

Ein effizienter Schritt in Richtung 100 Prozent digitale Produktentwicklung

Virtuelle Reparaturanalysen – die Zukunft gehört den digitalen Prototypen

Torben Kuhne, Nicole Nocilla, München

Kürzere Entwicklungszeiten in der Automobilindustrie, bei gleichzeitig ansteigender Variantenvielfalt, erschweren das zeitnahe Bereitstellen kostspieliger Hardware-Prototypen. invenio Virtual Technologies hat erkannt wie effektiv der Einsatz von digitalen Prototypen ist und setzt diese für die zeitwirtschaftlichen Analysen ein. Die kostengünstigen, ressourcenschonenden und zeitnah verfügbaren digitalen Prototypen, stehen für eine moderne Entwicklungsarbeit in der Automobilwelt. Werkstattstellplatz und Hebebühne gehören der Vergangenheit an – ab sofort ist ein Arbeitsplatz mit einer Anbindung an das PDM-System (Produktdatenmanagement) und die entsprechenden Programme zur Erstellung von zeitwirtschaftlichen Analysen ausreichend. Bei den zeitwirtschaftlichen Analysen handelt es sich um die Arbeitswerte, die Werkstätten weltweit für die einheitliche Abrechnung der Reparaturen verwenden. Früher erfolgte die Ermittlung der Arbeitswerte mittels Stoppuhr direkt an der Hardware – der hierdurch enorme manuelle Aufwand sowie die eingeschränkte Verfügbarkeit der Hardware-Prototypen, sind nur einige Gründe für die erfolgreiche Entwicklung und Realisierung der neuen Arbeitsmethode.

Neue 'digitale' Prozessschritte

Grundlage für die virtuelle Reparaturanalyse sind die 3-D-Daten des digitalen

Prototypen. Folgende Arbeitsschritte definieren den neuen 'digitalen' Prozess. Beginnend mit der Bauraumeingrenzung und Vollständigkeitsprüfung wird das Service-Konzept analysiert. Die zuverlässige Abschätzung der Bewegungsfreiräume gehört ebenfalls zur Analysevorbereitung. Hierzu zählen neben den einzelnen Bauteilen auch die notwendigen Betriebsmittel. Die Untersuchung erfolgt direkt an der einfach aufzubereitenden 3-D-Szene – das Ergebnis sind die Reparaturmetho-

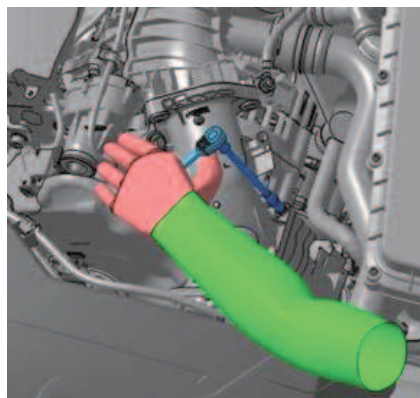


Bild 1: Es wird geprüft, ob das Werkzeug (blau) an der Schraube platziert werden kann. Der Mensch benötigt Platz zur Bedienung des Werkzeugs (3D-Arm)

den. Auf Basis der verfügbaren Informationen (Methoden und 3-D-Daten) lassen sich als positiver Nebeneffekt Texte, Bildmaterial und Animationen als Datengrundlage für Reparaturanleitungen erstellen. Der große Zeitvorteil sowie die deutliche Kostenreduzierung, sind nur einige Aspekte des Einsatzes von digitalen Prototypen für die zeitwirtschaftlichen Analysen. Ein weiterer Vorteil zur herkömmlichen Arbeitsweise ist die Einsparung von Hardware-Prototypen und der dadurch signifikanten Reduzierung der Rohstoffbedarfe.

Digitalisierung durch innovative Module

Die zuverlässige Abschätzung von Zugänglichkeiten und Bewegungsfreiräumen nimmt einen großen Stellenwert bei der Zeitanalyse mit 3-D-Daten ein. Der flexible Einsatz der dynamischen invenio-Hüllen hilft zum Beispiel dabei, die Zugänglichkeit zu einem Schraubteil und dem Bewegungsfreiraum des dazugehörigen Werkzeuges zu überprüfen. Mit den eben erwähnten Hüllen, lassen sich dynamische Vorgänge problemlos abbilden. Von dem zu verwendenden Werkzeug wird eine Bewegungshülle erstellt, welche das überstrichene Volumen darstellt und im Anschluss direkt auf dem Schraubteil platziert wird. Eventuell vorhandene Kollisionen mit benachbarten Bauteilen lassen sich einfach und zuverlässig erkennen. Dieser Vorgang

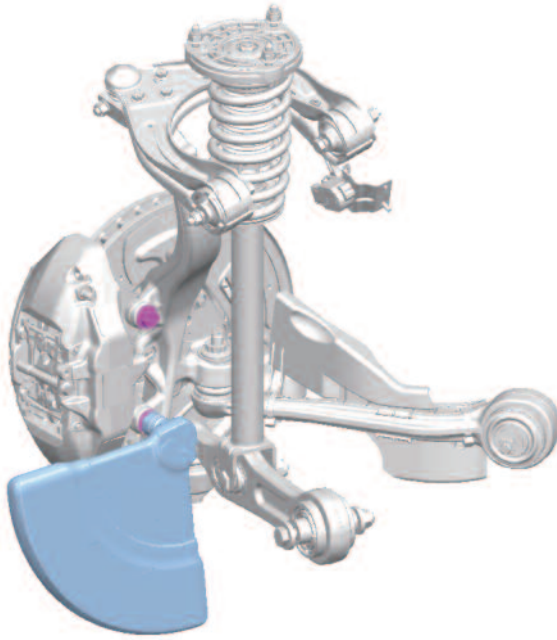


Bild 2: Werkzeug-Bewegungshülle zur Bauraumreservierung

hilft dem Techniker auf die jeweilige Situation zu reagieren und zu entscheiden, ob die Demontage zusätzlicher Bauteile notwendig ist. Der Anwender wird auch bei der Auswahl, dem Zusammenbau und der Positionierung der Werkzeuge unterstützt. Auf Knopfdruck lassen sich mehrteilige Werkzeuge zusammenfügen und korrekt zueinander ausrichten. Anschließend erfolgt die korrekte Platzierung der jeweiligen Werkzeuge auf den dazugehörigen Schraubteilen – durch diese effektive und neue Innovation entfällt das zeitaufwändige Ausrichten durch manuelle Positionierung.

Ein weiterer wichtiger Aspekt auf dem erfolgversprechenden Weg zur virtuellen zeitwirtschaftlichen Analyse, war die Entwicklung einer Matrix mit der die Flexibilität von Leitungen und Bauteilen bestimmen wird. Ein Techniker mit praktischer Erfahrung im Werkstattbereich kann auf sein Fachwissen zurückgreifen und abschätzen, wie weit sich eine Leitung oder ein Bauteil verbiegen lässt. Diese subjektive Einschätzung lässt eine Streuung von Ergebnissen zu – die Matrix hilft dabei, einen einheitlichen und objektiven Standard zu etablieren. Folglich lassen sich die Größe des Bewegungsspielraums einer Leitung oder eines anderen Bauteils an einer Engstelle bewerten.

Ferner wird dem Techniker ein Grenzbereich vorgegeben. Dieser gibt an, in wel-

chem Bereich eine Hardwareabsicherung sinnvoll ist, da sich die Situation mit digitalen Daten nicht eindeutig bewerten lässt. In kritischen Situationen erfolgt die Absicherung der Demontage zusätzlich mit der von invenio Virtual Technologies entwickelten und prämierten Ausbausimulation 'planner-inVT'. Das Modul bestimmt einen optimierten Bewegungspfad für den Ein- und Ausbau eines bewegten Bauteils und vermeidet hiermit mögliche Bauteilkollisionen.

Optimierung der Arbeitsabläufe in der Praxis

Der effektive Einsatz von digitalen Prototypen lässt sich anhand des neuen Arbeitsablaufes veranschaulichen: Der Arbeitsstudientechniker recherchiert die benötigten 3-D-Daten im PDM-System und wählt das im digitalen Fuhrpark passende Fahrzeug aus. Sollte dieses nicht hinterlegt sein, kann er sich ein speziell auf die Anforderungen zugeschnittenes Fahrzeug konfigurieren. Die sogenannten 'Summen-Fahrzeuge' decken alle baubaren Fahrzeugvarianten ab – verschiedene Karosserie-, Motor-, Ausstattungs- und Ländervarianten lassen sich innerhalb kürzester Zeit gegeneinander abgleichen. Ebenso ist die Bewertung von seltenen Sonderausstattungen problemlos möglich. Für eine hohe Systemperformance, geringe Datenmenge sowie optimale Orientierung im digitalen

Fahrzeug, lassen sich im nächsten Schritt die visualisierten Geometriedaten durch Filterfunktionen themenspezifisch reduzieren. Bei der Visualisierung komplexer Bauteilgruppen, wie zum Beispiel einem Motor, werden diese entkernt. Der Einsatz der effektiven statischen invenio-Hüllen wirkt sich ebenfalls positiv auf die Systemperformance aus. Die Hüllenerstellung ermöglicht eine Entfernung aller nicht sichtbaren, innenliegenden Bestandteile.

Die Hinterlegung diverser Grundlagen wie, Reparaturkonzepte, 3-D-Geometrien und weiterer Basisdaten im PDM-System, sind für den Einsatz zeitwirtschaftlicher Analysen unabdingbar. Ein effizient organisiertes PDM-System ist die Voraussetzung, um zeitintensive Recherchen in weiteren Datenquellen zu vermeiden und den Prozess der Zeitanalyse problemlos durchführen zu können.

Das sogenannte Reparaturkonzept beschreibt den groben Reparaturablauf, der parallel zur Entwicklung erstellt wird. Um die zeitliche Bewertung durchzuführen, muss der Arbeitsstudientechniker das Reparaturkonzept zunächst weiter ausdetaillieren. Jeder Arbeitsschritt lässt sich, zusammen mit den verwendeten Geometriedaten, in einem speziellen Dokumentationstool hinterlegen. Somit ist eine einfache und schnelle Aktualisierung bei neuen Datenständen, Derivaten



Bild 3: Vergleich zweier Entwicklungsstände als Ausgangsbasis für Aktualisierungen der Zeitstudien

und Baureihen möglich – die Grundvoraussetzung für eine werkstattdaugliche Reparaturmethode. Vorbei sind die Zeiten in denen der Anwender für diese Methode eine Digitalkamera und handschriftliche Dokumentationen einsetzen musste.

Die final ausgearbeitete Reparaturmethode bildet die Basis für die folgende zeitwirtschaftliche Analyse. Auf Basis einer zertifizierten Methode legen die Experten fest, wie lange jeder Arbeitsschritt dauert – angefangen vom Lösen der Schrauben bis zum Tausch des Ersatzteils. Die Arbeitszeitermittlung basiert auf dem Verfahren vorbestimmter Zeiten. Die Voraussetzung ist die Verwendung von Zeitbausteinen mit fest definierten Tätigkeitsumfängen und den dazu hinterlegten Zeiten. Die Einzelzeiten der Arbeitsschritte werden am Ende aufsummiert und bilden, zusammen mit den Zuschlägen zur Verteilzeit, die Basis für die in den Werkstätten zur Verfügung stehenden Reparaturzeiten. Die Verteilzeit beinhaltet die Zeiten, in denen nicht produktiv gearbeitet wird. Dies sind alle während der Arbeitszeit aufgewendeten Zeiten, die nicht unmittelbar zur Abarbeitung der konkreten Aufgaben gehören.

Die Qualität der verfügbaren, digitalen Daten ist entscheidend für die Erstellung

korrekter Analysen. Erfahrungsgemäß ist der Datenstand zwölf Monate vor dem Serienanlauf auf einem ausreichend hohen Niveau. Wohingegen aktuelle Analysen, die an physikalischen Prototypen erstellt wurden, circa drei Monate vor dem Serienproduktionsstart zur Verfügung stehen. Es ergibt sich somit ein Zeitvorteil von etwa einem dreiviertel Jahr – ein enormer Vorteil bei der Verwendung digitaler Daten. Durch den eben genannten Zeitvorteil muss ein regelmäßiger Austausch mit den Entwicklungsabteilungen unbedingt sichergestellt sein. Nur so lässt sich verhindern, dass spät in die Fahrzeugentwicklung einfließende Bauteiländerungen übersehen werden. Des Weiteren erlangt man auf diesem Weg frühzeitig Kenntnisse über Bauteile bei denen bis zum Serienstart noch Änderungen zu erwarten sind, in diesem Fall sollte man die Erstellung der entsprechenden Zeitstudien auf einen späteren Zeitpunkt verschieben.

Kurz vor dem Serienstart wird der aktuelle Datenstand mit dem erstellten Zeitstudienstand abgeglichen. Realisiert wird dies durch das Modul 'difference-inVT' aus dem innovativen Software-Baukasten 'VT-DMU'. Hiermit lassen sich auf Knopfdruck jederzeit geometrische Unterschiede zwischen zwei Einzelteilen oder kompletten Produkten berechnen. Die über einen

vorgegebenen Schwellwert liegenden Änderungen, lassen sich problemlos identifizieren und als 3-D-Geometrie speichern. Zur vereinfachten Interpretation wird das Ergebnis zweifarbig dargestellt. Rot-markierte Bauteile sind nicht mehr relevant, wohingegen grün-markierte Bauteile neu hinzugekommen sind. Ebenfalls lassen sich geometrische Bauteiländerungen zuverlässig erkennen und darstellen – ein derartiger geometrischer Vergleich ist mit physikalischen Prototypen nahezu unmöglich. Der Zeitvorteil gilt nicht für die Themen, in denen sogenannte „designrelevante Bauteile“ analysiert werden. Hierbei handelt es sich um Bauteile, die durch die Gestaltung ihrer Oberfläche, Kontur oder Form sowohl das Exterieur als auch das Interieur eines Fahrzeugs maßgeblich beeinflussen – die Verkleidungen der vorderen und hinteren Stoßfänger, die Rückspiegel sowie die Verkleidung der Instrumententafel sind nur einige Beispiele dafür. Da sie einer hohen Geheimhaltungsstufe unterliegen, stehen die Daten der „designrelevanten Bauteile“ erst zu einem späteren Zeitpunkt digital zur Verfügung. Die Erstellung der Analysen muss dann ebenfalls zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

Mehraufwände beim Aus- und Einbau von kritischen Bauteilen können digital nicht betrachtet werden. Um falsche

Pos.	Bremsbeläge beider Scheibenbremsen vorne aus- und einbauen	Zeit [tmh]
1	Beide Vorderräder ab- und anbauen	
2	Rad VL	245
3	Schrauben mit Drehmoment	65
4	Rad VR	245
5	Schrauben mit Drehmoment	65
6	Bremsbeläge beider Scheibenbremsen vorne aus- und einbauen	
7	Einen Bremsbelagverschleißsensor ersetzen	
8	Abdeckung für Kabelstecker	43
9	Kabel	230
10	Fühler	59
11	Haltefeder links	100
12	Haltefeder rechts	100
13	Bremsleitung an Halter links	39
14	Bremsleitung an Halter rechts	39
15	Bremsbeläge zur Anlage bringen	85
16	Bremssattel an Träger links	422
17	Bremssattel an Träger rechts	422
18	Bremsbeläge links	115
19	Bremsbeläge rechts	115
20	Reinigung mit Bremsenreiniger	142
21	Serviceintervall nach Werksvorschrift zurückstellen	35

Zeit Analyse [tmh] 2566
15 % Verteilzeit
Summe [tmh] 2951

8 AW

Bild 4: Hypothetische Zeitanalyse

Ergebnisse zu vermeiden, muss der Techniker auf seine Erfahrung und sein Fachwissen zurückgreifen. Eine exakte Arbeitsweise im Umgang mit den digitalen Daten ist daher äußerst wichtig. Praktische Erfahrungen in der Werkstatt sind für einen Arbeitstechniker unerlässlich – nur wer in der Lage ist die digitalen Daten zu interpretieren, kann auch inhaltlich richtige und qualitativ hochwertige Zeitanalysen erstellen.

Verschiebung der Grenzen innerhalb der digitalen Welt

Um die Frage zu klären, ob alle anfallenden Arbeiten gleichermaßen für die Arbeit mit digitalen Daten geeignet sind, haben die inveno Experten aus einer Datenbank über 2500 typische, in einer PKW-Werkstatt häufig auftretende, Arbeiten ausgewählt. Mit einem schnell anzuwendenden Bewertungsschema wurden diese auf ihre Eignung geprüft. Zulässig waren die Einstufungen 'Ja, digital durchführbar' oder 'Nein, digital nicht durchführbar'. Das Ergebnis der Untersuchung überzeugt: Heute sind bereits mehr als 85 Prozent der Arbeiten digital durchführbar. inveno hat sich zum Ziel gesetzt, das jetzt bereits beeindruckende Ergebnis durch Prozessverbesserungen und Software-Neuerungen in Zukunft noch zu übertreffen. Durch die Imple-

mentierung von Import- und Export Schnittstellen wird es in Zukunft möglich sein das Grundgerüst, also die einzelnen Arbeitsschritte der Reparaturmethoden beziehungsweise -konzepte, direkt in redaktionelle oder zeitwirtschaftliche Systeme zu übertragen. Die Datenbasis, für die daraus erstellte Werkstattliteratur und die zeitwirtschaftlichen Analysen, ist dann einheitlich und verhindert ein Zustandekommen von Abweichungen.

inveno Virtual Technologies arbeitet stetig daran, die Grenzen der digitalen Welt weiter zu verschieben. Aufgrund des umfangreichen Knowhows und der innovativen Software-Module ist inveno bestens aufgestellt, um zeitwirtschaftliche Themen in der digitalen Welt schnell, zuverlässig und auf höchstem Niveau zu bearbeiten und so einen weiteren, wichtigen Schritt in Richtung hundert Prozent digitale Produktentwicklung zu gehen. ■



Nicole Nocilla
 inveno Virtual Technologies GmbH
 E-Mail: Nicole.Nocilla@inveno.net



Torben Kuhne
 inveno Virtual Technologies GmbH
 E-Mail: Torben.Kuhne@inveno.net

Kontakt