

2 E-Car-Szenario – Hochflexible Geschäftsprozesse in der Logistik als Integrationsszenario für den Forschungsverbund forFLEX

Benjamin Leunig, Daniel Wagner, Otto K. Ferstl

Zusammenfassung. Der Forschungsverbund forFLEX hat zum Ziel dienstorientierte IT-Systeme für hochflexible Geschäftsprozesse (hGP) zu untersuchen. Die Forschungsgruppe ist unterteilt in drei Teilprojekte. Das vorliegende LogistikszENARIO beinhaltet Aspekte der Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik und erfüllt im Wesentlichen eine Integrationsfunktion zwischen den forFLEX-Teilprojekten. Es soll als Ausgangsbasis für die Erprobung der in den Teilprojekten bislang erarbeiteten Methoden, theoretischen Grundlagen und Werkzeuge dienen.

2.1 Einleitung

Zur Verdeutlichung des Vorgehens wird das Konzept der modellgestützten Untersuchungssituation verwendet (Ferstl 1979). Hier wird zum einen zwischen Untersuchungsobjekt, Untersuchungsziel und Untersuchungsverfahren, und zum anderen zwischen der Objektebene und der abbildenden Modellebene unterschieden (Abb. A-1). Das Untersuchungsobjekt S auf Objektebene stellt dabei das vorliegende, natürlichsprachlich beschriebene Szenario dar, welches allen teilprojektspezifischen Untersuchungszielen U_S zugrunde liegt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine natürlichsprachliche Beschreibung für die direkte Anwendung eines Untersuchungsverfahrens nicht ausreichend detailliert ist. Aus diesem Grund werden die verschiedenen Teilprojekte ggf. eigene geeignete Modelle M von S erstellen und das jeweilige Untersuchungsziel U_S so transformieren, dass auf Modellebene Untersuchungsverfahren angewendet und mithin die Untersuchungsergebnisse für M , U_M , erzielt bzw. ermittelt werden können. Über eine anschließende Transformation der Lösung werden dann die Untersuchungsergebnisse für S , U_S erzielt bzw. ermittelt. Mit der Transformation und Modellkonstruktion sind Freiheitsgrade verbunden.

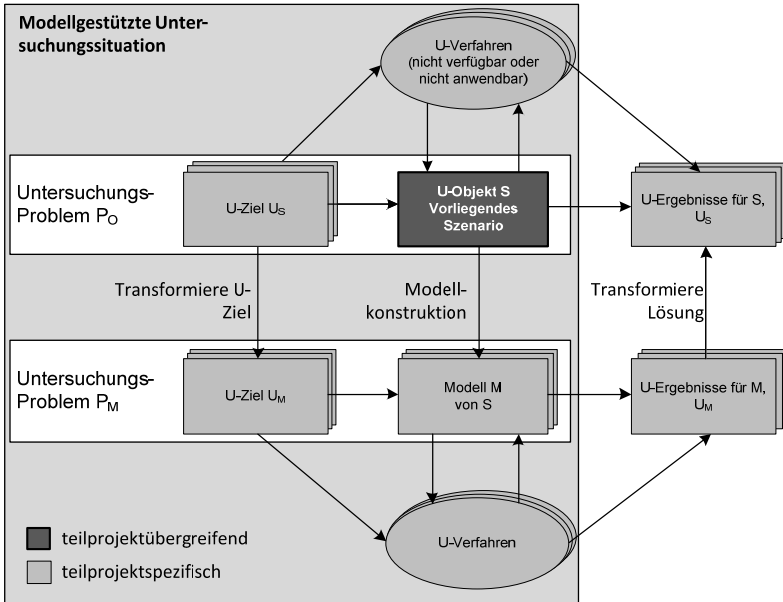


Abb. A-1: Modellgestützte Untersuchungssituation

Um dennoch die beabsichtigte Integration der Teilprojekte zu ermöglichen und zudem den Aufwand in den Teilprojekten zu reduzieren, wurden bereits erste Modelle vorgegeben, die bei Bedarf von den Teilprojekten weiter detailliert werden können.

Im Folgenden wird als Untersuchungsobjekt ein LogistikszENARIO für Elektroautos (e-Cars) beschrieben. Die Beschreibung des fiktiven Systems erfolgt textuell und durch Geschäftsprozessmodelle. Untersuchungsziele und -verfahren werden nicht festgelegt. Dies soll spezifisch in den verschiedenen forFLEX-Teilprojekten erfolgen.

Das Untersuchungsobjekt bildet das fiktive wandlungsfähige Wertschöpfungsnetz e-Car Net, welches als Wertschöpfungsnetz aus mehreren selbständigen (Teil-)Unternehmen besteht, aber gemäß des Prinzips „one-face-to-the-customer“ agiert. Es handelt sich um ein fiktives Untersuchungsobjekt, für dessen Konstruktion auf reale Sachverhalte zurückgegriffen wurde. Da Flexibilitätstrachtungen im Fokus des Forschungsverbundes stehen, wurden die in anderen Untersuchungen des Forschungsverbundes ermittelten grundsätzlichen Formen von Flexibilitätstrachtungen (Struktur- und Verhaltensflexibilität, wechselnde Föderationen etc.) in das Szenario integriert. Der Fokus des Szena-

rios und der nachfolgenden Untersuchungen liegt auf Problemstellungen in der Logistik. Das Szenario deckt daher die Bereiche Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik ab (Vahrenkamp und Siepermann 2007).

2.2 Beschreibung von e-Car Net

Das vorliegende Szenario umfasst vier Teilszenarien (Abb. A-2).

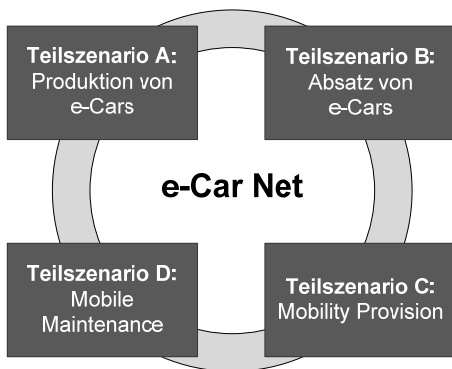


Abb. A-2: Teilszenarien des fiktiven wandlungsfähigen Wertschöpfungsnetzwerkes e-Car Net

e-Car Net produziert und vermarktet Elektroautos. Für die Produktion werden Teile von Zulieferern bezogen und montiert. Die Vermarktung erfolgt auf zwei Kanälen. Zum einen werden die Autos über Makler verkauft, zum anderen erfolgt der Absatz über einen virtuellen Verkaufsraum, den eigenen Webshop. e-Car Net agiert darüber hinaus auch als Mobility-Dienstleister. In größeren Städten (ab 500.000 Einwohner) unterhält das Unternehmen Servicestationen, bei denen e-Cars angemietet werden können. Die Autos können per Webshop oder telefonisch zum Zeitpunkt des Bedarfs, also ad-hoc, gebucht werden. Für die Wartung und die Unterstützung im Pannenfall steht ein mobiles Maintenance-Team zur Verfügung, welches e-Cars vor Ort wartet und instand setzt. Nicht alle Dienstleistungen werden von der e-Car AG selbst erbracht. Das Unternehmen bedient sich eines wandlungsfähigen Wertschöpfungsnetzwerkes, dem e-Car Net, welches durch die teilnehmenden Partnerunternehmen Dienstleistungen rund um das e-Car anbieten kann. Abb. A-3 zeigt das Geschäftsprozessmodell von e-Car Net aus Struktursicht sowie den Zusammenhang der vier Teilszenarien. Geschäftsprozessmodelle werden in diesem Beitrag gemäß der SOM-Methodik modelliert (Ferstl und Sinz 2008). Lieferanten beliefern e-Car Net mit Vorproduk-

ten, welche im Bereich der Produktion und der Mobile Maintenance Verwendung finden. Die produzierten e-Cars werden vom Absatz an Kunden verkauft. Der Bereich Mobility Provision agiert als Dienstleister für Mobilität und vermietet e-Cars an Endkunden. Mobile Maintenance agiert ferner als Dienstleister für Mobility Provision und den Endkunden.

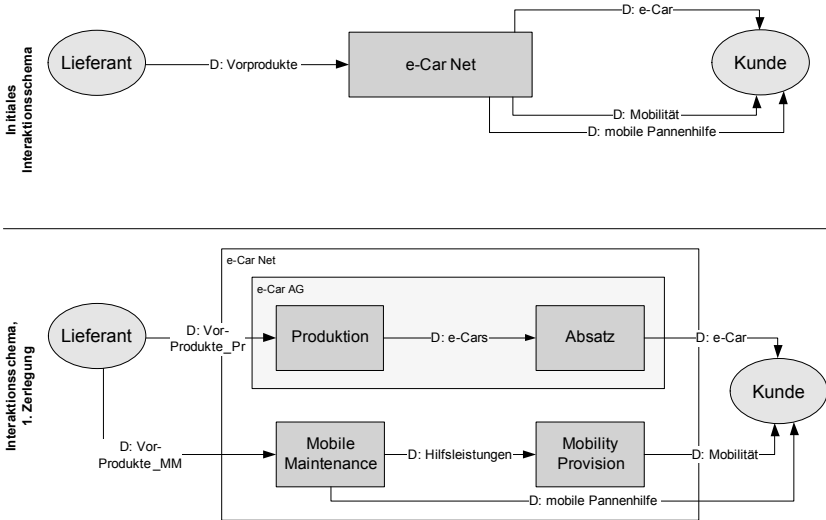


Abb. A-3: Geschäftsprozessmodell des Gesamtszenarios (Struktursicht)

2.2.1 Grundannahmen

Automobile mit Elektroantrieb stellen einen maßgeblichen Faktor im Rahmen des Mobilitätswandels dar. Verbrennungsmotoren werden als Antriebskonzept auf lange Sicht an Bedeutung verlieren (Malorny 2009), (Westbrook 2001). Auf diese Weise sollen die Abhängigkeit von Öl und die Schadstoffbelastung durch CO₂ reduziert werden. Zudem wird durch die von der Bundesregierung zur Verfügung gestellten Fördermittel aus dem Konjunkturpaket II auch von staatlicher Seite versucht, die Entwicklung im Bereich elektrifizierter Antriebe zu forcieren. Das erklärte Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf den Straßen zu haben. Auch in anderen europäischen Ländern sind solche Bemühungen zu beobachten, nicht zuletzt aufgrund von Maßnahmen der Europäischen Union (Die Bundesregierung 2009), (Brauner 2008), (Malorny 2009), (Pluy 2009).

Die vier oben genannten Teilszenarien werden im Folgenden vorgestellt.

2.2.2 Teilszenario A – Produktion von e-Cars in der e-Car AG

Die e-Car AG bezieht die zur Produktion von e-Cars nötigen Vorprodukte von verschiedenen Zulieferern und führt selbst nur die Montage durch. Im ersten Teilszenario wird daher die Beschaffungs- und Produktionslogistik betrachtet. Die bezogenen Teile lassen sich dabei hinsichtlich ihres Verbrauchsmengen-Verbrauchswert-Verhältnis in A-, B-, und C-Teile sowie bezüglich des Kundenbezugs in Gleich- und Individualteile differenzieren.

Das e-Car besteht aus einer Einheitsplattform, welche im Wesentlichen die Hauptkomponenten Antriebsstrang, Fahrwerk und Akku (Reichweite ca. 120 km) umfasst. Da keine Motorisierungsvarianten angeboten werden, stellen diese drei Komponenten kundenanonym gefertigte A-Teile (Gleichteile) dar, die jeweils von unterschiedlichen Lieferanten geliefert werden. So liefert die Drive GmbH¹ den Antriebsstrang, die Dynamics GmbH² das Fahrwerk und die Power GmbH² den Akku. Die Lagerreichweite des Gleichteilelagers beträgt ca. 1-2 Tage. Kundenanonyme A-Teile (z. B. Antriebsstrang), B-Teile (z. B. Reifen) und C-Teile (z. B. Schrauben) werden gemäß dem Supply-Chain-Management-Konzept des Vendor-Managed-Inventory (VMI) geliefert. Kundenindividuelle A-Teile, dazu gehören u. a. Karosserie, Sitze, Innenverkleidung, Car-Audio-/ Navigations-systeme und dergleichen, werden von Lieferanten Just-in-Time (JIT) oder Just-in-Sequence (JIS) an das Produktionssystem geliefert (Abb. A-4, Abb. A-5). Im Montagebereich existiert ein kleines Wareneingangslager. Dieses ermöglicht eine Überbrückung von Lieferengpässen aus dem Gleichteilelager für eine kurze Zeit.

Die kundenindividuellen A-Teile werden in Transportbehältern geliefert, die Smart Container (Container mit GPS-Modul, Sensoren, Sende- und Empfangsmodul) darstellen und nach dem Prinzip der Selbststeuerung nachfolgend beschriebene Aufgaben übernehmen (Bogatu 2008), (Hülsmann und Windt 2007), (McKelvey et al. 2009), (Rekersbrink et al. 2007), (Scholz-Reiter 2005), (Wycisk et al. 2008). Der Transportbehälter verhandelt selbstständig um Transportkapazitäten, übernimmt die sukzessive Routenplanung und behebt Störungen innerhalb eines gewissen Spektrums (z. B. Verzögerungen von einer Stunde durch Nachverhandlung um schnellere, ggf. teurere Ressourcen) selbstständig. Störungen die außerhalb dieses Spektrums liegen, meldet der Transportbehälter an den Leitstand des empfangenden Produktionssystems, damit dieser eine Umplanung

¹ Die in diesem Szenario angeführten Firmennamen dienen lediglich der Verständlichkeit und sollen fiktive Firmen bezeichnen. Ähnlichkeiten zu real existierenden Firmen sind zufällig und nicht beabsichtigt.

der Produktion (z. B. Verzögerung der Einlastung eines bestimmten Montageauftrags) oder Eskalation (z. B. durch Benachrichtigung eines personellen Aufgabenträgers) vornehmen kann. Ferner ist es denkbar, dass Smart Container über die aktuelle Situation in der Produktion von e-Car Net informiert werden. Bei Störungen im Produktionsablauf (z. B. durch Streiks) kann durch ad-hoc-Umplanungen eine Überlastung des Wareneingangslagers vermieden werden.



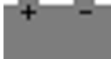


Gleichteile		Individualteile	
Dynamics GmbH	Fahrwerk 	Karosserie (Heck) 	diverse Lieferanten
Power GmbH	Akku 	Karosserie (Front) 	
Drive GmbH	Antrieb 	Dachreling, Lenkrad, Felgen, Radio-/Navigationssystem, Kindersitz, Sportsitze etc.	

Abb. A-4: Gleich- und Individualteile des e-Cars

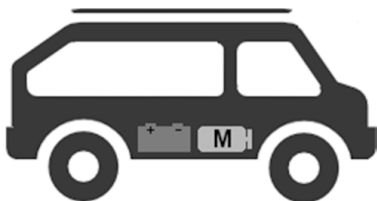


Abb. A-5: Montiertes e-Car

Derartige korrigierende Eingriffe zur Störungsbehebung, die in herkömmlichen Systemen durch menschliche Aufgabenträger vorgenommen wurden, erfolgen durch Integration der Smart Container und Produktionssysteme innerhalb der Autonomiegrenzen nun automatisiert.

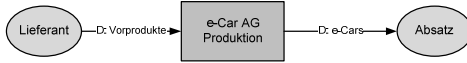
Die Individualisierung der Autos erfolgt einerseits durch Kombination der von der e-Car AG direkt angebotenen Varianten, sowie andererseits durch einen von der e-Car AG selbst betriebenen Marktplatz für das B2B-Geschäft. Dort wer-

den technische Daten zur Spezifikation von Teilen (z. B. Sitze, Lenkrad, Zubehör etc.) bereitgestellt. Mögliche Lieferanten können laufende Ausschreibungen einsehen und ihr Angebot für die Aufnahme ihres Produktes in den Teile- bzw. Zubehörkatalog abgeben. Die Laufzeiten der Ausschreibungen sind variabel. Die Teile, die in den Katalog aufgenommen wurden, stehen dem Kunden dann im Webshop zur Auswahl.

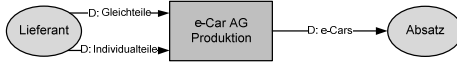
Bei der e-Car AG liegt eine Assemble-to-Order-Fertigung vor. Sofern ein Lieferant beispielsweise einen kundenindividuellen Sitzbezug über den Marktplatz bereitstellt, gilt für diese einzelne Komponente eine Make-to-Order-Fertigung. Im Sinne einer Mass Customization erfolgt die Festlegung der Individualisierung zum spätest möglichen Zeitpunkt, der durch das Produktionslenkungssystem bestimmt wird. Solange noch keine kostenrelevanten Aktionen (Bestellung, Lieferung etc.) durchgeführt wurden, kann der Kunde seine Bestellung in gewissem Maße ändern. Die Änderungsperioden sind aufgrund der Assemble-to-Order-Fertigung relativ kurz. Für den Fall, dass kundenindividuelle Bauteile auf dem Marktplatz ausgeschrieben werden, kann der Kunde für diese Bauteile nur bis zum Ausschreibungszeitpunkt Änderungen an seiner Bestellung vornehmen.

Das Geschäftsprozessmodell (Abb. A-6) zeigt eine mögliche Modellierung des Szenarios. Die gewählten Koordinationsformen sind exemplarisch und können durchaus auch in anderer Form realisiert werden. So muss im Bereich der Produktion nicht zwingend eine Lenkung über einen Leitstand erfolgen, sondern es sind auch dezentrale Lenkungsansätze denkbar.

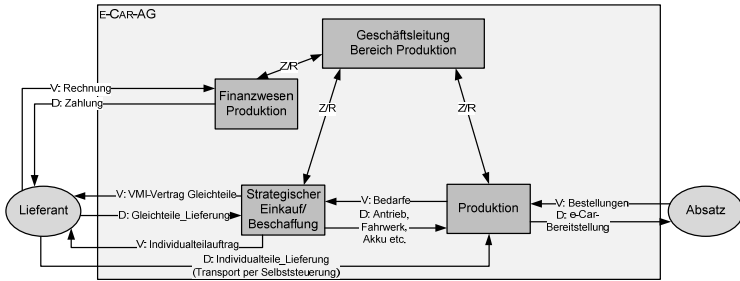
Initiales
Interaktionsschema



Interaktionsschema,
1. Zuhängung



Interaktionsschema,
2. Zuhängung



Interaktionsschema,
3. Zuhängung

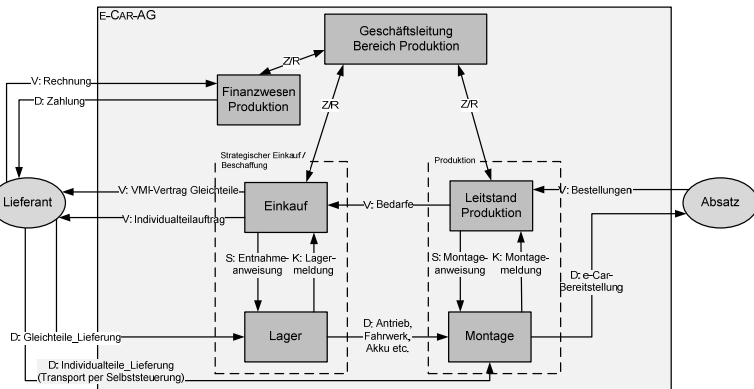


Abb. A-6: Geschäftsprozessmodell Teilszenario A

Das Szenario A weist hierarchische Koordinationsformen (VMI) und nicht-hierarchische Koordinationsformen (Marktplatz) auf, sodass verschiedene Lenkungsformen untersucht werden können. Der Transport der Komponenten über strukturveränderliche Logistiknetzwerke zeichnet sich durch die folgenden Merkmale hochflexibler Geschäftsprozesse (hGP) (Pütz et al. 2010) aus:

(1) unvollständige Planbarkeit, (2) Überlappung von Planung und Ausführung und - da die JIS-/JIT-Lieferung maßgeblich von Kontextfaktoren (Verkehrslage, Wetterlage etc.) (Wagner und Ferstl 2010) abhängt - (3) Kontextsensitivität. Die sukzessive Planung der Transportwege durch Smart Container trägt diesen drei Merkmalen Rechnung. Mithin stellt das Szenario ein geeignetes Untersuchungsobjekt im Rahmen der hGP-Forschung dar (Tab. A-1).

hGP-Merkmal	Berücksichtigung im Teilszenario
Unvollständige Planbarkeit	Sukzessive Planung der Transportwege für JIT-/JIS-Lieferungen durch Smart Container, sowie Unsicherheit bzgl. Zeitpunkt und Ausmaß einer Lieferverzögerung. Zudem kann der Kunde die Individualisierung des Autos bis zu einem gegebenen Zeitpunkt ändern, d. h. der eingehende Auftrag ist zunächst noch veränderlich.
Überlappung von Planung und Ausführung	Sukzessive Planung der Transportwege durch Smart Container und Umplanung, sowie korrigierende Eingriffe in die laufende Produktion bei Störungen. Durch den Kunden geänderte Aufträge haben ggf. Auswirkungen auf bereits eingelastete Aufträge (z. B. wird eine bereits definierte Losgröße durch Änderung plötzlich suboptimal).
Kontextsensitivität	Berücksichtigung z. B. der Verkehrslage oder des Wetters als Kontextfaktor durch Smart Container im Rahmen der Selbststeuerung. Durch Kontextsensoren sind Smart Container in der Lage, Umweltbedingungen zu erfassen. Der Ansatz der Selbststeuerung ermöglicht eine dezentral gesteuerte Reaktion von Smart Containern auf Umweltbedingungen z. B. durch Anpassung von Transportrouten und -geschwindigkeiten.

Tab. A-1: hGP-Merkmale im Teilszenario A – Produktion von e-Cars

2.2.3 Teilszenario B – Absatz von e-Cars

Wie bereits im Teilszenario A, werden auch im Teilszenario B vor allem Logistikprozesse betrachtet. Dass im Bereich des Absatzes weitere ggf. hochflexible Geschäftsprozesse existieren, bleibt davon unberührt.

Für die Distribution von e-Cars setzt die e-Car AG neben dem Direktvertrieb über einen Webshop auf das Intermediationskonzept des Maklers (Ferstl 2009). Als Makler können bspw. Baumärkte, Warenhäuser oder Elektromärkte agieren. Entgegen der klassischen Händler-Intermediation erwerben die Makler keine Eigentumsrechte an den zu vertreibenden e-Cars. e-Car-Makler unterstützen den Kunden beim Abschluss eines Kaufvertrages über e-Cars und ggf. bei der individuellen Konfiguration des Autos. Hierfür erteilt die e-Car AG dem Makler ein

Verhandlungsmandat. Für die Vermittlung erhalten die Makler Provisionen (Abb. A-7).

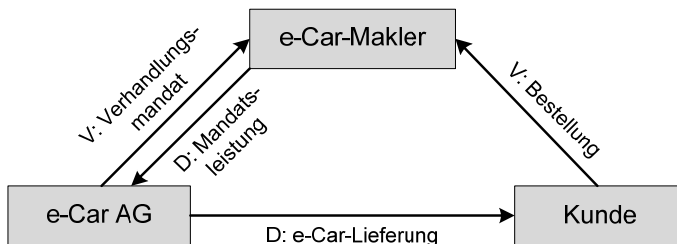
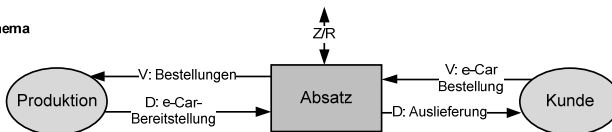


Abb. A-7: Makler als Intermediär im Absatz der e-Car AG

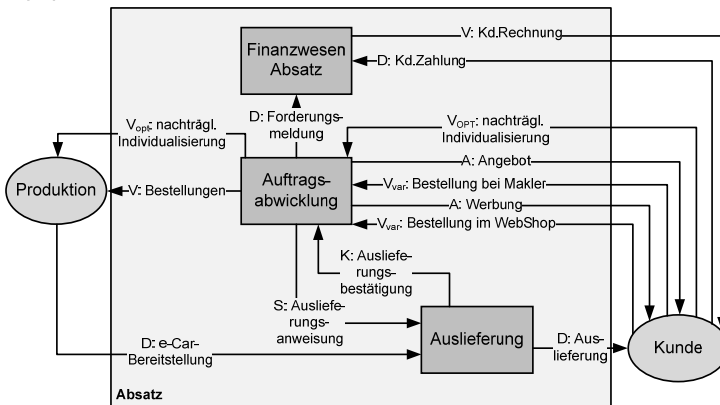
Abb. A-8 zeigt den Geschäftsprozess des Absatzes von e-Cars aus Struktursicht. Bei dem *Absatz durch Makler* bestellt der Kunde zunächst ein Standard-e-Car. Die Individualisierung kann zusammen mit dem Makler erfolgen, der einen Überblick über die Ausstattungsvarianten und Kombinationsmöglichkeiten hat. Der Makler hat einen besseren Marktüberblick als der Kunde und reduziert dessen Transaktionskosten sowie dessen wahrgenommenes Risiko. Der Kunde kann jedoch die Individualisierung auch selbst über den Webshop vornehmen. Dafür wird dem Kunden im Webshop ein Bereich angelegt, in dem er alle Auftragsdaten einsehen und die Individualisierung sukzessive vornehmen oder – nicht zwingend kostenneutral – bis zu einem vom System festgelegten Zeitpunkt im Sinne einer Mass Customization verändern kann.

Der Kunde kann den Makler auch gänzlich vermeiden, indem er *direkt über den Webshop* den Kaufvertrag abschließt und die Individualisierung vornimmt. Die erforderlichen Legitimationsprüfungen (Unterschrift, Identifikation etc.) erfolgen dann via Postident-Verfahren. Beide Absatzkanäle (Makler und Webshop) senden Bestelldaten direkt an die Auftragsverwaltung der e-Car AG, die ihrerseits wiederum den Auftrag an die Produktionsplanung weiterleitet.

Initiales Interaktionsschema



Interaktionsschema, 1. Zerlegung



Interaktionsschema, 2. Zerlegung

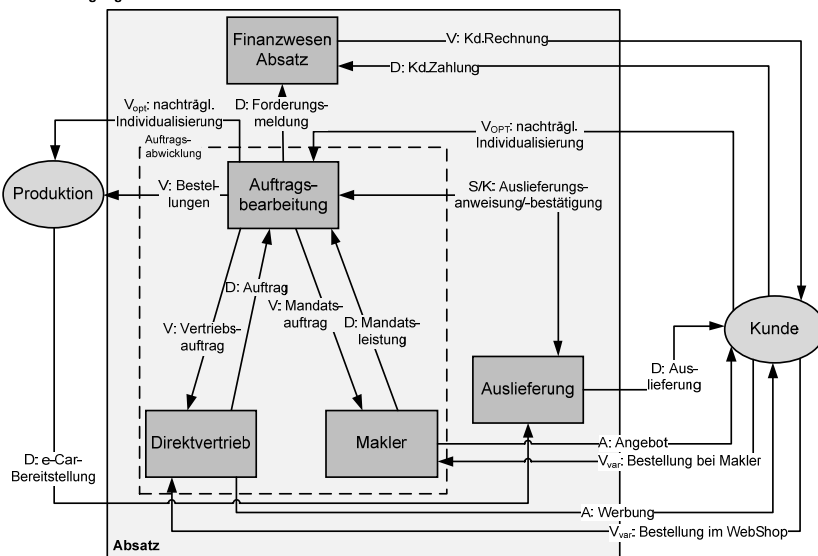


Abb. A-8: Geschäftsprozessmodell Teilszenario B – Struktursicht

Da die e-Car AG keine repräsentativen Ausstellungs- und Auslieferungsräume unterhält, kooperiert sie zur Auslieferung von Fahrzeugen mit Logistikdienstleistern. Die e-Car AG unterhält des Weiteren kein eigenes Auslieferungsnetz, sondern schreibt die Transportaufträge auf einem virtuellen Marktplatz aus. Diese Aufträge werden sowohl von Einzelunternehmen, als auch von virtuellen Unternehmen, welche zur Auslieferung des e-Cars auftragspezifisch miteinander kooperieren, übernommen. In diesem Zusammenhang können insbesondere Sicherheitsaspekte untersucht werden. Da ein Fahrzeug nicht zwingend von einem Transporteur von der Quelle (e-Car AG) zur Senke (Kunde) gebracht wird, bilden die Transporteure Föderationen. Die Struktur einer Föderation kann sich mitunter für jedes einzelne e-Car ändern. Übergibt ein Transporteur seine Fracht an einen nachgelagerten Transporteur, so muss sichergestellt werden, dass dieser auch berechtigt ist, die Fracht entgegenzunehmen. Zur Beförderung können zudem Smart Container eingesetzt werden. Diese sind in der Lage, autonom nach Beförderungsmöglichkeiten und -wegen zu suchen sowie entsprechende Buchungen bei Transporteuren vorzunehmen.

Die e-Car AG versucht die Auslieferung für den Kunden so komfortabel wie möglich zu gestalten. Erst wenige Tage vor der Auslieferung muss der Kunde entscheiden, wo er sein Fahrzeug entgegennehmen möchte.

Hinsichtlich der hGP-Merkmale ist hervorzuheben, dass der Makler eine Reihe von Kontextfaktoren bei der Vermarktung von e-Cars berücksichtigen kann. So ist es möglich, die Werbe- und Argumentationsstrategien an aktuelle Umweltereignisse zu knüpfen. Ebenso können auf Werbetafeln Vergleichsrechnungen zu herkömmlichen Automobilen, unter Berücksichtigung aktueller Kraftstoffpreise, angezeigt werden.

Unvollständige Planbarkeit und die daraus resultierende Überlappung von Planung und Ausführung von Geschäftsprozessen liegen bei der Auslieferung von e-Cars vor. So können e-Cars das Auslieferungslager mit dem ersten Transporteur einer Föderation verlassen, obwohl der Transporteur für die zweite Teilstrecke noch nicht feststeht. Bis der Transporteur der zweiten Teilstrecke feststeht und die Übergabe an diesen korrekt und legitimiert erfolgte, bleibt die Haftung beim ersten Transporteur. Des Weiteren ist denkbar, dass die letzte (kurze) Auslieferungsetappe zum Kunden direkt mit dem e-Car zurückgelegt wird. Der Transporteur benötigt in diesem Falle keinen LKW. Zudem sind Transportprozesse von Natur aus stark kontextbehaftet. Verkehrsmeldungen, Staus, Pannen, Unwetter und andere unvorhersehbare Ereignisse beeinflussen die Transporte. Aber auch vorhersehbare Ereignisse wie Volksfeste, geplante Stra-

ßensperrungen oder Baustellen sind bei der Auslieferungsplanung zu berücksichtigen. Im Bereich der Nachfrageplanung sind Kontextfaktoren zu berücksichtigen, die disruptive Entwicklungen hervorrufen können. Ein Beispiel für solche Entwicklungen ist die in 2009 gewährte Umweltprämie der Bundesrepublik Deutschland. Die hGP-Merkmale können in diesem Teilszenario wie folgt identifiziert werden (Tab. A-2).

hGP-Merkmal	Berücksichtigung im Teilszenario
Unvollständige Planbarkeit	Die Auslieferung von e-Cars ist mitunter nicht vollständig planbar, weil wechselnde Förderationen die Transportaufträge ausführen.
Überlappung von Planung und Ausführung	Bei der Auslieferung von e-Cars wird erst während des Zurücklegens der Teilstrecke n der Transporteur für die Teilstrecke n + 1 festgelegt.
Kontextsensitivität	Transportprozesse sind durch vorhersehbare und unvorhersehbare Ereignisse auf den Transportwegen stark kontextbehaftet.

Tab. A-2: hGP-Merkmale im Teilszenario B – Absatz von e-Cars

2.2.4 Teilszenario C – Mobility Provision

Die Automobilwirtschaft befindet sich derzeit in einem strukturellen Wandel. Automobilproduzenten verstehen sich vermehrt nicht mehr ausschließlich als Hersteller von Automobilen, sondern als Service Provider für Mobilität.

„Wir sehen car2go als Erweiterung unseres Portfolios und neues Geschäftsmodell. Selbstverständlich wollen und werden wir damit auch Gewinne erzielen“

– ROBERT HENRICH, Daimler AG (Boße 2009)

Zudem werden verstärkt Car-Sharing Projekte realisiert (car2go GmbH 2010, Ökobil e.V. 2010). Diese Tendenzen greift das Teilszenario C auf, indem es e-Car Net als Mobility Provider schildert (Abb. A-9, Abb. A-10).

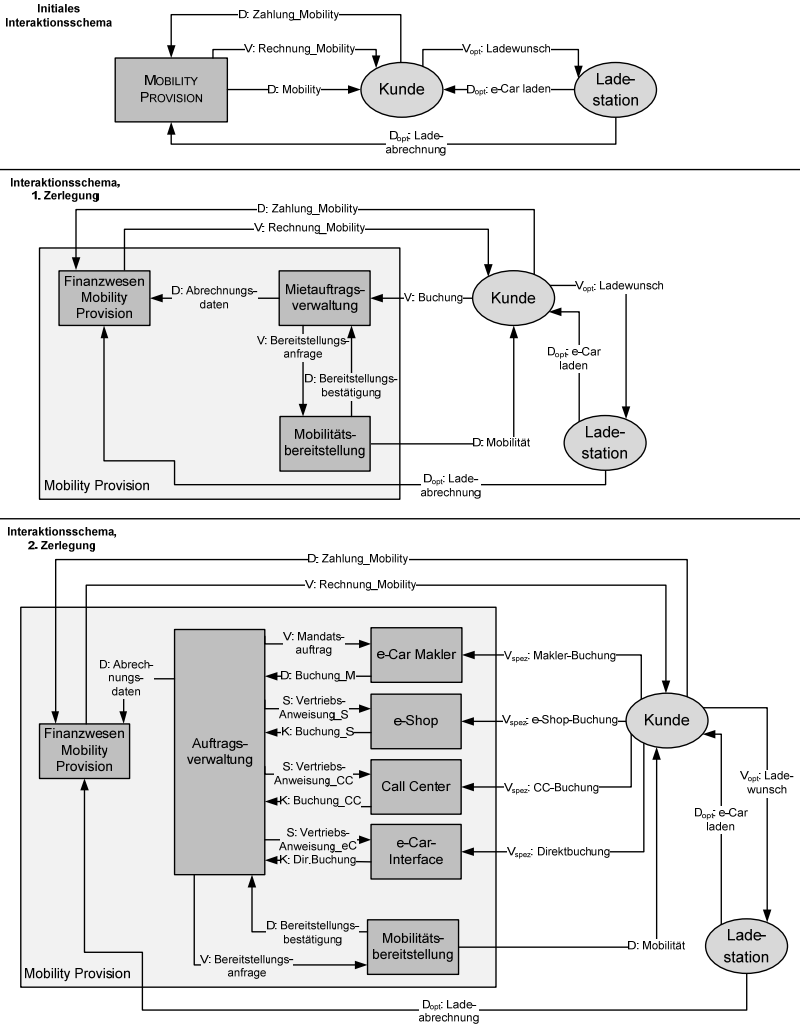


Abb. A-9: Geschäftsprozessmodell Teilszenario C – Struktursicht

Interaktionsschema,
3. Zerlegung

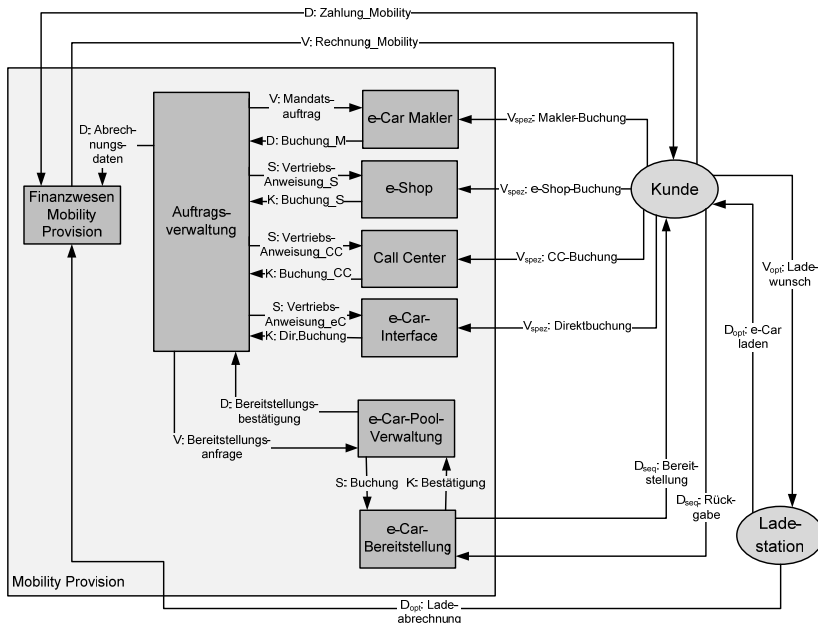


Abb. A-10: Geschäftsprozessmodell Teilszenario C – Struktursicht, 3. Zerlegung

In deutschen Großstädten stellt e-Car Net eine Flotte von e-Cars zur Vermietung bereit. Die e-Cars sind ausgestattet mit einem Bordcomputer, der via UMTS in Kontakt mit der e-Car-Zentrale steht. Über die Internetverbindung kann neben dem aktuellen Ort des e-Cars und dem Ladezustand des Akkus auch eine Remote-Diagnose (siehe auch Abschnitt 2.2.5) durchgeführt werden. Reservierungen für e-Cars werden entweder über den Webshop, via Call Center oder bei e-Car-Maklern getätigt. Zudem kann die Buchung auch direkt am e-Car erfolgen (Direktbuchung). Sobald die Reservierung bestätigt wurde, ist das e-Car dem Kunden für den Nutzungszeitraum zugeordnet. Die Nutzungsdauer kann – je nach Tarifmodell – verbindlich festgelegt oder offen sein. Der Kunde erhält zur Bestätigung eine Nachricht über E-Mail oder einen Multimedia Messaging Service (MMS), die einen Aztec-Code enthält. Dieser Code kann von einem Lesegerät am e-Car gelesen werden. Nach erfolgreicher Identifizierung des Kunden öffnet sich das Auto. Die Rückgabe des Fahrzeugs muss nicht zwingend am Ort der Anmietung erfolgen. Im Rahmen der Nutzung kann der Kunde das Auto teilweise oder vollständig aufladen, muss dies aber nicht tun. Ähnlich der herkömmlichen Autovermietung kann e-Car Net die Rückgabe eines Autos mit teil- oder ungeladene-

nem Akku dem Kunden – je nach vertraglich vereinbartem Tarif – in Rechnung stellen. Auch Dienste der Mobile Maintenance (vgl. Teilszenario D) können im Bedarfsfall während der Anmietung in Anspruch genommen werden.

Das Auftragsverwaltungssystem von e-Car Net prognostiziert den Bedarf an e-Cars je Station auf der Grundlage von Reservierungsdaten und Erfahrungswerten. Gemäß des Konzepts der Selbststeuerung interagieren die verschiedenen Systeme von e-Car Net miteinander, um den Erreichungsgrad der Unternehmensziele zu maximieren. So ist die Preisgestaltung abhängig von den Bedarfen an den jeweiligen Stationen. Kunden können z. B. durch Vergünstigungen auf bestimmten Strecken dazu motiviert werden, das geliehene e-Car an einem anderen, als dem ursprünglich geplanten Ort abzustellen. Hierdurch wird die nötige Verteilung von e-Cars in der Fläche besser auf die sich aus den Reservierungen und Erfahrungswerten ermittelten Bedarfen abgestimmt. Aufwändige Rückführungsfahrten können so verringert werden. Bei der Gestaltung der Verteilung der e-Cars in der Fläche kann auf Vorarbeiten von bspw. MUKAI und WATANABE (2005) oder UESUGI ET AL. (2009) zurückgegriffen werden.

Neben dem Privatkundengeschäft bietet e-Car Net auch gewerblichen Kunden Fahrzeuge an. So greifen bspw. Kurier- und Postdienste auf das e-Car-Angebot zurück und mieten Fahrzeuge über längere Zeiträume an. Im Gegensatz zum Privatkundengeschäft, welches aufgrund der individuellen Nutzung sehr schwer planbar ist, ist das Gewerbekundengeschäft besser planbar. Die Fahrzeuge der Kurier- und Postdienste werden hauptsächlich im Stadtgebiet eingesetzt und werden nachts im jeweiligen Depot abgestellt, wo sie geladen werden können.

Für die elektrische Beladung der e-Cars stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Zum einen können e-Cars konventionell über das Stromnetz an jeder Steckdose oder an öffentlichen Ladestationen geladen werden. Die vollständige Ladung eines leeren Akkus ist verbunden mit einer Ruhezeit des Fahrzeugs von einigen Stunden. An Ladestationen kann das e-Car ausschließlich konventionell, d. h. per Steckdose, geladen werden. Ein Austausch des Akkus ist nur an e-Car-Servicestationen möglich. Hierfür fährt das e-Car auf eine spezielle Vorrichtung, die den Akku von unten aus dem Fahrzeug entnehmen und durch einen vollen Akku austauschen kann. Dieser Vorgang dauert nur wenige Minuten und ist gegenüber der konventionellen Ladung an der Steckdose mit höheren Kosten verbunden. Die Akkus der vermieteten und in Privatbesitz befindlichen e-Cars sind Eigentum der e-Car AG. Dies ist notwendig, da sonst beim Akkutauch einige

Problemstellungen zu behandeln wären, wie beispielsweise der Ausgleich der Wertdifferenz zwischen einem neuen und einem bereits gealterten Akkus.

Betrachtet man das Teilszenario unter systemtheoretischen Gesichtspunkten, so können die Ladestationen als Knoten des Systems und die Fahrtstrecken des e-Cars zwischen den Knoten als Kanten betrachtet werden. Da die Menge der Ladestationen quasi unendlich groß ist, schließlich ist neben dem Akkuwechsel auch das Laden an jeder Steckdose möglich, kann dem System eine hohe Strukturkomplexität zugeschrieben werden. Die Auswirkungen auf die daraus resultierende Flexibilität sind in weiteren Arbeiten zu untersuchen.

Die hGP-Merkmale der unvollständigen Planbarkeit einer Prozessinstanz und der Überlappung von Planung und Ausführung eines Prozesses sind in diesem Teilszenario gegeben (Tab. A-3). Plant beispielsweise der Fahrer eines e-Cars den Wechsel des Akkus an einer bestimmten Ladestation, erreicht diese jedoch nicht mehr, da der Akku während der Fahrt leer wird oder einen Defekt erleidet, so muss eine Umplanung dieser Prozessinstanz erfolgen. Hierdurch ändern sich folglich auch die Prozessdurchlaufzeiten, worüber das Verleihsystem informiert werden muss. Eventuelle Abhängigkeiten können u. U. auch zu Umplanungen bei anderen Prozessinstanzen führen. Des Weiteren ist unvollständige Planbarkeit und die damit verbundene Überlappung von Planung und Ausführung durch mitunter unvorhersehbare Veränderung von Anmietzeiträumen und Rückgabeorten gegeben. Beim Akkutauch an e-Car-Stationen liegen ebenfalls unvollständige Planbarkeit und Überlappung von Planung und Ausführung vor, da Menge und Zustand der getauschten Akkus nicht exakt vorhersehbar sind. Kontextsensitivität ist gegeben, da die Nachfrage nach e-Cars und Akkus stark tages-, tageszeit- und ortsabhängig ist. Auch das Wetter kann Einfluss auf die Nachfragesituation ausüben. Diese Kontextfaktoren müssen in der Verteilungsplanung von e-Cars in einem bestimmten Gebiet berücksichtigt werden. Des Weiteren ist eine kontextabhängige Preisgestaltung denkbar.

hGP-Merkmal	Berücksichtigung im Teilszenario
Unvollständige Planbarkeit	Defekte Akkus zwingen Kunden zur Umplanung (z. B. konventionelle Ladung oder Anfahren einer anderen Ladestation) und der Kunde kann das Fahrzeug an einem nahezu beliebigen Ort abstellen. Des Weiteren sind die Ladestände und Zustände der Akkus (Problem der Alterung) bei Rückgabe der Fahrzeuge nicht (vollständig) planbar.
Überlappung von Planung und Ausführung	Ein Kunde entscheidet während der Anmietzeit, dass das e-Car länger als geplant benötigt wird.
Kontextsensitivität	Fahrzeugbestand und -nachfrage sind tages-, tageszeit- und wetterabhängig. Kontextfaktoren können bei der Verteilplanung und Preisgestaltung berücksichtigt werden.

Tab. A-3: hGP-Merkmale im Teilszenario C – Mobility Provision

2.2.5 Teilszenario D – Mobile Maintenance

Wie bereits im Teilszenario C erläutert, verfolgt die e-Car AG die Strategie eines Full Service-Providers und somit ein ganzheitliches Geschäftsmodell (vgl. Wagner vom Berg et al. 2010), welches sich nicht auf die Herstellung der Fahrzeuge beschränkt, sondern Elektromobilität als Dienstleistung anbietet.

Die bislang noch bestehenden technischen Einschränkungen (Ladedauer, reduzierte Reichweite, teure Akkus) erfordern eine im Vergleich zu konventionellen Antrieben erhöhte Bereitstellung von Pannendienstleistungen, d. h. mobile Reparatur, Abschleppdienst, Bereitstellung von Ersatzfahrzeugen etc., welche im vorliegenden Szenario unter dem Begriff des Mobile Maintenance subsumiert werden. Diese Leistung wird von e-Car Net angeboten und deckt im Wesentlichen mobile, geplante Wartung der e-Cars und ungeplante Reparaturen aufgrund von unvorhersehbaren Defekten und/oder Pannen ab (Tab. A-4). Zudem erfolgt eine Unterscheidung in zwei Instandhaltungsstufen (A und B), welche leichte und schwere Instandhaltungsmaßnahmen differenzieren. Tab. A-4 zeigt beispielhaft mögliche Ausprägungen von Instandhaltungsfällen. Im Rahmen des Forschungsprojektes erfolgt eine Konzentration auf ungeplante Instandhaltungsprozesse, da die hGP-Merkmale dort stärker als bei der geplanten Instandhaltung ausgeprägt sind.

		Planung der Instandhaltung	
		Geplant	Ungeplant
Instandhaltungsstufe	A, leicht	Nachfüllen von Wischwasser	Reifenpanne
	B, schwer	Wartung des Bremssystems	Defekt des Antriebssystems

Tab. A-4: Instandhaltung von e-Cars

e-Car Net greift zu diesem Zweck auf eine Flotte von Pannenhilfe-Fahrzeugen, ähnlich dem ADAC oder herstellerspezifischen Servicemobilen zurück, die einfache Reparaturen durchführen können und häufig benötigte Ersatzteile mitführen. Das Wechseln von Akkus außerhalb von Servicestationen oder Werkstätten ist nicht möglich, da es sich bei einem Akku um ein Gefahrgut handelt und der Akku relativ schwer (ca. 350 kg) ist. Um eine möglichst gute Verfügbarkeit der Mobile Maintenance zu garantieren, verfügt e-Car Net zudem über ein Netz freier Partnerwerkstätten und Abschleppdienste, greift für Ersatzfahrzeuge auf die in Szenario C beschriebene Flotte von Leihfahrzeugen zurück und besitzt Informationen über Ort und Auslastung sämtlicher öffentlicher Ladestationen.

Zusätzlich zu den herkömmlichen Fahrzeugpannen (Motorschäden, Defekt der Elektronik, Reifenpanne etc.) ist in der Anfangsphase der e-Car-Nutzung mit einer hohen Anzahl liegenbleibender Fahrzeuge, aufgrund leerer Akkus, zu rechnen. Grundsätzlich stehen für einen e-Car-Nutzer bei einem liegengebliebenen Fahrzeug (ungeplante Instandhaltung) unterschiedliche Lösungsverfahren zur Verfügung:

- Bei kleinen Schäden Reparatur vor Ort
- Abschleppen bis zur nächsten Ladestation
- Abschleppen in die Werkstatt (bei größerem Defekt)
- Bereitstellung eines Leihfahrzeugs

Welches dieser Lösungsverfahren in der aktuellen Situation tatsächlich zur Verfügung steht, ist u. a. von folgenden Faktoren abhängig:

- Vertraglich abgeschlossener Service Level
- Verfügbarkeit von Ersatzwagen
- Nähe von Ladestationen
- Nähe von Partnerwerkstätten
- Restreichweite des Fahrzeugs
- Tatsächliche bzw. zwischenzeitlich eingetretene Schadenssituation

Der letztgenannte Punkt spiegelt die Tatsache wider, dass der zu Beginn einer Maintenance-Prozessinstanz gemeldete Schaden (z. B. Akku leer) nicht mit dem tatsächlichen Schaden (z. B. Motor defekt) übereinstimmen muss oder sich die Schadenssituation im Prozessverlauf ändert. Dadurch kann sich der Ort des Maintenance-Einsatzes und mithin der verfügbare Lösungsraum noch verändern. Dies gilt insbesondere für die Fälle, in welchen eine Remotediagnose des Schadens über das e-Car-Diagnosesystem nicht möglich ist. Somit sind die hGP-Merkmale der unvollständigen Planbarkeit und der Überlappung von Planung und Ausführung gegeben. Dies wäre im Übrigen auch dann gegeben, wenn ein Service Mobil die geplante Wartung eines Fahrzeugs aufgrund einer dringlicheren Reparatur eines anderen Fahrzeugs unterbrechen muss. Die Kontextsensitivität ist beispielsweise durch die variable räumliche Nähe von Ladestationen und die Restreichweite des Fahrzeugs gegeben (Abb. A-11, Tab. A-5).

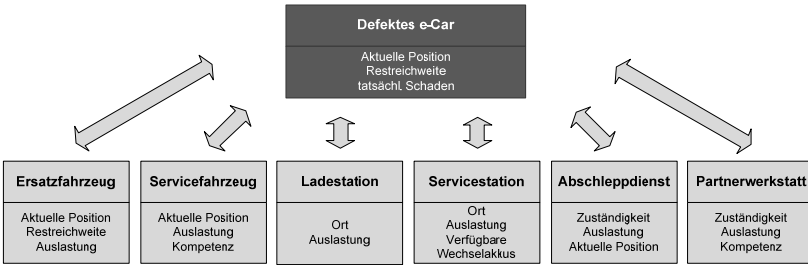


Abb. A-11: Komponenten des Mobile Maintenance Systems und deren Eigenschaften

Die Modellierung der Geschäftsprozesse im Bereich Mobile Maintenance zeigt Abb. A-12.

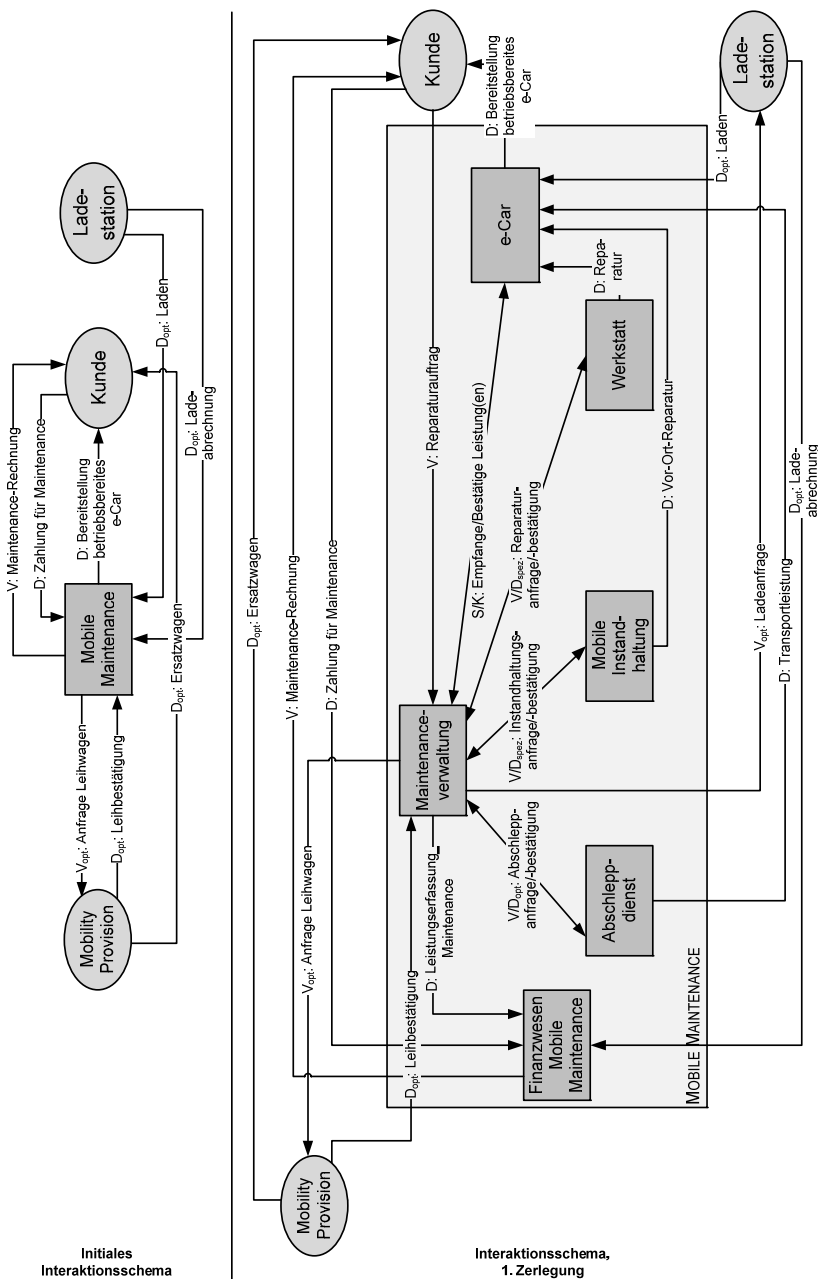


Abb. A-12: Geschäftsprozessmodell Teilszenario D

Durch die Dynamik der mobilen Objekte weist dieses Szenario sowohl Struktur- als auch Verhaltensflexibilität auf und stellt somit ein geeignetes Untersuchungsobjekt im Rahmen der hGP-Forschung dar.

hGP-Merkmal	Berücksichtigung im Teilszenario
Unvollständige Planbarkeit	Unsichere Informationslage und Veränderlichkeit der relevanten Mobile Maintenance-Komponenten.
Überlappung von Planung und Ausführung	Veränderlichkeit der verfügbaren Mobile Maintenance-Komponenten (Ort, Schaden, Verfügbarkeit).
Kontextsensitivität	Berücksichtigung der Auslastung von Ladestationen und Einsatzfahrzeugen, Restreichweite etc.

Tab. A-5: hGP-Merkmale im Teilszenario D – Mobile Maintenance

2.3 Übertragbarkeit der Erkenntnisse

Wie bereits in Abschnitt 2.1 erwähnt, dient das vorliegende LogistikszENARIO zur Integration der forFLEX-Teilprojekte und als Basis für die Erprobung der bislang erarbeiteten Methoden, theoretischen Grundlagen und Werkzeuge. Damit diese Erprobung aussagekräftige Ergebnisse hervorbringt, muss eine gewisse Allgemeingültigkeit und Relevanz des Szenarios gegeben sein. Dies wird durch folgende Eigenschaften realisiert:

1. Die Teilszenarien decken die Bereiche Produktion, Handel und Dienstleistungen ab und lassen sich auf andere Bereiche übertragen. Beispielsweise kann das Teilszenario D, eine flächendeckende Versorgung von Pannenfahrzeugen, um den Bereich der Notfallversorgung (Rettungsdienst, Feuerwehr, Polizei etc.) erweitert werden.
2. Dem Thema Elektromobilität wird eine in naher Zukunft sozio-ökonomisch und ökologisch hohe Bedeutung zugemessen (Malorny 2009). Diese Zukunftsorientierung erhöht die Relevanz des Szenarios.
3. Die Glaubwürdigkeit des Szenarios bleibt trotz der Zukunftsorientierung erhalten, da nur solche Annahmen über Zukunft und Unternehmen getroffen wurden, die realitätsnah sind und/oder von Experten gestützt werden. Dazu sei auf die in Abschnitt 2.2 verzeichneten Quellen verwiesen, welche diese Annahmen stützen bzw. die im Szenario geschilderten Konzepte untersuchen.

4. Die zum fiktiven Unternehmen getroffenen Darstellungen wurden so spezifisch wie nötig und so allgemein wie möglich gehalten. Das Szenario ist somit nachvollziehbar, jedoch nicht unnötig restriktiv gestaltet.
5. Zur Qualitätssicherung wurde das Szenario von einem Experten für elektrisch angetriebene Fahrzeuge aus der Automobilindustrie validiert.

2.4 Literatur

- Bogatu C (2008) Smartcontainer als Antwort auf logistische und sicherheitsrelevante Herausforderungen in der Lieferkette. Auswirkungen und Handlungsempfehlungen für die Wertschöpfungskette der Logistik. Techn. Univ., Diss. Berlin, 2007., 1. Aufl. Univ.-Verl. der TU Univ.-Bibliothek, Berlin
- Boße A (2009) Muss i denn, muss i denn. *Automotive Agenda*(04):36–39
- Brauner G (2008) Infrastrukturen der Elektromobilität. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 125(11):382–386
- car2go GmbH (2010) car2go: Das Mobilitätskonzept. <http://www.car2go.com/ulm/de/> Abruf am 2010-06-29
- Die Bundesregierung (2009) Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung
- Ferstl OK (1979) Konstruktion und Analyse von Simulationsmodellen. In: Angermann A (Hrsg) Beiträge zur Datenverarbeitung und Unternehmensforschung. Anton Hain Meisenheim, Königstein im Taunus
- Ferstl OK (2009) Geschäfts- und Marktmodelle des E-Commerce. Skriptum zur Vorlesung E-Commerce
- Ferstl OK, Sinz EJ (2008) Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 6. Auflage, Oldenbourg, München.
- Hülsmann M, Windt K (2007) Understanding autonomous cooperation and control in logistics. The impact of autonomy on mananagement, information, communication and material flow. Springer, Berlin
- Malorny C (2009) Einstromland. *Automotive Agenda* 2(04):18–21
- McKelvey B, Wycisk C, Hülsmann M (2009) Designing an electronic auction market for complex 'smart parts' logistics: Options based on LeBaron's computational stock market. *International Journal of Production Economics* 120(2):476–494
- Mukai N, Watanabe T (2005) Dynamic Location Management for On-Demand Car Sharing System. In: Howlett RJ, Jain LC, Khosla R (Hrsg) Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (vol. 3681). 9th International Conference, KES 2005, Melbourne, Australia, September 14-16, 2005, Proceedings, Part I. Springer-Verlag GmbH, Berlin Heidelberg, S 768–774
- Ökobil e.V. (2010) Carsharing in Bamberg. <http://www.oekobil.de/> Abruf am 2010-06-30
- Pluy J (2009) Mobilität der Zukunft - Womit fahren wir morgen? *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 126(10):369–370

- Pütz C, Wagner D, Ferstl OK, Sinz EJ (2010) Konzeption eines generischen Geschäftsprozessmodells für Medizinische Versorgungszentren. In: Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010. Göttingen, 23. - 25. Februar 2010 ; Kurzfassungen der Beiträge. Univ.-Verl. Göttingen; Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek., Göttingen, S 33–34
- Rekersbrink H, Ludwig B, Scholz-Reiter B (2007) Entscheidungen selbststeuernder logistischer Objekte. *Industrie Management* 23(4):25–30
- Scholz-Reiter B, FMRWB-GCEW (2005) Auf dem Weg zur Selbststeuerung in der Logistik. Grundlagenforschung und Praxisprojekte. In: Wäscher G, Inderfurth K, Neumann G, Schenk M, Ziem D (Hrsg) Intelligente Logistikprozesse. Konzepte, Lösungen, Erfahrungen. LOGiSCH, Magdeburg, S 166–180
- Uesugi K, Mukai N, Watanabe T (2009) Optimization of Vehicle Assignment for Car Sharing System. In: Apolloni B (Hrsg) Knowledge-based intelligent information and engineering systems: KES 2007 - WIRN 2007. 11th international conference, KES 2007, XVII Italian Workshop on Neural Networks, Vietri sul Mare, Italy, September 12 - 14, 2007; proceedings. Springer, Berlin, S 1105–1111
- Vahrenkamp R, Siepermann C (2007) *Logistik. Management und Strategien*, 6., überarb. und erw. Aufl. Oldenbourg, München
- Wagner D, Ferstl OK (2010) Erhöhte Abbildungstreue von Geschäftsprozessmodellen durch Kontextsensitivität. In: Gregor Engels, Dimitris Karagiannis and Heinrich C. Mayr (Hg.) 2010 – Modellierung 2010, S. 117-132.
- Wagner vom Berg B, Köster F, Gómez JM (2010) Elektromobilität: Gegenwart oder Zukunft? Förderung der Elektromobilität durch innovative Infrastruktur- und Geschäftsmodelle. In: Schumann M, Kolbe LM, Breitner MH, Frerichs A (Hrsg) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2010. Göttingen, 23. - 25. Februar 2010 ; Kurzfassungen der Beiträge. Univ.-Verl. Göttingen; Niedersächsische Staats-und Universitätsbibliothek., Göttingen, S 195–196
- Westbrook MH (2001) *The electric car. Development and future of battery, hybrid and fuel-cell cars.* Institution of Electrical Engineers, London
- Wycisk C, McKelvey B, Hülsmann M (2008) 'Smart parts' supply networks as complex adaptive systems: analysis and implications. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 38(2):108–125