

Randow, N.; Ramm, A.; Behr, C.-M.

Präventive Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren

Chapter in book | Published version

This version is available at <https://doi.org/10.14279/depositonce-8364>



Randow, N.; Ramm, A.; Behr, C.-M.: Präventive Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren. - In: Dust, Robert; Ramm, Arne; Paasch, Robert (Hrsg.): Organisationsentwicklung zur Absicherung neuer Technologien und Geschäftsmodelle in globalen Partnernetzwerken : Beiträge aus der VDA-Stiftungsprofessur. - Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 2017. - ISBN 978-3-7983-2946-1 (print), 978-3-7983-2947-8 (online). - pp. 71-97. - DOI: 10.14279/depositonce-6068.

Terms of Use

Dieser Beitrag ist unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0 lizenziert. Informationen unter <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

WISSEN IM ZENTRUM
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK

Technische
Universität
Berlin

Präventive Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren

Naya von Randow, Arne Ramm und Carl-Magnus von Behr

Einleitung

Technologische und gesellschaftliche Trends führen zu einer grundlegenden Veränderung in der Automobilindustrie. Darüber hinaus implizieren die fortschreitende Urbanisierung und die neuen Anwendungsfelder der Sharing-Wirtschaft eine Verschiebung der Kundenanforderungen vom PKW-Besitz hin zu einem Mobilitätsfokus [1]. Neuartige Geschäftsmodelle wie Carsharing zeigen, dass der Fokus der Kunden in Zukunft nicht auf dem Produkt »Auto«, sondern auf dem Service »Mobilität« liegen wird. Derzeitige Angebote im Car-Sharing unterscheiden sich bereits durch Komfort und Preis, sodass »Mobilität« in Zukunft vermehrt den individuellen Bedürfnissen nach Komfort und Budget entsprechen muss [2]. Branchenübergreifend verschiebt sich das Hauptaugenmerk der Hersteller von einem isolierten, physischen Produkt zu einem informationsbasierten Produkt-Service-System, das in Wechselwirkung mit seiner Umgebung steht, um neue Kundenbedürfnisse zu erfüllen. Dieser strukturelle Wandel findet derzeit durch das autonome und vernetzte Fahren auch in der Automobilindustrie statt.

»Mobilität« erfordert einen erweiterten Systemgedanken, in dem das Fahrzeug ein Element in einer komplexen Umgebung [3] mit vielen Funktionalitäten ist. Innerhalb dieses Systems bewegen sich neben den Fahrzeugherstellern

und seinen abhängigen Zulieferern auch Drittanbieter, die Funktionen bereitstellen, welche in Hardware- oder Softwareprodukte implementiert werden müssen (Abbildung 1). Beispiele dafür sind die Ladeinfrastruktur oder intelligente Kartensysteme. Autohersteller sehen sich daher mit verschiedenen Herausforderungen konfrontiert.



Abbildung 1: Produkt verschiebt sich von „Automobil“ zu „Mobilität“ mit Auswirkungen auf die Absicherungsstrategien.
Quelle: Eigene Darstellung

Zunächst müssen sie die Nachfrage nach einem hohen Individualisierungsgrad und einer Vielzahl von Funktionen in einem Produkt erfüllen, wie die Kunden es aus der Unterhaltungsindustrie gewohnt sind (wie zum Beispiel bei Streaming-Diensten etc.). Diese Funktionen können jedoch nicht von einem Automobilhersteller (OEM) allein zur Verfügung gestellt werden. Da einige potenzielle strategische Partner aus der Informations- und Kommunikationsbranche, wie z. B. Google oder Apple umsatzstärker als die OEMs [4] und nicht auf Kunden im Automobilssektor angewiesen sind, akzeptieren sie das klassische Machtgefüge nicht und sehen sich nicht in der Rolle des Lieferanten, sondern als gleichberechtigte Partner im jeweiligen Geschäftsmodell (vgl. Abbildung 2). So müssen die OEMs Allianzen mit Partnern eingehen, was sich anhand der aktuellen Entwicklungen zeigt, bei denen Kooperationen zwischen Unternehmen aus der Konsumgüterindustrie und OEMs intensiviert werden [5], zeigt.

Folglich erhalten diese Industriezweige die Möglichkeit, ihren Beitrag zum System Mobilität zu leisten. Auf diese Weise wird Google Maps von BMW für ihren Mobilitätsservice DriveNow verwendet, um den genauen Standort der Fahrzeuge zu bestimmen [6]. Deshalb müssen die Autohersteller nicht nur Allianzen eingehen, sondern auch Schnittstellen für eine reibungslose Integration von ergänzenden Drittanbieterprodukten und -funktionen in die bereits bestehenden Systeme bereitstellen. Darüber hinaus sehen sich OEMs zunehmend mit Substituten zu ihren eigenen Infotainmentangeboten aus den unterschiedlichsten Branchen attackiert, da die Kunden zunehmend die Integration zahlreicher spezifischer Funktionen in das Auto anstreben [7]. Da jeder Kunde eine individuelle Erwartung an Mobilität hat, ist es nahezu unmöglich, jede mögliche Kombination von Funktionen zu testen. Deshalb ist das Zusammenwirken von digitalen Komponenten und dem Gesamtprodukt teilweise erst im Betrieb sicht- und messbar.

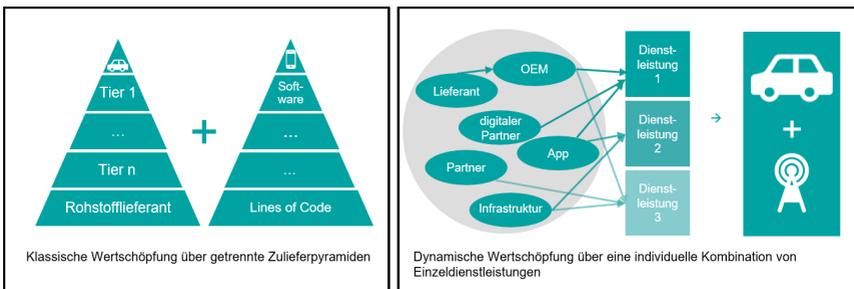


Abbildung 2: Integration unterschiedlicher Marktteilnehmer in den Wertschöpfungsprozess.

Quelle: Eigene Darstellung

Aus Sicht des Kunden werden die mit dem Mobilitäts-erlebnis assoziierten Funktionen i. d. R. dem Fahrzeug zugeordnet [8]. Ein Ausfall oder Fehler bei der Integration fällt daher meist auf den Autohersteller zurück. So müssen die OEMs das Gesamtprodukt »Mobilität« absichern, zu dessen Funktionen sie teilweise keinen Zugang haben. Traditionell findet die Absicherung von Komponenten in der Produktentstehung und dem Produktionsprozess statt. Die kontinuierliche Überwachung von Produkten und Dienstleistungen, die

vom OEM nicht „installiert“ oder „produziert“ werden und Teil des vernetzten und ständig wechselnden Mobilitätsangebots sind, erfolgt derzeit nur unzureichend [9].

Wenn es demnach zu wiederholten Ausfällen der digitalen Komponenten führt, verstärkt sich die Kundenunzufriedenheit [10] und es kann eine Ablehnung des Gesamtprodukts entstehen, die das gesamte Geschäftsmodell gefährden kann. Somit ist die Zuverlässigkeit der angebotenen Mobilität abhängig von der Leistung und Integration der Drittanbieter. In dieser Abhängigkeit stehen Mobilitätsanbieter vor der Herausforderung, integrierte Produkte und Dienstleistungen zu überwachen, ohne dass die Funktionen, wie bei konventionellen Fahrzeugprojekten innerhalb eines geschlossenen Produktentstehungsprozesses integriert, getestet und/oder gesteuert werden können. Geeignete Modelle zur Überwachung und zur Ausfallvorhersage von Drittanbieterprodukten und -dienstleistungen fehlen [7].

Kundenzufriedenheit ist der größte Erfolgsfaktor für Unternehmen und somit müssen die Prozesse, vor allem aber die angebotenen Produkte und Dienstleistungen das Ziel erfüllen, die Kundenwünsche zu befriedigen [11]. Um Kundenzufriedenheit gewährleisten und steigern zu können und darüber hinaus die Vielfalt der angebotenen Dienstleistungen zu verbessern, ist es notwendig, die Kontrolle über diese Drittanbieterprodukte und -dienstleistungen sowie die eigenen Dienstleistungen sorgfältig zu erarbeiten.

Um diese aktuellen und anstehenden Herausforderungen zu lösen, ist es erforderlich, ganzheitliche und zukunftsorientierte Absicherungsstrategien für Mobilitätsdienstleister zu entwickeln, die in der Lage sind, skalierbare, intelligente Dienste zu integrieren. Daher müssen heutige und zukünftige Technologien und Kundenwünsche in einem ersten Schritt identifiziert und anschließend in separaten Funktionen beschrieben werden (Abbildung 3). Um die Unzufriedenheit der Kunden mit den einzelnen Funktionen erkennbar zu machen, werden sie in separaten Use Case Szenarien beschrieben. Ein Use Case Szenario repräsentiert das Verhalten eines Systems oder Produktes aus Kundensicht und besteht aus einzelnen Use Cases (Abbildung 3). Es umfasst die einzelnen Use Cases, die dazugehörigen Input-, Output- und Einflussgrößen und die beteiligten Personen [12]. Ein Use Case stellt das Verhalten einer Funk-

tion aus Benutzersicht dar [12]. Die Schwachpunkte der einzelnen Use Cases, die zu Kundenunzufriedenheit führen, können durch Schlüsselindikatoren (KPI) abgeleitet werden. Bei der Überwachung dieser KPI können Anomalien aufgedeckt werden.

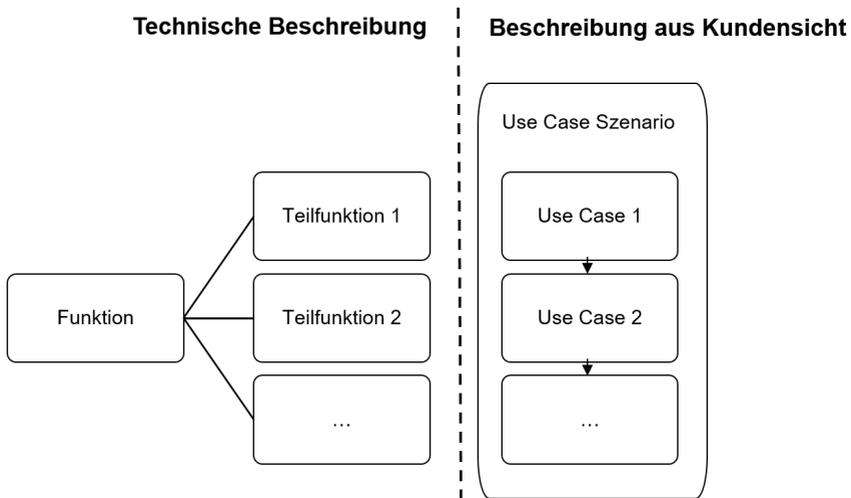


Abbildung 3: Darstellung der Begrifflichkeiten
Quelle: Eigene Darstellung

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu analysieren, welche Daten gesammelt werden können und welche Use-Case-spezifischen Messgrößen sich daraus ergeben. Nachdem die Qualität der Daten gewährleistet ist, müssen diese intelligent zu KPIs verknüpft werden. Die Initiierung und kontinuierliche Überwachung von geeigneten KPIs stellt sich aufgrund der großen Anzahl dieser als sehr schwierig dar. Daher liegt der Fokus vor allem auf den aktuell relevanten KPIs, sodass intelligente Evaluierungsmethoden und Trend- und Prognosemodelle eine frühzeitige Erkennung von Risiken ermöglichen. So können Anomalien schnell und präzise identifiziert und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Ziel der „Präventiven Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren“ ist die Implementierung einer ganzheitlichen Absicherungsstrategie. In diesem Ansatz werden Daten aus den Automobilen und deren Umgebung genutzt, um ein präventives Qualitätsmanagement für

den Betrieb von Mobilitätsdienstleistungen zu ermöglichen. Das ermöglicht den Flottenbetreibern, verschiedene kundenbezogene Funktionen zu überwachen und eventuell bevorstehende Störungen zu identifizieren, um Kundenzufriedenheit präventiv zu vermeiden.

Herausforderungen der Mobilitätsdienstleister

Für den Erfolg eines Mobilitätssystems ist die Garantie der ständigen Verfügbarkeit von enormer Bedeutung. Die Maßnahmen zur Erhaltung der Dienstleistungsqualität im System beinhalten sowohl die Verfügbarkeitsrate (z. B. der Anteil der Buchungsanfragen in einem Bereich, der von dem aktuellen Fahrzeugbestand vor Ort abgedeckt wird) und den Deckungsgrad (z. B. der Anteil der Gesamtnachfrage nach Autos an sowohl Abfahrts- als auch Ankunftsorten, der innerhalb einer bestimmten Zeit oder Entfernung vom nächsten Auto erreichbar ist) [13]. Aufgrund der Möglichkeit einer „One-way“-Miete befinden sich die Autos wahrscheinlich vermehrt in Bereichen mit geringerem individuellem Mobilitätsbedarf, während in Zonen höherer Nachfrage ein Mangel an Fahrzeugen herrscht. Um das System hinsichtlich der Effizienz und Rentabilität zu verbessern, könnte das Ungleichgewicht von Angebot und Nachfrage durch unterschiedliche Interventionsstrategien (z. B. Verlagerung) reguliert werden [14]. Einige Studien schlagen die Verwendung von Straßenfahrzeugen (Autotransportern) mit vollautomatischem Fahrverhalten vor, die durch zentrale Managementsysteme koordiniert werden und in der Lage sind, sich autonom zu verlagern, um die Benutzeranforderungen zu befriedigen [15]. Allerdings sind fest zugeordnete Transportwagen in den meisten städtischen Umgebungen aufgrund von Bereichen, die von großen Transportern schwer erreichbar sind und den zeitraubenden Lade- und Entladevorgängen der Fahrzeuge kaum geeignet [16]. Deshalb werden Wartungsteams gebildet, die die Verlagerung der Fahrzeuge übernehmen und im Zuge dessen die Betriebskosten deutlich erhöhen.

Neben dem Problem der Verlagerung ist die Verfügbarkeit zumeist durch Mängel und Schäden beeinträchtigt. Mobilitätsanbieter stehen vor der Herausforderung, die Flotte in einem störungsfreien Zustand zu halten. Der konventionelle Weg der Fahrzeuginstandhaltung ist eine planmäßige Wartung, bei

der ein bestimmter Satz von Aufgaben durchgeführt wird [17]. Normalerweise werden diese Aufgaben entweder nach einem bestimmten Kilometerstand oder Zeitraum durchgeführt. Dieses Verfahren berücksichtigt jedoch nicht, dass die verschiedenen Produkte, die für Mobilitätsdienstleistungen eingesetzt werden, von Tag zu Tag völlig unterschiedlichen Herausforderungen ausgesetzt sind (z. B. unterschiedlichen Fahrstilen). Hinzu kommt, dass private Autos eine durchschnittliche Fahrtbelastung von 5 % pro Tag haben, während Cars-Sharing-Fahrzeuge eine Auslastung von durchschnittlich 17 % erreichen [18].

Dies erfordert die Entwicklung von alternativen Wartungsplänen. Geplante, präventive Instandhaltung ist kostenintensiv, da sie Schulungsinvestitionen, laufende Arbeitskosten und einen erhöhten Teilewechsel erfordert [19]. Durch die unterschiedlichen Rahmenbedingungen, denen jedes Fahrzeug ausgesetzt ist, benötigt jedes einzelne einen individuellen Wartungsplan. Sonst fallen Fahrzeuge aus, die ggf. laut Plan noch nicht zu warten waren, oder Fahrzeuge werden gewartet und Teile getauscht, die es eigentlich noch nicht nötig gehabt hätten. Eine intelligente Strategie, die Zeit und Geld spart, indem nur Autos unterhalten werden, die es wirklich benötigen, ist erforderlich. Ziel ist eine ganzheitliche Absicherungsstrategie, die es Mobilitätsanbietern ermöglicht, durch die Kombination von Kunden- und Fahrzeugmessgrößen Schäden vorherzusagen und Fahrzeuge zu erkennen, die verlagert und gewartet werden müssen.

Derzeit gibt es einige Forschungsprojekte zu diesen Themen. BMW erforscht beispielsweise Prozesse mit Hilfe der lernenden Plattform IBM Watson. Das Ziel dieser Forschung ist es, Verhaltensmuster der Kunden zu erfassen, Schlüsse auf das Ausfallverhalten von Funktionen zu ziehen und dann selbstständig automatisierte Aktionen zu initiieren [20]. Andere Projekte konzentrieren sich wiederum auf die Optimierung der Routen und die Einsatzplanung der Serviceteams [21].

Des Weiteren existieren für die Nutzung der Daten aus den Car-Sharing-Flotten keine einheitlichen Regelungen oder Gesetzesvorgaben. Hier ist für sämtliche Funktionen, eine Interessenabwägung vorzunehmen aus Sichtweise der Systembetreiber die so viele Daten wie nur möglich für sich nutzen wollen, und den Endkunden, die ein schutzwürdiges Interesse ihrer Persönlichkei-

rechts haben. Das Bundesdatenschutzgesetz ist an dieser Stelle ausschlaggebend. Fristen, wie lange Daten gespeichert werden dürfen, werden in § 35 des Gesetzes (BDSG § 35 Abs. 2 Nr. 3) jedoch unkonkret angegeben. Personenbezogene Daten, die ein Unternehmen für eigene Zwecke verarbeitet, müssen gelöscht werden, „sobald ihre Kenntnis für die Erfüllung des Zwecks der Speicherung nicht mehr erforderlich ist“.

Die Mitgliedsunternehmen im Verband der Automobilindustrie (VDA) haben sich auf Datenschutzprinzipien für vernetzte Fahrzeuge festgelegt [22]. In diesen ist eine Landkarte der Daten-Kategorien beim vernetzten Fahrzeug hinterlegt. In der höchsten Kategorie wird, da eine fehlende gesetzliche Basis existiert, stets bei Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten eine Einwilligung des Kunden verlangt. Für kritische Entscheidungen, ist jedoch immer im Einzelfall eine rechtliche Beratung notwendig.

Ansatz für eine präventive Überwachungs- und Absicherungsstrategie

Für eine präventive Überwachungs- und Absicherungsstrategie, müssen zuerst die abzusichernden Funktionen identifiziert werden. Mittels Technologievorausschau und der Identifikation zukünftiger Kundenanforderungen können die bevorstehenden Herausforderungen erkannt und daraus konkrete aktuelle und zukünftige Use Cases abgeleitet werden. Deren Verhalten gilt es zu überwachen. Im diskutierten Konzept unterstützen Trend- und Prognosemodelle, um präventiv Ausfällen oder Fehlverhalten vorzubeugen (vgl. Abbildung 4). Dafür müssen zunächst aktuelle und zukünftige Funktionen aus Sicht des Kunden identifiziert und in separaten Use Case Szenarien dargestellt werden. Um die Unzufriedenheit der Kunden in den einzelnen Use Cases zu erkennen, müssen Schlüsselindikatoren (KPIs) entwickelt werden. Deshalb wird im Folgenden eine Methode beschrieben, um relevante KPIs aus vorhandenen Daten zu extrahieren. Um die Zuverlässigkeit der identifizierten KPIs zu gewährleisten, werden verschiedene Methoden zur Verbesserung der Datenqualität zur Diskussion gestellt. Basierend auf diesen Daten wird gezeigt, wie ein Trend- und Prognosemodell für die kontinuierliche Überwachung der Use Cases genutzt werden kann. In dem entwickelten Modell ist es möglich, einen kompletten Überblick über alle kundenbezogenen Funktionen zu erhalten.

Daraus werden die kritischen Use Cases identifiziert. Diese kritischen Use Cases werden im Anschluss mithilfe von weiteren Informationen genauer betrachtet, um die Ursache der Anomalie des zugrundeliegenden KPIs zu erkennen und die entsprechenden Maßnahmen zu definieren.



Abbildung 4: Überblick über die einzelnen Schritte des Ansatzes „Präventive Absicherung von Mobilitätsdienstleistungen mit intelligenten Datenanalyseverfahren“
Quelle: Eigene Darstellung

Identifizierung und Beschreibung von Use Cases zur Bewertung und Validierung der Kundenzufriedenheit

Für eine vollständige Betrachtung des Geschäftsfelds Mobilität, müssen aktuelle und zukünftige Funktionen sowie dazugehörige Kundenwünsche identifiziert werden. Daher ist es wichtig, einen vollständigen Überblick über verschiedene Informationsquellen zu erhalten und Verknüpfungen für eine genaue Prognose möglicher Funktionen zu schaffen. Die erkannten und gefilterten Funktionen werden in separaten Use Case Szenarien aus Kundensicht beschrieben. Ein Use Case Szenario beschreibt hier den Ablauf einer Gesamtfunktion aus Kundensicht und beinhaltet mehrere Use Cases, die die Teilfunktionen darstellen. Die definierten Szenarien setzen sich aus Use Cases zusammen, die in einem Katalog beschrieben sind und fortlaufend ergänzt

werden. (Abbildung 5). Ein Use Case Szenario beschreibt den Standardprozess einer Funktion. Es enthält die einzelnen Arbeitsschritte sowie die involvierten Personen [12].

Identifizierung neuer Kundenanforderungen und zukünftiger Funktionen

Kernelemente für die Identifikation zukünftiger Kundenfunktionen sind die präzise Bewertung der zukünftigen Entwicklungen in Bezug auf das jeweilige Geschäftsmodell, deren Dynamik und Abhängigkeiten von verschiedenen Technologien sowie der systematische Blick in die Zukunft. Die einzelnen Methoden finden unterschiedlichste Anwendungen in einem Corporate Foresight Framework, bspw. zur Entwicklung von Zukunftsstrategien oder Produktinnovationen, zur Erschließung neuer Märkte und Kundensegmente sowie bei der Technologiebewertung. Die Entwicklung neuer Foresight-Konzepte [23] in den letzten Jahren und die Kombination verschiedener Methoden der Prognose ermöglichen die Einbeziehung verschiedener Akteure eines Innovationssystems, um empirisch gestützt das unternehmerische Risiko bei komplexen Technologieentscheidungen bewertbar zu machen. Dabei müssen die Diffusion von Technologien, aber auch neuere Innovationssystemansätze und die dahinterliegenden Systemdynamiken [24] aufgegriffen werden. Auf diese Weise wird erfasst, wie viele wissenschaftliche Publikationen zur Beschreibung und Bewertung von Technologiezyklen und zur Operationalisierung des Innovationsprozesses [25] erscheinen. Anschließend kann die Aktualität des Themas in der Forschung bewertet werden. Verschiedene Ansätze [26, 27] bilden die Grundlage für die Beurteilung von Technologiepfaden und der technologischen Entwicklung. Somit wird eine Klassifizierung der unterschiedlichen Indikatoren und Datenquellen erforderlich. Auf diese Weise kann der Anstieg der wissenschaftlichen Publikationen oder Patente zum Beispiel auf potenzielle technologische Innovationen hindeuten, während eine zunehmende Häufigkeit von Erwähnungen in Blogs oder sozialen Medien ein wichtiger Hinweis auf die Marktfähigkeit einer Technologie sein kann. Die Einbindung und Verknüpfung mehrerer Informationsquellen erhöht die Genauigkeit und die Qualität der Aussagen über die Technologie drastisch. Die Identifizierung von Meinungen innerhalb einer Textsammlung (Stimmungs-

analyse), z. B. in sozialen Netzwerken [28] oder Suchanfragen-Analysen mithilfe von Google Trends sind wichtige Ergänzungen zu bisher verwendeten Informationsquellen. Dienstleister im Bereich der datenbasierten Technologieanalyse sind jedoch weitgehend auf die Analyse nur einer Quellenart beschränkt, wie bspw. soziale Medien, Datenbanken zu wissenschaftlichen Publikationen oder Patentanmeldungen. Darüber hinaus werden neue Formate wie Crowdfunding-Plattformen, bei denen neue Technologie- und Produktentwicklungen implizit von zahlreichen Investoren beurteilt werden, in der Technologiefolgebewertung bisher nicht berücksichtigt. Die isolierte Betrachtung von Datenquellen und Lösungen macht die Einschätzungen und Schlussfolgerungen aus der Analyse schwieriger. Darüber hinaus machen die zunehmende Spezialisierung von Produktfunktionen und die globale Vernetzung eine Neugestaltung von Vorausschau-Prozessen, die auf ihre spezifischen Geschäftsprozesse zugeschnitten sind, erforderlich. Diese Entwicklung ist bereits durch den fortschreitenden Trend zu einer Modularisierung von Vorausschau-Aktivitäten und Methodenkombinationen geprägt [29].

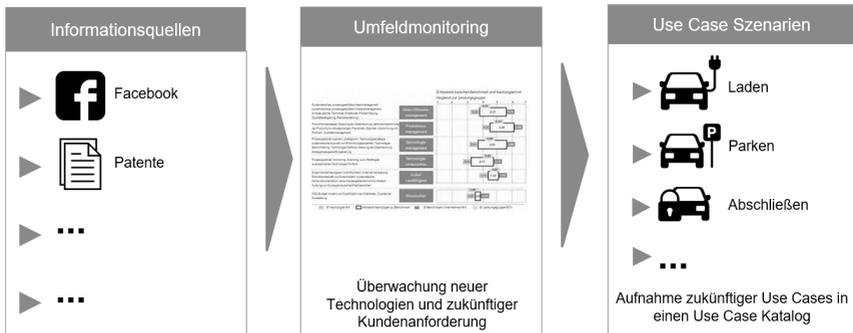


Abbildung 5: Ermittlung der relevanten Szenarien
Quelle: Eigene Darstellung

Zur Ermittlung der zahlreichen unterschiedlichen Funktionen des vernetzten Fahrzeugs der Zukunft werden daher in diesem Ansatz die relevanten Informationsquellen mithilfe der Foresight-Methoden [23, 24, 25, 26, 27, 28, 29] ausgewertet und die Ergebnisse in Use Cases beschrieben. Diese werden nach Relevanz, Integrationsfähigkeit in die Unternehmensstrategie etc. ausgewählt und einem Use Case Katalog hinzugefügt (Abbildung 5) und zur Weiternutzung aufbereitet.

Use Case Szenario

Die identifizierten Use Cases aus dem Use Case Katalog werden in Use Case Szenarien beschrieben, um kundenrelevanten Funktionen systematisch aufzuschlüsseln und einen Überblick über die einzelnen Schritte und involvierten Personen zu erhalten. Use Case Szenarien sind grafische Modelle, mit denen die Funktionalität eines Systems aus Kundensicht visualisiert wird, um deren Zusammenwirken sowie die Abhängigkeit des Systems zur Umgebung und umgekehrt zu zeigen [12].

In den folgenden Kapiteln wird unser Ansatz exemplarisch anhand der Funktion „Laden an einer Ladestation“ gezeigt. In Abbildung 6 wird diese Funktion in einem vereinfachten Use Case Szenario beschrieben, um die einzelnen Prozessschritte und Stakeholder zur weiteren Untersuchung aufzuzeigen.

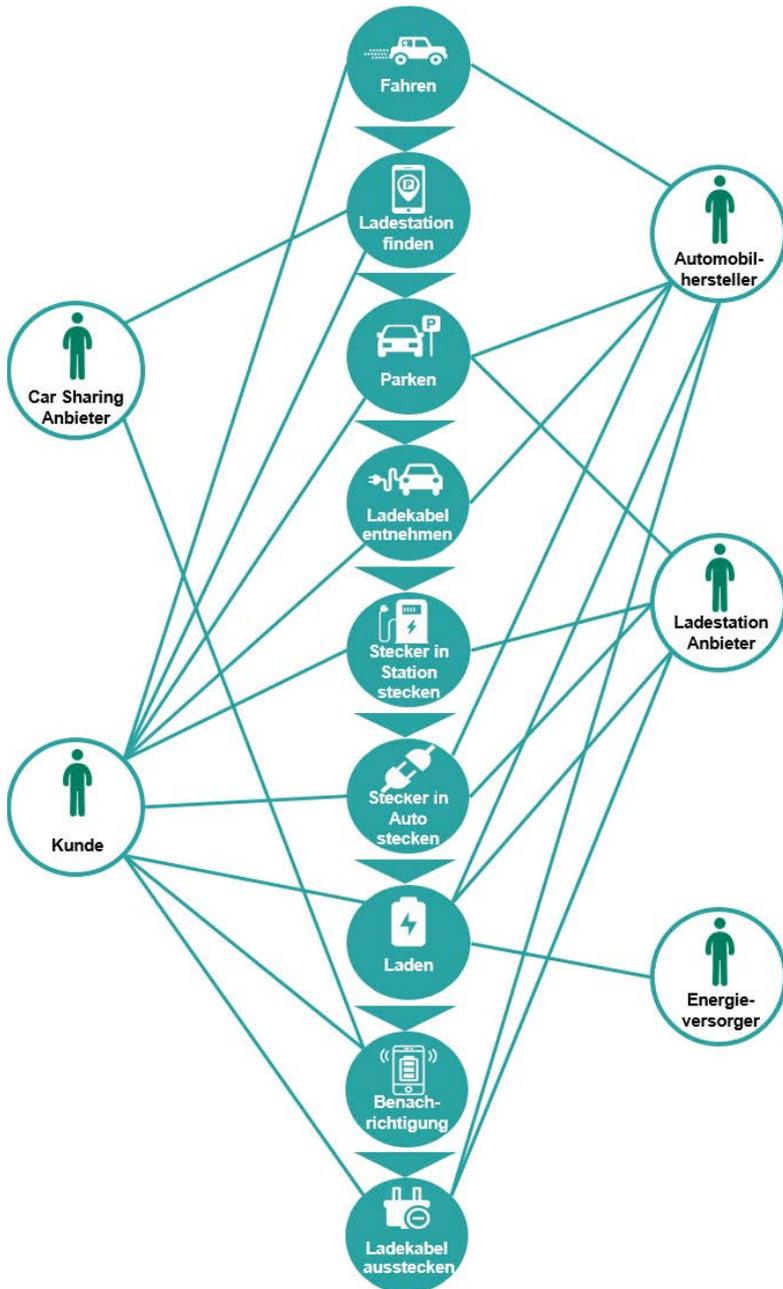


Abbildung 6: Vereinfachtes Use Case Szenario für den Ladevorgang eines Car-Sharing-Fahrzeuges.
Quelle: Eigene Darstellung

Wissensbasierte Absicherungsstrategien

Nachdem die aktuellen und zukünftigen Use Cases erfasst wurden, werden individuelle Absicherungsstrategien auf Basis von Wissensgenerierung entwickelt. Dafür werden Schlüsselindikatoren (KPI) herausgearbeitet, anhand derer mögliche Abweichungen vom Use Case Szenario erkannt werden können, die Kundenunzufriedenheit hervorrufen. Gleichzeitig werden, wo pauschal möglich, Maßnahmen für den Eintrittsfall festgelegt. Diese Use-Case-relevanten Aussagen werden mithilfe von Trendverläufen überwacht und mittels Prognosemodellen, basierend auf kombinierten mathematischen Methoden, eine präzise Prognose des zu erwartenden Wertes dargestellt. So können die vorher festgelegten Maßnahmen automatisiert ausgeführt oder, sofern menschliche Entscheidungskompetenz gefordert ist, manuell herbeigeführt werden (Abbildung 7).



Abbildung 7: Wissensbasierter Absicherungsprozess
Quelle: Eigene Darstellung

Key Performance Indicator (KPI)

In einer individuellen Use Case-Absicherungsstrategie werden mögliche Gründe für Kundenunzufriedenheit in jedem Use Case Szenario identifiziert. Dafür wird jeder einzelne Use Case anhand der Turtle-Methode analysiert. Die Turtle-Methode wurde ursprünglich in der Automobilindustrie entwickelt [30]. Sie wird als eine der etablierten Instrumente für die Prozessanalyse und Auditvorbereitung nach ISO TS 16949 [31] verwendet.

Im Turtle-Diagramm ist jeder einzelne Prozessschritt eines Use Case Szenarios dargestellt. Dabei wird die Eingabe eines bestimmten Prozesses oder Teilprozesses, der von anderen vorgelagerten Prozessen empfangen wird, definiert. So wird eine strukturierte und klare Beschreibung aller Dokumente, Materialien und Informationen, die zur Verfügung stehen müssen, um das Ergebnis des Prozesses zu erzeugen, durch die Turtle-Methode bereitgestellt.

„Kopf“ und „Schwanz“ der Turtle symbolisieren den In- und Output des Prozesses. Die „Beine“ helfen, den Output abzuleiten, indem sie erforderliche Ressourcen und Kontrollinstrumente zeigen (Abbildung 8). Des Weiteren werden für alle sechs Blöcke der Turtle die Risiken beurteilt und beschrieben.

Um eine Analyse durchzuführen, wird das Turtle-Diagramm mit den jeweiligen Prozessdetails gefüllt. Für das gewählte Use Case Szenario wird die Turtle-Methode im Folgenden auf den Prozessschritt „Laden“ angewendet (Abbildung 8).

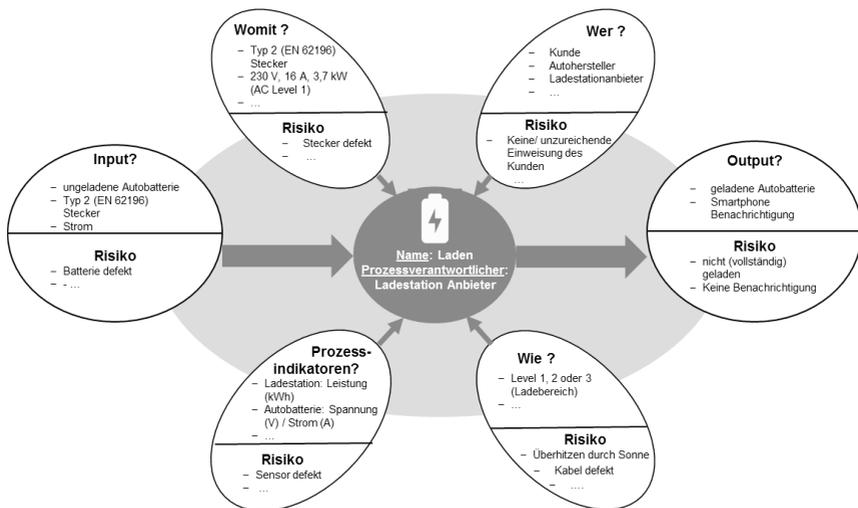


Abbildung 8: Vereinfachtes Turtle-Schema für den Prozessschritt „Laden“
Quelle: Eigene Darstellung

Nachdem das Turtle-Diagramm vollständig ausgefüllt ist, können die identifizierten Risiken mithilfe einer Fehlerbaumanalyse (FTA) analysiert und deren mögliche Auslöser identifiziert werden. Die FTA wird in den verschiedensten Bereichen angewendet (Entwicklung von Transportsystemen, Telekommunikationssystemen, chemischen und anderen industriellen Prozessen etc.) und ist durch die DIN EN 61025 definiert [32]. Sie liefert eine grafische Verbindung zwischen einem Top-Event (z. B. Systemausfall) und den Ursachen, die zu diesem Top-Event führen können. Unter Verwendung eines deduktiven Prozesses, z. B. ausgehend von dem unerwünschten oberen Ereignis, werden die möglichen Ursachen dargestellt.

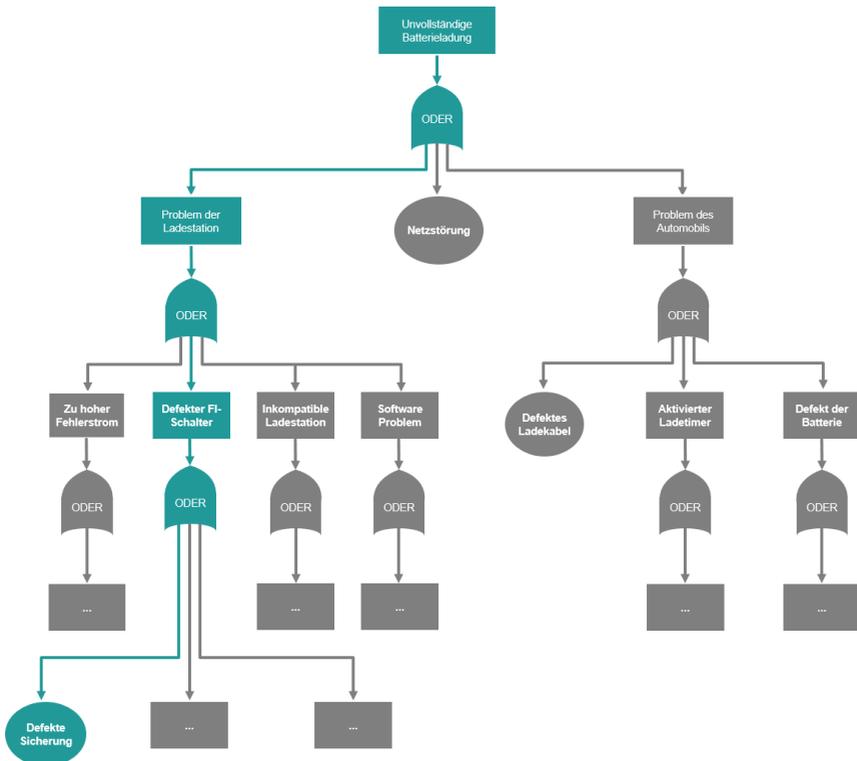


Abbildung 9: Vereinfachte Fehlerbaumanalyse für das Risiko „Auto nicht vollständig geladen“
 Quelle: Eigene Darstellung

Ursachen können entweder zu einem definierten Einzelfehler oder einer Kombination mehrerer Fehler mit anderen auftretenden Ursachen führen. Die FTA wird für die Analyse der Zuverlässigkeit entweder mit einem qualitativen Ansatz (Identifizierung von Schwachstellen) oder einem quantitativen Ansatz (Berechnung von Wahrscheinlichkeiten) verwendet. In der hier vorgestellten Herangehensweise, Mobilitätsdienstleistungen abzusichern, wird der qualitative Ansatz angewendet. Der grafische Aufbau zeigt die Interaktion von Komponenten und identifiziert dadurch Schwachstellen des Systems, sodass Messgrößen (KPIs) und vorbeugende Maßnahmen im Falle einer Abweichung eines KPIs abgeleitet werden können. Abbildung 9 ist ein Beispiel einer stark vereinfachten FTA für das im Turtle-Diagramm identifizierte Risiko „Auto nicht vollständig geladen“.

Die gefüllte FTA führt zu allen möglichen Ursachen für das ausgewählte Risiko. Nach der Identifizierung der Ursachen (z. B. „defekte Sicherung“) kann ein entsprechender KPI für jede Ursache abgeleitet werden. Die in der Turtle-Methode definierten Maßnahmen werden überprüft und auf einen Fehler der Ladestation geprüft, in diesem Fall die defekte Sicherung. Die defekte Sicherung in der Ladestation ist eine Fehlleistung eines Drittanbieterprodukts, daher müssen die KPIs aus den Daten abgeleitet werden (Abbildung 10), die der Flottenbetreiber erfassen kann. Dabei ist es wichtig, die Aussagekraft des KPIs zu überprüfen.

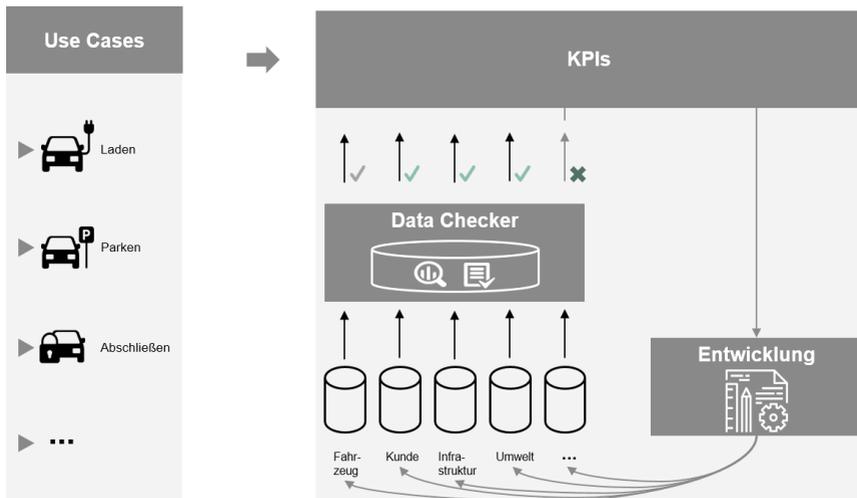


Abbildung 10: Ableitung der KPI aus den Use Cases
Quelle: Eigene Darstellung

Zum Beispiel kann die Prüfung der Anzahl der Ladevorgangsabbrüche nicht alleinig Aufschluss über die Kundenzufriedenheit geben. Erst beim Vergleich der Anzahl der Ladevorgangsabbrüche mit der Gesamtanzahl der Ladevorgänge, die von allen Kunden auf genau dieser Ladestation durchgeführt wurden, kann man eine steigende Rate von nicht funktionierenden Ladevorgängen unterstellen. Auch hier muss darauf hingewiesen werden, dass dies ein vereinfachtes Beispiel ist.

Diese KPIs müssen teilweise weitere Details berücksichtigen, wie beispielsweise Wetterbedingungen, Kapazität, Fahrzeugmodell etc. Gleichzeitig werden Maßnahmen und Entscheidungsregeln für jede KPI-Anomalie definiert

(z. B. „Entfernen der Ladestation aus der Karte und Melden des Fehlers beim Betreiber“), die für einen reibungslosen Managementprozess und eine Umsetzung sorgen, nachdem die Anomalie erkannt wurde.

Abgesehen von den bestehenden KPIs ist auch zu beachten, welche möglichen KPIs für den entsprechenden Use Case zusätzlich sinnvoll sein könnten. Dies wird als Rückmeldung an die Entwicklungsabteilung bereitgestellt und sollte dort implementiert werden, z. B. durch die Integration von Sensoren (Abbildung 10).

Datenqualität

Die Validierung der Use Cases wird mithilfe von Schlüsselindikatoren (KPIs) durchgeführt, sodass Aussagen über eine Änderung dieser ermöglicht werden. Bei der Entwicklung dieser KPIs muss eine erste Qualitätskontrolle durchgeführt werden, um die Eignung der Aussagen, die im Falle von auftretenden Anomalien abgeleitet werden, zu beweisen. Anomalien im Ablauf eines Use Case Szenarios können zu unerwünschten Ereignissen führen, die die Kundenzufriedenheit beeinträchtigen. Die beschriebenen KPIs bestehen aus unterschiedlichen Messgrößen. Somit beruht die Informationsqualität des KPIs aus der Qualität der zugrundeliegenden Daten und ihrer signifikanten Verbindung zum KPI. Um die Zuverlässigkeit des identifizierten KPIs zu gewährleisten, werden verschiedene Methoden zur Verbesserung der Datenqualität diskutiert.

Das Total Data Quality Management Program des MIT [33] bewertet die Qualität der Informationen anhand folgender Kriterien und Dimensionen: Informationszugang (Zugänglichkeit, Sicherheit), Repräsentation (Interpretierbarkeit, Verständlichkeit, Manipulierbarkeit, kompakte und konsistente Repräsentation), Informationsgehalt (Relevanz, Wertschöpfung, Aktualität, Vollständigkeit, angemessene Datenmenge) und intrinsischer Wert (Fehlerfreiheit, Objektivität, Glaubwürdigkeit, Reputation) (Abbildung 11). Eine intelligente Auswahl und Vorverarbeitung der Daten nach diesen Kriterien kann die Datenqualität verbessern. Allerdings gibt es keine umfassende, universelle Methode zur Messung und Verbesserung der Daten bzw. der Informationsqualität.

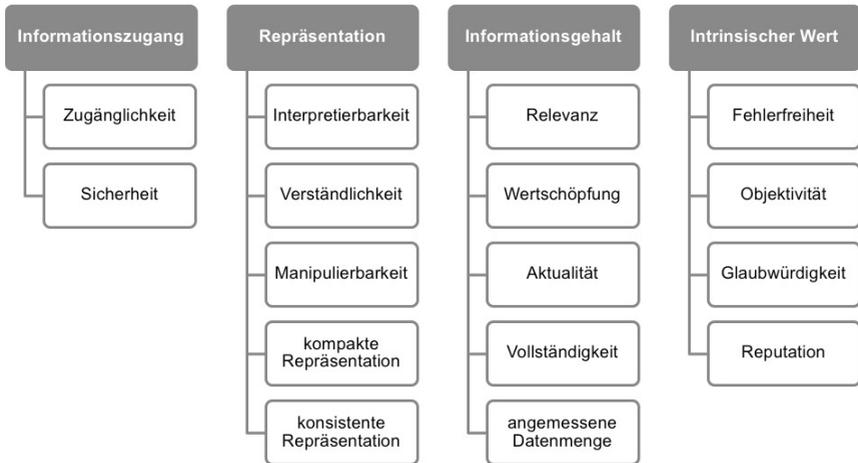


Abbildung 11: Kriterien zur Beurteilung der Qualität der Informationen nach dem Total Data Quality Management Program des MIT (Pipino, Lee & Wang, 2002)
 Quelle: Eigene Darstellung nach [34]

Mit intelligenten Auswertungsverfahren ist eine frühzeitige Identifizierung von Risiken mit Bezug auf die Qualität der Informationen möglich [35]. Um den Anforderungen der hohen Datenvielfalt gerecht zu werden, benötigen Unternehmen neue Konzepte, um eine verifizierte Datenbank gewährleisten zu können. Eine systematische Datenanalyse kann genutzt werden, um die Robustheit der Daten zu verbessern. An der TU Berlin wurde ein Datenqualitätsmanagement (Projekt „Data Checker“) entwickelt [36], welches die Überprüfung der Datenplausibilität, -validität und -verfügbarkeit beinhaltet. In einem Analysemodell werden die vorhandenen Leistungsdaten importiert und durchlaufen standardisierte Auswertungsmethoden.

Überwachung

Die kontinuierliche Überwachung relevanter KPIs, aus denen Trends und Prognosen berechnet werden können (Abbildung 12), liefert eine transparente Entscheidungsgrundlage für den präventiven Einsatz geeigneter Eskalationsmaßnahmen [37]. Hierfür wurde von der TU Berlin ein erfolgreich eingesetztes Überwachungstool (Watchlist) entwickelt, welches ursprünglich im Lieferantenmanagement [38] angewendet wurde. Diese Methode wurde übertragen um

Use Cases kontinuierlich zu überwachen. Die Watchlist schafft einen Überblick über alle Use Cases und hilft mit intelligenten Filterkriterien die kritischen Use Cases in der kompletten Datenbank ausfindig zu machen.



Abbildung 12: Prozessschritte zur Generierung von Use Case spezifischem Wissen.
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 13 zeigt einen Auszug der Watchlist. Hier werden die drei wichtigsten KPIs zu jedem Use Case überwacht. Wenn diese KPIs abweichen, kann dies auf ein mögliches Risiko eines oder mehrerer Use Cases hinweisen und sie erscheinen an den oberen Positionen der Liste. Dabei werden alle Use Cases überprüft und anschließend gefiltert, sodass die kritischen Use Cases auf einen Blick über Trendberechnungen von zwei verschiedenen Zeiträumen erkannt werden; eine in der längeren Vergangenheit (Abbildung 13 verwendet 12 Monate) und eine in der jüngsten Vergangenheit (Abbildung 12 verwendet 3 Monate). Das ermöglicht eine genaue Analyse der einzelnen Use Cases und deren Performance in der Vergangenheit für eine Schätzung der laufenden Entwicklung.

Input **Watchlist - Indikator für kritische Use Cases**

					PRÄVENTIV 12 Monate	PRÄVENTIV 3 Monate	REAKTIV Rang	
					Leistungsbeschreibende Kriterien (KPI)			
Information			Liefertreue					
Use Case Nummer	Name	Auswahl für das Diagramm	aktueller Monat	Prognose t+1	12-Monats Trend	3-Monats Trend	Rang (aktuell)	
305100			13%	24%	🟡	🟡	1	
20003562			13%	36%	🟡	🟡	1	
20001412			17%	33%	🟡	🔴	3	
20003800			20%	22%	🟡	🔴	4	
20000211			21%	42%	🟡	🔴	5	
20003472		x	25%	61%	🟡	🔴	6	
20004377			25%	41%	🟡	🔴	6	
20003401			33%	44%	🟡	🔴	8	
20002196			33%	61%	🟡	🔴	8	
20000817			33%	34%	🟡	🔴	8	
20003561			33%	50%	🟡	🔴	8	
20003811			33%	83%	🟡	🔴	8	
20003015			33%	51%	🟡	🔴	8	
20000960			33%				8	
20000998			33%				8	
21001494			35%	43%	🟡	🟡	16	
20002584			36%	63%	🟡	🟡	17	
20000487			38%	75%	🟡	🔴	18	
20004361			38%	59%	🟡	🔴	18	
20000452			38%	39%	🟡	🟡	20	
20000815			40%	47%	🟡	🔴	21	
20002780			40%				21	
20003380			41%	61%	🟡	🟡	23	
20003503			43%	53%	🟡	🟡	24	
20003373			43%	40%	🟡	🟡	24	
20002980			43%				24	
20003192			43%	48%	🟡	🔴	27	
304000			47%	62%	🟡	🔴	28	
20000003			50%	75%	🟡	🔴	29	

Abbildung 13: Trendmodell zur Überwachung von Anomalien.
Quelle: Eigene Darstellung

Vorhersage

Eine weiterführende Wissensgenerierung aus der ganzheitlichen Datenbasis ermöglicht die Erkennung von Korrelationen der Daten in einem Risikomodell. Mit mathematischen Algorithmen können Muster für eine präventive Risikobewertung gefunden werden. Wenn ein Muster auffällig ist, können frühzeitig Rückschlüsse auf mögliche Risiken gezogen werden. Dabei werden die Muster in der Datenbank für die präventive Risikobewertung verglichen. Konventionelle, dezentrale Methoden decken diese Risikominderung nicht ab [39].

Da die zukünftigen Entwicklungen der Use Cases nicht durch einen einzigen mathematischen Ansatz dargestellt werden können, kombiniert das Prognosemodell zwei mathematische Modelle.

Eine Methode errechnet Trends mittels linearer Regression, das zweite Verfahren leitet prognostische Werte durch exponentielle Glättung ab und passt Ausreißer und Punktwolken der periodischen Vergangenheit an. Abhängig von früheren Werten der Use Cases gewichtet das Prognosemo-

dell beide Modelle einzeln für jeden Use Case. Wenn der Use Case eine kleine Abweichung vom linearen Trend zeigt, wird der kombinierte Prognosewert zugunsten des linearen Trends gewichtet. Wenn es große Abweichungen von der linearen Kurve gibt, wird die exponentielle Glättung stärker gewichtet. Auf diese Weise kann eine sehr hohe Präzision der Prognosen erreicht werden.

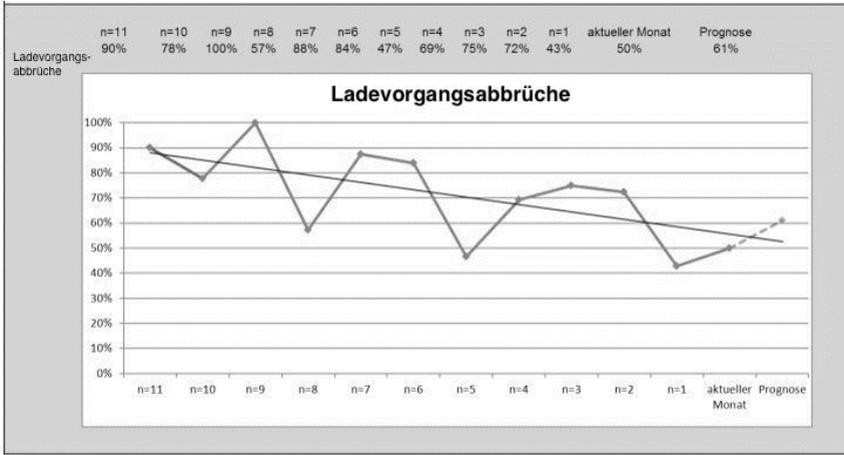


Abbildung 14: Prognosediagramm zur Schätzung des bevorstehenden Wertes.
Quelle: Eigene Darstellung

Der genaue Wert der Prognose ist für eine präzisere Bewertung in der Watchlist integriert. Ein Verlaufsdiagramm kann durch die Watchlist erzeugt werden (Abbildung 14). Kritische Use Cases werden daher frühzeitig erkannt und die Robustheit der Entscheidungsgrundlage wird für ein nachfolgendes Entscheidungsmodell oder einen Managementprozess erhöht.

Das in den vorangegangenen Prozessschritten gewonnene Wissen liefert die Grundlage für einen Managementprozess, in dem Entscheidungen getroffen und Maßnahmen bestimmt werden. Wie zuvor beschrieben, werden bereits mit der Identifikation von möglichen Risiken während der Erstellung des Turtle-Diagramms einige korrelierende Maßnahmen beschrieben. Aufgrund der hohen Komplexität der Use Cases und Zusammenhänge unterschiedlicher Dienstleister ist es für einige Risiken nicht möglich, von vornherein

Maßnahmen festzulegen. Hierbei ist es notwendig, den Sachverhalt im Detail zu prüfen, ggf. nicht datenbasierte Informationen (Soft Facts) hinzuziehen, sodass es einer menschlichen Entscheidungsfindung bedarf.

Fazit und Ausblick

Ziel der Forschungsarbeiten ist eine präventive Identifizierung von Anomalien zu ermöglichen, um schnell mit entsprechenden Maßnahmen zu reagieren. Hierfür werden ein Data Checker, Data Mining und ein Trend- und Prognosemodell genutzt. Dadurch können sowohl mögliche Risiken (Fehlfunktionen, Systemausfälle etc.) als auch Kundenunzufriedenheit vorbeugend beseitigt werden.

Der Ansatz hat gezeigt, dass eine umfassende Prüfung und ein technisches Fachwissen für eine vollständige Absicherung der Use Cases benötigt werden. Use Cases sind sehr vielschichtig und eine sorgfältige Durchführung der dargestellten Methoden ist unbedingt notwendig. Jeder Use Case steht vor völlig unterschiedlichen Herausforderungen, daher müssen die spezifischen Methoden und Analyseprozesse individuell gewählt werden. Eine automatisierte Verknüpfung zwischen den angewandten Methoden sowie eine automatisierte Befüllung von überlappenden Einflussfaktoren oder Komponenten in unterschiedlichen Prozessschritten werden dazu beitragen, schnellere Ergebnisse zu erzielen und umfangreiche manuelle Arbeit zu eliminieren. Am Ende wird eine automatisierte Identifikation ähnlicher Prozessschritte in verschiedenen Use Case Szenarien von lernenden Systemen angestrebt. Dies führt nicht nur zu einer effizienteren Vorgehensweise bei der kontinuierlichen Überwachung, sondern ermöglicht eine schnellere Reaktion mit wirksamen Maßnahmen im Falle einer Abweichung.

Die gesammelten Leistungsdaten müssen konsistente Daten aus den vergangenen 12 Monaten enthalten, um entsprechende Tendenzen zu identifizieren und saisonale Schwankungen im Prognosemodell zu kompensieren. Um eine genauere Prognose zu erhalten, soll das Wissen über ähnliche oder vergleichbare Use Cases genutzt werden. Deshalb wird nach geeigneten Mustererkennungsmethoden gesucht, die vergleichbare Use Cases identifizieren.

Für eine innovative Weiterentwicklung von Mobilitätsdienstleistungen in der Zukunft und zusätzlich für eine konsequente Absicherung dieser Dienstleistungen wäre eine Serviceplattform für die gesamte Wertschöpfungskette der nächste Schritt in der Entwicklung. Die Serviceplattform sollte die Identifizierung neuer Anforderungen und Funktionen, die daraus abgeleitet werden, die Entwicklung von datengesteuerten Absicherungsstrategien, Fehlerprognosen, optimierte, ggf. automatisierte Entscheidungsprozesse und die abgeleiteten direkten Maßnahmen beinhalten. Die Verknüpfung unterschiedlicher Datenquellen, die zunächst auf Datenqualität geprüft und dann für die Analyse und Trend- und Prognosemodelle verwendet werden, ist wichtig, um zuverlässige Informationen zu generieren.

Die angestrebte Serviceplattform ermöglicht eine maßgeschneiderte Kombination einzelner Services und damit eine flexible, effiziente und rechtlich sichere Integration, Aggregation und Analyse von Daten und Informationen, gegebenenfalls in Echtzeit. Grundvoraussetzung für die Digitalisierung und Modularisierung der Wertschöpfungskette ist die Ermöglichung der Datenkontinuität und -konsistenz. Dadurch wird eine Automatisierung (Verknüpfung) von Serviceprozessen mit formal definierter Semantik ermöglicht. Auf diese Weise können Produkte und Dienstleistungen zukunftsrobust abgesichert werden und den Erfolg der Geschäftsmodelle gewährleisten.

Literaturangaben

- [1] McKinsey & Company: Automotive revolution - perspective towards 2030. https://www.mckinsey.de/files/automotive_revolution_perspective_towards_2030.pdf. Zugriff am 24.04.2017.
- [2] Capgemini Consulting Worldwide: Cars Online 2017: Beyond the Car. <https://www.capgemini-consulting.com/resources/cars-online-study-2017> Zugriff am 19.05.2017.
- [3] Mezger, F., Bader, K.: Innovationskultur als Erfolgsfaktor für Geschäftsmodellinnovationen: Eine fallstudienbasierte Übersicht, Springer Gabler, Wiesbaden 2014.
- [4] Forbes: Größte Unternehmen der Welt nach ihrem Marktwert im Jahr 2016 (in Milliarden US-Dollar), Statista. 2016. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12108/umfrage/top-unternehmen-der-welt-nach-marktwert/>. Zugriff am 24.04.2017.
- [5] Burkert, A.: Las Vegas opens the door to digital mobility. ATZ worldwide, Vol. 119(3), S. 8–13, 2017.
- [6] DriveNow: Allgemeine Geschäftsbedingungen der DriveNow GmbH & Co. KG. <https://www.drive-now.com/de/de/gtc>. Zugriff am 22.06.2017.
- [7] Viereckl, R., Koster, A., Ahlemann, D., Hirsh, E.: Connected car report 2016: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles. <https://www.strategyand.pwc.com/reports/connected-car-2016-study>. Zugriff am 20.05.2017.
- [8] Jäger, R.: Multi-Channel im stationären Einzelhandel. Springer Gabler, Bischofswerda 2016.
- [9] Johanning, V., Mildner, R.: Car IT kompakt. Springer Vieweg, Wiesbaden 2015.
- [10] Dormann, C., Zapf, D.: Kundenorientierung und Kundenzufriedenheit, In: Frey, D. & Rosenstiel, L. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. Hogrefe Verlag, Göttingen 2007.
- [11] Künzel, H.: Erfolgsfaktor Kundenzufriedenheit: Handbuch für Strategie und Umsetzung. Springer-Verlag, Berlin 2012.
- [12] Richter, M.: Usability Engineering kompakt - Benutzbare Produkte gezielt entwickeln. Springer Vieweg, Heidelberg 2013.

- [13] Gavalas, D., Konstantopoulos, C. & Pantziou, G.: Design and Management of Vehicle Sharing Systems: A Survey of Algorithmic Approaches. In: Obaidat, M.S. & Nicopolitidis, P.: Smart Cities and Homes: Key Enabling Technologies. Elsevier Science, Amsterdam 2015.
- [14] Sayarshad, H., Tavassoli, S. & Zhao, F.: A multi-periodic optimization formulation for bike planning and bike utilization. Applied Mathematical Modelling, 2012, Vol. 36(10), S. 4944–4951.
- [15] Jorge, D. and Correia, G.: Carsharing systems demand estimation and defined operations: a literature review. European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2013, Vol. 13(3).
- [16] Bruglieri, M., Colorni, A. & Luè, A.: The Vehicle Relocation Problem for the One-way Electric Vehicle Sharing: An Application to the Milan Case. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014, Vol. 111, S. 18–27.
- [17] Boutueil, V.: Fleet Management and the Adoption of Innovations by Corporate Car Fleets. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2016, Vol. 2598, S. 84–91.
- [18] Lenz, B.: Impact of electric carsharing systems on travel behaviour and the environment in urban areas. WiMobil, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2015.
- [19] de Jonge, B., Teunter, R. & Tinga, T.: The influence of practical factors on the benefits of condition-based maintenance over time-based maintenance. Reliability Engineering & System Safety, 2017, Vol. 158, S. 21–30.
- [20] IBM, IBM macht München zur Watson IoT-Hauptstadt. 2015
<http://www-03.ibm.com/press/de/de/pressrelease/48484.wss>. Zugriff am 24.05.2017.
- [21] Sochor, J., Karlsson, I. C. M. & Strömberg, H.: Trying Out Mobility as a Service, Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board, 2016, Vol. 2542, S. 57–64.
- [22] VDA, Datenschutz-Prinzipien für vernetzte Fahrzeuge, 2014
- [23] Gerhold, L.: Methodenkombination in der sozialwissenschaftlichen Zukunftsforschung. Popp, R., Zukunft und Wissenschaft, Springer-Verlag, Berlin 2012
- [24] Arnold, E., Kuhlmann, S.: Background Report in the Evaluation of the Research Council of Norway. RCN in the Norwegian Research and Innovation System, Royal Norwegian Ministry for Education, Research and Church Affairs, Oslo 2001.

- [25] Järvenpää, H. M., Mäkinen, S. J., Seppänen, M.: Patent and publishing activity sequence over a technology's life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, S. 283–293.
- [26] Martino, J. P.: A review of selected recent advances in technological forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 2003, Vol. 70, Ausgabe 8, S. 719–733.
- [27] Watts, R. J., Porter, A. L.: Innovation forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 1997, Vol. 56 (1), S. 25–47.
- [28] Edler, J., Georghiou, L., Blind, K., Uyarra, E.: Evaluating the Demand Side: New Challenges for Evaluation. *Research Evaluation*, 2012, Vol. 21 (1), S. 33–47.
- [29] Cuhls, K., Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe: Methoden der Technikvorausschau - Eine internationale Übersicht. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2008.
- [30] Brückner, C.: Qualitätsmanagement für die Automobilindustrie, Symposium Publishing GmbH, Düsseldorf 2009.
- [31] IATF 16949 (ISO/TS 16949). <http://www.tuev-sued.de/management-systeme/automobil-und-bahn-industrie/iso-ts-169492002>. Zugriff am 29.06.2017.
- [32] DIN IEC 61025:2006-08-00: Fault tree analysis (FTA).
- [33] Pipino, L., Lee, Y., Wang, R.: Data Quality Assessment. *Communications of the ACM*, 2002, S. 211–218.
- [34] Knut Hildebrand, Marcus Gebauer, Holger Hinrichs, Michael Mielke: Daten und Informationsqualität – Auf dem Weg zur Information Excellence S. 27 ff.
- [35] Dust, R., Wilde, A., Balschun, M.: Schlau statt groß - Smart Data zur Qualitätsabsicherung entlang des Produktlebenszyklus. *Qualität und Zuverlässigkeit*, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Wien 2016.
- [36] Dust, R., Wilde, A.: Datenqualität im Lieferanten-Risikomanagement. *ERP Management*, 2015, S. 35-37.
- [37] Dust, R., Gleinser, M., Gürtler, B.: Total Supplier Risk Monitoring – Lieferfähigkeit präventiv absichern. *Management und Qualität*, 2010, Vol. 1-2/2010, S. 27–29.
- [38] Dust, R., Gürtler, B.: Total Supplier Risk Monitoring. *Quality Engineering*, 2010, Vol. 6, S.10–11.
- [39] Apel, D., Behme, W., Eberlein, R., Merighi, C.: Datenqualität erfolgreich steuern. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Wien 2015.