

AUDI A1 – FERTIGUNG EINER VÖLLIG NEUEN PRODUKTLINIE

Für den A1 hat Audi im Werk Brüssel einen exklusiven Fertigungsstandort mit ausgezeichneten strukturellen Voraussetzungen geschaffen. Die straffen Zielgrößen hinsichtlich Qualitätsanforderungen, Investitionen, Fertigungszeiten und Mitarbeiterergonomie konnten durch intensive Zusammenarbeit der Produktionsplanung mit der Entwicklung bereits ab Beginn der Konzeptphase beeinflusst werden. Die gesamte Fertigung des A1 zeichnet sich durch konsequente Weiterentwicklung der Fertigungs- und Anlagenkonzepte von Audi aus. Im Fokus lagen größtmögliche Flexibilität zur Integration weiterer Fahrzeugtypen und eine optimale Werks-Strukturplanung. Neue Wege geht Audi auch bei der fertigungsorientierten Produkt- und Anlagengestaltung durch den verstärkten Einsatz von virtuellen Simulationsmethoden.



AUTOREN



MARTINA WEIDINGER

ist Gesamtprojekt-Leiterin des A1-Projektes im Produktions-Bereich bei der AUDI AG in Ingolstadt und Brüssel (Belgien).



JOHANNES MARSCHALL

ist zuständig für die Struktur-Planung des neuen Audi Standortes Brüssel bei der AUDI AG in Ingolstadt und Brüssel (Belgien).



ANDREAS KUCK

ist Fachprojektleiter Karosseriebau für den A1 bei der AUDI AG in Ingolstadt und Brüssel (Belgien).



MARC BINDER

ist Fachprojektleiter Anbauteile für den A1 bei der AUDI AG in Ingolstadt und Brüssel (Belgien).



LUTZ KRÖBER

ist Fachprojektleiter für den Bereich Werkzeugbau für den A1 bei der AUDI AG in Ingolstadt und Brüssel (Belgien).

PRODUKTIONS-LÖSUNGEN FÜR DEN KLEINWAGENBEREICH

Mit dem A1 bietet Audi erstmalig ein Modell im A0-Kleinwagensegment an. Dieses neue Einstiegsmodell ist aber dennoch ein „echter“ Audi. Somit galt es, auch in dieser Fahrzeugklasse den Audi Kunden ein vollwertiges Premiumprodukt zu bieten. Der hohe Audi Qualitätsanspruch gilt für alle Produkte der Marke gleichermaßen.

Um dem A1-Kunden ein wettbewerbsfähiges Produkt anbieten zu können, hieß es gerade für die Fertigungsbereiche, kreative, stabile und trotzdem kosteneffektive technische Lösungen für Produkt und Herstellungsprozess zu entwickeln.

Die intensive Zusammenarbeit von Produktion und Entwicklung bildete ein gutes Fundament für den Gesamterfolg des A1. Eine derartig zielgerichtete Umsetzung kann nur über ständige Verbesserungen erreicht werden. Sie erfolgt unter Einbindung aller beteiligten Geschäftsbereiche und unter dem Gesichtspunkt einer optimalen Lösung.



❶ Fugenkontrolle beim A1

KOSTENGÜNSTIGES A0-MODELL

Trotz anspruchsvoller Ziele hat der A1 alle Audi Gene. Da bleibt stetes Ringen über Möglichkeiten zwischen Wunsch und Wirklichkeit nicht aus. Das gilt

beispielsweise beim Design, ❶, wo besondere technische Lösungen erforderlich waren, um die Anforderungen bezüglich Herstellbarkeit mit den engen Toleranzanforderungen in Einklang zu bringen.



❷ Umgreifende Frontklappe



3 Heckklappe seitlich

Konkretes Beispiel für das anspruchsvolle Audi Design des A1 sind die umgreifende Front- und Heckklappe, 2 und 3.

PROJEKTMANAGEMENT FÜR ERFOLGREICHE MODELLVIELFALT

Bei hoher Modellvielfalt wird die tägliche Arbeit stark vom Spannungsverhältnis zwischen fachlicher Linienverantwortung und termintreuer Projektumsetzung bestimmt. Die Mitarbeiter im A1-Team sind in Ihren Linienfunktionen strukturell verankert und dem Projektteam beziehungsweise den Simultaneous-Engineering-Teams parallel handlungsverantwortlich. Aus dieser Doppelfunktion ergibt sich ein nicht immer einfaches, aber doch sehr erfolgreiches Ringen um die besten Entscheidungen, damit alle Projektziele erreicht werden können.

Die frühe Phase im Produktentstehungsprozess wird durch virtuelle Absicherungsmethoden begleitet. Die bei Audi bereits seit den 1990er Jahren angewandten Simulations-Technologien wurden in den letzten Jahren sukzessive um weitere

Bausteine, wie Werkzeug- und Anlagenbau, ergänzt und im Projekt A1 erfolgreich eingesetzt.

PRODUKTIONSPLANUNG

Basis des Know-hows in der Produktherstellung des A1 bildeten die erfolgreich eingesetzten Fertigungskonzepte. Diese Erfahrungen wurden im Rahmen von Wissensmanagement als Standards dokumentiert. Sie bilden so die Basis für die nächsten Folgeprojekte. Darüber hinaus gibt es durch eigenständiges Design der einzelnen Audi Modelle immer wieder neue Fahrzeugmerkmale, die die Produktion vor Herausforderungen stellen.

PRODUKTIONSSTANDORT

Der neue A1 wird im neuen Audi Werk in Brüssel hergestellt. Diese Entscheidung wurde vor dem Hintergrund der Nähe zu den Hauptabsatzmärkten getroffen. Im Rahmen der Planung galt es, hohe Effizienz durch intelligente

Prozesse und modernste Anlagentechnik aktiv zu erreichen.

WERKSTRUKTUR UND DIE PLANUNGSORGANISATION

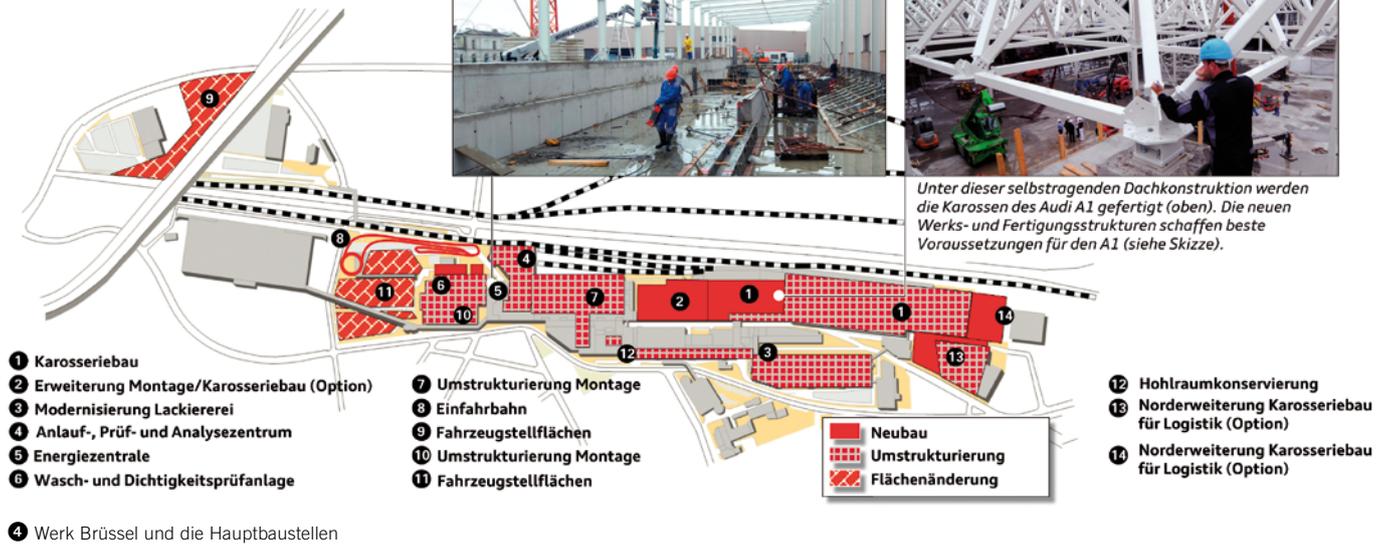
Um die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Anlauf des A1 zu schaffen, wurde das komplette Werk mit seinen Fertigungsstrukturen und -anlagen modernisiert beziehungsweise erneuert. Dabei war die Herausforderung, eine Vielzahl von einzelnen, zeitlich ineinander laufenden Projekten in der Kürze der Zeit umzusetzen.

Innerhalb von drei Jahren wurden Produktionsanlagen des VW Golf umgebaut, der A3 eingerüstet, der VW Polo weitergebaut und parallel dazu das gesamte Werk fertigungstechnisch modernisiert.

Anschließend war der Weg frei für einen exklusiven Fertigungsstandort mit ausgezeichneten strukturellen Voraussetzungen basierend auf dem Audi Produktionssystem. Die beim Produkt und der Struktur verwirklichte Fertigungs-Philosophie eines homogenen Einliniensys-

Für das "ideale Band-Ende-Konzept Audi" (IBEKA) wurde eine neue Wasch- und Dichtprüfanlage gebaut. (r)

Das Werk der Audi Planer mit Zukunftsperspektive



- 1 Karosseriebau
- 2 Erweiterung Montage/Karosseriebau (Option)
- 3 Modernisierung Lackiererei
- 4 Anlauf-, Prüf- und Analysezentrum
- 5 Energiezentrale
- 6 Wasch- und Dichtigkeitsprüfanlage

- 7 Umstrukturierung Montage
- 8 Einfahrbahn
- 9 Fahrzeugstellflächen
- 10 Umstrukturierung Montage
- 11 Fahrzeugstellflächen

- 12 Hohlräumkonservierung
- 13 Norderweiterung Karosseriebau für Logistik (Option)
- 14 Norderweiterung Karosseriebau für Logistik (Option)

4 Werk Brüssel und die Hauptbaustellen

tems erreichte man durch drei chronologisch aufeinander folgende Schritte:

- : zunächst die nachhaltig erforderlichen baulichen Strukturen den neuen Erfordernissen anpassen
- : im zweiten Schritt die verbleibenden Fabrikstrukturen kompromisslos auf die standardisierten Fertigungsprozesse des Audi Produktionssystems maßzuschneidern und damit die Produktion des A3 abzusichern
- : als dritter und zugleich letzter Schritt, die Integration des neuen Audi A1 in die vorkonfektionierten Produktionsabläufe nach Maß.

Bei einem zweischichtigen Betreibermodell ergibt sich eine installierte Kapazität von täglich 528 Fahrzeugen.

Durch diese umfassenden Modernisierungs- und Erweiterungsmaßnahmen wurden die Voraussetzungen zur Typführerschaft des Standortes Brüssel für den A1 geschaffen, 4. Zu den Maßnahmen zählten unter anderem das neue Anlauf-, Prüf- und Analyse-Zentrum (APAZ), das neue Anlauf- und Trainingscenter und ein ideales Band-Ende-Konzept mit einer neuen Einfahrbahn.

Um die mehr als 100 großen Einzelprojekte zu meistern war eine „Direktschaltung“ von der Projektwelt über die Fertigungsplanung hin zum Betreiber der Anlagen eine unabdingbare organisatorische Voraussetzung. Diese Vernetzung erlaubt eine direkte Kommunikation

untereinander bei klarer disziplinärer und fachlicher Verantwortung.

STRUKTURPLANUNG IM KAROSSERIEBAU

Der Karosseriebau des A1 zeichnet sich durch eine konsequente Weiterentwicklung der von Audi und dem VW-Konzern in den letzten Jahren erarbeiteten Anlagenkonzepte aus. Im Fokus lagen größtmögliche Flexibilität hinsichtlich Integration weiterer Fahrzeugtypen und eine optimale Strukturplanung unter Berücksichtigung aller Anforderungen von der Logistik über die Fördertechnik,

die Qualitätssicherung bis hin zur Instandhaltung.

So ermöglicht die Zentralisierung aller Fertigungsanlagen in zwei benachbarten Produktionshallen kurze Wege bei der Anlieferung der Einzelteile und für die anlagenverbindende Fördertechnik. Möglich wurde dies durch eine frühzeitige enge Vernetzung von Struktur-, Fertigungs-, Serien- und Logistikplanung mit dem klaren Ziel einer mitarbeiterorientierten Auslastung bei optimalen Anlieferbedingungen. Zusätzliche Flexibilität wurde dadurch gewonnen, dass die manuelle Bauteilzuführung durch den Einsatz von Bauteilrutschen oder Ketten-



5 Robotergeführtes Messen

förderern vom starren Takt der Roboterarbeitsbereiche entkoppelt wurde.

Das Ziel einer 100-prozentigen Qualitätsüberwachung der Bauteilmaße mit entsprechend kurzem Regelkreis wurde für Plattform und Hut durch den Einsatz der sogenannten Inlinesmesstechnik nach allen wichtigen Fertigungsschritten realisiert. Anbauteile werden „offline“, also in einer separaten Zelle, geprüft. Grund hierfür ist, dass Front- und Heckklappe eine ausreichende Stabilität erst dann erreichen, wenn der dort eingesetzte Kleber durch Wärmeeinwirkung in einem Trockner seine Zähigkeit entwickelt.

Auch hier ist in beiden Fällen größtmögliche Flexibilität eine der Prämissen. Deshalb ist der Messsensor stets robotergeführt, ⑤. Der Einsatz von höherfesten Stahlsorten erfordert eine stetige Überwachung der Fügeprozesse. Aus diesem Grund kommt für alle Schweißzangen eine Regelung zum Einsatz, die jeden einzelnen Schweißvorgang mit den dort hinterlegten Referenzwerten abgleicht und bei Bedarf anpasst.

ENERGIEEFFIZIENZ UND UMWELTSCHUTZ

Ein weiteres Novum im Karosseriebau ist ein Projekt zur Energieeffizienz. Dahinter stehen nicht nur die Verantwortung zum Umweltschutz und zur CO₂-Reduzierung, sondern ebenfalls handfeste wirtschaftliche Gründe.

Mit dem Ziel einer verursacherbezogenen Zuordnung des Energieverbrauchs wurden in den Anlagen Messgeräte

installiert, die den Verbrauch von elektrischer Energie und den Durchfluss von Druckluft aufnehmen. Die so ermittelten Verbrauchswerte werden in einem zentralen Überwachungssystem abgelegt und können damit anlagenbezogen „online“ dargestellt werden. Diese Transparenz ermöglicht es, Prozesse und Fertigungsanlagen von der Inbetriebnahme über den gesamten Produktionszyklus laufend unter Verbrauchsgesichtspunkten zu optimieren. Leckagen und unnötige Stand-by-Verluste werden früh erkannt und können schnell abgestellt werden, wobei eine Erfolgskontrolle jederzeit möglich ist.

ERSTMALIGER EINSATZ DES FRAMINGKONZEPTES

Während der „Konzernframer“ in der Aufbaufertigung bereits seit mehreren Jahren seinen festen Platz gefunden hat, kommt für den A1 erstmalig im Konzern auch für den Unterbau ein Konzept mit gleichem Flexibilitätsanspruch zum Einsatz. Die Vorrichtung, in der die Längsträger vorn und die Bodenelemente zum Unterbau verbunden werden, befindet sich dazu auf einem Schlitten. So kann bei Typwechsel über eine Verschiebeeinheit, ⑥, ein Austausch der Vorrichtungen in der Station innerhalb der Taktzeit erfolgen. Für das anschließende Fügen von Stirnwand, Radhäusern und Heckabschlussteil werden Handlingsroboter mit typspezifischen Aufsetzvorrichtungen verwendet, die mittels Roboterkupplungssystemen im freien Fahrzeugmix gewechselt werden können, ⑦.

AUTOMATISIERTE ERSTELLUNG VON KONSTRUKTIONSUBTERLAGEN

Die stetig steigende Anzahl von Fahrzeugderivaten und immer kürzere Entwicklungszeiten prägen aktuell den Automobilbau. Klassische Konstruktionsmethoden erreichen die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit und werden den hohen Anforderungen an Termine, Kosten und Qualität zunehmend nicht mehr gerecht.

Beim A1 wurde bei den Tür-Karosseriebauanlagen ein neuer Weg beschritten. Die Konstruktionsunterlagen für die Türenanlage wurde mithilfe eines Engineeringssystems generiert, ⑧. Grundlage für diese Vorgehensweise ist ein von Audi entwickelter mechatronischer Baukasten mit eigenem Formelwerk. Der Baukasten besteht aus kleinsten „Puzzlestücken“ der Konstruktionsvorgaben. Mittels logischer Verknüpfungsregeln werden die Konstruktionsunterlagen beim Konfigurieren einer Produktionsanlage zusammengesetzt. Der große Vorteil dieser Technik liegt in der Wiederverwendbarkeit des Baukastens. Der hohe Zeitaufwand für eine Konstruktion wird hier bereits im Vorfeld projektunabhängig in die Baukastenentwicklung und Pflege investiert. Das Konfigurieren der Anlage selber nimmt je Anlage nur noch wenige Stunden in Anspruch. Diese Generierung der Unterlagen gewährleistet eine hohe Fehlersicherheit sowie die konsequente Umsetzung der Standardvorgaben, wodurch ein hoher Qualitätsstandard der Konstruktionsunterlagen sicherstellt wird.



⑥ Verschiebeeinheit mit Vorrichtung



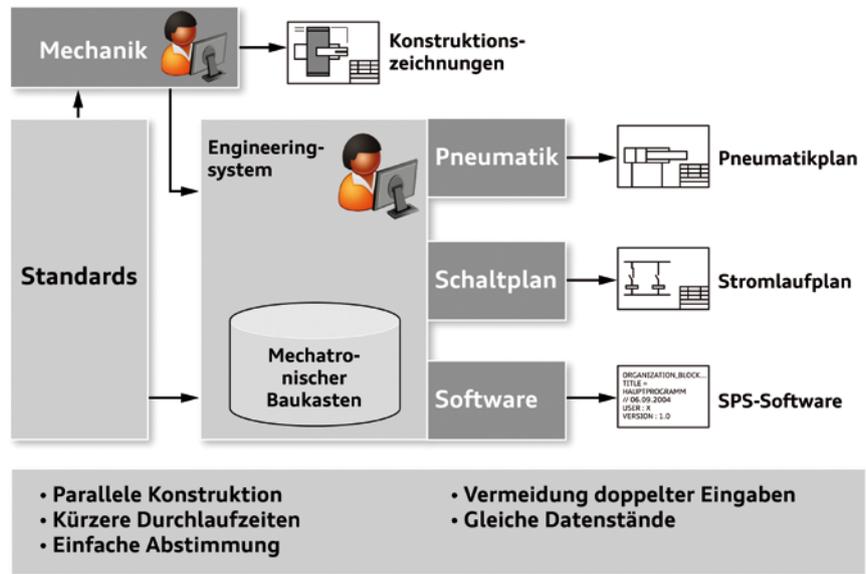
⑦ Aufsetzvorrichtung und Verriegelungseinheit

VIRTUELLE INBETRIEBNAHME DER KAROSSERIEBAUANLAGEN

Qualität ist auch die Zielsetzung der „Digitalen Fabrik“, in der sämtliche Prozesse der realen Fabrik abgebildet und im virtuellen Bereich abgesichert werden. Im Projekt A1 wurde unter diesen Vorzeichen bei Karosseriebauanlagen für die Türen und den „Framern“ des Aufbaus seitens des Audi Werkzeugbaus die virtuelle Inbetriebnahme umgesetzt. Die Ergebnisse aus der mechanischen und der elektrischen Konstruktion werden im virtuellen Bereich zusammengeführt, um das Zusammenspiel der Produktionsanlage im Vorfeld zu testen. Hier wird im Besonderen die korrekte Interaktion von Roboter- und SPS-Programmen geprüft, um mögliche Programmierfehler aufzudecken. ⑨ zeigt das Funktionsprinzip der virtuellen Inbetriebnahme. Der eigentliche Inbetriebnahmeprozess an der realen Anlage kann so mittels bereits getesteter und optimierter Programme erfolgen.

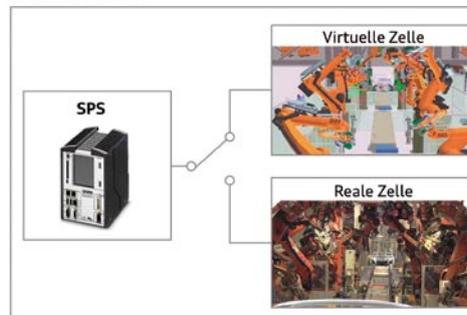
BETREUUNG IN DER LAUFENDEN SERIE MITTELS FERNWARTUNG

Bei aller virtuellen Absicherung im Vorfeld der Inbetriebnahme handelt es sich bei modernen Karosseriebauanlagen um hochkomplexe, mechatronische Produktionssysteme, die vielfältiges Expertenwissen aus unterschiedlichen Bereichen erfordern. Um diesen Herausforderungen weltweit gerecht zu werden, setzt der Audi Werkzeugbau bei Produktionsanlagen seit April 2009 auf die Fernwartung. Schon bei der Anlageninbetriebnahme durch eigenes Personal zeigt sich das große Potenzial einer Fernwartung. Die Experten können über einen sicheren „Remote-Zugang“, ⑩, gemeinsam mit dem Vor-Ort-Personal nach Lösungen bei Anlagenstörungen suchen oder bei Optimierungen helfen. Auch eine Einbindung von externen Systemherstellern ist im Wartungsfall jederzeit möglich. Der Nutzen hieraus kommt beiden Seiten zugute, dem Anlagenhersteller durch verringerte Reisezeiten und dem Betreiber, der mit höheren Anlagenverfügbarkeiten produzieren kann.



⑧ Konstruktionsprozess im Karosseriebau; Anlagenkonstruktion mithilfe eines Engineeringssystems

Funktionsweise



Virtuelle Inbetriebnahme in der Praxis



⑨ Virtuelle Inbetriebnahme – Funktionsweise

Fernwartungs-Zentrale



Produktions-Anlage



⑩ Fernwartung

„NICHT MIT ERFINDUNGEN, SONDERN MIT VERBESSERUNGEN MACHT MAN EIN VERMÖGEN.“

Henry Ford (Gründer der Ford Motor Company)



**ATZPRODUKTION.
LESEN FÜHRT ZU KURZEM PROZESS.**

Der entscheidende Wissensvorsprung für Produktionsmanager, Ingenieure und technische Einkäufer in der Automobilindustrie! Als einzige deutsche Fachzeitschrift informiert ATZproduktion auf höchstem technisch-wissenschaftlichem Niveau über alles, was Produktionsmethoden und -verfahren noch effizienter und wirtschaftlicher macht und Qualität nachhaltig sichert.

Jetzt Leseprobe bestellen unter: www.ATZonline.de/leseprobe/atzp

ATZ produktion