

PROAKTIVE GEOMETRIEORIENTIERTE MONTAGEABSICHERUNG

Robert Meißner

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt eine Methode, mit deren Hilfe die Montagefähigkeit von Produkten untersucht und optimiert werden kann. Dafür wurden bestehende Ansätze analysiert und anhand erkannter Probleme Anforderungen formuliert. Aus den erarbeiteten Grundlagen wurde eine Methode entwickelt, mit deren Hilfe zum Beispiel die Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen bereits während der Produktentwicklung untersucht werden kann. Durch die Unterstützung dieser Absicherungen ist es möglich, frühzeitig die Montagefähigkeit eines Produktes zu gewährleisten.

Keywords: Produktentwicklung, Montagefähigkeit, Absicherung

1 Einleitung

Eine der größten Herausforderungen für Unternehmen ist es, in immer kürzerer Zeit Produkte zu entwickeln und wirtschaftlich zu realisieren. Die zunehmende Vielfalt von Produktmodellen und Derivaten muss dabei ebenso berücksichtigt werden, wie die steigende Anzahl der produzierten Produkte. Je nach Branche und Produkt beträgt der Anteil der Montagekosten an den Herstellkosten bis zu 70%. [1] Durch die Verbesserung der Montagefähigkeit eines Produktes können diese gesenkt werden. Erreicht wird dies durch eine montagegerechte Produktstrukturierung, Standardisierung und Konstruktion. Ziel der montagegerechten Konstruktion ist es, geringere Montagekosten durch die Vereinfachung des Produktes zu erreichen. Die Qualität und Zuverlässigkeit des Produktes verbessert sich dadurch ebenfalls. Zusätzlich verringert sich die Anzahl der benötigten Maschinen und Einzelteile. [1]

Die Montagefähigkeit eines Produktes ist erst vollständig bei dessen Montage erkennbar. Der Grund liegt in der großen Abhängigkeit von Produkt und Montageprozess. Deshalb ist das Zusammenspiel von Produktentwicklung und Montageprozessplanung sowie deren Verbesserung wichtig. Trotz der großen Bedeutung beschreiben viele Autoren diese Schnittstelle als Schwachpunkt heutiger Entwicklungsprozesse. ([2], [3], [4], [5]) Als Ursachen dafür werden zum Beispiel eine steigende Parallelisierung von Prozessen oder mangelnde Unterstützung durch IT-Systeme genannt. [6]

Mit Hilfe der in diesem Beitrag beschriebenen Methode, soll durch die Absicherung der Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen, die Montagefähigkeit eines Produktes verbessert werden. Das 2. Kapitel gibt eine Zusammenfassung vom Stand der Technik in diesem Umfeld. Auftretende Probleme und daraus resultierende Anforderungen für die zu entwickelnde Methode sind im 3. Kapitel beschrieben. Daraus folgt eine Detaillierung der notwendigen Daten und deren Aufbereitung. Abschließend wird im 4. Kapitel das erarbeitete Konzept für eine proaktive geometrieorientierte Montageabsicherung vorgestellt. Das 5. Kapitel beinhaltet die Zusammenfassung des Beitrages und die Folgeaktivitäten bezüglich dieser Arbeit.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

Möglichkeiten und Bedeutung einer montagegerechten Produktgestaltung sind seit den 1960er Jahren in das Bewusstsein der Planer und Entwickler gerückt. Anfangs wurde die Montagetauglichkeit von einem bereits entwickelten Produkt bewertet und verbessert. Um die verschiedenen Aspekte der Montagefähigkeit bereits bei der Bauteilkonstruktion zu berücksichtigen, wurden Richtlinien erstellt. Diese lassen sich in Vorgaben und Forderung unterteilen. Vorgaben können direkt bei der Konstruktion eines Bauteils eingearbeitet werden. Bei der Umsetzung von Forderungen müssen weitere Randbedingungen berücksichtigt werden, die erst zu einem späteren Zeitpunkt im Entwicklungsprozess zur Verfügung stehen. Die Sicherstellung der Zugänglichkeit von Werkzeugen bei der Montage ist eine solche Forderung. Diese besagt, dass die beim Einbau eines Bauteils eingesetzten Werkzeuge keine Kollisionen mit zuvor montierten Teilen haben dürfen. Hierfür stellen kommerzielle CAx-Systeme wie CATIA V5 und DELMIA V5 von Dassault Systems oder NX und Process Simulate von Siemens PLM Standardfunktionalitäten zur Verfügung.

Wie in Bild 1 dargestellt, wird bei der Absicherung eines Montageprozesses der aktuelle Verbauzustand aus der Montagereihenfolge erzeugt. Ein Verbauzustand beinhaltet alle vorher verbauten Teile bezogen auf das zu montierende Bauteil. Im Anschluss wird das Werkzeug an dem Verbindungselement manuell oder automatisch positioniert, mit dessen Hilfe das Bauteil befestigt wird. Danach lässt sich das Werkzeug innerhalb bestimmter Freiheitsgrade bewegen und bestehende Kollisionen werden entdeckt.

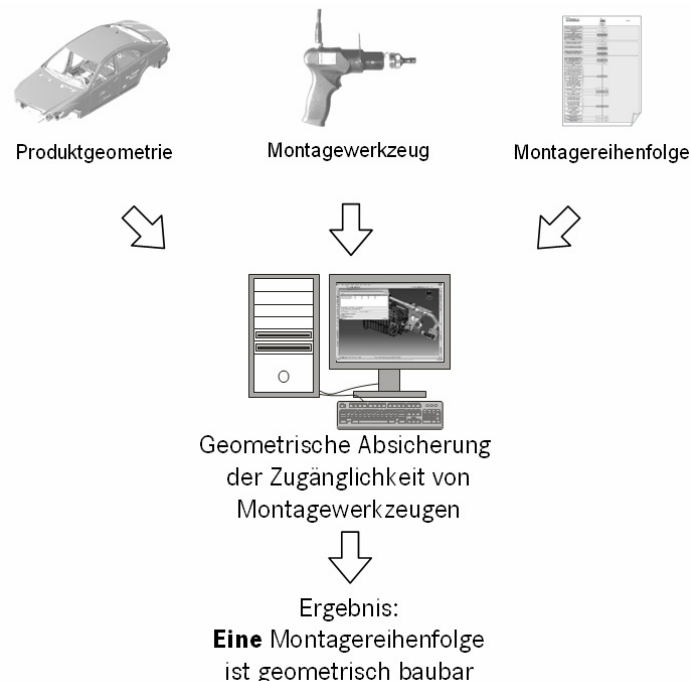


Bild 1: Darstellung der heutigen Absicherung der Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen

Damit das Produkt bezüglich der Montagefähigkeit optimiert werden kann, müssen das Werkzeug und der Verbauzustand den späteren Montageprozess widerspiegeln. Zur Ermittlung der Verbauzustände wird die Montagereihenfolge genutzt. Darin ist dokumentiert, in welcher Reihenfolge die Teile zu dem Gesamtprodukt gefügt werden. Aus diesem Grund werden im Folgenden die wichtigsten Vorgehensweisen zur Erstellung einer Montagereihenfolge beschrieben.

- Eine Möglichkeit der Erstellung einer Montagereihenfolge ist die Analyse eines detaillierten Produktmodells. Dabei werden zum Beispiel manuelle oder automatische Demontagen durchgeführt. Im Anschluss wird aus der Demontagefolge die Montagereihenfolge abgeleitet. Aber auch die Ermittlung der Fügeflächen zwischen den Bauteilen wird beschrieben, um daraus einen Fügeflächengraph zu erstellen. Danach wird dieser in einen Vorranggraphen überführt, aus dem die Montagereihenfolge ermittelt werden kann. [7]
- Die zweite Möglichkeit verfolgt den Ansatz, während der Konstruktion in einer montageorientierten Konstruktionsumgebung parallel die Montagereihenfolge aufzubauen. Unter der Hilfenahme von DFA-Analysen kann diese untersucht und optimiert werden. Dieser Ansatz beschreibt die parallele Entwicklung von Produktstruktur, Bauteilgestalt und Montagereihenfolge. [8]
- Eine weitere Möglichkeit ist die Montageprozessplanung. Dabei werden aus der Bauteilstückliste die zu tätigen Aufgaben für die Montage des Produktes abgeleitet. Im Anschluss erfolgt eine Gliederung der Montageaufgaben auf Bauteilebene mit Hilfe von Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen. Danach werden die Aufgaben aller Bauteile durch Vorrangbeziehungen zu einem Vorranggraphen zusammengefügt, der die Grundlage für eine Ermittlung der Montagereihenfolge bildet. [9]

Zusammengefasst bedeutet das für die Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit, dass die aktuellen IT-Systeme grundlegende Funktionen für deren Absicherung zur Verfügung stellen. Der Einsatz und das Ergebnis einer Absicherung hängen aber von der bereitgestellten Montagereihenfolge und deren Qualität ab. Eine vollständige Montagereihenfolge steht jedoch erst nach der Beendigung der Produktkonstruktion zur Verfügung. Der Grund hierfür ist, dass eine Montagereihenfolge parallel oder im Anschluss an die Bauteilkonstruktion erstellt wird. Somit ist die Sicherstellung der Werkzeugzugänglichkeit während der Produktentstehung kaum möglich.

3 Ist-Situation

Die Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit erfolgt bei der Montage eines Produktes. Auch aus diesem Grund werden in der Automobilindustrie während der Produktentstehung Fahrzeuge zu festen Zeitpunkten aufgebaut. In den frühen Phasen der Produktentwicklung kommen dabei digitale Methoden zum Einsatz, um die zeit- und kostenintensiven Aufbauten realer Fahrzeuge zu minimieren. Bei der digitalen Montage werden unter Berücksichtigung einer Montagereihenfolge die Bauteile nacheinander an ihrem Einbauort im Fahrzeug dargestellt. Dadurch kann die Montage eines Bauteils bezüglich des Verbauzustandes nach unterschiedlichen Gesichtspunkten analysiert und bewertet werden. Gegebenenfalls werden detaillierte Untersuchungen veranlasst und durchgeführt.

Reale Prototypen werden vorrangig zur Absicherung digitaler Simulationsergebnisse, wie beispielsweise Crash- oder Fahrverhalten, aufgebaut. Die Montage der Prototypen erfolgt dabei in wenigen Montagestationen ohne größere Automatisierungen und unter der Verwendung weniger Serienwerkzeuge. Erste Produktionstests werden am Ende des Entwicklungsprozesses durchgeführt. Dabei erfolgt die Montage der Fahrzeuge auf der späteren Serienanlage. Durch die Optimierung des Montageprozesses soll die geplante Taktzeit und Stückzahl zum Produktionsstart erreicht werden.

Während der Serienproduktion ist der Montageprozess ständigen Anpassungen unterworfen. Diese sind beispielsweise kontinuierliche Optimierungen des Montageablaufs oder Auswirkungen von Produktänderungen und Modellpflegen. Die Abarbeitung der Kundenaufträge kann ebenso eine Anpassung des Montageprozesses bewirken.

3.1 Problembeschreibung

Parallel zur Produktentwicklung wird die Montageprozessplanung durchgeführt. Aus diesem Grund existiert zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess noch keine vollständige Montagereihenfolge. Vielmehr werden in einem ersten Schritt die Bauteile den einzelnen Montagestationen zugewiesen. Die Abhängigkeit der Montageplanung von der Produktentwicklung bedeutet ebenfalls, dass sich eine Montagereihenfolge während des Produktentstehungsprozesses ändert. Ferner kommen über die gesamte Produktionsdauer Reihenfolgeänderungen vor.

Die Schwierigkeit bei der Sicherstellung der Werkzeugzugänglichkeit besteht darin, dass sich die für eine Absicherung notwendige Montagereihenfolge ändern kann. Dadurch wird eine Optimierung der Bauteile bezüglich der Werkzeugzugänglichkeit erschwert, weil der dafür notwendige Montageprozess noch nicht vollständig definiert ist. Dies wirkt sich auch auf die getroffene Auswahl der Montagewerkzeuge aus. Weiterhin wird bei der Absicherung einer Montagereihenfolge nicht überprüft, welche Reihenfolgeänderungen bezüglich der Serienproduktion möglich sind, ohne dass das Produkt oder Werkzeug geändert werden muss.

Bei dem Aufbau von realen Prototypen werden kaum Serienwerkzeuge eingesetzt. Auch die Taktzeit oder die Anzahl der Fahrzeuge entsprechen nicht der Serienproduktion. Dies führt dazu, dass Probleme der Serienmontage im Prototypenbau nicht erkannt werden.

Zusammengefasst bedeutet das:

- Bei frühzeitigen Absicherungen liegt keine vollständige Montagereihenfolge vor.
- Eine Montagereihenfolge verändert sich während der Produktentwicklung und Serienproduktion.
- Bei der Montage eines Bauteils kommen unterschiedliche Werkzeuge zum Einsatz.

3.2 Anforderungen an die Methode

Zur Sicherstellung der Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen reicht es nicht aus, nur eine Montagereihenfolge zu überprüfen. Vielmehr ist es notwendig, alle möglichen Reihenfolgen zu analysieren. Zusätzlich sollten dabei alle Werkzeuge, die für die Montage eines Bauteils in Frage kommen, untersucht werden. Dadurch ist eine Aussage über die Montagefähigkeit des Produktes möglich. Außerdem wird eine Datenbasis geschaffen, die das Abwägen von Alternativen und Treffen notwendiger Entscheidungen während der Produktkonstruktion aber auch in der Serienproduktion unterstützt. Weiterhin muss während der Bauteilkonstruktion die Absicherung der Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen möglich sein, um Fehler oder Probleme in diesem Umfeld frühzeitig erkennen und beheben zu können. Zusätzlich ist eine einheitliche und vollständige Dokumentation der Absicherungen notwendig. Dadurch kann beispielsweise die Verbesserung der Werkzeugzugänglichkeit überprüft und nachvollzogen werden.

Hieraus ergeben sich folgende Anforderungen an eine Methode zur Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit:

- Entwicklungsprozessbegleitende Absicherung
- Berücksichtigung aller Montagereihenfolgen
- Berücksichtigung aller Werkzeuge
- Einheitliches und durchgängiges Dokumentations- und Änderungsmanagement

4 Proaktive Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit

Zur Sicherstellung der Werkzeugzugänglichkeit bereits während der Produktentwicklung, soll eine Methode entwickelt werden. Dabei soll unter Berücksichtigung der in Frage kommenden Montagewerkzeuge überprüft werden, ob ein Bauteil montierbar ist. Die möglichen Verbauzustände sollen hierbei beachtet werden. Weiterhin soll eine Möglichkeit bestehen, auf die Produktgeometrie und die Struktur des Montageablaufes Einfluss nehmen zu können. Die daraus resultierenden Auswirkungen sollen im Anschluss überprüft werden. Die dafür notwendigen Grundlagen werden im Folgenden erläutert.

4.1 Grundlagen

4.1.1 Produktdaten

Produktdaten sind zum einen die Einzelteile, deren geometrische Form es abzusichern und zu optimieren gilt. Informationen über die zu erstellende Verbindung und den beteiligten Bauteilen werden auch für die Absicherung benötigt. Mit Hilfe der Feature-Technologie werden diese Informationen an dem Verbindungselement dokumentiert. Wie Bild 2 zeigt ist dadurch erkennbar, welches Bauteil mit Hilfe von welchen Verbindungselementen montiert wird. Ebenfalls werden Daten über das Verbindungselement, wie z.B. Art oder Größe, in dem Feature dokumentiert. Diese Angaben sind für die Auswahl der Montagewerkzeuge notwendig.

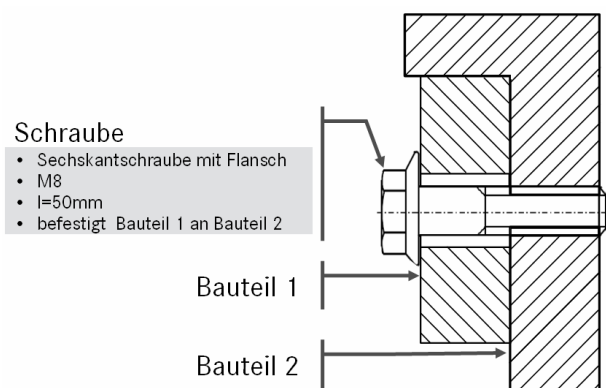


Bild 2: Beispiel für ein Verbindungselement mit relevanten Zusatzinformationen

4.1.2 Prozessdaten

Die zu überprüfenden Verbauzustände müssen aus den Prozessdaten ermittelt werden. Bisher bildete eine Montagereihenfolge dafür die Grundlage, die beispielsweise durch die Aus-

taktung der Montageablaufstruktur ermittelt wurde. In der Montageablaufstruktur sind alle zur Montage notwendigen Tätigkeiten sowie deren Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen beschrieben. Die geläufigste Form der Darstellung ist die des Vorranggraphen. Dabei repräsentieren die Knoten die Montagetätigkeit und die Verbindungen dazwischen die Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen. Der Vorranggraph beinhaltet alle möglichen Montager Reihenfolgen, aus denen die notwendigen Verbauzustände abgeleitet werden können. Der Vorranggraph von komplexen Produkten ist auf Grund vieler Montagetätigkeiten und Vorrangbeziehungen sehr unübersichtlich. Deshalb wird für diese Arbeit die Dokumentation der Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen in Form einer Matrix, wie in Bild 3 dargestellt, favorisiert.

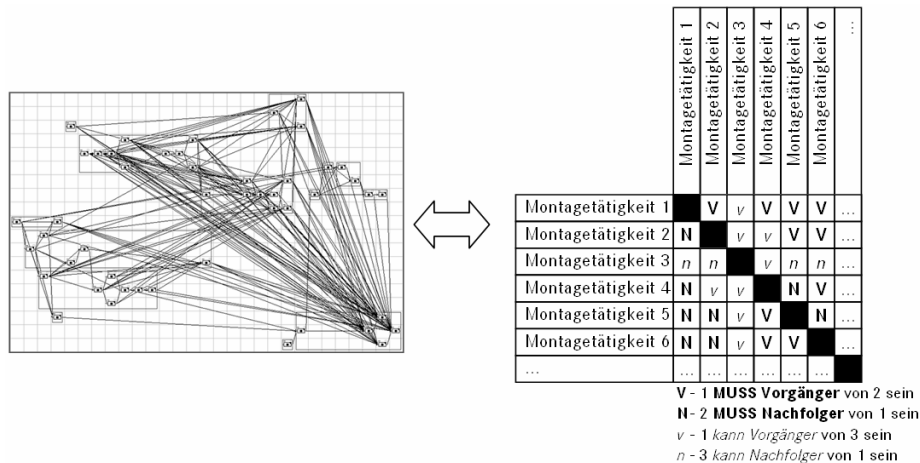


Bild 3: Beispiel Vorranggraph und Matrix der Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen

Zur Ermittlung von Verbauzuständen für ein zu montierendes Bauteil aus dieser Matrix, sind die folgenden Schritte notwendig.

1. Filtern der Matrix nach Montagetätigkeiten, die den Verbau eines Bauteils am Produkt repräsentieren.
2. Zusammenfassen des zu montierenden Bauteils mit den zum Verbau notwendigen Verbindungselementen durch die am Verbindungselement dokumentierten Informationen.
3. Bestimmung des minimalen und maximalen Verbauzustandes für das zu montierende Bauteil mittels der Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen. Wie Bild 4 zeigt beinhaltet der minimale Verbauzustand alle Bauteile, die vor dem Einbau des zu prüfenden Teils bereits montiert sein müssen. Der maximale Verbauzustand berücksichtigt neben den bereits montierten Bauteilen zusätzlich die Teile, die vorher verbaut sein können, bevor das zu prüfende Bauteil montiert wird.

	Minimaler Verbauzustand	Maximaler Verbauzustand
Abzusicherndes Bauteil	• Bauteil 2 • Verbindungselement 1	• Bauteil 2 • Verbindungselement 1
Bauteil ist verbaut	• Bauteil 1	• Bauteil 1
Bauteil kann verbaut sein		• Bauteil 3

Bild 4: Beispiel für einen minimalen und maximalen Verbauzustand

4.1.3 Ressourcedaten

Die 3D-Geometrie der Werkzeuge und deren technische Daten, wie zum Beispiel der Drehmomentbereich bei einem Schrauber, sind die für eine Absicherung notwendigen Ressourcedaten. Zusätzlich muss die Vielfalt der Montagewerkzeuge beschrieben sein, die beispielsweise durch den Einsatz von Verlängerungen oder Aufsätzen bei Schraubern entsteht. Dadurch lassen sich alle zur Montage des Verbindungselementes einsetzbaren Werkzeuge ermitteln und überprüfen. Zur Bestimmung der abzusichernden Montagewerkzeuge werden, wie in Bild 5 dargestellt, die Daten über das Verbindungselement genutzt.

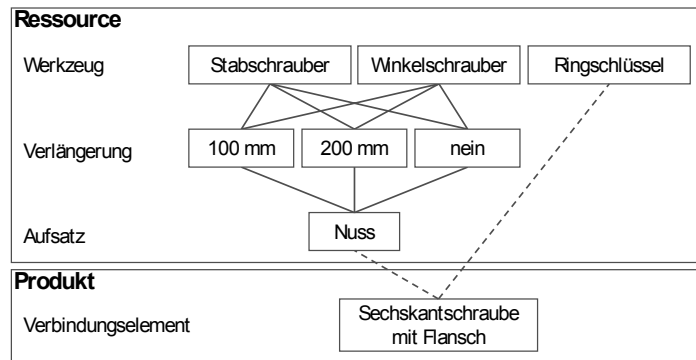


Bild 5: Beispiel für Werkzeugalternativen bezüglich eines Verbindungselements

4.2 Methode zur proaktiven Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit

In Bild 6 ist der angestrebte Ablauf zur Absicherung der Werkzeugzugänglichkeit abgebildet. Dabei werden zur Untersuchung des minimalen Verbauzustandes zuerst die ermittelten Bauteile mit den Produktdaten zusammengeführt. Durch die Auswahl des Verbindungselementes, das zur Montage des Bauteils notwendig ist, werden aus einer Ressourcendatenbank alle Montagewerkzeuge ermittelt, die für eine Montage in Frage kommen. Danach wird jedes Werkzeug auf Kollision mit den bereits montierten Bauteilen überprüft. Im folgenden Schritt wird der maximale Verbauzustand dargestellt und überprüft. Das heißt, es werden zusätzlich die Bauteile hinzugefügt, die auf Grund der Vorrangbeziehungen bezogen auf das zu untersuchende Teil bereits verbaut sein können. Die ausgewählten Montagewerkzeuge werden im Anschluss erneut analysiert.

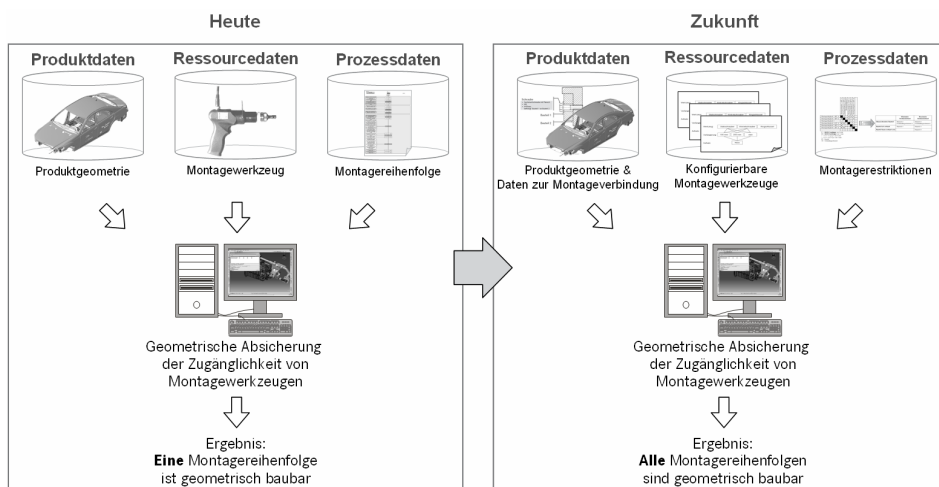


Bild 6: Darstellung der Absicherung der Zugänglichkeit von Montagewerkzeugen

Zur Verbesserung der Werkzeugzugänglichkeit kann direkt bei einer Absicherung die Geometrie eines Bauteils optimiert werden. Das Ziel ist dabei die Anzahl der einzusetzenden Werkzeuge und die Montagefähigkeit des Produktes zu erhöhen. Eine weitere Lösungsmöglichkeit bietet hierfür die Anpassung des Verbauzustandes. Das bedeutet eine gezielte Änderung von Vorgänger- und Nachfolgerbeziehungen. Dadurch können Bauteile in den abzuschließenden Verbauzustand hinzugefügt oder entfernt werden. Die Änderung von Vorrangbeziehungen hat eine Berechnung des neuen Verbauzustandes zur Folge, nach dessen Erstellung eine erneute Absicherung erfolgt. Eine Anpassung der Montagewerkzeuge ist auch möglich. Um beispielsweise Kosten zu senken, werden Werkzeuge in Unternehmen standardisiert oder bei der Montage anderer Produkte wieder verwendet. Aus diesen Gründen sollte eine Änderung von Werkzeugen vermieden werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Methode beschreibt die Berücksichtigung aller möglichen Werkzeuge zur Montage eines Bauteils bei digitalen Untersuchungen der Werkzeugzugänglichkeit. Dabei werden bei den Absicherungen alle Verbauzustände bewertet. Da hierfür keine Montagereihenfolge notwendig ist, kann bereits während der Produktentwicklung direkt Einfluss auf die Produktgeometrie und die Struktur des Montageablaufes bezüglich der Montagefähigkeit genommen werden.

Bei einem solchen Vorgehen werden die Werkzeuge ermittelt, die bei der Montage eines Bauteils eingesetzt werden können. Auf Grund der frühzeitigen Absicherung erhält die Montageplanung einen in Bezug auf geometrische Werkzeugzugänglichkeit abgesicherten Vorranggraph. Das bedeutet, dass alle daraus erstellten Reihenfolgen mit den abgesicherten Werkzeugen realisiert werden können. Bei notwendigen Anpassungen einer Reihenfolge stehen somit alle möglichen Alternativen zur Verfügung, die keine Auswirkungen auf das Produkt oder die zur Verfügung stehenden Werkzeuge haben. Ferner wird die Planung der einzusetzenden Montagewerkzeuge nach der Festlegung einer Montagereihenfolge anhand der Absicherungsergebnisse unterstützt.

Für eine prototypische Implementierung dieser Methode müssen verschiedene Fragestellungen detaillierter untersucht werden. Dazu gehören zum Beispiel die Strukturierung, der Aufbau und die Nutzung eines Kataloges, aus dem durch die Auswahl eines Verbindungselementes alle möglichen Werkzeuge für die Montage ermittelt werden. Weiterhin ist eine Strukturierung der Vorgänger- und Nachfolgermatrix zu erarbeiten, um die großen Datenmengen bei komplexen Produkten besser beherrschen zu können.

Ein weiterer Punkt betrifft die Planung, Durchführung und Dokumentation der Absicherungen. Hierbei ist zu klären, zu welchem Zeitpunkt im Produktentstehungsprozess in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Daten Untersuchungen durchgeführt werden und wie diese aufeinander aufbauen können. Dabei sind zusätzlich die Auswirkungen auf die Unternehmensstruktur zu beleuchten. In diesem Fall ist zu analysieren, welche Personen für die Planung der Absicherungen oder für dessen Durchführung verantwortlich sind. Zusätzlich ist eine vollständige und einheitliche Dokumentation der Absicherungen und dessen Ergebnisse zu gewährleisten.

6 Literatur

- [1] Ullrich, B.: Entwicklung eines Systems zur simultanen Optimierung der Montagegerechtigkeit und des Produktionsanlaufes, Dissertation, 2006
- [2] Barnes, C.J.: A methodology for the concurrent design of Products and their Assembly sequence, PhD, 1999

- [3] Whitney, D.: Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development: Oxford University Press, USA, 2004
- [4] Vielhaber, M.: Assembly Oriented Design - Zusammenbauorientierte Konstruktion im Produktentstehungsprozess der Automobilindustrie, Dissertation, Universität des Saarlandes, Schriftenreihe Produktionstechnik, Band 34, 2005
- [5] Mantwill, F., Lucko, A., Brockmeyer, H.: Conception and Implementation of a Knowledge-Based Software for Feasibility Checks of Spot Welds within a CAD-System, Research in Interactive Design Vol. 2, Proceedings. International Conference Virtual Concept; 2006.
- [6] Meißner, R., Müller, M.: Herausforderungen an die Integration von Entwicklungs- und Produktionsplanungsprozess zur Entwicklung serienprozessfähiger Produkte, 18. Symposium Design for X, Neukirchen, 2007
- [7] Chaudron, V., Martin, P., Godot X.: Assembly sequences: Planning and simulating assembly operations, Proceedings of the 2005 IEEE International Symposium on Assembly and Task Planning (ISATP2005), 2005
- [8] Jared, G.E.M., Swift, K.G., Barnes, C.J.: Decision support for sequence generation in an assembly-oriented design environment, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2004, Seite 289-300
- [9] Bullinger, H.J.: Systematische Montageplanung, Handbuch für die Praxis, Carl Hanser Verlag 1986

Dipl.-Ing. Robert Meißner
Daimler AG
Group Research & Advanced Engineering
Integrated Production Modeling
Wilhelm-Runge-Str. 11
D-89013 Ulm
Tel: +49-731-505-2427
Email: robert.meissner@daimler.com

