Anwendung des Betriebskonzeptes von SMART FACE für Zulieferer wird die Steigerung der Qualität, die Minimierung der Durchlauf- und Reaktionszeit sowie die Flexibilisierung der Produktion bei Continental erwartet. Trotz der erhöhten Anforderungen, die von den Herstellern an die Lieferanten herangetragen werden, sollen so monetär zu beziffernde Vorteile erzielt werden.

Von Seiten Continentals wären Anschlussprojekte an SMART FACE denkbar, die den Menschen, die Produktion sowie das Supply Chain Management fokussieren.

Literaturverzeichnis

Klug, F. (2010). *Logistikmanagement in der Automobilindustrie* (1. Ausg.). Heidelberg: Springer/ VDI-Buch.

Verwertungsplan

Förderkennzeichen: 01MA13007H
01MA13007I

Zuwendungsempfänger: Continental Teves AG & Co. OHG
Continental Automotive GmbH

Verbundvorhaben: Smart FacE-Smart Micro Factory für Elektrofahrzeuge mit schlanker
Produktionsplanung

Teilvorhaben: Schlanke Produktionsplanung aus der Sicht der Zulieferer (SPZ)
Zuliefererspezifische Ressourcenoptimierung der Produktionsplanung
(ZROP)

Bewilligungszeitraum: 01.11.2013 – 31.12.2016

Es bestehen folgende Verwertungsmöglichkeiten:

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Zeithorizont
1	Die Erkenntnisse des Projektes fließen in die Entwicklung neuer Pilotprojekte beim Projektpartner Continental ein.	3-5 Jahre
2	Im Forschungsprojekt wurden von Seiten Continentals im Rahmen des Teilvorhabens insgesamt zwei studentische Abschlussarbeiten angefertigt. Die ausgearbeiteten Themenschwerpunkte stehen dem Unternehmen zur weiteren Nutzung zur Verfügung.	Bis auf weiteres
3	Die Erfahrungen aus dem Projekt fließen in die Strategie/ Vision „Supply Network Planning 4.0“ im Rahmen der übergeordneten Strategie Industrie 4.0 bei Continental Automotive ein.	1-2 Jahre
	Umsetzung der Ergebnisse innerhalb des „Supply Network Planning 4.0“.	3-5 Jahre
4	Die Ergebnisse aus dem Projekt SMART FACE fließen in das unternehmensinterne Projekt SARA 4.0 („Standardized automated replenishment application“) ein. Ziel des Projektes ist der automatisierte Warennachschub ausgelöst durch die Produktionsmaschinen mit Materialtransport durch FTS aus dem Lager direkt an die Linie.	3-5 Jahre
5	Berücksichtigung der Ergebnisse innerhalb der Konzeptionierung einer Industrie 4.0 Modelfabrik bei Continental Automotive.	2-3 Jahre

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN /	2. Berichtsart Schlussbericht
3a. Titel des Berichts Schlussbericht Teilvorhaben: Schlanke Produktionsplanung aus Sicht der Zulieferer (SPZ), Zulieferspezifische Ressourcenoptimierung der Produktionsplanung (ZROP)	
3b. Titel der Publikation /	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Rossbach, Klaus-Jürgen; Bot, Nicoleta; Schwarz, Michael; Eberhardt, Alexandra	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2016
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) /	6. Veröffentlichungsdatum geplant
	7. Form der Publikation /
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Continental Teves AG & Co. oHG, Continental Automotive GmbH Klaus-Jürgen Rossbach, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Nicoleta Bot, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Michael Schwarz, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Alexandra Eberhardt, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Nobert Meyer, Siemensstrasse 12, 93055 Regensburg	9. Ber.Nr. Durchführende Institution /
	10. Förderkennzeichen 01MA13007H 01MA13007 I
	11a. Seitenzahl Bericht 41
	11b. Seitenzahl Publikation /
	12. Literaturangaben 1
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für BMW (BMW) 53107 Bonn	14. Tabellen 0
	15. Abbildungen 6
16. Zusätzliche Angaben /	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. z.Hd. Herr Gerd Hembach Konvergente IKT Linder Höhe 51147 Köln	
18. Kurzfassung Das Projekt SMART FACE ist Teil der Initiative Autonomik 4.0 für die Industrie, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wird. Das Projekt wurde Ende 2014 ins Leben gerufen und befasste sich mit den Herausforderungen durch die Kombination von Cyber-Physical-Systems mit bestehenden Technologien und Produktionsstrukturen. Ziel war die Entwicklung innovativer Lösungen für eine schlanke Produktionsplanung für Klein- und Kleinstserien. Gerade für Elektrofahrzeuge ist das von besonderer Bedeutung, da die Produktionszyklen bei ihnen kürzer sind und die Fertigung individualisierter. Aufgrund der Unbeständigkeit des Marktes wird von den Zulieferern zudem ein außergewöhnlich hohes Maß an Flexibilität gefordert. Somit sind neue und flexiblere Methoden der Produktionsplanung ein Muss für den langfristigen Erfolg. Continental Automotive hat dabei eng mit einer Reihe führender Partner zusammengearbeitet und nahm die Rolle des Automotive-Zulieferers ein. Das Unternehmen leistete außerdem Beiträge zur Konzeptentwicklung und zur anschließenden Machbarkeitsuntersuchung und Umsetzung. Die Partner wollten dezentrale Planungs- und Kontrollsysteme erstellen und die Produktionsstrukturen an die Anforderungen von Klein- und Kleinstserien anpassen. Ihre Lösung ermöglicht, dass sich Material und Teile selbstständig von einer Maschine zur nächsten bewegen, wofür ständiger Datenaustausch und intelligente, miteinander verbundene Sensoren erforderlich sind, die permanent die Umgebung scannen und miteinander und mit ihrer Umgebung kommunizieren. Ein zentrales Kontrollsystem ist somit nicht mehr notwendig. Ein weiterer Nutzen ist, dass überzählige Produktionsmittel je nach Bedarf automatisch der Auslastung angepasst werden und somit sichergestellt wird, dass die Produktion größtenteils eigenständig abläuft.	
19. Schlagwörter Industrie 4.0, dezentrale Produktionsplanung, Automobilindustrie	
20. Verlag /	21. Preis /

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN Currently being planned	2. Type of Report Final report
3a. Report Title Final report: Lean production planning from supplier perspective, Supplier specific resource optimization of production planning	
3b. Title of Publication /	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Rossbach, Klaus-Jürgen; Bot, Nicoleta; Schwarz, Michael; Eberhardt, Alexandra	5. End of Project 31.12.2016
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) /	6. Publication Date Currently being planned
	7. Form of Publication /
8. Performing Organization(s) (Name, Address) Continental Teves AG & Co. oHG, Continental Automotive GmbH Klaus-Jürgen Rossbach, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Nicoleta Bot, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Michael Schwarz, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Alexandra Eberhardt, Guerickestraße 7, 60488 Frankfurt a. M. Nobert Meyer, Siemensstrasse 12, 93055 Regensburg	9. Originator's Report No. /
	10. Reference No. 01MA13007H 01MA13007 I
	11a. No. of Pages Report 41
	11b. No. of Pages Publication /
	12. No. of References 1
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 53107 Bonn	14. No. of Tables 0
	15. No. of Figures 6
16. Supplementary Notes	
17. Presented at (Title, Place, Date) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. z.Hd. Herr Gerd Hembach Konvergente IKT Linder Höhe 51147 Köln	
18. Abstract The SMART FACE project is part of the Autonomics for Industry 4.0 program, sponsored by the German Federal Ministry of Economic Affairs and Energy. The project was launched in late 2014 and addressed the challenges of combining cyber-physical systems with existing technologies and production structures. Its aim was to develop innovative solutions for lean production planning for small and micro series. This is of central importance to electric vehicles, which entail shorter production cycles and greater customization. Moreover, due to the volatile nature of this market, suppliers require an exceptionally high degree of agility. This means that new and more flexible methods of production planning are a must for long-term success. Continental Automotive worked closely with a number of leading partners. It was assigned the role of automotive supplier, and it contributed to concept development, as well as to subsequent feasibility testing and implementation. The partners wanted to create distributed planning and control systems, and establish manufacturing structures in line with the demands of small and micro series. Their solution allows materials and parts to move autonomously from one machine to the next. This requires continuous data exchange and smart, interconnected sensors that can scan the environment and communicate with one another and their surroundings. This means that no central control system is necessary. A further benefit is that redundant manufacturing resources are automatically assigned to workloads as needed. This ensures production is largely self-organized.	
19. Keywords Manufacturing, Industry 4.0, self-organized, smart factory, decentralized planning	
20. Publisher /	21. Price /

