

**Beschreibung des Beispielsmodells  
Hinterachsmontage  
für Tecnomatix Plant Simulation**

Letzte Änderung: Dezember 2008

**INHALT**

<b>1. Beschreibung.....</b>	<b>2</b>
1.1 Zielsetzung .....	2
1.2 Systemeigenschaften .....	2
1.3 Simulationsablauf .....	2
1.4 Ergebnisse.....	2
<b>2. Hinweise zur Durchführung.....</b>	<b>3</b>
2.1 Ablauf der Simulationsstudie .....	3
2.2 Repositionierung der manuellen Montagearbeitsplätze .....	5
2.3 Änderung der Steuerungsstrategie (*) .....	6
2.4 Arbeiten mit Bausteinen in Plant Simulation .....	8
2.5 Erhöhung der Pufferkapazität vor der Qualitätsprüfung.....	9
2.6 Datenexport von Plant Simulation nach Microsoft® EXCEL® (*) .....	9

### 1. Beschreibung

Beachten Sie, dass einige der hier beschriebenen Interaktionen im Plant Simulation Viewer nicht zur Verfügung stehen (falls Sie dieses Modell z.B. von der Plant Simulation Demo-CD aus gestartet haben), da Sie im Plant Simulation Viewer nicht modellieren und keine Parameter ändern können. Interaktionen, die Sie im Plant Simulation Viewer nicht ausführen können, sind mit einem Sternchen (\*) markiert. Im für den Plant Simulation Viewer bestimmten Modell werden einige der mit dem Sternchen (\*) markierten Interaktionen automatisch am Ende der Simulation ausgeführt.

#### 1.1 Zielsetzung

Das Ziel der Simulationsstudie war es herauszufinden, wie der Durchsatz eines existierenden Produktionssystems zur Montage von Hinterachsen bei Mercedes-Benz (jetzt DaimlerChrysler) verbessert werden kann. Drei unterschiedliche Maßnahmen wurden mit der Simulation untersucht:

- eine Veränderung des Layouts
- die Verwendung anderer Steuerungsstrategien zur Versorgung der manuellen Arbeitsplätze
- eine Änderung der Pufferkapazität vor der Qualitätskontrolle

#### 1.2 Systemeigenschaften

- Transport von Hinterachsen in speziellen Werkstückträgern auf einem Förderersystem
- manuelle und automatisierte Montageoperationen
- sehr eingeschränkter Spielraum für Layout Änderungen aufgrund des Platzes

#### 1.3 Simulationsablauf

- Simulieren Sie unterschiedliche Layoutalternativen simultan parallel, um Unterschiede im Verhalten während der Simulation zu verfolgen.
- Bewerten Sie Layoutalternativen bezüglich des Durchsatzes und der Auslastung der Werker.
- Untersuchen Sie den Effekt von unterschiedlichen Steuerungsstrategien im Hinblick auf die Auslastung der Arbeitsplätze und den Durchsatz.
- Optimieren Sie die Kapazität der Puffer.

#### 1.4 Ergebnisse

Als Ergebnis der Simulation konnte die Auslastung der manuellen Arbeitsplätze verbessert werden und das System erreichte den geforderten Durchsatz.

## 2. Hinweise zur Durchführung

Dieses Modell zeigt die folgenden Funktionalitäten von Plant Simulation:

- die Möglichkeit, mehrere Simulationsläufe gleichzeitig parallel durchzuführen
- die Möglichkeit, das Simulationsmodell zu verändern und die Simulation einfach weiterlaufen zu lassen, ohne die Notwendigkeit eines Neustarts oder des Kompilierens.
- die Verwendung von Hierarchien
- die Vorteile von Vererbung und der Wiederverwendbarkeit von Bausteinen
- die Möglichkeiten des Datenaustauschs mit anderen Softwareanwendungen
- das Einbetten von EXCEL-Sheets in Plant Simulation, basierend auf der OLE®-Technologie von Microsoft®

### 2.1 Ablauf der Simulationsstudie

Öffnen Sie Model1 in Experiment1 und starten Sie die Simulation durch einen Mausklick auf den Knopf Simulation starten/stoppen in der Werkzeugleiste von Model1. Um die Simulation neu zu starten, klicken Sie zuerst auf den Simulation zurücksetzen Knopf links daneben, dann wieder auf den Simulation starten/stoppen Knopf.

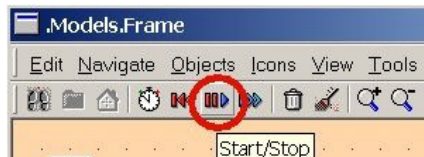
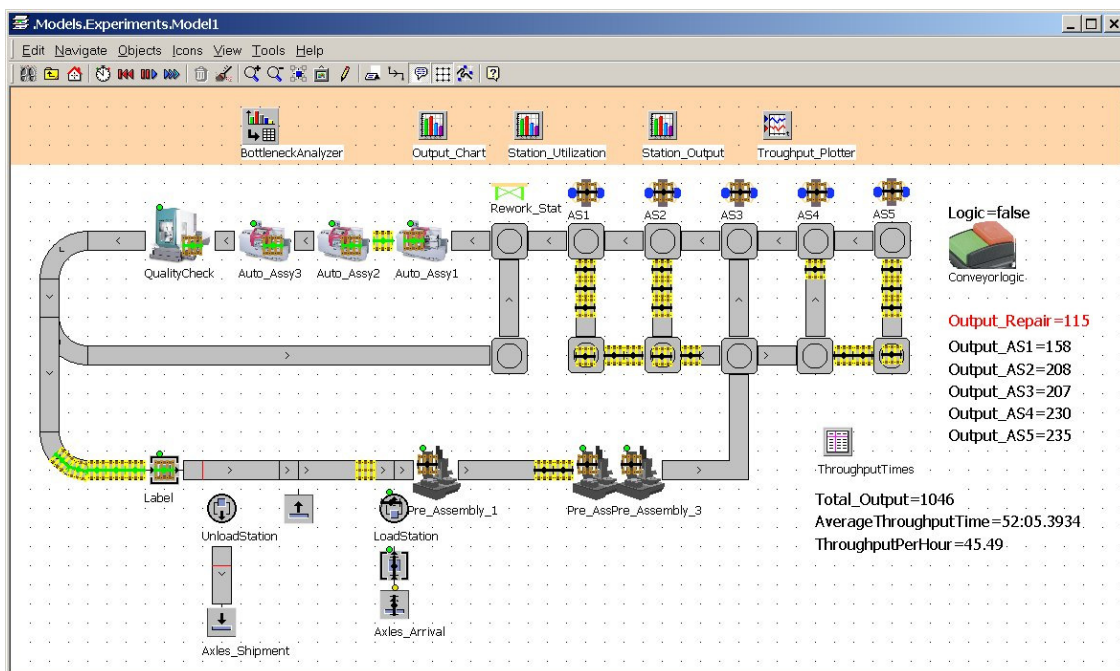


Bild 1: Simulation starten/stoppen Knopf in der Werkzeugleiste



## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

### Bild 2: Layout von Model1

Leere Werkstückträger, dargestellt als Paletten, kommen an der Ladestation (LoadStation) an, dort werden Hinterachsen aufgeladen. Dann durchqueren die Achsen drei Vormontage-Stationen. Danach werden sie auf fünf manuelle Montagearbeitsplätze verteilt (AS1 bis AS5, in der rechten oberen Ecke) mit je einem Werker auf jeder Seite des Arbeitsplatzes. Die Standard-Steuerungsstrategie verteilt die Achsen über Drehtische gleichmäßig auf alle fünf Arbeitsplätze. Wenn ein Arbeitsplatz verfügbar ist, wird die Achse über den vor dem Arbeitsplatz liegenden Drehtisch zum Arbeitsplatz befördert. Nach der Bearbeitung durchlaufen die Achsen drei automatisierte Montagestationen (Auto\_Assy1 bis Auto\_Assy3) und eine Qualitätskontrolle (QualityCheck, in der linken oberen Ecke). Einwandfreie Achsen werden weiter befördert bis zur Entladestation (UnloadStation), an der die Achsen das System verlassen, während die leeren Werkstückträger weiterlaufen zur Ladestation.

Fehlerhafte Achsen werden in den Nachbearbeitungs-Puffer eingereiht und anschließend auf der Nachbearbeitungsstation (Rework\_Stat), im Fenster oben in der Mitte, bearbeitet.

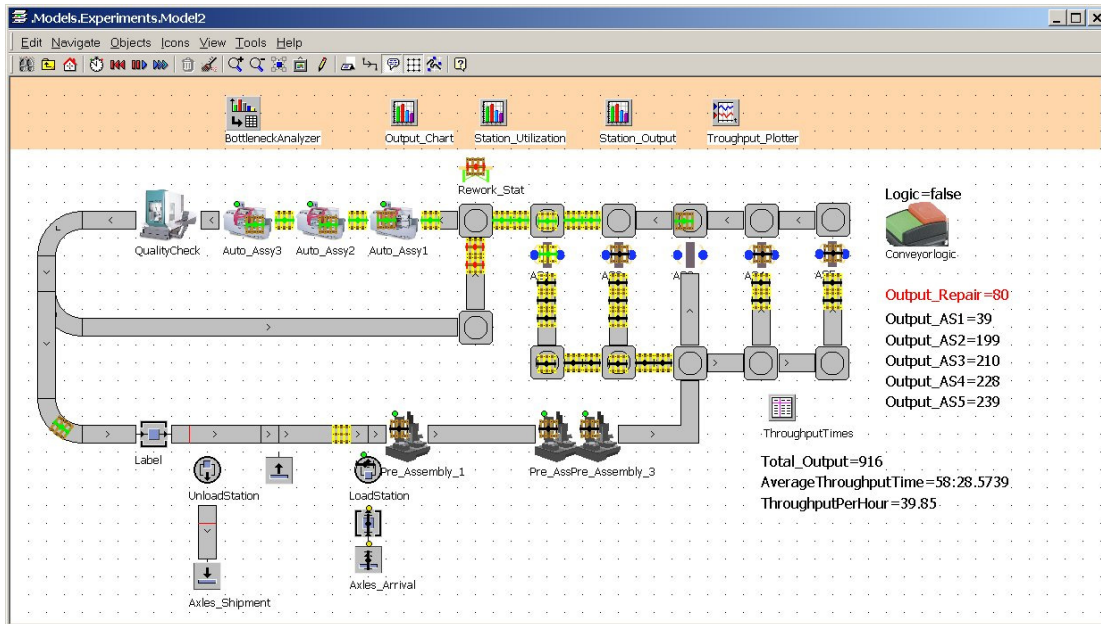
Beobachten Sie die Animation, um mögliche Probleme im Bereich der manuellen Montagearbeitsplätze zu erkennen. Dabei sehen Sie, dass sich die Achsen vor den manuellen Arbeitsplätzen stauen. Klicken Sie mit rechter Maustaste auf das Diagramm Station\_Utilization und wählen Sie Anzeigefenster einblenden aus dem Kontextmenü. Die Auslastung der Arbeitsplätze AS1 und AS2 ist sehr gering. Die Ursache ist, dass alle Achsen den Drehtisch vor dem Arbeitsplatz AS1 passieren müssen. Durch den Stau kommen zu wenige Achsen von/zu dem Arbeitsplatz AS1.

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

### 2.2 Repositionierung der manuellen Montagearbeitsplätze

Werfen Sie einen Blick auf den ersten Vorschlag der Ingenieure: Die manuellen Arbeitsplätze vor die Drehtische zu verlegen, so dass die Versorgung der Arbeitsplätze mit Achsen immer sichergestellt ist. Öffnen Sie das Modell Model2, in dem die Simulation gleichzeitig gleichzeitig parallel mit Modell 1 läuft, und beachten Sie die Unterschiede im Layout.

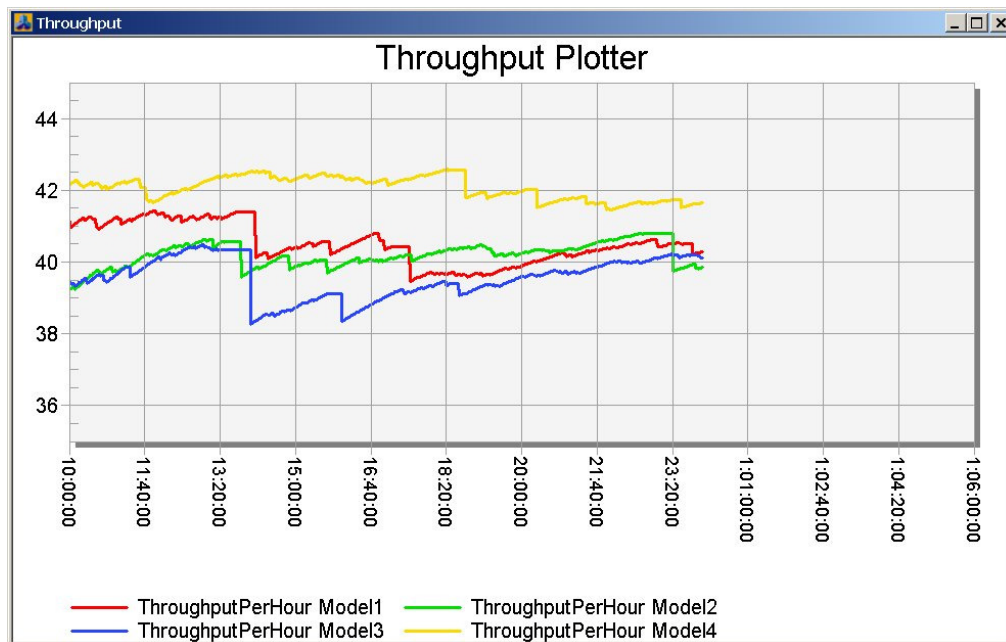
**Sie können mit Plant Simulation mehrere unterschiedliche Varianten Ihres Modells gleichzeitig parallel simulieren, um Unterschiede im Verhalten zu verfolgen.**



**Bild 3: Layout von Model2**

Verfolgen Sie den Unterschied im Plotter im Hauptfenster Experiments (Bild 4) und Sie sehen, dass die Variante 2 keine Verbesserung des Durchsatzes gegenüber Variante 1 zeigt.

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage



**Bild 4 : Grafik mit dem Durchsatz der Modelle 1 bis 4**

Jetzt ist zwar die Versorgung der Montagearbeitsplätze mit Achsen sichergestellt, aber die Achsen können die Arbeitsplätze nicht verlassen aufgrund des Staus auf den Drehtischen hinter den Arbeitsplätzen.

Abgesehen davon hat diese Lösung mehrere Nachteile:

- die Arbeitsplätze sind schwer zu erreichen (Fluchtwege!)
- es ist schwer, die Arbeitsplätze mit Material zu versorgen
- inakzeptable Arbeitsbedingungen für die Werker

### 2.3 Änderung der Steuerungsstrategie (\*)

Schließen Sie Model2, öffnen Sie Model3 und beobachten Sie das Verhalten der dritten Variante: Eine Änderung der Steuerungsstrategie für die Materialversorgung der manuellen Arbeitsplätze.

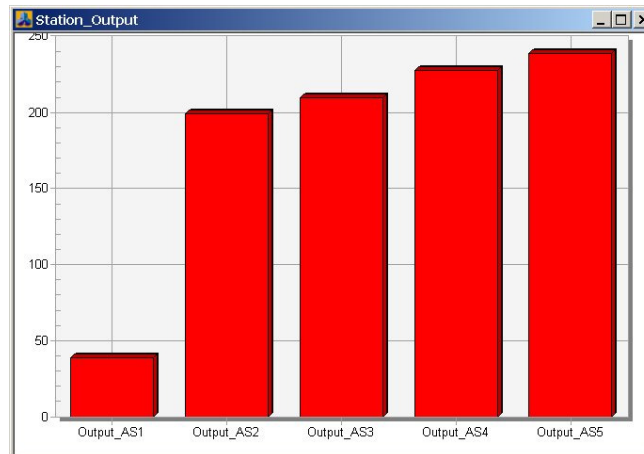
Ändern Sie die Strategie durch einen Doppelklick auf den Baustein ConveyorLogic (\*). Dabei ändert sich der Wert der Variable Logic zu Logic = true. Dadurch können bereits bearbeitete Achsen, die von rechts kommend einen Drehtisch vor einem Montagearbeitsplatz belegen wollen, nur dann auf den Drehtisch, wenn der Förderer rechts von dem Drehtisch frei ist. D.h., eine von rechts kommende Achse kann nur dann auf einen Drehtisch, wenn sie den Drehtisch auch sofort wieder verlassen kann. Dadurch werden Achsen, die von unten zu einem Arbeitsplatz befördert werden sollen oder einen Arbeitsplatz verlassen sollen nicht blockiert von Achsen, die von rechts kommen (also bereits bearbeitet wurden).

Verfolgen Sie das veränderte Verhalten in der Simulation.

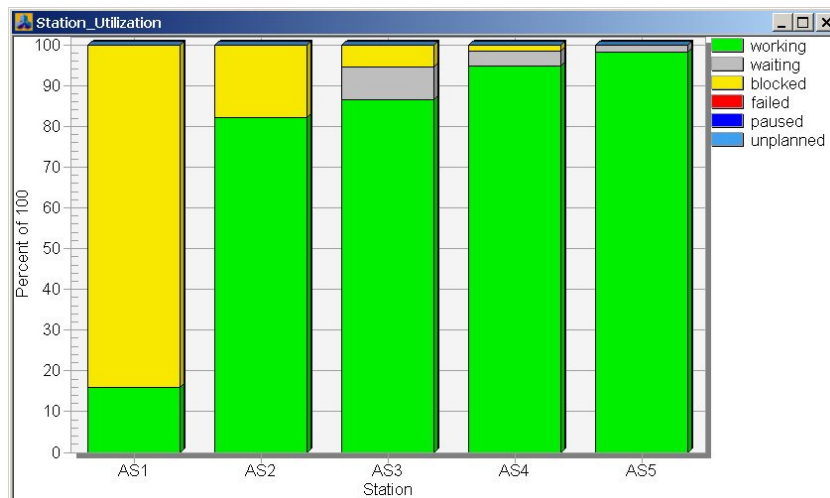
**Sie können Plant Simulation Modelle während der Simulation verändern, um eine Verhaltensänderung zu prüfen, ohne das Modell neu starten oder kompilieren zu müssen.**

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

Im oberen Bereich des Fensters finden Sie weitere wertvolle Standard-Analysewerkzeuge, wie z.B. ein Diagramm, welches die Anzahl der montierten Achsen je Arbeitsplatz zeigt. Öffnen Sie die Diagramme durch einen Klick mit der rechten Maustaste auf den Baustein und wählen Sie Anzeigen aus dem Kontextmenü. Beachten Sie auch die globalen Variablen auf der rechten Seite, die Ihren Wert während der Simulation ändern.



**Bild 5: Diagramm für die Anzahl der gefertigten Achsen je Arbeitsplatz**



**Bild 6: Auslastung der manuellen Montagearbeitsplätze**

Wenn Sie die Varianten 1 und 3 vergleichen stellen Sie fest, dass die veränderte Steuerungsstrategie keine nennenswerte Änderung des Durchsatzes bewirkt. Der Engpass und damit die Ursache des Problems müssen also im weiteren Verlauf des Materialflusses zu finden sein.

Aktivieren Sie nach dem Ende der Simulation die Engpassanalyse. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Baustein BottleneckAnalyzer und klicken Sie auf Analyze (\*). Dabei zeichnet Plant Simulation ein Diagramm über jede Station und jedes Transportsystemsegment. Das Diagramm zeigt, wie viel Prozent der Zeit der Baustein

- leer war (grau)

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

- gearbeitet hat (grün)
- blockiert war, d.h. Achsen konnten den Baustein nicht verlassen, weil der Nachfolger belegt war (gelb)
- gestört war (rot)

Sie erkennen, dass es auch im Bereich der automatisierten Montagestationen noch zu Blockaden kommt. Ab der Qualitätsprüfung QualityCheck treten jedoch keine Blockaden mehr auf. Der Engpass ist also die Qualitätsprüfung. Wenn Sie den Baustein mit einem Doppelklick öffnen und auf die Registerkarte Störungen gehen, sehen Sie, dass die Station nur eine Verfügbarkeit von 90% hat. Der Stau wird also durch Ausfälle der Qualitätsprüfung verursacht.

Um das Problem zu beheben, wird das Förderband vor der Qualitätsprüfung verlängert und damit eine zusätzliche Pufferkapazität vor der Station eingeführt.

### 2.4 Arbeiten mit Bausteinen in Plant Simulation

Bevor wir das Modell mit der erweiterten Pufferkapazität vor der Qualitätsprüfung näher betrachten, werfen wir einen Blick auf die Arbeitsweise mit Bausteinen in Plant Simulation.

Öffnen Sie die manuellen Montagearbeitsplätze AS1 und AS2 per Doppelklick und schieben Sie beide Fenster neben einander.

**Plant Simulation erlaubt die Arbeit mit hierarchischen Bausteinen. Dies ermöglicht Ihnen**

- **Ihre eigenen intelligenten, zusammengesetzten Bausteine zu entwickeln und das Verhalten Ihrer Systemkomponenten richtig abzubilden**
- **Effizient mit großen, komplexen Modelle zu arbeiten, in dem Sie bestimmte Bereiche einfach als zusammengesetzte Bausteine abbilden**

Öffnen Sie dann die *Klasse* der manuellen Montagearbeitsplätze, in dem Sie bei dem Fenster von einem der geöffneten Arbeitsplätze im Menü auf Navigieren > Klasse öffnen klicken. Verschieben Sie in dem Fenster der Klasse einen Baustein und beobachten Sie die Veränderungen in den beiden Fenstern der Arbeitsplätze (der *Instanzen*). Alle Bausteine, die Sie in einem Modell einsetzen, erben Ihre Eigenschaften von einer Klasse. Wenn Sie Bausteine mehrfach in Ihrem Produktionssystem haben (z.B. Förderer, Roboter, Drehmaschinen, etc.), dann erstellen/parametrisieren Sie den Baustein nur einmal (die Klasse) und setzen ihn mehrfach in Ihr Modell ein. Wenn Sie später Parameter ändern wollen, führen Sie die Änderung nur einmal durch, in der Klasse, und alle eingesetzten Bausteine „erben“ diese Änderung sofort automatisch.

**Das Konzept von Klassen und Instanzen spart Ihnen viel Zeit bei der Modellierung und Wartung Ihres Modells und erhöht damit Ihre Produktivität bei der Modellerstellung. Das Konzept ermöglicht Ihnen, Klassenbausteine separat zu erstellen und zu testen, bevor Sie sie in Ihr Modell einsetzen und erlaubt damit eine übersichtliche, modulare Entwicklung und Struktur Ihres Modells.**

**Weiterhin können Sie Klassenbausteine in einer Datei speichern + laden und zwischen Bausteinbibliotheken austauschen. Damit unterstützt Plant Simulation sehr effektiv die**



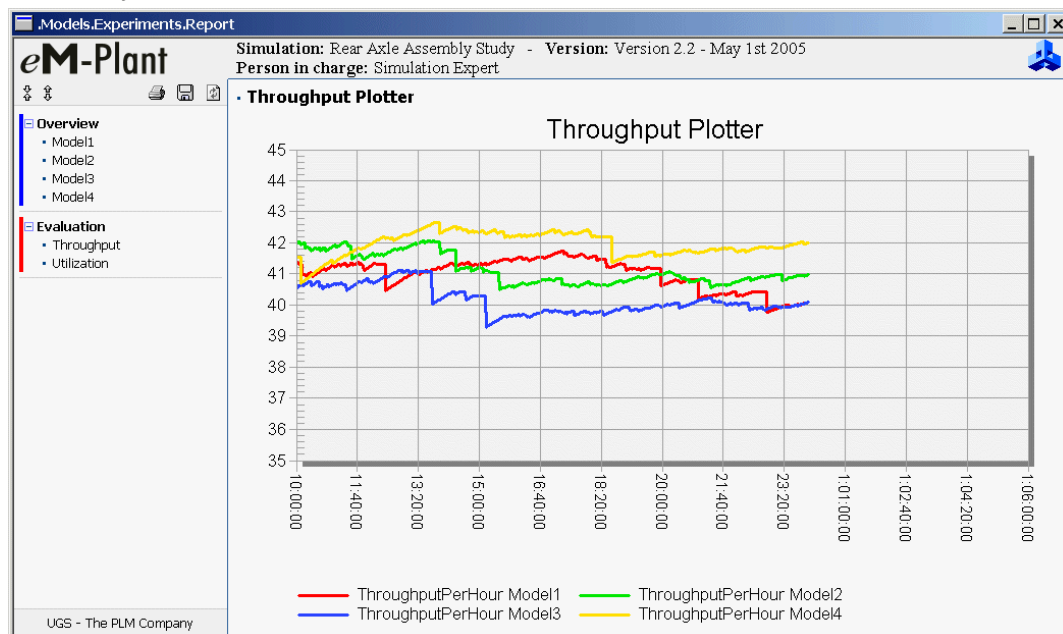
**Zusammenarbeit in Teams bei großen Projekten mit paralleler Entwicklung bestimmter Bereiche durch unterschiedliche Mitarbeiter. Dies reduziert deutlich die Entwicklungszeit für das Gesamtmodell.**

### 2.5 Erhöhung der Pufferkapazität vor der Qualitätsprüfung

Betrachten Sie nun die dritte Variante mit einer erweiterten Pufferkapazität des Förderers vor der Qualitätsprüfung. Öffnen Sie Model4 im Experiments Fenster und achten Sie auf die Länge dieses Förderers. Durch die zusätzliche Pufferkapazität können die automatischen Montagearbeitsplätze weiterarbeiten, auch wenn die Qualitätsprüfung gestört ist.

Vergleichen Sie den Durchsatz der unterschiedlichen Varianten in der Grafik im Fenster Experiments.

Mit Plant Simulation erstellen Sie schnell und einfach einen HTML-Bericht Ihrer Ergebnisse. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf der Baustein Report im Hauptfenster Experiments und wählen Sie Anzeigefenster einblenden im Kontextmenü. Klicken Sie auf die verschiedenen Seiten im Baum auf der linken Seite des Berichts. Speichern Sie den Bericht als html-Datei durch einen Mausklick auf den Knopf Save the result portfolio (\*). Dadurch wird ein Ordner erstellt, der eine Datei namens „\_Start.htm“ enthält. Diese können Sie durch Doppelklick in jedem Web Browser ansehen.



**Bild 7 : Plant Simulation HTML-Bericht**

### 2.6 Datenexport von Plant Simulation nach Microsoft® EXCEL® (\*)

Durch die offene Systemarchitektur und die Vielzahl der Schnittstellen kann Plant Simulation sehr einfach Daten mit Datenbanken oder anderen Anwendungen austauschen, wie z.B. Microsoft® EXCEL®. (\*)

Starten Sie EXCEL durch einen Doppelklick auf den Baustein EXCEL im Fenster Experiments. EXCEL öffnet sich mit einer Abfrage, ob die Daten in dem EXCEL-Sheet automatisch

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

aktualisiert werden sollen. Klicken Sie auf Aktualisieren. Dann können Sie den Verlauf von Kennwerten während der Simulation grafisch in EXCEL verfolgen.

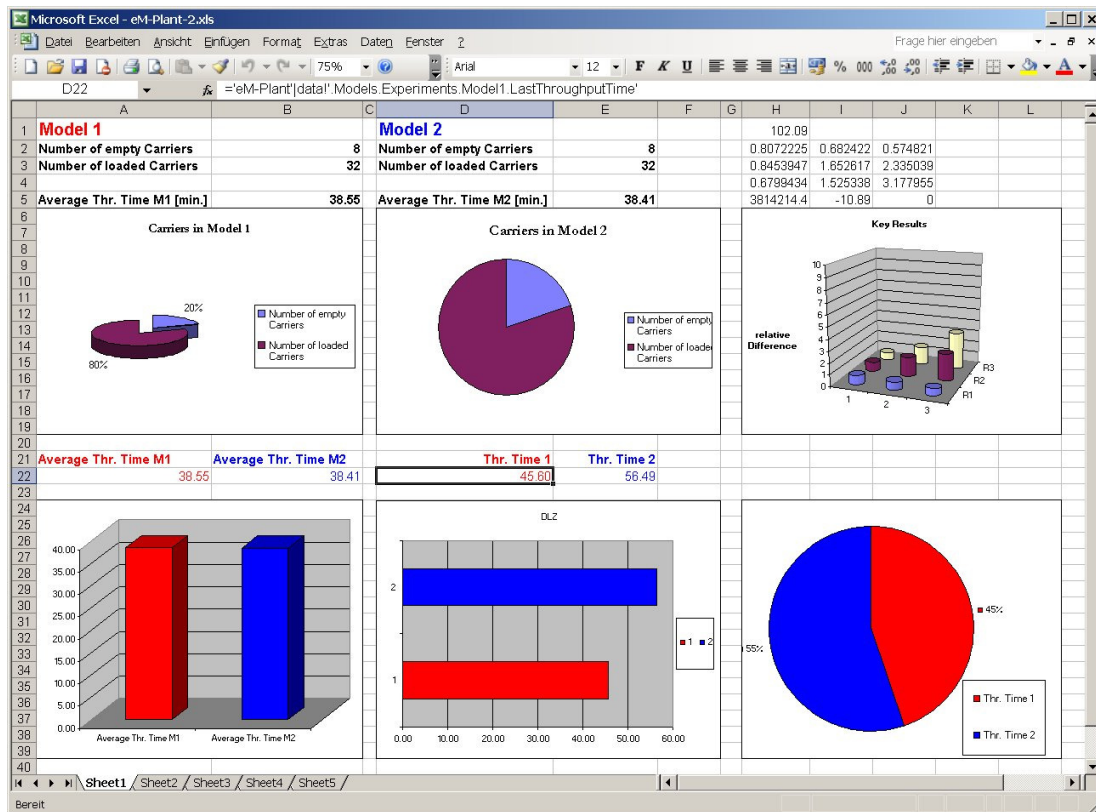


Bild 8 : EXCEL-Sheet eingebettet in Plant Simulation

Der Datenaustausch von Plant Simulation mit anderen Anwendungen oder mit Datenbanken (auch bidirektional) ist sehr einfach, sogar bei laufender Simulation. Aus diesem Grund wird Plant Simulation nicht nur zur strategischen Systemplanung eingesetzt, sondern auch zur Überwachung, Vorausplanung und Disposition von Produktionssystemen und zur Unterstützung der Entscheidungsfindung im täglichen Betrieb.

## Beschreibung Beispielmodell Hinterachsmontage

**©2008 Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH. Alle Rechte vorbehalten.**

Diese Dokumentation ist Eigentum von Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH.

Dieses Dokument enthält eigentumsbezogene Informationen und ist urheberrechtlich geschützt. Dieses Dokument darf weder als Ganzes noch in Teilen reproduziert, in Suchmaschinen bereitgestellt, übersetzt, abgeschrieben oder veröffentlicht werden ohne die explizite schriftliche Zustimmung der Siemens Product Lifecycle Management Software II (DE) GmbH.

Siemens und das Siemens Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens AG. Tecnomatix und das Tecnomatix Logo sind eingetragene Warenzeichen der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., USA. Alle anderen Produktnamen oder Markennamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen im Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Änderungen der Informationen dieses Dokuments sind ohne Vorankündigung vorbehalten.