

## 7 Effizienzsteigerung hochflexibler Geschäftsprozesse mittels Simulation

Karl Mühlbauer, Dieter Bartmann

**Zusammenfassung.** Die Simulation hochflexibler Geschäftsprozesse (GP) stößt auf eine Vielzahl von Problemen und stellt an die Simulationstools besondere Anforderungen. Die Bewertung mehrerer Tools kommt zu dem Ergebnis, dass das Werkzeug „VenSim“ mit der Methode „System Dynamics“ hierfür am besten geeignet ist. Dazu wurden Modellschablonen formuliert, mit denen die Flexibilitätsanforderungen hochflexibler GP erfüllt werden können.

Der Proof of Concept wurde anhand des Fallbeispiels der e-Car AG erbracht. Die Simulation zeigt, dass sich durch die Hochflexibilität die Unternehmensrendite um den Faktor drei bis fünf erhöht.

### 7.1 Problemstellung, Zielsetzung und Aufbau

Hochflexible Geschäftsprozesse (hGP) sind Unternehmensabläufe, die sich durch eine unvollständige Planbarkeit, durch eine Überlappung der Planung und Ausführung sowie durch eine Kontextsensitivität auszeichnen (Kapitel 2; sowie Leunig et al. 2010, S. 9). Hieraus ergibt sich die Problemstellung, dass hGP schwierig zu planen sind. Jedoch benötigen Unternehmen aufgrund ihres Zieles der Gewinnmaximierung eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ihrer Tätigkeiten.

Für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit hochflexibler GP müssen Organisationen diese Abläufe sorgfältig untersuchen. Die Simulation von GP bildet hierbei das Instrument, welches über statische Untersuchungen hinausgehend dynamische Analysen ermöglicht (Rabe und Knothe 2010, S. 473).

Die Simulation hochflexibler GP verlangt eine Berücksichtigung der drei genannten Merkmale hochflexibler GP in den der Simulation zugrunde liegenden Modellen. Dies erfordert eine Integration der Merkmale hochflexibler GP in die Modelle der dynamischen Analyse. Dies ist nicht trivial, da hGP diese speziellen Anforderungen an die Simulationsmodelle stellen. Darüber hinaus erfordert dies spezielle Tools mit der Möglichkeit der Umsetzung einer individuellen Logik.

Zur Erreichung ihrer Ziele versuchen Unternehmen, ihre Effektivität und Effizienz zu steigern. Das Geschäftsprozessmanagement unterstützt sie bei diesem

Vorhaben. Es dient der Steuerung der Unternehmensabläufe. (Schmelzer und Sesselmann 2008, S. 3 - 4)

Die Simulation von Geschäftsprozessen erfordert spezielle Tools (Leist et al. 2006, S. 23; Nägele und Schreiner 2002, S. 203; Schmelzer und Sesselmann 2007, S. 28). Diese gestatten die Anreicherung der Beschreibungsmodelle für Geschäftsprozesse mit den Daten der Betrachtungsdimensionen „Ressourcen“ und „Material“ mit den Betrachtungsgrößen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“ (Gadatsch 2008, S. 233; Neumann et al. 2008b, S. 437). Das Abbilden hochflexibler Geschäftsprozesse mit den dazugehörigen Merkmalen erfordert darüber hinaus die Funktionalität der Integration einer eigenen Logik in die Simulationsmodelle.

Der vorliegende Artikel besitzt folgende Ziele: Zunächst erfolgt die Darstellung eines Konzeptes für die Konstruktion eines Simulationsmodells für hGP. Im Anschluss daran folgt eine Analyse der marktgängigen Simulationstools auf ihre Eignung zur Konstruktion solcher Simulationsmodelle. Schließlich findet die Evaluierung anhand einer Fallstudie statt.

## 7.2 Simulation von Geschäftsprozessen

Die Simulation bildet ein Instrument, um bestimmte Sachverhalte vor der Umsetzung zu testen. Bei ihrer Anwendung im Geschäftsprozessmanagement dient sie der Gestaltung von Abläufen, wobei Unternehmen eine Planung der Kosten, der Ressourcen und des Materials vornehmen können.

### 7.2.1 Begriff der Simulation

Der Verband deutscher Ingenieure definiert die Simulation auf die folgende Art und Weise:

*„Simulation ist die Nachbildung eines dynamischen Prozesses in einem Modell, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind.“* (Gadatsch 2008, S. 226 nach VDI 1996)

Bei der Simulation handelt es sich folglich um die Analyse eines Problems im Zeitverlauf. Sie transformiert vorgegebene Eingangsgrößen nach einer im Simulationsmodell festgelegten Logik in Ausgabegrößen. (Gadatsch 2008, S. 226)

Die Bildung eines Simulationsmodells und die Durchführung mehrerer Simulationsläufe sind Teil einer Simulationsstudie, zu der die Analyse der einzelnen

---

Ergebnisse der Simulationsläufe gehört. (Küll und Stähly 1999, S. 2 - 3) Eine Simulationsstudie verfügt über nachstehende Schritte:

1. Problemformulierung
2. Datenerhebung und Modellentwicklung
3. Modellimplementation
4. Modellvalidierung
5. Planung und Durchführung der Simulationsexperiment
6. Ergebnisanalyse
7. Anwendung auf das reale System

(Bartmann 2007, S. 44; Küll und Stähly 1999, S. 6 - 7)

### 7.2.2 Simulation von Geschäftsprozessen

Für die Simulation von Geschäftsprozessen existieren Erfolgsfaktoren, die eingehalten werden müssen, damit Unternehmen die dazugehörigen Zielsetzungen erreichen können:

- Der Prozess muss stabil sein. Der Simulation liegt ein längerer Zeitraum zugrunde, innerhalb dessen der Prozess in seiner Struktur unverändert bleiben soll.
- Die Ausführungshäufigkeit des Geschäftsprozesses sollte in der betrachteten Periode hoch sein.
- Der Erfolg einer Simulation hängt von den zur Verfügung stehenden Eingabedaten ab. Diese müssen in einer ausreichenden Qualität und in einem annehmbaren Umfang zur Verfügung stehen. Die Art und der Umfang der bereitstehenden Daten beeinflusst die Möglichkeiten der Modellkonstruktion.
- Die Anfertigung einer Simulationsstudie erfordert klare Zielsetzungen.

(Neumann et al. 2008, S. 436)

Der Zweck der Simulation von Geschäftsprozessen besteht in der Abbildung des Arbeitssystems<sup>5</sup> und der Analyse dessen Verhaltens im Zeitablauf. Ein Arbeitssystem besitzt somit Geschäftsprozesse, die aus verschiedenen Teilprozessen bestehen, welche sich wiederum aus mehreren Aktivitäten zusammensetzen. Jeder Prozess, jeder Teilprozess und jede Aktivität verfügen über bestimmte Eingaben

---

<sup>5</sup> Für eine genaue Beschreibung des Arbeitssystems vgl. (Bokranz und Kasten 2003, S. 135 - 136)

sowie Ausgaben, die jeweils eine bestimmte Aufgabe erfüllen. Die Verrichtung der Tätigkeiten nehmen Menschen unter Verwendung von Arbeits- bzw. Sachmitteln vor. Dabei können wechselseitige Einflüsse zwischen der Umwelt und dem Hüllraum eines Arbeitssystems auftreten. Die Umsetzung dieses Sachverhaltes, den Abb. B-33 veranschaulicht, nehmen Simulationsmodelle vor.

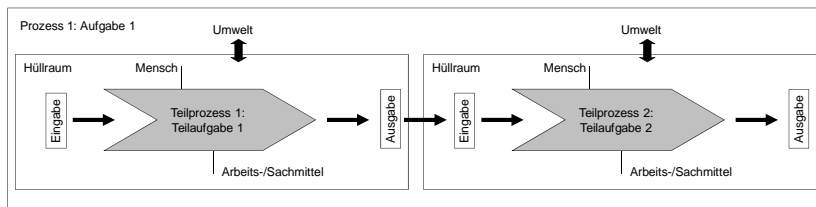


Abb. B-33: Prozessorientierte Umsetzung des Arbeitssystems  
(eigener Entwurf in Anlehnung an Bokranz und Kasten 2003, S. 136)

Für die Simulation von Geschäftsprozessen erstellen Unternehmen entsprechende Simulationsmodelle. Die Basis hierfür bilden die Geschäftsprozessmodelle. Diese beinhalten die Funktionen (Aktivitäten) und den dazugehörigen Kontrollfluss, d. h. die zeitlich-logische Abfolge der Funktionen. Darüber hinaus können Geschäftsprozessmodelle die benötigten Ressourcen, die notwendigen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, die erstellten Leistungen sowie den Material- und Informationsfluss enthalten. (Allweyer 2007, S. 136)

Bei der Erstellung eines Simulationsmodells findet die Attributierung der Elemente der Geschäftsprozessmodelle statt.<sup>6</sup>

Das Simulationsmodell besitzt eine Logik, welche Beziehungen zwischen den Eingabegrößen und den Ausgabegrößen herstellt. (Küll und Stähly 1999, S. 2)

Verschiedene Ausgabegrößen stellen das Ergebnis der Simulation von Geschäftsprozessen dar. Sie stehen entweder für bestimmte Zeitintervalle (z. B. auf Tagesbasis) oder für den gesamten Simulationszeitraum zur Verfügung und beziehen sich entweder auf eine einzelne Prozessinstanz oder auf alle ausgeführten Instanzen des Arbeitsablaufes. Die Resultate der Simulation der Unternehmensabläufe lassen sich in ablaufbezogene, ressourcenbezogene und materialbezogene Analysegrößen differenzieren, welche wiederum zeit-, wert- und mengenorientierte Größen enthalten. (Gadatsch 2008, S. 232) Abb. B-34 gibt einen Überblick über die Analysegrößen der Prozesssimulation.

<sup>6</sup> Für eine Auflistung der Angaben, um welche im Rahmen der Attributierung ein Geschäftsprozessmodell angereichert wird, vgl. (Neumann et al. 2008, S. 441).

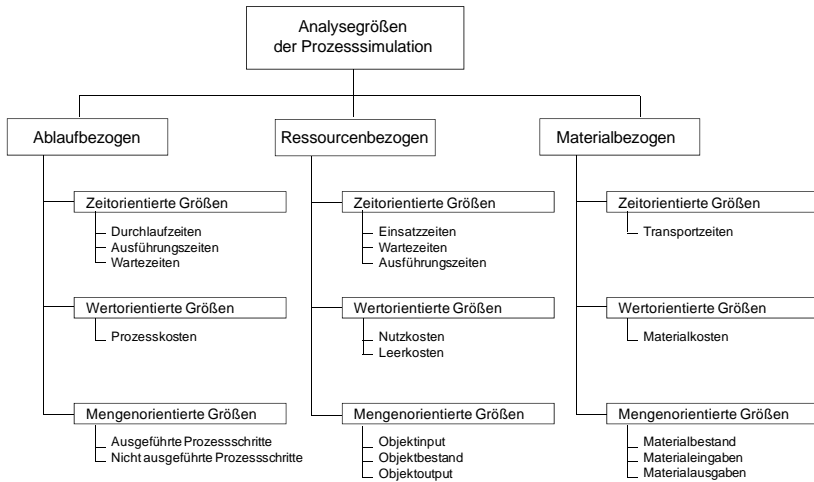


Abb. B-34: Analysegrößen der Prozesssimulation  
(eigener Entwurf nach Gadatsch 2008, S. 233)

Die Simulation von Geschäftsprozessen verfolgt bestimmte Ziele<sup>7</sup>. Bei der Berücksichtigung der dazugehörigen Erfolgsfaktoren stellen die Ziele der dynamischen Analyse der Unternehmensabläufe ebenso deren Möglichkeiten dar. Die Simulation von Geschäftsprozessen besitzt folgende Hauptziele:

- Validierung der Realitätstreue des Modells
- Überprüfung der Konsistenz der verwendeten Modelle
- Schaffung von Transparenz der Geschäftsprozesse
- Optimierung der Geschäftsprozesse
- Steuerung der Prozessabläufe

(Gadatsch 2008, S. 230 - 231; Mühlbauer 2010, S. 127 - 130; Neumann et al. 2008, S. 437)

Der Simulationsbegriff besitzt eine Allgemeingültigkeit. Bei der dynamischen Analyse hochflexibler GP muss der Anwender jedoch spezielle Anforderungen berücksichtigen.

<sup>7</sup> Für eine Beschreibung der Ziele der Simulation von Geschäftsprozessen vgl. (Mühlbauer 2010, S. 129 - 132)

### 7.3 Konzept der Simulation hochflexibler GP

Simulationsmodelle bilden den Ausgangspunkt für den folgenden Abschnitt. Dieser beschreibt, auf welche Art und Weise der Anwender eine Erweiterung durchführen muss, um hGP abzubilden.

Integration des hGP-Merkmals „Kontextsensitivität“ in das Simulationsmodell

Kontextfaktoren beschreiben Umgebungsvariablen, die auf einen Geschäftsprozess einwirken. Für die Simulation hochflexibler GP muss der Anwender zunächst die Aktivitäten identifizieren, auf welche ein Kontextfaktor einwirkt. Im Anschluss daran bestimmt er die betroffenen Variablen des Simulationsmodells und ermittelt die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkung des Kontextfaktors.

Der Anwender verknüpft in einem Simulationsmodell die von einem Kontextfaktor betroffene Variable mit dessen Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung.

hGP-Merkmal „Unvollständige Planbarkeit“ im Kontext der Simulation hochflexibler GP

Auf der Geschäftsvorfallenebene verfügt jede Aktivität über eine bestimmte Anzahl an Ausprägungen. Im Rahmen hochflexibler GP kennt das Unternehmen a priori nur einen Teil der möglichen Varianten.

Für die Untersuchung hochflexibler GP im Zeitablauf bildet der Analyst im Simulationsmodell für jede bekannte Ausprägung einer Aktivität eine eigene Variante mit der dazugehörigen Wahrscheinlichkeit und Parameterkonstellation. Darüber hinaus schafft er eine eigene Variante für all jene der Organisation unbekanntes Ausprägungen. Die Werte der entsprechenden Parameterkonstellation orientieren sich am für die Planung schlechtesten Fall, um die Wirtschaftlichkeit der hochflexiblen Abläufe zu gewährleisten.

Die Hochflexibilität auf Geschäftsprozessebene verlangt einen Umbau der Wertschöpfungskette. Hierfür passt das Unternehmen die Anordnung der Aktivitäten mit der dazugehörigen Berechnung der Kennzahlen im Simulationsmodell an die tatsächliche Wertkette an.

## hGP-Merkmal „Überlappung von Planung und Ausführung“

Der Aspekt „Überlappung von Planung und Ausführung“ verlangt keine Adaption des Simulationsmodells. Er bezeichnet vielmehr eine Eigenschaft von Unternehmensabläufen, welche die dynamische Analyse als Planungsinstrument prädestiniert. Dieses Merkmal verlangt ein Instrument, das verschiedene Parameterkonstellationen im Rahmen eines oder mehrerer Geschäftsprozessmodelle untersuchen kann.

Bei veränderten Rahmenbedingungen ermöglicht die dynamische Analyse von Geschäftsprozessen die rasche Bildung sog. Simulationsszenarien. Diese beschreiben Parameterkonstellationen im Rahmen eines Simulationsmodells oder alternativer Simulationsmodelle. Nach der Durchführung der Untersuchung im Zeitablauf besitzt das Unternehmen für jedes einzelne Szenario die Ausgabegrößen der Kategorien „Ablauf“, „Ressourcen“ und „Material“ mit den Dimensionen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“. Auf dieser Grundlage kann es eine Planung der Kosten, der Ressourcen und des Materials vornehmen.

Die Simulation hochflexibler GP verwendet als Grundlage das Konzept der dynamischen Analyse von Unternehmensabläufen. Sie zielt auf eine Planung der hochflexiblen GP, was den Ablauf, die Ressourcen, das Material und die Verbrauchsstoffe unter der Berücksichtigung der Aspekte „Menge“, „Wert“ und „Zeit“ umfasst. Die Basis hierfür bilden Geschäftsprozessmodelle, wobei die Merkmale hochflexibler GP berücksichtigt werden müssen.

Tab. B-8 fasst die Konzepte zur Abbildung der Merkmale hochflexibler GP in betriebswirtschaftlichen Simulationsstudien zusammen.

hGP-Merkmal	Umsetzung in der Simulation
Kontextsensitivität	Integration von Kontextvariablen
Unvollständige Planbarkeit	Bildung von Prozessvarianten Variante für nicht erfassbare Vorfälle
Überlappung von Planung und Ausführung	Erstellung von Simulationsszenarien, Simulationdurchführung und Ergebnisanalyse - Integration von Prozessvarianten - Umbau der Wertkette

Tab. B-8: Abbildung der Merkmale hochflexibler GP in betriebswirtschaftlichen Simulationsstudien

## Ergebnisdarstellung bei der Simulation hochflexibler GP

Die Simulation hochflexibler GP liefert für die betrachteten Ausgabegrößen im Rahmen eines Szenarios Erwartungswerte und eine Ergebnisbandbreite bei der Betrachtung mehrerer Szenarien.

Die Ausgabegrößen bei der Untersuchung hochflexibler GP im Zeitablauf besitzen wie bei der Simulation starrer und flexibler Abläufe ebenso die Betrachtungsgrößen „Ablauf“, „Ressourcen“ und „Material“ mit den Dimensionen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“, was die Grundlage für eine Planung der Kosten, der Ressourcen und des Materials darstellt.

### 7.4 Tools zur Simulation hochflexibler GP

Für die Durchführung der Simulation von Geschäftsprozessen benötigen Unternehmen spezielle Softwarewerkzeuge. Nach der Erfassung der am Markt verfügbaren Tools und der Evaluation ausgewählter Softwareinstrumente erfolgt eine Fixierung auf die Methode „System Dynamics“ mit dem Tool „VenSim“, um hGP detailgerecht abbilden zu können.

#### 7.4.1 Bewertung marktgängiger Simulationswerkzeuge

Damit Organisationen simulative Untersuchungen vornehmen können, benötigen sie spezielle Tools. Hierbei handelt es sich um Software zur Simulation am Computer (Leist et al. 2006, S. 23; Nägele und Schreiner 2002, S. 203; Schmelzer und Sesselmann 2007, S. 28). Neben der Erstellung von Beschreibungsmodellen für Geschäftsprozesse benötigt der Anwender die Funktionalität der Attributierung: Er reichert die Ablaufmodelle um die Betrachtungsdimensionen „Ressourcen“ und „Material“ mit den Betrachtungsgrößen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“ an (Gadatsch 2008, S. 233; Neumann et al. 2008, S. 441 - 442). Das Abbilden hochflexibler Geschäftsprozesse mit den dazugehörigen Merkmalen erfordert die Funktionalität der Integration einer eigenen Logik in die Simulationsmodelle, um die Eigenheiten hochflexibler GP abbilden zu können. Diese beschreiben die Möglichkeit, dass der Anwender über den Sprachumfang einer Modellierungssprache und die Analysemöglichkeiten der Tools hinausgehend eigene Modellelemente und individuelle Auswertungen definieren kann.

Der Arbeitsbericht „Marktübersicht über moderne Werkzeuge zur Simulation von Geschäftsprozessen“ (Mühlbauer 2011b) beinhaltet eine Auflistung der Softwaretools für die Simulation von Geschäftsprozessen.



Der Arbeitsbericht „Evaluation von Simulationswerkzeugen hinsichtlich hochflexibler Geschäftsprozesse“ (Mühlbauer 2011a) spezifiziert die Anforderungen an Werkzeuge für die dynamische Analyse in Form eines Kriterienkataloges und wendet diesen auf eine Auswahl bestimmter Softwareanwendungen an. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Form einer Matrix, welche für jedes betrachtete Tool die Erfüllung des Kriterienkataloges anzeigt.

Die Optimierung der Mikroebene zielt auf die bestmögliche Gestaltung des Geschäftsprozesses für eine Instanz, wobei sie im Rahmen ihrer Analysen mehrere Ausführungen heranzieht.<sup>8</sup> Diese Analyse benötigt keinen empirischen Auftragseingang, konstante oder auf statistischen Verteilungen basierende Werte reichen hierfür aus. Alle betrachteten Werkzeuge unterstützen diese Anforderung. Untersuchungen der Mikroebene stützen sich auf Kennzahlen der Dimensionen „Kosten“, „Quantität“ und „Zeit“. Dies unterstützt ausnahmslos jedes Tool, sowohl für die einzelnen Aktivitäten als auch für den gesamten Geschäftsprozess. Jedes Arbeitsmittel erlaubt ablaufbezogene Analysen und die Bestimmung der benötigten Ressourcen für eine Prozessinstanz. In diesem Zusammenhang ermöglichen ausschließlich die Werkzeuge „Metastorm ProVision“, „Savvion Process Modeler“ und „VenSim“ die Bestimmung der erforderlichen Verbrauchsstoffe. Die Analysen aller Arbeitsmittel beziehen sich auf den gesamten Simulationszeitraum. Bonapart und VenSim zeigen ebenso die Entwicklung für die Zeitintervalle einer dynamischen Analyse. Alle betrachteten Tools eignen sich somit für die Analyse der Mikroebene und erlauben für eine Prozessinstanz die Bestimmung der Kosten und der Ressourcen. Lediglich die Arbeitsmittel „Metastorm Provision“, „Savvion Process Modeler“ und „VenSim“ gestatten zusätzlich die Bestimmung der notwendigen Verbrauchsstoffe.

Die Optimierung der Makroebene betrachtet den empirischen Auftragseingang, um auf dieser Basis eine Planung der Kosten, des Materialbedarfs und der Ressourcen vorzunehmen.<sup>9</sup> Daher eignen sich hierfür nur die beiden Werkzeuge „Metastorm ProVision“ und „VenSim“. Ersteres bezieht die Analysen auf den gesamten Simulationszeitraum, letzteres zeigt ferner die Entwicklungen in den einzelnen Zeitintervallen eines Simulationslaufes. Der Anwender besitzt bei bei-

---

<sup>8</sup> Für eine umfassende Beschreibung des Begriffes „Mikroebene“ vgl. (Mühlbauer 2010, S. 112 - 115)

<sup>9</sup> Für eine umfassende Beschreibung des Begriffes „Makroebene“ vgl. (Mühlbauer 2010, S. 115 - 117)

den Werkzeugen die Möglichkeit der Spezifizierung der Kosten, der Verbrauchsstoffe und der Ressourcen.

Die dynamische Analyse von Unternehmensabläufen durch VenSim mit der Methode „System Dynamics“ eignet sich besonders für die Untersuchung hochflexibler GP:

Bei der Simulation von Geschäftsprozessen mit der Methode „System Dynamics“ bilden Unternehmensabläufe das zu Grunde liegende System. Der Anwender muss hierbei die Geschäftsprozessmodelle um eine Simulationslogik anreichern, welche die dynamische Analyse erst ermöglicht. Diese sog. Attributierung umfasst eine Integration von Regeln in das Geschäftsprozessmodell, welche einerseits den Ablauf und andererseits die beabsichtigten Auswertungen umfassen.

Für die Spezifizierung des Ablaufs erlaubt VenSim die Behandlung des empirischen Auftragseinganges und die Hinterlegung notwendiger Informationen für die einzelnen Elemente des Kontrollflusses. Dies umfasst die Betrachtungsdimensionen „Ablauf“, „Material“ und „Ressourcen“ mit den Betrachtungsgrößen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“. Darüber hinaus gestattet das Tool „VenSim“ die Eingliederung eigener Modellelemente für die individuelle Situation, da der Anwender hier nicht auf die Konstrukte eines Tools beschränkt ist. Die Spezifizierung durch mathematische Formeln gewährleistet eine höchstmögliche Flexibilität.

#### 7.4.2 Simulation hochflexibler GP mit System Dynamics

Die Simulation durch das Tool „VenSim“ mit der Methode „System Dynamics“ verwendet Bestands- und Flussgrößendiagramme. Diese bilden Unternehmensabläufe bei der Geschäftsprozesssimulation ab. Die Logik zur Verknüpfung der Eingabeelemente mit den Ausgabeelementen basiert auf den Größen „Speicher“, „Raten“, „Variablen“ und „Konstanten“, welche mathematische Formeln spezifizieren. (Mühlbauer 2010, S. 217 - 228; Sterman 2000, S. 193)

Bei der Attributierung besitzt das Tool „VenSim“ mit der Methode „System Dynamics“ die Möglichkeit, den empirischen Auftragseingang zu berücksichtigen. Es erlaubt die Spezifizierung der Elemente des Kontrollflusses und die Behandlung von Ressourcen und Verbrauchsstoffen. Dabei besteht die Möglichkeit, Verbrauchsinformationen der Größen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“ zu hinterlegen. Darüber hinaus kann der Anwender eigene Modellelemente definieren. (Mühlbauer 2010, S. 199 - 203, 297 - 298)

Das Tool „VenSim“ mit der Methode „System Dynamics“ berücksichtigt bei seinen Auswertungen die Betrachtungsdimensionen „Ablauf“, „Ressourcen“ und „Material“ mit den Betrachtungsgrößen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“. Es gestattet die Analyse einzelner Aktivitäten und des Prozesses als Ganzes. Der Anwender kann die Analyse sowohl für einzelne Zeitintervalle als auch für den gesamten Simulationszeitraum vornehmen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Definition eigener Kennzahlen. (Mühlbauer 2010, S. 199 - 203, 297 - 298)

Für die Simulation von Geschäftsprozessen mit der Methode „System Dynamics“ in VenSim hat einer der Autoren Modellschablonen zur Konstruktion von Simulationsmodellen erarbeitet (Mühlbauer 2010, S. 208 - 265). Diese decken die unterschiedlichen Fälle der Attributierung ab. Sie verfolgen nachstehende Zielsetzungen:

- Schablonen für die Attributierung einer Aktivität oder mehrerer Aktivitäten im Geschäftsprozessmodell
- Regelwerke für die Realisierung von Gateways der Arten „Verzweigung“ und „Zusammenführung“
- Anleitungen für die modellhafte Abbildung der Mikroebene und der Makroebene
- Schemen für die Kennzahlenintegration in Geschäftsprozessmodelle

(Mühlbauer 2010, S. 231 - 262; 299 - 339)

Die Grundlage für die Erstellung simulationsfähiger Geschäftsprozessmodelle in System Dynamics bildet die Modellschablone für die Attributierung einer Aktivität. Die weiteren Schablonen verwenden dieses Template als Grundlage. Es berücksichtigt auf der Eingabeseite den Ablauf, die Ressourcen und die benötigten Verbrauchsstoffe. Als Analysegrößen verwendet es die Betrachtungsdimensionen „Ablauf“, „Ressourcen“ und „Material“ mit den Betrachtungsgrößen „Menge“, „Wert“ und „Zeit“. (Mühlbauer 2010, S. 231 - 262)

Die aufgelisteten Modellschablonen bilden die Grundlage zur Erstellung eines simulationsfähigen Modells mit hGP. Der Anwender nimmt Anpassungen vor, um die Merkmale hochflexibler GP zu berücksichtigen.

## 7.5 Simulation hochflexibler GP am Beispiel der e-Car AG

Die e-Car AG<sup>10</sup> stellt ein fiktives Unternehmen dar, welches Elektroautos produziert und vertreibt (Kapitel 2; sowie Leunig et al. 2010, S. 4). Da sie für ihre Geschäftstätigkeit hochflexible Geschäftsprozesse verwendet (Leunig et al. 2010, S. 4–12), eignet sich dieses Unternehmen für die Demonstration des Konzeptes der Simulation hochflexibler GP.

Die Simulation zielt hier auf die Analyse der Unternehmensabläufe der e-Car AG nach betriebswirtschaftlichen Kenngrößen. Sie dient der Planung der Abläufe der Produktion und des Vertriebes der Organisation. Dies entspricht den Teilszenarien A und B der e-Car AG (Leunig et al. 2010, S. 4). Die Simulation betrachtet den Ablauf ausgehend vom Auftragseingang bis hin zu den abgewickelten Aufträgen. Daher erfolgt eine Aggregation der Einzeltätigkeiten zu den wesentlichen Stufen der Wertkette, die Abb. B-35 zeigt.

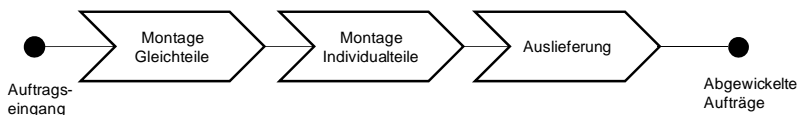


Abb. B-35: Aggregierte Betrachtung des Szenarios A und B der e-Car AG

Die e-Car AG stellt einen Nischenanbieter im Automobilbereich dar. Sie strebt einen Absatz von 10.000 Autos jährlich in Deutschland an, wobei sie jeden PKW für € 48.000 verkauft. Auf ihr lasten jährliche Fixkosten in Höhe von € 32 Mio., wovon die Montage der Gleichteile € 20 Mio. und die Montage der Individualteile € 12 Mio. verursacht. Jede verkaufte Einheit besitzt variable Kosten in Höhe von € 44.000, wobei € 28.000 auf die Montage der Gleichteile, € 14.000 auf die Montage der Individualteile und € 2.000 auf die Auslieferung entfallen. Die e-Car AG besitzt in der Produktion eine Kapazität von 45 Autos pro Tag. Der Auftragseingang ist dem für das Automobilgeschäft üblichen saisonalen Schwankungen unterworfen. Abb. B-36 zeigt den Auftragseingang der e-Car AG auf Tagesbasis.

<sup>10</sup> Für eine genaue Beschreibung des fiktiven Unternehmens e-Car AG, vgl. Kapitel 2; sowie Leunig et al. (2010).

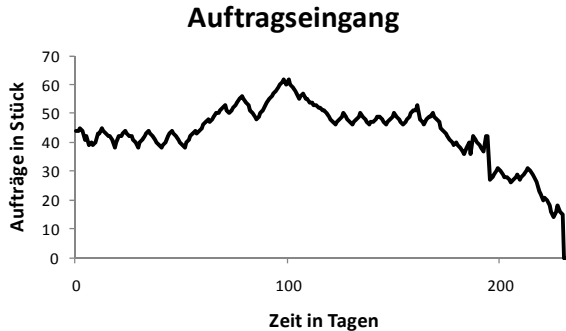


Abb. B-36: Auftragseingang der e-Car AG auf Tagesbasis

Auf der Grundlage der genannten Daten erfolgt für die Simulation der Abläufe der e-Car AG die Bildung folgender Szenarien:

- Ausgangsszenario: Statischer Geschäftsprozess
- Szenario 1: Hochflexibilität auf Geschäftsvorfallenebene
- Szenario 2: Integration von Kontextfaktoren
- Szenario 3: Änderung auf Geschäftsvorfallenebene
- Szenario 4: Umbau der Wertkette

Die nachstehende Analyse der e-Car AG bezieht sich auf den Simulationszeitraum von einem Jahr.

### 7.5.1 Ausgangsszenario: Statischer Geschäftsprozess

Als Ausgangsszenario dient die Situation, bei der keine hochflexiblen Geschäftsprozesse vorliegen. Dies bedeutet, jede Instanz folgt der bestehenden Wertkette und die möglichen Ausprägungen jeder einzelnen Aktivität sind bekannt. Somit beauftragt die e-Car AG für die Anlieferung der Gleichteile einen bestimmten Zulieferer und für die Auslieferung einen speziellen Transporteur.

Die Gewinn-Verlust-Schwelle der e-Car AG liegt bei 8.000 verkauften Einheiten, was sowohl einen Umsatz als auch Gesamtkosten in Höhe von € 384 Mio. bedeutet.

Erreicht der Verkauf des Unternehmens die anvisierten 10.000 Elektroautos, so bedeutet dies einen Gewinn von € 8,00 Mio. bei einem Umsatz von € 480 Mio. und Gesamtkosten von € 472 Mio.

Die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages beträgt bei 8.000 Aufträgen 5,56 Tage, bei 10.000 Aufträgen 18,74 Tage. Abb. B-37 veranschaulicht für beide Situationen die maximale Durchlaufzeit in Tagen.

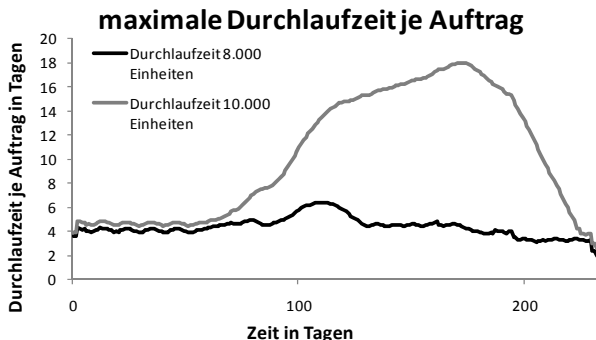


Abb. B-37: Ausgangsszenario – maximale Durchlaufzeit in Tagen

Produziert die e-Car AG im Geschäftsjahr 8.000 Autos, so liegt die Auslastung an 49 Tagen bei 100 %. Bei einer Fertigung von 10.000 Stück ist dies an 169 Tagen der Fall. Abb. B-38 veranschaulicht die Auslastung für die beiden unterschiedlichen Situationen im Zeitablauf.

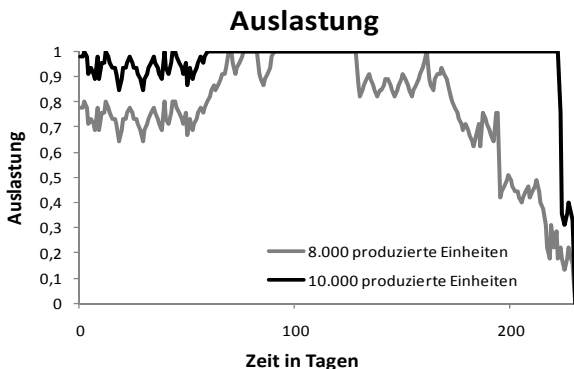


Abb. B-38: Auslastung der e-Car AG im Zeitverlauf

Die e-Car AG verwendet das Prinzip der kundenindividuellen Fertigung: Ein Kunde konfiguriert ein e-Car nach seinen Wünschen. Nach dem Abschluss eines Kaufvertrages erfolgt die Weiterleitung des Auftrages an die Produktion der

e-Car AG, welche darauf für das entsprechende Elektroauto die Beschaffung der hierfür benötigten Teile sowie die entsprechende Produktionsplanung veranlasst.

## 7.5.2 Szenario 1: Hochflexibilität auf Geschäftsvorfallenebene

Das Szenario „Hochflexibilität auf Geschäftsvorfallenebene“ verwendet das Szenario „Statischer Geschäftsprozess“ mit der Situation von 10.000 verkauften Elektroautos als Grundlage. Die e-Car AG erlaubt nun Geschäftsvorfallvarianten für die beiden Aktivitäten „Montage Individualteile“ und „Auslieferung“.

Das Unternehmen bezieht die Individualteile nach einer Ausschreibung auf einem eigens für diesen Zweck beschriebenen Marktplatz (Kapitel 2; sowie Leunig et al. 2010, S. 13). Die Geschäftspartner müssen mindestens die Konditionen des vorherigen Szenarios einhalten. Daraus ergeben sich die folgenden möglichen Zulieferer dieser Aktivität:

- Föderation A - variable Kosten: € 8.000, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Föderation B - variable Kosten: € 10.000, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Föderation C - variable Kosten: € 12.000, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Nicht planbare Varianten - variable Kosten im schlechtesten Fall: € 14.000, Wahrscheinlichkeit: 10 %

Die e-Car AG schreibt die Transportaufträge auf einem speziellen Logistikmarkt aus, an dem sowohl Einzelunternehmen als auch virtuelle Unternehmen teilnehmen können (Kapitel 2; sowie Leunig et al. 2010, S. 13). Sie verlangt von den potenziellen Lieferanten, dass diese mindestens die Konditionen des Transporteurs des vorherigen Szenarios einhalten. Daraus ergeben sich die nachstehenden möglichen Logistikdienstleister für die Auslieferung:

- Föderation A - variable Kosten: € 1.500, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Föderation B - variable Kosten: € 1.600, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Föderation C - variable Kosten: € 1.800, Wahrscheinlichkeit: 30 %
- Nicht planbare Varianten - variable Kosten im schlechtesten Fall: € 2.000, Wahrscheinlichkeit: 10 %

Abb. B-39 zeigt für die beiden Aktivitäten „Montage Individualteile“ und Auslieferung die möglichen Geschäftsvorfallvarianten.

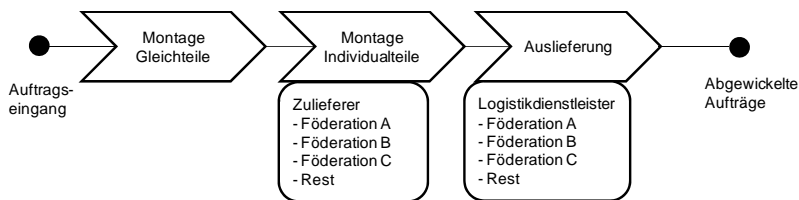


Abb. B-39: Geschäftsvorfallvarianten der e-Car AG

Bei einem Verkauf von 10.000 Einheiten erzielt die e-Car AG einen Umsatz von € 480. Mio., die Gesamtkosten liegen bei € 432,69 Mio. Euro, woraus ein Gewinn von € 47,31 Mio. resultiert.

Dadurch dass die e-Car AG von den Partnerunternehmen mindestens die Konditionen der festen Lieferanten des vorherigen Szenarios verlangt, ergibt sich durch die Hochflexibilität ein zusätzlicher Gewinn von € 39,31 Mio. Die Durchlaufzeiten bleiben in diesem Szenario unverändert.

### 7.5.3 Szenario 2: Integration von Kontextfaktoren

Auf die unterschiedlichen Föderationen, welche die Auslieferung der Elektroautos vornehmen, wirken Kontextfaktoren ein. In diesem Szenario handelt es sich hierbei um die Einflüsse „Verkehrslage“ und „Wetterlage“. Beide wirken sich auf die Transportdauer und somit auf die Kosten der Überführung aus. Sie besitzen eine Eintrittswahrscheinlichkeit und einen Faktor, mit dem sie sich auf die Zielgröße auswirken.

Die Ausprägung „gestört“ des Kontextfaktors „Verkehrslage“ tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von 40 % ein und wirkt sich mit 25 % auf die Zielgrößen aus. Die Umgebungsvariable „Wetterlage“ besitzt für die Ausprägung „schlechtes Wetter“ eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 30 % und beeinflusst die Zielgrößen um 15 %. Abb. B-40 zeigt die Einwirkung der Kontextfaktoren.

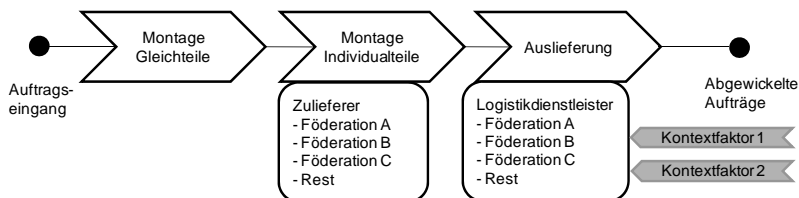


Abb. B-40: Wirkung der Kontextfaktoren im Geschäftsmodell der e-Car AG



Die e-Car AG setzt bei 10.000 verkauften Einheiten € 480 Mio. um. Die Gesamtkosten belaufen sich unter der Berücksichtigung der Kontextfaktoren auf € 435,12 Mio. Dadurch entsteht ein Gewinn von € 44,88 Mio.

Die Kontextfaktoren führen im Vergleich zum vorherigen Szenario zu höheren Gesamtkosten in Höhe von € 2,43 Mio. Ebenso sinkt der Gewinn des Autobauers. Die Dauer der Auslieferung eines Fahrzeuges verlangsamt sich in der Spitze um einen halben Tag. Abb. B-41 veranschaulicht diesen Sachverhalt.

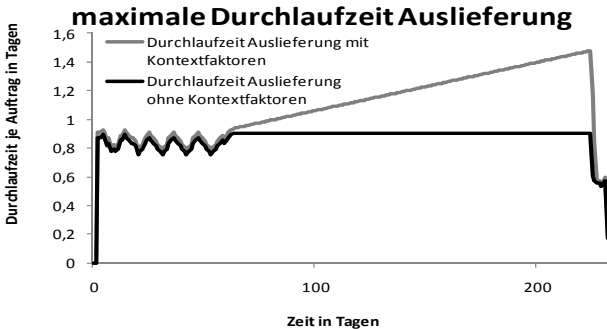


Abb. B-41: Maximale Dauer der Auslieferung eines Fahrzeuges mit und ohne Kontextfaktoren

Die maximale Durchlaufzeit für einen Auftrag erhöht sich durch die Einwirkung der Umgebungsvariablen um den Umfang des Anstieges der maximalen Dauer der Auslieferung eines Fahrzeuges. Abb. B-42 zeigt den Effekt der Kontextfaktoren auf die maximale Durchlaufzeit für eine Einheit.

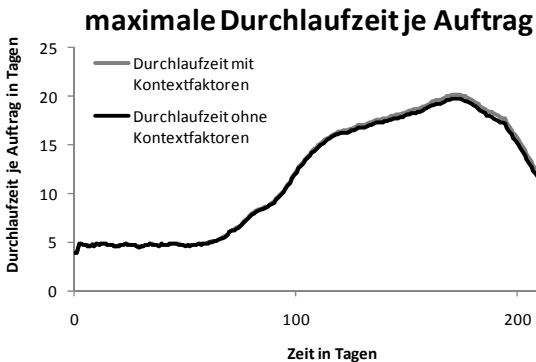


Abb. B-42: Maximale Durchlaufzeit eines Fahrzeuges mit und ohne Kontextfaktoren

### 7.5.4 Szenario 3: Änderung auf Geschäftsvorfallenebene

In dieser Situation fällt die Föderation A zur Auslieferung der Elektroautos des vorherigen Szenarios kurzfristig aus. Die Abwicklung der entsprechenden Aufträge übernimmt ein Konsortium, das jedoch mit € 2.500 einen deutlich höheren Preis als die ursprüngliche Föderation mit € 1.500 verlangt. Abb. B-43 illustriert den neuen Sachverhalt.

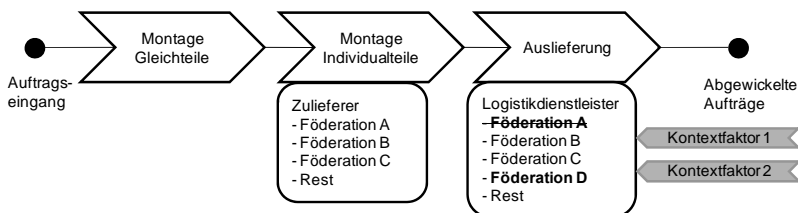


Abb. B-43: Änderung auf Geschäftsvorfallenebene der e-Car AG

Der Umsatz der e-Car AG beläuft sich bei 10.000 verkauften Einheiten auf € 480 Mio. Die Gesamtkosten betragen € 438,55 Mio., was einen Überschuss von € 41,45 Mio. nach sich zieht.

Die höheren Kosten von Föderation D im Gegensatz zur Föderation A bedingen einen um € 3,43 Mio. geringeren Gewinn im Vergleich zum vorherigen Szenario, jedoch kann der Geschäftsbetrieb aufrecht erhalten werden. Die maximale Durchlaufzeit einer Einheit bleibt dadurch unberührt.

### 7.5.5 Szenario 4: Umbau der Wertkette

Der Konkurrenzdruck im Bereich der Elektroautos<sup>11</sup> veranlasst die e-Car AG zur Einführung einer serienmäßigen Produktinnovation ohne Erhöhung des Verkaufspreises des Fahrzeuges: Sie stattet jedes Fahrzeug mit einem Solardach aus. Dies verlangt den Umbau der Wertkette. Nach der Installation der Gleichteile erfolgt die Montage des Solardachs. Diese Aktivität weist variable Kosten in Höhe von € 1.000 pro Fahrzeug auf. Durch die Integration dieser Tätigkeit verringert sich die Kapazität der Produktion des Werkes der e-Car AG von ursprünglich 45 Einheiten auf 44 Einheiten pro Tag. Abb. B-44 zeigt den Umbau der Wertkette der e-Car AG.

<sup>11</sup> Bis zum Jahr 2014 beabsichtigen die etablierten Automobilkonzerne die Einführung zahlreicher Modelle (Becker et al. 2010, S. 22).

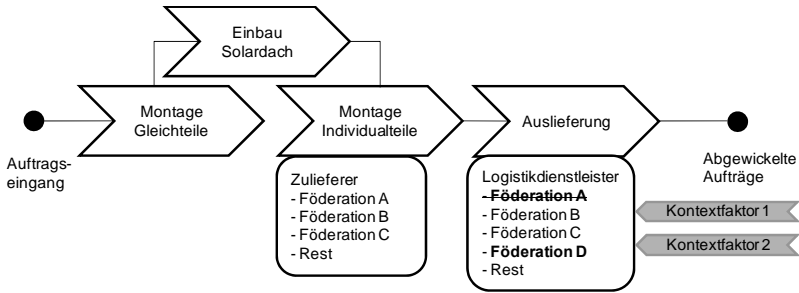


Abb. B-44: Umbau der Wertkette der e-Car AG

Nach der Veränderung der Wertkette der e-Car AG beläuft sich der Umsatz bei 10.000 verkauften Autos auf € 480 Mio. Die Gesamtkosten betragen € 448,55 Mio. Daraus resultiert ein Gewinn von € 31,45 Mio.

Durch die serienmäßige Ausstattung der Elektroautos ohne eine Erhöhung des Verkaufspreises erhöht die e-Car AG ihre Konkurrenzfähigkeit auf dem Markt. Die Gesamtkosten steigen dadurch jedoch um € 10 Mio., was zu einem um denselben Betrag geringeren Gewinn führt. Die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages steigt dadurch in der Spitze um knapp drei Tage an, was Abb. B-45 veranschaulicht.

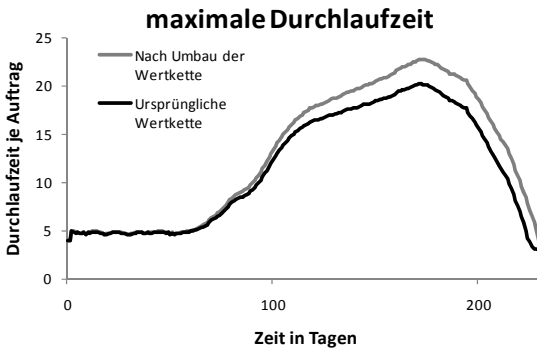


Abb. B-45: Auswirkung des Umbaus der Wertkette auf die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages

## 7.5.6 Überblick über die Simulationsergebnisse

Im Referenzszenario, in dem jede Instanz der bestehenden Wertkette folgt und die möglichen Ausprägungen jeder einzelnen Aktivität bekannt sind, erwirt-

schaftet die e-Car AG einen Gewinn von € 8,00 Mio. Die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages beträgt 18,74 Tage.

In dem Szenario „Hochflexibilität auf Geschäftsvorfallenebene“ führt die e-Car AG unterschiedliche Varianten bei den Aktivitäten „Montage Individualteile“ und „Auslieferung“ ein. Dies führt zu einem Gewinn von € 47,31 Mio., die maximale Durchlaufzeit eines Fahrzeuges bleibt unverändert bei 18,74 Tagen.

Treten Kontextfaktoren in der Auslieferung der Elektroautos auf, sinkt der Gewinn auf € 44,88 Mio. Die maximale Durchlaufzeit erhöht sich auf 19,08 Tage.

Besteht die Notwendigkeit der Änderung auf Geschäftsvorfallenebene, ausgelöst durch den Ausfall einer Föderation, so fällt der Gewinn auf € 41,15 Mio., da das neue Konsortium schlechtere Konditionen anbietet. Die maximale Durchlaufzeit eines Fahrzeuges bleibt hier unverändert bei 19,08 Tagen.

Das Szenario „Umbau der Wertkette der e-Car AG“ zeichnet sich durch die Integration einer weiteren Aktivität aus. Diese verursacht höhere Gesamtkosten und führt zu einer geringeren Gesamtkapazität der Produktion der e-Car AG. Der Gewinn erniedrigt sich dadurch auf € 31,45 Mio., die maximale Durchlaufzeit eines Elektroautos erhöht sich auf 21,78 Tage.

Die e-Car AG erwirtschaftet somit bei Geschäftsprozessen, die nicht hochflexibel sind, einen Gewinn von € 8,00 Mio. bei einer maximalen Durchlaufzeit eines Auftrages von 18,74 Tagen. Unter der Verwendung hochflexibler GP mit der Berücksichtigung aller Merkmale hochflexibler GP erwirtschaftet die e-Car AG einen Gewinn von € 31,45 Mio., wobei allerdings die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages auf 21,78 Tage ansteigt. Im vorliegenden Fall erlaubt die Hochflexibilisierung eine deutliche Steigerung des Unternehmenserfolges. Aufgrund der Eigenschaften hochflexibler GP auf Geschäftsvorfall- und Geschäftsprozessenebene erhöht sich jedoch auch leicht die maximale Durchlaufzeit eines Auftrages. Die Simulation bildet somit ein Instrument, das dem Unternehmen sowohl Planungssicherheit als auch eine realitätsgetreue Abbildung im Hinblick auf die Geschäftstätigkeit bietet.

Tab. B-9 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der einzelnen Simulations-szenarien.

Szenario	Gewinn	Maximale Durchlaufzeit
Ausgangsszenario: Statischer Geschäftsprozess	€8,00 Mio.	18,74 Tage
Szenario 1: Hochflexibilität auf Geschäftsvorfallenebene	€47,31 Mio.	18,74 Tage
Szenario 2: Integration von Kontextfaktoren	€44,88 Mio.	19,08 Tage
Szenario 3: Änderung auf Geschäftsvorfallenebene	€41,15 Mio.	19,08 Tage
Szenario 4: Umbau der Wertkette	€31,45 Mio.	21,78 Tage

Tab. B-9: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse

## 7.6 Zusammenfassung

HGP stellen besondere Anforderungen an die Simulation. Ein Vergleich der Tools zeigt, dass das Werkzeug „VenSim“ mit der Methode „System Dynamics“ den anspruchsvollen Herausforderungen am besten genügt.

Anhand der Fallstudie „e-Car AG“ wird der Proof of Concept der Simulation hochflexibler GP mit VenSim gezeigt. Die hGP-Simulation besitzt einen großen betriebswirtschaftlichen Nutzen: Die unflexible Prozesskette führt zu einem relativ fraglichen Geschäftsmodell mit einer Umsatzrendite vor Steuern von nur knapp 2 % und hohen Risiken, da Umwelteinflüsse nicht berücksichtigt sind. Die hGP-Simulation zeigt, dass die Umsatzrendite vor Steuern auf 6,5 % bis knapp 10 % gehoben werden kann und dabei die Risiken von Umwelteinflüssen bereits berücksichtigt sind.

## 7.7 Literatur

- Allweyer T (2007) Geschäftsprozessmanagement. Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling. 2. Auflage, W3L-Verlag, Herdecke
- Bartmann D (2007) Ein neuer Weg zur Kostensenkung. Die Bank, E.B.I.F.-Special: 42–46
- Bokranz R, Kasten L (2003) Organisations-Management in Dienstleistung und Verwaltung. Gestaltungsfelder, Instrumente und Konzepte. 4. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden

- Gadatsch A (2008) Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis. Eine Einführung für Studenten und Praktiker. 5. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag – GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden
- Küll R, Stähly P (1999) Zur Planung und effizienten Abwicklung von Simulationsexperimenten. In: Biethahn J, Witte T (Hrsg.) Simulation als betriebliche Entscheidungshilfe: State of the Art und neuere Entwicklungen, Physica-Verlag 1999, S. 1 - 21
- Leist S, Seidl F, Zellner G (2006) Evaluation von Modellierungswerkzeugen. In: BIT – Banking and Information Technology (2006) 3, S. 21 - 30
- Leunig B, Wagner D, Ferstl O (2010) Hochflexible Geschäftsprozesse in der Logistik – ein Integrationsszenario für den Forschungsverbund forFLEX. Bayerischer Forschungsverbund Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse (forFLEX), Bericht-Nr. forFLEX-2010-001.
- Mühlbauer K (2010) Optimierung von Geschäftsprozessen in der Kreditwirtschaft mit System Dynamics. Darstellung des Konzeptes, der Möglichkeiten und der Grenzen der Simulation mit dem Schwerpunkt auf System Dynamics. Universitätsverlag Regensburg, Regensburg
- Mühlbauer K (2011a) Evaluation von Simulationswerkzeugen hinsichtlich hochflexibler Geschäftsprozesse. Bayerischer Forschungsverbund Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse (forFLEX), Bericht-Nr. forFLEX-2011-003.
- Mühlbauer K (2011b) Marktübersicht über moderne Werkzeuge zur Simulation von Geschäftsprozessen. Bayerischer Forschungsverbund Dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse (forFLEX), Bericht-Nr. forFLEX-2011-002.
- Nägele R, Schreiner P (2002) Bewertung von Werkzeugen für das Management von Geschäftsprozessen. In: ZFO - Zeitschrift Führung + Organisation 71 (2002) 4, S. 201 - 210.
- Neumann S, Rosemann M, Schwegmann, A (2008) Simulation von Geschäftsprozessen. In: Becker J, Kugeler M, Rosemann M (Hrsg.) Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008, S. 435 - 454
- Rabe M, Knothe T (2010) Geschäftsprozess-Simulation. In: Jochem R, Mertins K, Knothe T (2010) Prozessmanagement. Strategien, Methoden, Umsetzung. 1. Auflage, Düsseldorf, S. 473 - 490
- Schmelzer H, Sesselmann W (2007) Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen, 6. Auflage, München
- Sterman, J (2000) Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Higher Education, Vereinigte Staaten
- Verband Deutscher Ingenieure (VDI, 1996) VDI-Richtlinie: VDI 3633. Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen – Begriffsdefinitionen. Beuth Verlag