



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Analyse der Entwicklung einer technologischen Innovation in Bezug auf die allgemeinen Aspekte des Innovationsprozesses, anhand von Smart- Parking-Konzepten.

Ausgeführt am Institut für Managementwissenschaften

der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von

Assistent Prof. Mag.rer.soc.oec. Michael Filzmoser, PhD

E545 – stv.Studiendekan für Maschinenbau u. Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau

Bereich für Arbeitswissenschaften und Organisation

durch

Stigliz Philipp, BSc.

Lambrechtgasse 10/21

1040 Wien

Wien, im Februar 2018

Philipp Stigliz



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

**Analyse der Entwicklung einer technologischen Innovation in Bezug auf
die allgemeinen Aspekte des Innovationsprozesses, anhand von Smart-
Parking-Konzepten**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im Februar 2018

Philipp Stigliz

Danksagung

An dieser Stelle, möchte ich mich herzlich bei all jenen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit maßgeblich unterstützt haben.

An erster Stelle möchte ich Herrn Professor Filzmoser für die wissenschaftliche Unterstützung und Betreuung meine Arbeit danken.

Darüber hinaus möchte ich der Betreuung seitens Siemens und im Speziellen Herrn Dipl.-Ing. Racz danken. Ohne die detaillierten fachlichen Einblicke wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Weiters gilt Dank meinen Eltern, die mich während meiner gesamten universitären Laufbahn unterstützt haben.

Besonderer Dank gilt Frau Klara Ritter, deren moralische Unterstützung für die Fertigstellung dieser Arbeit wesentlich war und dazu beigetragen hat, diese kontinuierlich zu verbessern.

Abkürzungsverzeichnis

C2C	Car to Car
C2I	Car to Infrastructure
C2X	Car to X (=beliebiger Kommunikationspartner)
CEO	Chief Executive Officer
Dipl.-Ing. / DI	Diplomingenieur
ESP	Electronic Stability Control
GPS	Global Positioning System
LKM	Lastkraftwagen
PKW	Personenkraftwagen
PM	Projektmeilenstein
QR	Quick Response
R&D	Research and Development
RGB	Rot-Grün-Blau
SMS	Short Message Service
VANET	Vehicular Adhoc Network

Kurzfassung

Richtiges Innovationsmanagement ist für den Erfolg neuer Ideen essentiell, weshalb die Bedeutung dieser Disziplin signifikant gestiegen ist. Damit einhergehend hat auch die Forschung an Innovationsprozessen zugenommen, woraus eine Vielzahl an theoretischen Ansätzen entstand. Da jedoch Theorie und Praxis in vielen Anwendungen voneinander abweichen können, gilt es im Zuge dieser Arbeit zu untersuchen, welche Rolle die theoretischen Konzepte des Innovationsmanagements im tatsächlichen Entwicklungsprozess spielen. Dazu wird der Innovationsprozess eines konkreten Beispiels an der theoretischen Vorgehensweise verglichen. Auf Grund der wachsenden Bedeutung und der innovativen Technologie ist Aware3D, ein von Siemens entwickeltes Smart-Parking System, als Betrachtungsobjekt gewählt worden. Aus der detaillierten Gegenüberstellung von Theorie und Praxis des Innovationsprozesses können klare Parallelen beider Disziplinen erkannt werden, wodurch die Bedeutung der theoretischen Sichtweisen im Innovationsmanagement sichtbar wird. Speziell der Einfluss zukünftiger Trends und Veränderungen auf den Entwicklungsprozess und die Innovation spielt dabei eine entscheidende Rolle und wird deshalb separat analysiert.

Abstract

Innovation management is crucial for the success of new ideas, which is why these management techniques grow more and more important. Along with this trend, the scientific research of innovation processes increased as well, resulting in a variety of theoretical models. Because theory and practice are often considered separate disciplines, this thesis aims on reviewing, how important the theoretical concepts of innovation management in the actual development process are. This analysis is achieved through comparing theoretical models to the actual development process of Aware3D. This smart-parking system, developed by Siemens, was chosen for its increasing social importance and innovative technology. By looking at the progress of Aware3D in detail, many similarities between theoretic and practical approach on innovation management are visible. Especially the influence of future developments on the development and status of innovations is a significant aspect of this analysis and will therefore be analyzed separately.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Innovationsmanagement	5
2.1	<i>Ursprung von Innovation</i>	6
2.1.1	Push-Innovationen.....	6
2.1.2	Pull-Innovationen	8
2.2	<i>Modelle des Innovationsprozesses</i>	10
2.3	<i>Innovation nach der Markteinführung</i>	15
3	Smart-Parking: Ein Überblick	18
3.1	<i>Literaturübersicht</i>	19
3.2	<i>Informationsgenerierung</i>	21
3.2.1	Mobile Informationsgenerierung.....	21
3.2.2	Informationsermittlung durch unbewegliche Sensoren	24
3.3	<i>Informationsnutzung</i>	27
3.3.1	Bereitstellen nichtöffentlicher Parkflächen	27
3.3.2	Parkplatzreservierung	29
3.3.3	Intelligente Parkleitsysteme	31
3.3.4	Dynamische Preisgestaltung	33
3.4	<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	34
4	Methodik und Ergebnisse der Fachgespräche	37
4.1	<i>Kurzbeschreibung der Gesprächspartner</i>	37
4.2	<i>Leitfragen der Fachgespräche</i>	38
4.3	<i>Zusammenfassung und Analyse der Fachgespräche</i>	40
5	Das System Aware3D	43
5.1	<i>Ursprung der Idee zu Aware3D</i>	43
5.2	<i>Entstehungsprozess von Aware3D</i>	45
5.2.1	Die Entstehung der Hardware	46
5.2.2	Die Entwicklung der Software	48
5.3	<i>Funktionsweise von Aware3D</i>	51
5.4	<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	54
6	Potentiale und Herausforderungen für Aware3D	56
6.1	<i>Der Einfluss von Akteur-Vielfalt auf Aware3D</i>	58
6.2	<i>Der Einfluss von Fahrzeugvernetzung auf Aware3D</i>	60
6.2.1	Stufe 1: Informationsabfrage durch Fahrzeuge.....	61
6.2.2	Stufe 2: Fahrzeuge als Informationsquelle	62
6.2.3	Stufe 3: Car-to-Car-Kommunikation	64
6.3	<i>Der Einfluss von autonomen Fahrzeugen auf Aware3D</i>	65
6.4	<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	67
7	Schlussfolgerung	71
	Abbildungsverzeichnis	74
	Tabellenverzeichnis	74
	Quellenverzeichnis	75
	<i>Literaturquellen</i>	75
	<i>Internetquellen</i>	79
	Anhang	81

1 Einleitung

Die Schnelllebigkeit der heutigen Wirtschaft führt zu einer ständig wachsenden Nachfrage und Produktvielfalt. Insbesondere die Verkürzung von Produkt- und Technologielebenszyklen ist der Grund für die sinkende Zeitspanne zwischen Markteinführungen neuer Produkte, Technologien und Innovationen (Verworn und Herstatt, 2000). Um mit diesem Trend und somit dem immer stärker werdenden Wettbewerb mithalten zu können forcieren Unternehmen einen möglichst effizienten Produktentwicklungsprozess. Einen maßgeblichen Einfluss darauf hat das Innovationsmanagement, weshalb dieses eine immer bedeutendere Rolle im Bereich der Forschung und der Strategieentwicklung einzelnen Unternehmen einnimmt. Adams et al. (2006) argumentiert, dass wirtschaftlicher Erfolg sogar direkt mit dem Innovationsmanagement verbunden ist. Diese Aussage spiegelt sich auch in dem nahezu exponentiellen Wachstum an wissenschaftlichen Publikationen der letzten drei Jahrzehnte wider (Eveleens, 2010). Die intensivierete Forschung zum Umgang mit Innovationen resultiert in einer Vielfalt an unterschiedlichen Ansätzen und Modellen. Die Definitionen für ein erfolgreiches Innovationsmanagement unterscheiden sich dabei in Ablauf, Schwerpunkt und Zielformulierung teilweise stark (Verworn and Herstatt, 2000). Aus diesen verschiedenen Herangehensweisen ergeben sich oftmals Diskrepanzen zwischen Theorie und praktischer Umsetzung. Vor dem Hintergrund der Vielzahl an Innovationsprozessen ist es daher wichtig zu überprüfen, inwieweit die theoretischen Grundlagen in tatsächliche Handlungen umgewandelt werden. Die Gegenüberstellung von Theorie und Praxis anhand der Entwicklung einer technologischen Innovation ist dafür ein optimales Werkzeug. Dieser Vergleich, der den Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt, erfolgt anhand des konkreten Beispiels Smart-Parking. Smart-Parking wurde aus zweierlei Gründen gewählt: einerseits sind die neuartigen Technologien für den innovativen Charakter verantwortlich, andererseits erfährt Smart-Parking auf Grund der nachfolgenden gesellschaftlichen Trends derzeit eine immer größere Bedeutung.

Statistiken der United Nations and Department of Economic and Social Affairs (2014) haben ergeben, dass das rasante Wachstum der Weltbevölkerung nicht gleichermaßen auf ländliche und urbane Bereiche verteilt ist. 1950 lebte ein Großteil (70%) der Weltbevölkerung in nicht urbanen Gegenden und nur weniger als ein Drittel in Städten. Etwa drei Jahrzehnte später, um 1980, begann eine Wende dieser

Verteilung und führte 2007 erstmals dazu, dass mehr Menschen in Städten wohnten als in ländlichen Gebieten. Diese Urbanisierung hat sich seither sogar verstärkt, woraus die derzeitige Verteilung von 54% urbane und 46% ländliche Bewohner resultiert. Trendanalysen zu Folge, soll der urbane Bevölkerungsanteil bis zum Jahr 2050 sogar auf etwa 75% anwachsen, was in Abbildung 1.1 dargestellt wird.

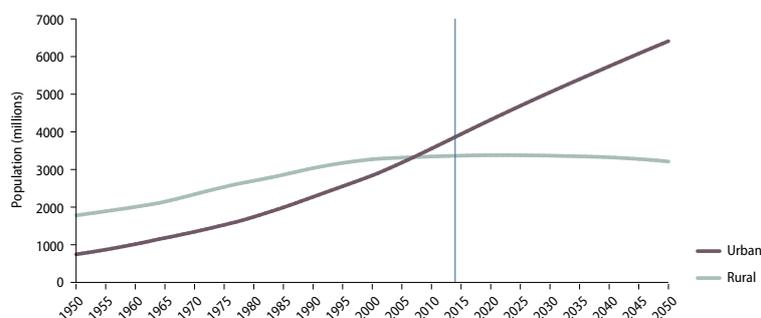


Abbildung 1.1: Bevölkerungsverteilung urbaner und ländlicher Gebiete (United Nations and Department of Economic and Social Affairs, 2014: S.7)

Der zuvor beschriebene weltweite Trend fällt für europäische Länder noch drastischer aus. Bereits 2014 wurden 73% der Bevölkerung in städtischen Lebensräumen gezählt und bis 2050 werden Werte von jenseits der 80% Marke prognostiziert. Spitzenreitern der Prognose sind Belgien mit 98% und die Niederlande mit 90% (United Nations and Department of Economic and Social Affairs, 2014). Ein weiter Fokus liegt in diesem Zusammenhang darauf, dass ein Anstieg der Bewohner in urbanen Gegenden automatisch zu einer Erhöhung der Kraftfahrzeuge in diesem Umfeld führt. Wie man aus Abbildung 2.2 am Beispiel Österreich sehen kann, ist der Bestand an Kraftfahrzeugen, speziell jener von PKWs, von 1948 bis 2016 signifikant gestiegen. Zusammen mit zunehmenden Bewohnerzahlen in urbanen Gegenden, ergibt das einen signifikanten Anstieg der Fahrzeugbelastung im urbanen Raum.

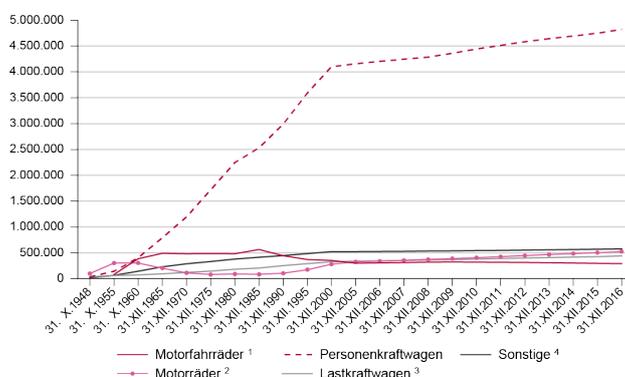


Abbildung 1.2: KFZ-Bestand in Österreich von 1948-2016¹

¹ http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html (letzter Zugriff 05.07.2017)

Dieser Anstieg an PKWs im städtisch Raum resultiert in einem zunehmenden Bedarf an zusätzlichen Parkmöglichkeiten. Auf Grund baulicher Gegebenheiten im innerstädtischen Bereich kann dieser Bedarf jedoch nur begrenzt durch neue Parkmöglichkeiten gedeckt werden. Daraus lässt sich ableiten, dass die bereits jetzt ausgereizten Abstellmöglichkeiten in Zukunft einer noch höheren Nachfrage gegenüberstehen, was in weiterer Folge zu einer Verschlimmerung der Parkplatzsituation führt. Speziell in urbanen Umgebungen ist die Suche nach Parkplätzen bereits jetzt Auslöser wesentlicher Probleme. Laut einer Studie von APCOA dauert eine Parkplatzsuche in Deutschland durchschnittlich zwischen 10 und 15 Minuten. Dabei wird eine Strecke von rund 4,5 km pro Suchvorgang zurückgelegt, wodurch Kosten von 1,35 € pro Parkplatzsuche entstehen. Zusätzlich entsteht dabei eine Umweltbelastung von 1,3 Kilogramm CO₂-Ausstoß.² Werden diese Werte auf den gesamten städtischen Bereich kumuliert, kann ein deutliches Potential für Optimierung erkannt werden und genau dieses Potential versuchen die innovativen Konzepte und Ansätze unter dem Begriff Smart-Parking auszuschöpfen.

Neben den demographischen Aspekten gilt es im Zusammenhang mit Smart-Parking auch die wesentlichen Veränderungen im Transportsektor zu beachten. Das dynamische Umfeld der Automobilbranche befindet sich im stetigen Wandel, wodurch viele Einflussfaktoren für neuartige Technologien wie Smart-Parking entstehen können. Da allgemeine Theorien zur Auswirkung solcher Veränderungen auf Innovationen kaum existieren, ist dieser Ansatz zum Innovationsmanagements ebenfalls ein Teil dieser Arbeit. Zusammengefasst werden diese Aspekte in der Forschungsfragestellung dieser Arbeit, die wie folgt lautet:

Inwieweit ist es möglich theoretische Grundlagen der Entwicklung einer technischen Innovation auf den Anwendungsfall Smart Parking umzulegen und welche derzeitigen Trends und Veränderungen werden die Technologie in Zukunft beeinflussen?

Die Ausarbeitung der zuvor definierten Forschungsfrage gliedert sich in vier wesentliche Abschnitte. Die ersten beiden Kapitel umfassen eine Literatur- und Internetrecherche der Themen Innovationsmanagement und Smart-Parking, um dem Leser mit dem theoretischen Grundwissen vertraut zu machen. Dabei werden aktuelle

² <http://www.apcoa.de/nachrichten/artikel/apcoa-parking-studie-die-parkplatz-suche-verschlingt-viel-zeit-und-geld.html> (letzter Zugriff: 05.07.2017)

Theorien zum Innovationmanagement behandelt und ein Überblick zur derzeitigen Forschung und Entwicklung im Bereich Smart-Parking geschaffen. Im dritten Abschnitt wird der Anwendungsfall Smart-Parking konkretisiert und das von der Firma *Siemens* entwickelte System Aware3D im Detail analysiert. In diesem Kapitel wird der praktische Aspekt des Innovationsmanagements fokussiert, indem der Entwicklungsprozess bei *Siemens* mit den zuvor erarbeiteten theoretischen Grundlagen verglichen wird. Im letzten Teil dieser Arbeit werden die aus den vorangehenden Kapitel gewonnen Informationen zusammengetragen, um die Auswirkung derzeitiger Entwicklung auf Aware3D zu analysieren.

Die dafür notwendigen Informationen werden aus der Betrachtung des Systems vor Ort und aus Expertengesprächen mit Mitarbeitern von Siemens, die bei der Entwicklung von Aware3D beteiligt waren, gewonnen. Die Gesprächspartner umfassen:

- Herr Dipl.-Ing. Markus Racz, CEO Business Unit Mobility & Intelligent Traffic Systems
- Herr Dipl.- Ing. Christian Perschl, Projektleitung und technische Entwicklung
- Herr Werner Hammer, Vertrieb
- Herr Herbert Haunschmid, Qualitätskontrolle für Entwicklungsprozesse

Eine detaillierte Beschreibung der methodischen Vorgehensweise dieser Gespräche folgt im Abschnitt „Methodik und Ergebnisse der Fachgespräche.“

2 Innovationsmanagement

Im einleitenden Abschnitt dieser Arbeit wurde bereits kurz auf die Wichtigkeit von Innovationsmanagement für wirtschaftlichen Erfolg hingewiesen. Um jedoch die Relevanz dieser Thematik an einem tatsächlichen Beispiel überprüfen zu können, muss zuerst das theoretische Grundgerüst zum Umgang mit Innovation behandelt werden.

Der Begriff Innovationsmanagement wird oftmals nur mit dem Ablauf des Entwicklungsprozesses in Verbindung gebracht, jedoch gibt es zwei weitere Aspekte, die in diesem Zusammenhang relevant sind. Zum einen, ist für den Managementprozess eine zugrundeliegende Innovation oder innovative Idee notwendig. Diese stellt die fundamentalen Ziele für Planung, Forschung und Verwirklichung dar und leitet somit das eigentliche Innovationsmanagement ein. Verloop (2013: S.3) bezieht sich in seiner Definition: „*Innovation is bringing an insightful idea successfully to the market*“ auf genau diesen Aspekt. Eine zugrundeliegende aufschlussreiche Idee ist die Grundlage des Prozesses. Zum anderen ist auch ein Blick auf zukünftige Veränderungen, die in direktem Zusammenhang mit der Innovation oder ihrem Anwendungsgebiet stehen, ein wichtiger Teil des Innovationsmanagements. Stehen zum Beispiel Entwicklungen bevor, die das Marktsegment oder die Branche grundlegend verändern werden, sollten diese in den Innovationsprozess einfließen. Obwohl viele Prozessmodelle (wie in der folgenden Analyse noch gezeigt wird oder auch aus der Definition von vornhin zu sehen ist) als letzten Schritt die Markteinführung sehen, sollten auch Entwicklungen darüber hinaus beachtet werden, um eine möglichst lange Lebensdauer von innovativen Ideen zu ermöglichen. Das nachfolgende Kapitel zum Umgang mit Innovation wird demzufolge in drei Abschnitte unterteilt, die den zuvor identifizierten wesentlichen Aspekten entsprechen und sich mit folgenden Inhalten befassen:

- 1) Der erste Abschnitt umfasst den Anstoß zum Innovationsprozess. Wodurch entstehen Ideen, die Innovationen zu Grunde liegen und welche Einfluss nimmt der Ideenursprung auf das weitere Vorgehen bei der Realisierung?
- 2) Die Methoden und Modelle zur Verwirklichung von Innovationen stellt den zweiten Teil des Kapitels dar. Die grundlegende Fragestellung dieses Abschnittes umfasst die unterschiedlichen Prozessmodelle, deren Verschiedenheiten und Gründe dafür, ein bestimmtes Modell zu verwenden.

- 3) Abschließend stehen zukünftige, die Innovation oder das Einsatzgebiet betreffende, Entwicklungen im Vordergrund.

2.1 Ursprung von Innovation

Die weit verbreitete Vorstellung, dass der Ursprung von Innovation in einem genialen Geistesblitz eines Erfinders liegt, ist eher ein Mythos als die Realität. Es gibt nach wie vor Menschen, die mit ihrem Erfindergeist neuartige Entwicklungen anstoßen, jedoch stellt diese Art der Innovation nur einen minimalen Teil dar. Der größte Anteil an Innovation ist anderen Gründen zuzuordnen (Drucker, 1998). Grundlegend lässt sich der Ursprung von Innovation in zwei Kategorien unterteilen: Einerseits können Innovationen von Unternehmen ausgehen (technology-push), andererseits vom Kunden bzw. Markt (market-pull) angetrieben werden. Dementsprechend lassen sich Innovationen, je nach Auslöser, in Push- und Pull-Innovationen unterscheiden (Brem und Voigt, 2009; Granig und Perusch, 2012).

2.1.1 Push-Innovationen

Unter die Kategorie der Push-Innovationen fallen jene Neuerung, die durch Technologien vorangetrieben werden. Die Entwicklung der zugrundeliegenden Technologie findet losgelöst von einem konkreten Einsatzgebiet und ohne Anforderung vom Markt statt. Eine passende Anwendung wird erst später gefunden und die Nachfrage durch gezieltes Marketing geschaffen (Granig und Perusch, 2012).

Für den Prozess der Ideengenerierung von Push-Innovationen spielt der sogenannte R&D-Bereich (Research and Development) in Unternehmen eine bedeutende Rolle. In dieser Abteilung wird Grundsatzforschung betrieben und alternative Ansätze der Produktentwicklungen verfolgt. Der Forschungsbereich, der für die Generierung alternativer Ideen zuständig ist, wird vollständig von der restlichen Entwicklung getrennt. Dadurch wird eine Befreiung von täglichen Routinen und zeitlichen Grenzen, welche Projekte normalerweise charakterisieren, möglich (Brem und Voigt, 2009). Da für die Entstehung neuer Ideen ohne vorgegebene Problemstellung ein gewisses Maß an Kreativität erforderlich ist, wird die interne Ideengenerierung durch eine Vielzahl an sogenannten Kreativitätstechniken unterstützt. Diese lassen sich in zwei Hauptgruppen unterteilen: die intuitiv-kreativen Methoden (zu denen unter anderem Brainstorming und Mind-Mapping gehören) und die systematisch-analytischen Methoden (die Ansätze wie Synektik, Bionik und morphologisch Analyse umfassen) (Granig und Perusch, 2012).

Um für die entwickelte Technologie einen passenden Markt oder ein optimales Einsatzgebiet zu finden, ist entscheidend um welche Art der Innovation es sich handelt. Gerpott (2005) unterscheidet Innovationen in diesem Zusammenhang nach dem Grad ihrer Neuheit. Handelt es sich um eine Innovation mit geringem Neuheitsgrad, spricht man nach Granig und Perusch (2012) von „Verbesserungsinnovationen“. Da es sich dabei, wie der Name schon sagt, um Verbesserungen bestehender Produkte, Technologien oder Prozesse handelt, ist das Suchen nach einem Einsatzbereich nicht notwendig. Der Markt und die dazugehörige Kundschaft sind bereits bekannt und durch gezieltes Marketing kann ein Bedarf für die Neuheiten geschaffen werden.

Handelt sich jedoch um Innovationen mit sehr hohem Neuheitsgrad („Basisinnovationen“ nach Granig und Perusch (2012)) ist die gezielte Suche nach einem Anwendungsbereich deutlich schwieriger. Zufällige Ereignisse spielen dabei oft eine wichtige Rolle. Jedoch sind Zufälle oder nicht geplante Ereignisse für viele meist unerwünscht und speziell Unternehmen stehen plötzlichen Abweichungen nicht positiv gegenüber (Drucker, 1998). Selbst bei Alternativen, die ein größeres Potential bieten, fällt eine Neuorientierung oftmals schwer, insbesondere, wenn die Entwicklung für einen expliziten Bereich gedacht ist. Diese Problematik fällt unter den Begriff „funktionale Fixierung“, die beschreibt, dass ausschließlich eine bestimmte Einsatzmöglichkeit oder Funktion in Betracht gezogen wird. Das Verschließen vor alternativen Anwendungen stellt oftmals ein fundamentales Hindernis für das Entstehen von Innovationen dar, wie McCaffrey (2012) beschreibt. Löst man sich von der Idee einen expliziten Bereich zu bedienen und ist offen für alternative Einsatzbereiche, steigt das Potential von Ideen signifikant (Drucker, 1998). Als Beispiel dafür soll das österreichische Unternehmen *Runtastic* dienen. Ursprünglich wollten die Gründer des Start-Up *mSport* eine Möglichkeit bieten über Ortungsgeräte die Teilnehmer von Segel- und Motorsportbewerben zu orten. Die Zuschauer dieser Bewerbe hätten dadurch die Möglichkeit gehabt, einzelne Teilnehmer gezielt zu verfolgen.³ Da die Zielgruppe für diesen Anwendungsbereich zu klein war, entstand die Idee diese Systematik stattdessen für Läufer und Wanderer einzusetzen. Diese würde die Möglichkeit erhalten, ihre gelaufene oder gegangene Strecke aufzuzeichnen,⁴ was den Weg für den heutigen Erfolg des Unternehmens bereitete.

³ http://www.msports.at/referenzen_presse.html (letzter Zugriff 18.09.2017)

⁴ https://www.gruenderservice.at/site/gruenderservice/planung/Businessplan_runtastic.pdf (letzter Zugriff 19.09.2017)

Push-Innovationen zeichnen sich jedoch durch einige Problematiken aus. Einerseits besteht das Risiko, dass primär nur jene Ansätze erforscht werden, deren Ausführung und Evaluierung relativ einfach ist. Dabei können die verfügbaren Mittel oder auch die Komplexität limitierende Faktoren darstellen. Ein weiteres Problem der „ziellosen“ Forschung besteht darin, dass sich der definierte Zielmarkt nach der Entwicklung einer Innovationen als nicht lukrativ genug herausstellen kann. Darüber hinaus kann es dazu führen, dass gar kein passender Anwendungsbereich gefunden wird. Auch bei Verbesserungsinnovationen hat der Push-Ansatz einen konkreten Nachteil. Wird ein neuer Ansatz zur Verbesserung gefunden, sieht man die Forschung diesbezüglich als abgeschlossen an, unabhängig davon ob es potentiell einen noch besseren Ansatz gäben könnte. Diese Schwachstelle resultiert ebenfalls daraus, dass vorab keine konkreten Ziele definiert werden (Burgelman and Sayles, 2004).

2.1.2 Pull-Innovationen

Eine Möglichkeit auf diese Probleme zu reagieren stellt eine alternative Ideengenerierung dar, der markt-pull-Ansatz. Als Pull-Innovation werden jene Innovationen gesehen, die vom Markt bzw. von den Kunden initiiert werden (Granig and Perusch, 2012). Ein konkreter Kundenwunsch oder ein nicht bedientes Bedürfnis treiben die Entwicklung neuer Lösungsansätze voran und geben somit den Anstoß zum Innovationsprozess (Brem and Voigt, 2009). Piller (2006) unterscheidet dabei die beiden Konzepte von *User Innovation* und *Open Innovation*, die beide der Kategorie Pull-Innovationen angehören. Diese beiden Begriffe werden dadurch separiert, wie stark der Kunde in den Entwicklungsprozess einbezogen ist. Für einen erfolgreichen Innovationsprozess, so Piller (2006), sind die Beschaffung und Nutzung zweier wesentlicher Aspekte nötig; der Bedürfnis- und Lösungsinformationen. Bedürfnisinformationen beschreiben die „Präferenzen, Wünsche, Zufriedenheitsfaktoren und Kaufmotive der aktuellen und potentiellen Kunden bzw. Nutzer einer Leistung“ (Piller, 2006, S. 4). Lösungsinformationen umfassen die technischen Möglichkeiten und Potentiale, die eine effiziente Erfüllung der Kundenbedürfnisse möglich machen.

User Innovation bezieht sich auf die Beschaffung von Bedürfnisinformationen. Dabei wird der Kunde selbst aktiv und verfolgt eigenständig neue Ideen. Unternehmen greifen diese Ideen auf, entwickeln daraus serienreife Produkte und vermarkten diese. Als klassisches Beispiel wird in diesem Zusammenhang der *Lead User* genannt. Wie Urban und Von Hippel (1988) beschreiben, wird ein Lead User dadurch

gekennzeichnet, dass dessen spezielle Bedürfnisse später zu allgemein verlangten Standards der Industrie werden. Lead User zeigen darüber hinaus eine große Motivation auch selbständig an der Entwicklung mitzuarbeiten, da sie immens von der Umsetzung ihrer Bedürfnisse profitieren. Ein Beispiel dafür ist der Sport Kite-Surfing. Die Idee dafür entstand von Surfern, die, durch den Wunsch höhere und weitere Sprünge zu erreichen, mit einer Verbindung von Surfboards und Segel vom Drachenfliegen, erste Prototypen entwarfen. Diese Idee wurde von der Industrie aufgefasst und schuf ein etabliertes Marktsegment (Piller, 2006).

Der zweite Aspekt von Pull-Innovationen ist, dass ein interaktives Verhältnis zum Kunden nicht nur für die Generierung der Idee, sondern auch bei der Umsetzung der Lösung von großer Hilfe sein kann. Das Öffnen der Unternehmensgrenzen, nicht nur um externe Idee und Anstöße zu innovativen Gedanken zu erhalten, sondern auch als Unterstützung im Lösungs- und Entwicklungsprozess, wird als Open Innovation bezeichnet. Das Ziel ist, durch ein interaktives Zusammenspiel von Hersteller und Markt, den Innovationsprozess so effektiv und effizient wie möglich zu gestalten (Piller, 2006). Open Innovation soll auch über eine Interaktion mit dem Kunden hinausgehen und sogar andere Organisationen einbeziehen. Dabei soll eine rein vertikale Entstehung, welche ausschließlich interne Prozesse umfasst, um eine horizontale Entwicklung erweitert werden. Das Ziel ist es nicht nur Kunden, sondern auch Zulieferer, Universitäten und andere Firmen, sogar Mitbewerber in die Forschung einzubeziehen. Dadurch soll aus dem Innovationsprozess ein Innovationssystem werden (Chesbrough, 2003).

Auch Pull-Innovation zeigen einige Problematiken auf. Ein möglicher Kritikpunkt ist, dass Unternehmen dazu verleitet sind nur einfach umsetzbare Kundenwünsche zu verfolgen (Burgelman und Sayles, 2004). Gerade bei Open Innovation ist der Austausch von Wissen ein Hindernis. Das Übertragen von Wissen kann oftmals nur über Personalwechsel vollzogen werden, wodurch der Schutz von erfolgsbestimmenden internem Knowhow gefährdet sein kann (Chesbrough, 2003). Weiters kann es sich im Nachhinein herausstellen, dass es sich bei den Bedürfnissen von fälschlicherweise als Lead User identifizierten Kunden, lediglich um individuelle Bedürfnisse handelt und nicht die breite Masse repräsentieren. Es besteht die Gefahr, dass die in die Lösung investierten Ressourcen das Potential überschreiten.

Wie man aus beiden Kapiteln über Push- und Pull-Innovation sehen kann, sprechen einige Aspekte sowohl für, als auch gegen die jeweiligen Ansätze. Obwohl Granig und Perusch (2012) argumentieren, dass in vielen Fällen Push-Innovationen eher zu Basisinnovationen und Pull-Innovationen eher zu Verbesserungen führen, stellt weder der eine noch der andere Ansatz in allen Fällen eine optimale Herangehensweise dar. Der Ursprung erfolgreicher Innovationen ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig und wird nicht durch das Befolgen allgemeiner Regeln und Richtlinien erreicht. Darüber hinaus, ist in den meisten Fällen das Anstreben eines reinen Push- oder Pull-Ansatzes nicht ausreichend, da beide Probleme aufweisen, wie durch die Gegenüberstellung in Abbildung 2.1: Gegenüberstellung einiger Push- und Pull-Faktoren (Gerpott, 2005; zufolge Brem and Voigt, 2009; S.356) sichtbar wird. Ein Weg diese zu reduzieren ist eine Kombination aus beiden. Wie auch Kline und Rosenberg (1986) betonen, liegt der Erfolg einer Innovation in einer ausgeglichenen Kombination einer technology-push und market-pull Betrachtung. Da die Probleme der einen Herangehensweise, die Stärken der anderen darstellen, ermöglicht eine Kombination beider Ansätze eine Minimierung der der Risikofaktoren und eine Optimierung des Outputs.

Description/attribute	Technology push	Market pull
Technological uncertainty	High	Low
R&D expenses	High	Low
R&D duration	Long	Short
Sales market-related uncertainty	High	Low
Time-to-market	Uncertain/ unknown	Certain/known
R&D customer integration	Difficult	Easy
Kinds of market research	Qualitative- discovering	Quantitative- verifying
Need for change of customer behavior	Extensive	Minimal

Abbildung 2.1: Gegenüberstellung einiger Push- und Pull-Faktoren (Gerpott, 2005; zufolge Brem and Voigt, 2009; S.356)

2.2 Modelle des Innovationsprozesses

Nach der Konkretisierung der zugrundeliegenden Idee ist der nächste Schritt die tatsächliche Umsetzung dieser. Diese erfolgt meist anhand eines vorab definierten Entwicklungsprozesses. Da Innovation in allen Industrien zum täglichen Geschäft zählen und die Charakteristiken verschiedener Branchen stark variieren, gibt es eine Vielzahl an Theorien zum diesem Prozess. Grundlegend für die Entstehung dieser Variantenvielfalt ist eine Veränderung der menschlichen Auffassung von Innovation. Maßgeblich dafür verantwortlich ist, dass sich das Umfeld, in dem Innovation auftritt, ständig verändert. Mit zunehmender Komplexität des Innovationsgebiets (zum Beispiel

Gesellschaft, Technik oder Organisationen), steigen auch die Anforderungen an das Management und es entstehen höher-komplexe Prozessmodelle. Der Umgang mit Innovation, vom anfänglichen trail-and-error, zu technology-push, market-pull und schließlich einem vollständig vernetzten Innovationsmanagement, entwickelte sich mit dem Fortschreiten der zu innovierenden Disziplinen mit (Eveleens, 2010). Aktuelle Trends, wie stetig wachsende Anforderungen von Seiten des Markts oder der Kunden, verlangen einen dynamischen Innovationsprozess. Die konstante Weiterentwicklung dieses führt zu neuen Ansätzen und vergrößert die Anzahl an theoretischen Herangehensweisen. Jedoch behalten auch alte Modelle nach wie vor ihre Wichtigkeit. Diesen stellen den Grundstein für die Erweiterungen der letzten Jahrzehnte dar und werden auch weiterhin von Bedeutung bleiben. Im folgenden Kapitel soll ein Überblick der unterschiedlichen Prozessmodelle und deren Entwicklung geschaffen werden.

Die erste Gruppe der Innovationsprozesse stellen die Phasenmodelle dar. Bei diesem Ansatz wird der Entwicklungszyklus eines Produkts oder einer Technologie in mehrere Phasen unterteilt, die einer bestimmten zeitlichen Abfolge unterliegen und vorgegebene Aufgaben beinhalten. Sind alle Teilaufgaben eines Prozessabschnittes absolviert, wird der nächste begonnen. Thom (1980) entwickelte eines der ersten Schemata für den Ablauf von Innovationsprozessen. Die drei wesentlichen Bereiche, die sich den Umgang mit neuen Ideen behandeln, sind: Ideengenerierung, Ideenakzeptierung und Ideenrealisierung. Viele nachfolgende Prozessmodell bauten auf den Grundzügen des, von Thom entwickelten Modells auf, indem die Grundstruktur mit weiteren Abschnitten und Unterpunkten erweitert wurde (Rüggeberg und Burmeister, 2008; Verworn und Herstatt, 2000). Ein Beispiel eines solchen erweiterten Phasenmodells wird in Abbildung 2.2 Phasenmodell für die Entwicklung einer Innovation (Eppinger and Ulrich (1995): S.15) dargestellt.

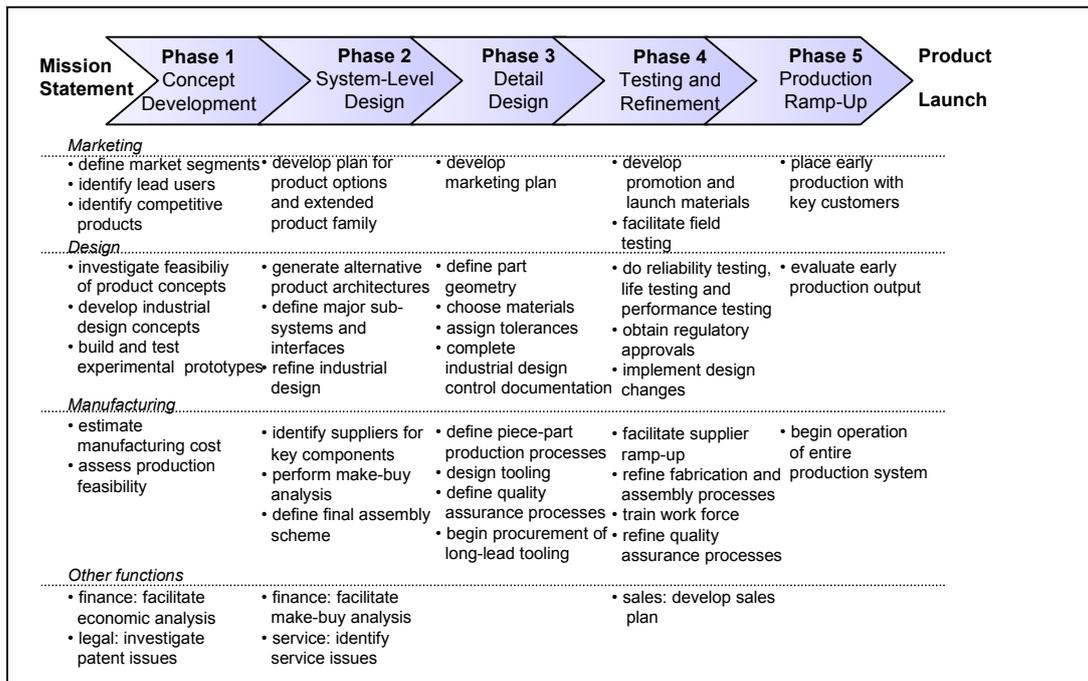


Abbildung 2.2 Phasenmodell für die Entwicklung einer Innovation (Eppinger and Ulrich (1995): S.15)

Aus einer Erweiterung des Phasenmodells entstand das Stage-Gate-Modell, was ursprünglich phased review process genannt wurde. Am Ende jeder Phase folgt eine Überprüfung der zuvor festgelegten Ziele. Eine Erfüllung aller Vorgaben war Voraussetzung für den Start und die Finanzierung der darauffolgenden Phase. Das phased review model war somit zu Beginn mehr ein Kontrollwerkzeug und ausschließlich für die Entwicklung physischer Produkte gedacht. Als Beispiel dient das von Brockhoff (1999) entwickelte Phasenmodell. Dieses beschreibt den theoretischen Ablauf eines Innovationsprozesses, integriert jedoch bei bestimmten Phasen Abbruchmöglichkeiten, sollte das Projekt aus technischen oder ökonomischen Gründen ein Misserfolg sein. Die Überprüfung gewisser Voraussetzungen stellt eine Vorstufe zu den klar formulierten Gates, des Stage-Gate-Modells dar.

Das heute bekannten Stage-Gate-Modell entstand aus einer Erweiterung des phased review models. Diese Erweiterung des Entwicklungsprozesses erfolgte durch Einbeziehen der Ideengenerierung und Markteinführung, sowie einen verstärkten Fokus auf Marktstrategien (Cooper, 1994). Dieses ist in der grundlegenden Form in Abbildung 2.3 Grundprinzip eines Stage-Gate-Prozesses (Cooper, 1994: S.5) dargestellt. Ein Gate ist ein Entscheidungspunkt, der anhand bestimmter Kriterien über die Fort- oder Aussetzung des Projekts entscheidet. Vorteile dieser Methode sind, dass der Entwicklungsprozess eine klare Struktur erhält und die Kommunikation zwischen den einzelnen Bereichen und dem Management verbessert wird (Verworn and Herstatt,

2000). Des Weiteren kann durch vorab festgelte Kriterien und Ziele die Effizienz innerhalb der einzelnen Prozesse (Stages) verbessert werden. Eine rein sequentielle Bearbeitung kann jedoch auch zu Verzögerungen des Gesamtprozesses führen, speziell wenn zum Entscheidungspunkt (Gate) nicht genügend Informationen zur Verfügung stehen (Rüggeberg und Burmeister, 2008).

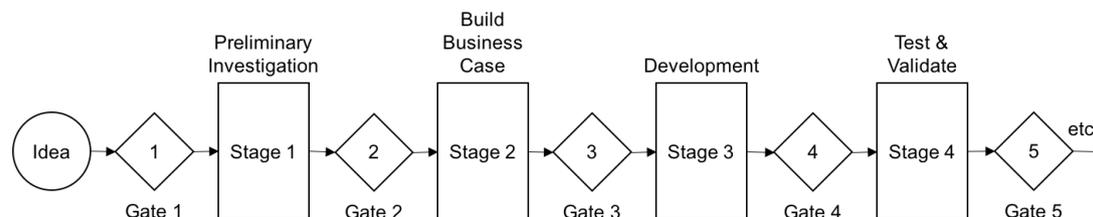


Abbildung 2.3 Grundprinzip eines Stage-Gate-Prozesses (Cooper, 1994: S.5)

Ein Problem der Prozessmodelle ist der oftmals langsame Fortschritt von sequentiellen Abläufen, da ein Ablauf oder Stage alle darauffolgenden Schritte verzögern kann. Die Idee, diese Abhängigkeit zu minimieren, führte dazu, den Entwicklungs- oder Innovationsprozess durch rückwirkende Zyklen dynamisch zu gestalten. Dadurch sind die Kreislauf-Modelle entstanden. Eines der ersten Kreislauf-Modelle und gleichzeitig als direkter Ablöser des Stage-Gate-Prozesses gedacht, ist der *Value Proposition Cycle* von Hughes und Chafin (1996). Der Value Proposition Cycle (oder Wertschöpfungszyklus) besteht, wie Abbildung 2.4 Modell eines Value Proposition Cycle (Hughes and Chafin, 1996: S.93) zeigt, aus vier iterativen Zyklen, anhand welcher über die Durchführbarkeit eines Projekts, einer neuen Technologie oder Innovation entschieden wird. Während des Entwicklungsprozesses wird in jedem der vier Stadien der erzielbare Mehrwert (woraus der Name entsteht) ermittelt, den das Projekt erzielen kann. Gemeinsam mit dem zeitlichen Fortschritt (entspricht der horizontalen Achse), soll auch die Sicherheit über den erzeugbaren Mehrwert (vertikale Achse) steigen. Je weiter das Projekt oder die Entwicklung eines Produkts fortgeschritten ist, desto mehr Informationen sind über die mögliche Wertschöpfung vorhanden. In jedem Zyklus wird durch gezielte Fragestellungen der erzielbare Mehrwert ermittelt. Der Übergang zum nächsten Zyklus, kann daher ebenfalls als Gate oder Entscheidungspunkt gesehen werden. Stellt sich heraus, dass mit großer Sicherheit keine geplante Wertsteigerung erzielt werden kann, schreitet das Projekt nicht in den nächsten Zyklus voran (Hughes and Chafin, 1996). Die Anwendungsmöglichkeiten dieses Modells sind sehr hoch, da eine Wertsteigerung auf beliebige Art definiert werden kann. Aus diesem Grund ist ein Einsatz auch in verschiedenen Branchen leicht realisierbar.

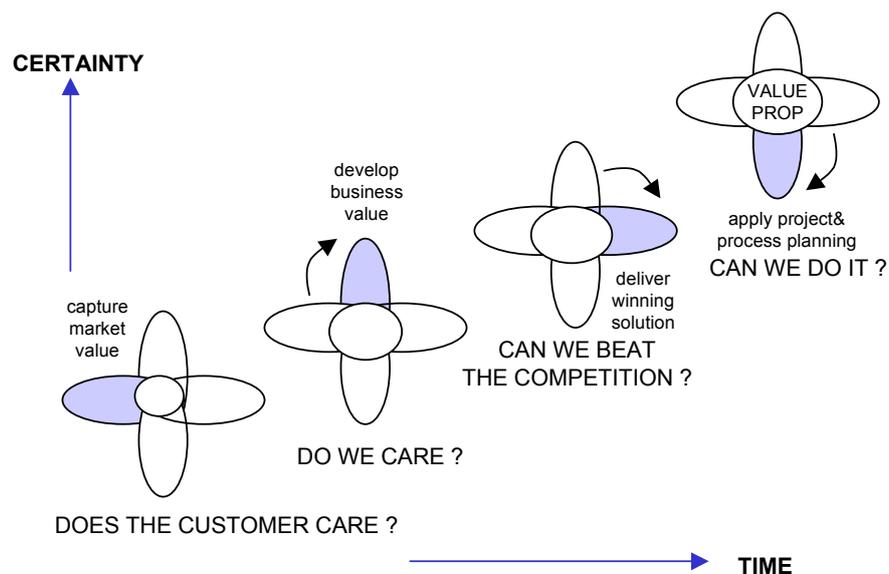


Abbildung 2.4 Modell eines Value Proposition Cycle (Hughes and Chafin, 1996: S.93)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Innovationsmodelle in der Regel aus vier wesentlichen Schritten bestehen, wie Eveleens (2010) beschreibt:

1. Ideengenerierung oder -suche. Viele Modelle beginnen damit, Ideen zu generieren oder neue Innovationsmöglichkeiten zu identifizieren. Dieser Schritt ist jedoch nicht in allen Modellen wiederzufinden, weshalb das vorangehende Kapitel darauf fokussiert war.
2. Ideenbewertung und -auswahl. Im zweiten Schritt wird aus einer Vielzahl von Ideen, die im vorangestellten Prozessschritt erzeugt wurden, jene mit dem größten Potential selektiert. Dieser Auswahlprozess erfolgt anhand bestimmter Kriterien, wie Erfolgswahrscheinlichkeit, potentielle Nachfrage, Kostenvoranschläge, Umsetzbarkeit, etc.
3. Entwicklung und Testphase. In der dritten Phase wird die Realisierung der Idee behandelt. Je nach Modell und umzusetzender Idee umfasst dieser Abschnitt unterschiedliche Aspekte. Meist handelt es sich jedoch um das Erzeugen eines Prototypens und darauffolge Tests.
4. Realisierung und Markteinführung. In diesem Schritt wird das fertige Produkt, der Prozess oder die Dienstleistung auf den Markt gebracht. Dieser Abschnitt stellt bei vielen Modelle den Abschluss des Innovationsprozesses dar.

Obwohl diese vier grundlegenden Schritte in fast allen Modellen enthalten sind, gibt es doch merkliche Unterschiede. Speziell bei Anfang und Ende gleichen sich wenige Prozesse. Da jedoch auch die zugrundeliegenden Innovationen niemals ident sind, gibt es auch kein universal passendes Managementmodell. Die Art der Innovation
Stiglitz Philipp, 1126808

entscheidet darüber, welche Schritte im Innovationsmanagement sinnvoll sind. Wird zum Beispiel der Anstoß zur Idee vom Kunden direkt gegeben, ist der Schritt der Ideenauswahl überflüssig. Ist der Innovationsursprung auf Seiten des Marktes bzw. der Kunden wird meist eine bestimmte Verbesserung oder ein konkretes Bedürfnis oder Problem angesprochen, weshalb die Ideenselektion bereits von der Verbraucherseite übernommen wurde. Man kann daraus erkennen, dass die Vielzahl an Prozessmodellen aus der Vielfalt der Anwendungsgebiete resultiert. Einen universal einsetzbaren und richtigen Lösungsweg gibt es nicht. Gleiches gilt für den Umgang mit Innovationen nach der Markteinführung, was im nächsten Kapitel näher behandelt wird.

2.3 Innovation nach der Markteinführung

Obwohl bei den meisten Innovationsmanagementmodellen die Markteinführung das Ende des Prozesses darstellt (Eveleens, 2010), sind auch Aspekte nach der Realisierung einer Innovation essenziell. Schnelllebigkeit und disruptive Veränderungen sind zwei wesentliche Merkmale unserer heutigen Zeit. Aktuelle Trends, wie eine veränderte Nachfrage oder die Entwicklung neuer Technologien, können signifikanten Einfluss auf das Anwendungsgebiet einer Innovation haben. In extremen Fällen können sogar grundlegende Eigenschaften einer Innovation maßgeblich beeinflusst werden. Einige solcher Trends und Veränderungen können zwar bis zu einem gewissen Grad im Prozessschritt der Forschung und Entwicklung analysiert werden, jedoch ist, im Gegensatz zu anderen Aspekten des Innovationsprozesses, keine allgemein anwendbare Herangehensweise zu finden.

Allgemeine Theorien und literarisches Material zu den Methoden und Abläufen des Innovationsprozesses sind in großer Zahl vorhanden. Durch die Betrachtung erfolgreicher Projekte können essentielle für universal anwendbare Konzepte gebildet abgeleitet werden. Untersucht man jedoch den Einfluss von technologischen oder gesellschaftlichen Trends auf das Anwendungsgebiet einer Innovation, wird eine allgemeine Ansicht schwierig. Nicht nur die Grundlagen jeder Innovation sind anders, sondern auch der Anwendungsbereich ist unterschiedlich. Oftmals erzeugen innovative Neuheiten zuvor unbekannte Marktsektoren oder schaffen neue Bedürfnisse. Solche Aspekte sind während des Innovationsprozesses schwer vorauszusagen und hängen stark von der betrachteten Innovation ab, was eine einheitliche Betrachtung erschwert. Ebenso, sind Veränderungen in einem Markt und der Einfluss dieser auf die Innovation nicht allgemein beschreibbar. Man sieht, dass

die Betrachtung des Innovationsumfelds eine Analyse von Faktoren benötigt, die im Zusammenhang mit den grundlegenden Aspekten der Innovation stehen. Kritische Trends, neue Potentiale oder wichtige Veränderungen lassen sich deshalb besser anhand konkreter Beispiele erforschen.

Aus dem oben beschriebenen Grund liegt der Fokus dieser Arbeit in der Analyse des Innovationsprozesses am Beispiel Smart Parking. Diese neuartige Technologie stellt auf Grund vieler dynamische Komponenten eine geeignete Grundlage für eine Forschung in diese Richtung dar. Ein wesentlicher Aspekt ist die Variantenvielfalt an derzeit erforschten und auch teilweise bereits eingesetzten Systemen, wie in Kapitel 3 detailliert beschrieben wird. Die unterschiedlichen Ansätze bieten viele Vergleichsmöglichkeiten und Anregungen zur Problemlösung. Weiters umfasst Smart Parking technologische Innovationen. Speziell der Technologie- und IT-Bereich ist durch rasante und oftmals radikale Veränderungen geprägt. Dabei anzumerken ist, dass diese Veränderungen sowohl auf kleiner Ebene, zum Beispiel durch neue Bauteile, als auch auf großer Ebene, durch die Vernetzung neuer Komponenten oder Integration ganzer Anwendungsgebiete, anzutreffen ist. Veränderungen auf kleiner Ebene führen zu Entwicklungen neuer Systeme, während jene auf großer Ebene die grundlegende Herangehensweise neu definieren kann. Darüber hinaus, ist das Einsatzgebiet der Parkraumbewirtschaftung dynamisch. Die Dynamik entsteht durch zwei wesentliche Bereiche: den technischen und demographischen. Der technische Aspekt wird vor allem durch die Weiterentwicklungen im Transportwesen, speziell durch neue Antriebe, die Vernetzung der Verkehrsteilnehmer und Autonomie vorangetrieben. Aus demographischer Sicht sind verschiedene Trends, die die Bevölkerung, den Lebensraum und die Wanderung betreffen, ausschlaggebend.

Wie bereits erwähnt, beinhaltet das Thema Smart-Parking eine Vielzahl an Herangehensweisen und Varianten. Aus diesem Grund wird als Ausgangspunkt der Analyse das von Siemens entwickelte *Aware3D* herangezogen. Dieses Smart-Parking System, dessen detaillierte Funktionsweise und Entwicklungsablauf in Kapitel 5 behandelt werden, stellt ein optimales Beispiel für die Betrachtung der Aspekte nach der Markteinführungsphase dar. Diese neuartige Technologie zur intelligenten Parkraumbewirtschaftung ist seit April 2017 in der Stadt Graz im Einsatz und bietet daher eine Vielzahl an Informationen. Die Idee für *Aware3D* entstand durch den spezifischen Kundenwunsch der Stadt Graz an ein Konzept zur Neuauslegung eines

Taxistandes. Der Einsatz einer kamera-basierten Technologie zur Objekterkennung führten zu der Entwicklung des Smart-Parking Konzepts, *Aware3D*.

Um die Auswirkungen derzeitiger Entwicklungen in den Bereichen Transportwesen, Technologie und Demographie auf das von Siemens entwickelte Smart-Parking System zu analysieren, ist eine vorgestellte Betrachtung zweier Aspekte notwendig. Einerseits soll eine Gegenüberstellung derzeit erforschter Ansätze zum intelligenten Parkraummanagement erfolgen, um so einen Überblick der verschiedenen Dimensionen dieser Thematik zu schaffen. Andererseits wird der Innovationsvorgang bei Siemens detailliert beobachtet. In diesem Abschnitt soll die Entwicklung von *Aware3D* analysiert werden. Die grundlegende Forschung zu Smart-Parking soll dabei helfen, bestimmte Entscheidungen nachzuvollziehen und zu evaluieren. Ist das Grundwesen dieser Thematik erforscht und mit der konkreten Lösung von Siemens verglichen, werden derzeitige Trends, zukünftige Entwicklungen und neue Möglichkeiten herangezogen, um sowohl Potential als auch Herausforderungen dieser Technologie zu evaluieren.

3 Smart-Parking: Ein Überblick

Im folgenden Kapitel soll der zweit wesentliche theoretische Grundstein für die nachfolgenden Analysen gelegt werden, der derzeitige Stand der Forschung zum Thema Smart-Parking. Die demographischen und gesellschaftlichen Herausforderungen, im Zusammenhang mit der urbanen Parkraumbewirtschaftung, stellen die Motivation für die Forschung im Bereich Smart-Parking dar. Eine steigende Notwendigkeit zur Entwicklung von innovativen und effizienten Lösungen, sowie die immer größer werdende Relevanz dieser Thematik, treiben die Forschung weiter an. Die Vielfalt und Vielzahl an Herausforderungen schaffen Raum für eine ebenso große Variation an Lösungsansätzen. Das zu lösende Problem, die Kernidee und die grundlegenden Zielvorstellungen der einzelnen Ansätze sind jedoch gleich: Die gewonnenen Informationen über die aktuelle Parkplatzsituation sollen dazu verwendet werden, eine möglichst ausgeglichene und planbare Auslastung der verfügbaren Abstellmöglichkeiten zu schaffen und somit die zur Verfügung stehenden Parkflächen effizient zu nutzen.

In Anlehnung an die Recherche von Lin et al. (2017) lässt sich dieser grundlegende Ansatz in zwei wesentliche Forschungsbereiche unterteilen: die Informationsgenerierung und die Informationsnutzung. Das Erfassen der aktuellen Auslastung einer betrachteten Parkmöglichkeit und die Ermittlung von Anzahl und Ort freier Abstellplätze, fallen in den Bereich der Informationsgenerierung. Die im ersten Schritt gewonnene Information, wird anschließend verwendet, um eine möglichst optimale Ausnutzung der verfügbaren Stellflächen zu gewährleisten. Diese Forschungen fallen in den Bereich Informationsnutzung. Da der Begriff Smart-Parking eine große Bandbreite an Forschungsansätzen, Konzepten und Ideen ermöglicht, soll im nachfolgenden Kapitel ein Überblick über die verschiedenen Herangehensweisen und die Literatur dazu geschaffen werden. Abbildung 3.1: Überblick über Smart-Parking Ansätze (eigene Darstellung) auf der nächsten Seite veranschaulicht die Unterteilung der unterschiedlichen Ansätze zum Thema intelligenter Parkraumbewirtschaftung.

Das restliche Kapitel unterteilt sich wie folgt: In Kapitel 3.1 werden die Methoden und Ergebnisse der Literatur zum Thema Smart-Parking beschrieben und ein Überblick über die verwendeten Quellen geschaffen. Abschnitte 3.2 und 3.3 behandeln jeweils die zwei wesentlichen Forschungsgebiete und einige der Lösungssätze im Detail.

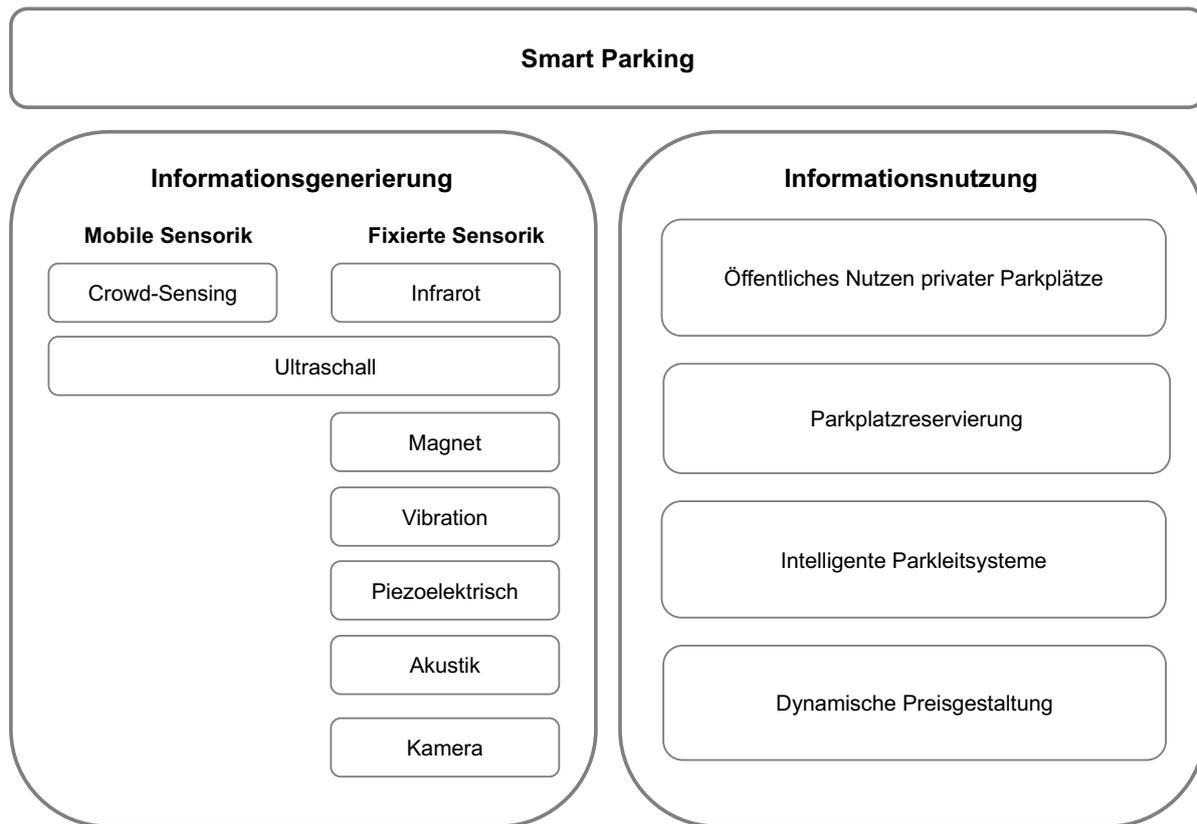


Abbildung 3.1: Überblick über Smart-Parking Ansätze (eigene Darstellung)

3.1 Literaturübersicht

Ausgehend von der zuvor beschriebenen Unterteilung des Themas Smart-Parking in zwei wesentliche Bereiche, erfolgte eine weitere Kategorisierung in Unterkapitel, wie in Abbildung 3.1: Überblick über Smart-Parking Ansätze (eigene Darstellung) darstellt. Die von Lin et al. (2017) behandelte Literatur zu den verschiedenen Aspekten intelligenter Parkraumbewirtschaftung stellte den literarischen Grundstein für die Recherche dar. Basierend auf der Forschung von Lin et al. (2017) konnte ein erster Überblick der behandelten Smart-Parking Ansätze erstellt werden. Die detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Konzepte und Unterkapitel wurde mittels einer Suche nach gezielten Stichwörtern auf diversen Suchplattformen wie *Google Scholar*, *Research Gate*, Bibliothekshomepage der TU Wien und *ScienceDirect* unterstützt. Im letzten Schritt wurden alle zusammengetragenen Quellen anhand der jeweiligen Kapitel kategorisiert und eine Übersicht beider wesentlichen Forschungsrichtungen erstellt. Das Ergebnis dieser Recherche ist in Tabelle 3.1: Literaturübersicht – Erfassung von Parkflächen (eigene Darstellung) (für die Literatur über Informationsgenerierung) und in Tabelle 3.2: Literaturübersicht - Informationsnutzung (eigene Darstellung) (für die Literatur über Informationsnutzung) dargestellt.

Informationsgenerierung											
Autor(en)		Jahr	Sensorik								
			Crowd	Infrarot	Vibration	Magnet	Ultraschall	Piezoelektrisch	Akustik	Kamera	
Mobil	Chen et al.	2012	x								
	Lan und Shih	2014	x								
	Mathur et al.	2010					x				
	Rinne et al.	2014	x								
Fixiert	Albiol et al.	2011									x
	Bin et al.	2009		x							x
	Bulan et al.	2013									x
	Htet et al.	2015		x							
	Lee et al.	2008				x	x				
	Mimbela und Klein	2000						x	x		
	Moguel et al.	2014		x		x	x				
	Na et al.	2009							x		
	Tsai et al.	2005									x
	Vishnubhotla et al.	2010					x				
	Wang und Hee	2011			x						
	Yan et al.	2011		x							
Zhu et al.	2007									x	

Tabelle 3.1: Literaturübersicht – Erfassung von Parkflächen (eigene Darstellung)

Informationsnutzung					
Autor(en)	Jahr	Öffentliches Nutzen privater Stellplätze	Parkplatzreservierung	intelligente Parkleitsysteme	Dyn. Preisgestaltung
Anderson et al.	2006			x	
Atif et al.	2016	x			
Axhausen et al.	1994			x	x
Chou et al.	2008		x	x	x
Dell'Orco & Teodorovič	2005				x
Di Napoli et al.	2014				x
Geng & Cassandras	2013		x		
Hanif et al.	2010		x		
Hodel & Cong	2003		x		
Inaba et al.	2001		x		
Ji et al.	2013			x	
Kotb et al.	2016		x		x
Litman	2016	x			
Mackowski et al.	2015				x
Niculescu et al.	2007			x	
Patil & Sakore	2014		x		
Qian & Rajagopal	2014				x
Shao et al.	2016	x			
Tsai & Chu	2011		x		
Venkateswaran & Prakash	2014		x		
Waterson et al.	2001			x	
Xu et al.	2016	x			
Yun	2010			x	

Tabelle 3.2: Literaturübersicht - Informationsnutzung (eigene Darstellung)

Betrachtet man die Erscheinungsdaten der behandelten Quellen, kann man die steigende Bedeutung des Themas Smart-Parking erkennen. Seit 2000 ist die Anzahl

an Forschungsarbeiten in diesem Bereich signifikant gestiegen, wie Abbildung 3.2: Veröffentlichungen der Literatur zum Thema Smart-Parking (eigen Darstellung) verdeutlicht.

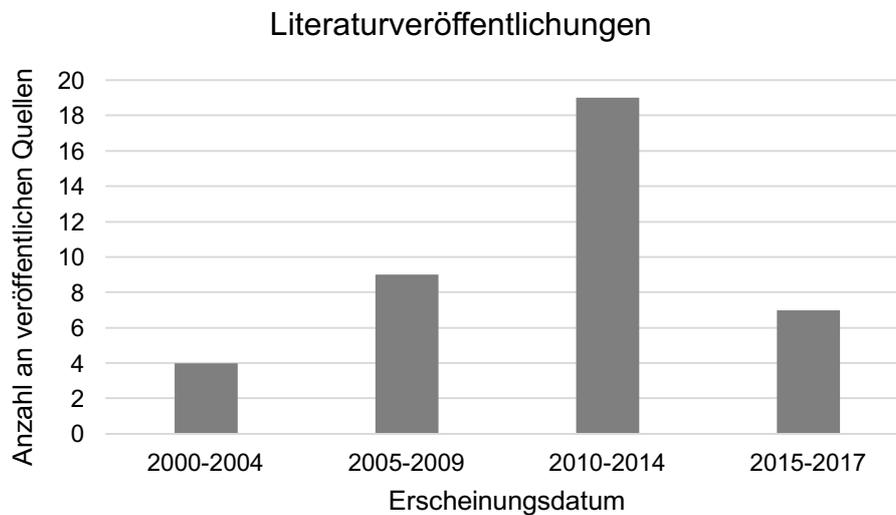


Abbildung 3.2: Veröffentlichungen der Literatur zum Thema Smart-Parking (eigen Darstellung)

Mehr als das Doppelte aller Quellen, die für diesen Abschnitt der Arbeit verwendet wurden, erschienen in den letzten sieben Jahren. Obwohl die steigende Relevanz der Thematik Smart-Parking eine wesentliche Rolle für diesen Trend spielt, sind auch technische Weiterentwicklungen mitentscheidend. Die Geschwindigkeit, mit der innovative Neuerungen, speziell im Bereich der Vernetzung verschiedener Objekte, auftreten, ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt dieses Anstiegs. Je größer die technologischen Möglichkeiten, desto größer die Vielfalt an Lösungsansätze. Welche unterschiedlichen Herangehensweisen zum Thema Smart-Parking entstanden sind, wird im restlichen Kapitel beschrieben.

3.2 Informationsgenerierung

Das Erzeugen von Informationen über die Auslastung von Parkflächen stellt den ersten Schwerpunkt derzeitiger Forschungen im Bereich Smart-Parking dar. Unter diesem Begriff versteht man, verschiedene Möglichkeiten potentielle Abstellflächen für Fahrzeuge zu erfassen und zu ermitteln ob ein Parkplatz gerade besetzt oder frei ist. Wie der Auslastungsstatus einer Parkfläche ermittelt wird, kann in zwei wesentliche Kategorien unterteilt werden: bewegliche und fixierte Informationsquellen (Lin et al., 2017).

3.2.1 Mobile Informationsgenerierung

Die Erfassung verfügbarer Parkflächen durch mobile Quellen nutzt Sensoren von Objekten, die sich dauerhaft in Bewegung befinden. Eine Informationsquelle nicht

permanent an einen Ort zu binden, stellt eine vielversprechende Idee dar, um einen großen Beobachtungsbereich abzudecken.

Mathur et al. (2010) entwickelte das System *ParkNet* zu genau diesem Zweck. Die Idee dahinter ist, kostenintensive fixierte Sensoren, die eine limitierte Anzahl an Parkflächen überwachen, durch bewegliche Sensoren zu ersetzen. Die dafür verwendeten Ultraschall-Sensoren werden an der Fahrzeugaußenseite von Testfahrzeuge befestigt. Das Anbringen an der Tür auf der Beifahrerseite ermöglicht es, die am Seitenrand stehenden Fahrzeuge zu scannen. Mit Hilfe von Ultraschallwellen kann der Abstand zu diesen seitlichen Objekten gemessen werden. Durch einen vorab festgelegten Abstand zu einem parkenden Fahrzeug, können jene Lücken erkannt werden, die potenzielle Abstellflächen sind. Entdeckt der mit GPS verbundene Sensor eine Parklücke, gibt dieser die genaue Position an das System zurück. Mit Hilfe dieser Information lässt sich die Anzahl an verfügbaren Parkplätzen pro durchfahrener Straße abschätzen und eine Karte mit der aktuellen Parkplatzsituation erstellen. Um möglichst genaue und aktuelle Ergebnisse zu erzielen, müssen dauerhaft eine große Anzahl solcher Sensor-Fahrzeuge unterwegs sein. Um dieses System möglichst simpel und kostengünstig umzusetzen wird von den Autoren die Befestigung an Taxis, Bussen oder anderen Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrsnetzes vorgeschlagen. Dadurch kann kontinuierlich ein sehr großer Bereich im Detail erfasst werden, ohne dafür eigene Fahrzeuge anzuschaffen. Abbildung 3.3: Überblick über die Funktionsweise des ParkNet-Systems (Mathur et al., 2010: S. 125) zeigt die Funktionsweise von *ParkNet*.

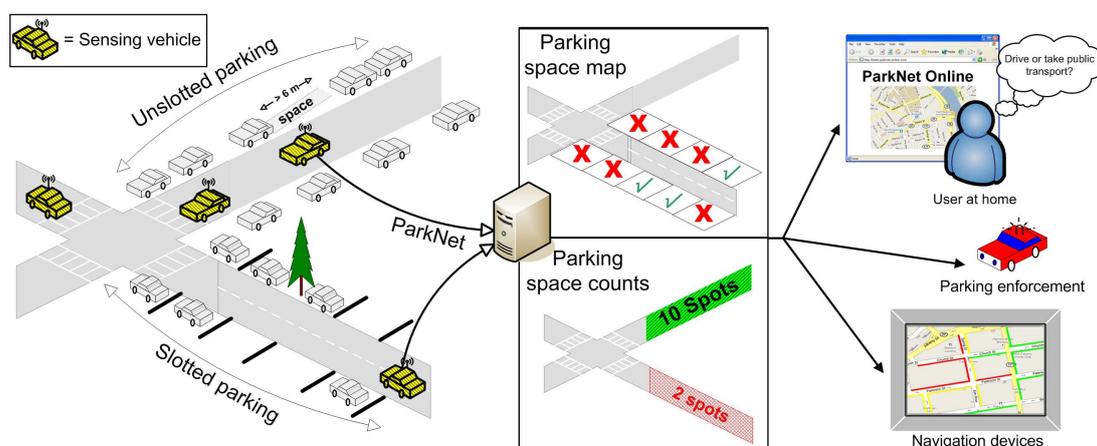


Abbildung 3.3: Überblick über die Funktionsweise des ParkNet-Systems (Mathur et al., 2010: S. 125)

Die zweite und gleichzeitig intensiver erforschte Variante verzichtet auf die Konstruktion eigener Sensoren, sondern bedient sich jener, die ein großer Anteil der

Bevölkerung dauerhaft bei sich trägt; den Smartphones. Mithilfe von Smartphones wird kein außenstehendes System zur Erzeugung der Daten über freie Parkflächen benötigt. Die Informationen werden somit von Sensoren einer Vielzahl von Benutzern (eng. „crowd“) generiert, wodurch der Begriff „crowd-sensing“ entstand. Derzeitige Entwicklungen in diesem Bereich der Informationsgenerierung verfolgen verschiedene Ansätze. Unterschieden wird hierbei, wie aktiv der Nutzer in das System involviert ist. Crowd-sensing-Systeme nutzen die in Smartphones eingebauten Sensoren um zu ermitteln, mit welcher Wahrscheinlichkeit freie Parkplätze zur Verfügung stehen. Einerseits werden dazu die Ortungsmöglichkeit (GPS-Sensoren), andererseits die Bewegungssensoren verwendet. GPS-Sensoren übermitteln dem System Informationen darüber, ob sich der Benutzer in einem Bereich mit potentiellen Parkmöglichkeiten befindet. Die Bewegungssensoren liefern Informationen darüber, ob sich die Person in einem Fahrzeug befindet oder zu Fuß unterwegs ist. Die Kombination dieser Daten liefert folgende Schlüsse (Rinne et al., 2014):

- a) Wenn der Benutzer erfolgreich geparkt hat, kann daraus geschlossen werden, dass es weitere Parkmöglichkeiten in diesem Gebiet gibt.
- b) Hat der Benutzer keinen Parkplatz gefunden, sind die Abstellflächen dieses Umfelds vollständig ausgelastet.
- c) Verlässt der Benutzer einen Parkplatz, ist dadurch wieder eine Abstellmöglichkeit frei.

Das Wiener Start-up *Parkbob*, was auf immer größere Beliebtheit stößt und bereits in mehreren Städten Europas verfügbar ist⁵, bedient sich dieser Technologie.⁶ Lan und Shih, (2014) entwickelten das Konzept weiter und nutzen zusätzlich die Schritterfassung und Bewegungstrajektorie als Informationsquellen. Ist der Benutzer in der Nähe des geparkten Fahrzeugs, oder wurde eine direkte Trajektorie zum geparkten PKW ermittelt, kann über Schrittgeschwindigkeit und –frequenz abgeschätzt werden, ob ein Verlassen des Parkplatzes geplant ist. Liegt eine erhöhte Geschwindigkeit vor, wird dem Verlassen eines Parkplatzes eine hohe Wahrscheinlichkeit zugewiesen.

Ein anderer Ansatz von Chen et al. (2012) bindet die Benutzer aktiv in die Datenerfassung ein. Zu Beginn einer Fahrt, wird händisch das Ziel und somit der

⁵ <http://www.parkbob.com/> (letzter Zugriff: 07.07.2017)

⁶ <https://www.trendingtopics.at/parkbob-wiener-start-bekommt-200-000-euro-und-wird-handy-parken-app-integriert/> (letzter Zugriff: 07.07.2017)

gewünschte Abstellort festgelegt. Nach dem Erreichen des Ankunftsorts werden dem Benutzer einige Fragen gestellt, die mit der Anzahl der freien Parkplätze, der Suchdauer und der Entfernung zum Ziel in Verbindung stehen. Aus den Antworten ermittelt das System die Verfügbarkeit von Abstellmöglichkeiten, die anderen Benutzern zur Verfügung gestellt werden.

Neben der Vielzahl an Verbesserungen, die durch diese innovativen Systeme entstehen, birgt corwd-sensing auch einige Probleme. In erster Linie ist in diesem Zusammenhang der Datenschutz zu erwähnen, da bei einigen Smart-Parking Ansätzen konstant der genaue Ort und die Bewegung der Benutzer aufgezeichnet wird. Die freiwillige Informationsbereitstellung lässt jedoch Raum für Datenmissbrauch und Falschinformationen. Ein weiteres Problem stellt die Verlässlichkeit dieser Technologie dar. Ein Parkplatz wird als verfügbar gekennzeichnet, sobald ein Benutzer des jeweiligen Systems diesen freigibt. Da der freigewordene Parkplatz jedoch auch von anderen Verkehrsteilnehmern besetzt werden kann, ohne dabei vom System erfasst zu werden, können immer nur Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden (Lan and Shih, 2014; Lin et al., 2017; Rinne et al., 2014). Diese Probleme können durch Einsatz von fixierten Informationsquellen deutlich minimiert werden, welche in nächsten Kapitel näher behandelt werden.

3.2.2 Informationsermittlung durch unbewegliche Sensoren

Das zweite Gebiet der Identifizierung freier Parkmöglichkeiten befasst sich mit unbeweglichen Informationsquellen. Diese Art der Datenermittlung erfolgt durch fixierte Systeme, die einen bestimmten Bereich dauerhaft erfassen. Dabei stehen unterschiedliche Sensoren zur Erkennung freier Parkflächen zur Verfügung.

Infrarotsensoren nutzen ein Infrarotsignal um den Abstand zwischen zwei Objekten zu messen. Dabei wird die ausgesendete Infrarotstrahlung an der Oberfläche des Objektes reflektiert und zum Sensor zurückgesendet. Die, bis zum Wiedereintreffen des Signals benötigte, Dauer, liefert die Distanz zum Objekt. Bei Smart-Parking Systemen werden diese Sensoren meist oberhalb oder vor dem zu überwachenden Parkplatz angebracht. Obwohl die Kosten pro Sensor relativ gering sind, ist die Zuverlässigkeit nur auf sehr kurze Distanz gegeben. Schlechte Sichtbedingungen, zum Beispiel durch Niederschlag, verursachen deutlich verlängert Messzeiten, weshalb die Genauigkeit von Infrarotsensoren stark wetterabhängig ist. Der Einsatz dieser Sensor erfolgt deshalb meist nur in Kombination mit anderen

Sensortechnologien und beschränkt sich vorwiegend auf Parkhäusern oder Garagen (Bin et al., 2009; Htet et al., 2015; Moguel et al., 2014; Yan et al., 2011).

Durch das Bewegen eines Autos werden Vibrationen auf der Straßenoberfläche erzeugt. Mithilfe dieser Signale kann auf eine Veränderung am beobachteten Parkplatz geschlossen werden. Die Vibrationen werden von Sensoren erfasst, die sich unterhalb der Fahrbahn befinden. Ist der derzeitige Status des Abstellplatzes bekannt, kann eine Bewegung einem Einpark- oder Ausparkvorgang zugeordnet werden. Da Erschütterungen der Erdoberfläche jedoch einer Vielzahl anderer Ursachen zugrunde liegen können, ist die Zuverlässigkeit dieser Sensorik relativ gering. Aus diesem Grund werden Vibrationssensoren nur in Kombination mit anderen Signaltechnologien verwendet (Lin et al., 2017; Wang und He, 2011).

Eine weitere Art der Sensorik misst das Magnetfeld innerhalb eines kleinen Bereichs um den Sensor und erkennt, wenn dieses gestört wird. Werden solche Sensoren bei Smart-Parking Systemen verwendet, ist der gemessene Bereich in der Regel ein Parkplatz und das Eindringen eines Fahrzeugs erzeugt die Magnetfeldstörung. Diese Systeme erzielen eine sehr hohe Zuverlässigkeit, können jedoch, auf Grund der notwendigen Abschirmung vor anderen störenden Quellen, nur auf geringe Distanz verwendet werden. Des Weiteren fallen bei Smart-Parking Konzepten dieser Art, sehr hohe Kosten an, da die Stückkosten von Magnetsensoren jene von Infrarotsensoren um das bis zu 30-fache übersteigen können (Lee et al., 2008; Moguel et al., 2014).

Die Funktionsweise von Ultraschallsensoren ist prinzipiell gleich wie bei Infrarotsensoren. Die Bestimmung eines freien Parkplatzes erfolgt über die Messung der Distanz zweier Objekte. Der grundlegende Unterschied beider Methoden liegt darin, dass, wie der Name bereits sagt, ein Ultraschallsignal anstatt eines Infrarotsignals ausgesendet wird. Dabei wird ebenfalls jene Zeit gemessen, die das Ultraschallsignal vom Aussenden bis zum Wiedereintreffen beim Sensor benötigt. Ultraschallsensoren überzeugen mit der Einfachheit ihrer Systematik, da das Messen einer Zeit, im Vergleich zu der Messung von Magnetfeldstörungen zum Beispiel, relativ einfach ist. Die Zuverlässigkeit ist ein weiterer Pluspunkt dieser Methode, da weder Form, Farbe noch Lichtverhältnisse die Ergebnisse negativ beeinflussen. Eine gute Reichweite, zusammen mit einem niedrigen Preisniveau (sogar unter Infrarotsensoren), machen Ultraschall zu einer der meistverwendeten Methoden in

derzeitigen Smart-Parking Systemen (Lee et al., 2008; Moguel et al., 2014; Vishnubhotla et al., 2010).

Piezoelektrisches Material ermöglicht es mechanische Energie in elektrische zu transformieren. Dieses Prinzip kann auch bei der Erkennung von parkenden Fahrzeugen zum Einsatz kommen. Dafür werden piezoelektrische Sensoren unterhalb eines Parkplatzes angebracht. Der Druck, den das Gewicht eines abgestellten Fahrzeugs auf den Fahrbahnuntergrund ausgeübt, wird in ein elektrisches Signal umgewandelt und signalisiert dem System ein geparktes Fahrzeug. Da der Kontakt mit der Fahrbahnoberfläche durch die Reifen entsteht, können piezoelektrische Sensoren sogar ermitteln, welche Art von Fahrzeug (PKW, Motorrad oder LKW) abgestellt wurde. Die Kosten derartiger Systeme sind jedoch verhältnismäßig hoch, da jeder Parkplatz mit eigenen Sensoren ausgestattet werden muss (Mimbela und Klein, 2000).

Eine weitere Unterteilung von Sensor-Methoden sind Akustiksensoren. Diese erfassen die Bewegung von Fahrzeugen anhand von Motor- oder Abrollgeräuschen. Ein Ansteigen des Geräuschpegels wird zur Identifizierung von Objekten verwendet. Der Vorteil dieser Systeme ist, dass sich große Bereiche mit nur einem Sensor überwachen lassen und diese nicht in die Fahrbahnoberfläche integriert werden müssen. Nachteilig an Akustiksensoren ist die ungenaue Messung und die Empfindlichkeiten gegenüber Kälte und störender Signale. Obwohl Geräuscherkennung im Smart-Parking nur bedingt eingesetzt und erforscht wird, stellt ein Einsatz zur Sicherheitsüberwachungen von Parkhäusern ein zentrales Einsatzgebiet dar (Lin et al., 2017; Mimbela und Klein, 2000; Na et al., 2009).

Kameras können ebenfalls als eine Art Sensor aufgefasst werden. Das Erkennen von Objekten auf Videosignalen erfolgt dadurch, dass ein Objekt eine Störung des Bildes verursacht. Je nachdem auf welche Art das Störsignal erkannt wird, lassen sich drei Arten der visuellen Objekterkennung unterscheiden. Eine der häufigsten Arten der Objekterkennung in optischen Signalen ist der Vergleich zwischen Vorder- und Hintergrund. Der Hintergrund wird als Ist-Zustand für die Analyse herangezogen und stellt jenen Bereich des Kamerabildes dar, der sich über längere Zeit nicht verändert. Der Vordergrund ist eine vorgelegte Ebene, in der Veränderungen entstehen. Bei der Erfassung der Parkplatzsituation erzeugen parkende Fahrzeuge Störungen im Vordergrund und werden somit vom System erkannt (Bin et al., 2009; Bulan et al.,

2013). Die zweite Möglichkeit ist die Ecken- oder Kantenerkennung. Straßen oder asphaltierte Flächen sind glatt und farblich konstante Ebenen. Fahrzeuge, Fußgänger oder andere Objekte auf dieser Ebene erzeugen störende Kanten und Ecken, wodurch diese am Bildsignal erfasst werden können. Eine Unterscheidung in statische und dynamische Kanten ermöglicht es, die Störungen vorbeifahrenden oder parkenden Fahrzeugen zuzuordnen (Albiol et al., 2011; Zhu et al., 2007). Eine weitere Möglichkeit der Objekterkennung nutzt die Unterscheidung durch Farben, wie Tsai et al. (2005) erforscht. Die Pixel des aufgenommenen Videosignals werden in die Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB) zerlegt. Da sich die Farben eines Fahrbahn- oder Parkplatzuntergrundes in einem sehr kleinen Bereich befinden, kann das System eine Veränderung in der Farbzusammensetzung sofort erkennen und erkennt dadurch ein Objekt. Vor dem Einsatz muss das System auf die unterschiedlichen Farben „trainiert“ werden. Dafür werden dem System einige Tausend Übungsbilder von leeren und gefüllten Straßen oder Parkflächen übergeben. Dabei werden bestimmte Zusammensetzungen der RGB-Farben entweder als Fahrzeug- oder als Untergrundfarbe gespeichert.

Egal welche der zuvor beschriebenen Möglichkeiten zur Erfassung von Parkflächen verwendet wird, das Resultat ist bei allen gleich: die Information darüber, ob ein Parkplatz frei ist oder nicht. Welchen Nutzen diese Information hat, wird im Schritt der Informationsgenerierung nur bedingt behandelt. Darauf fokussiert sich der zweite Forschungsschwerpunkt von Smart-Parking, welcher im nachfolgenden Kapitel behandelt wird.

3.3 Informationsnutzung

Das zweite wesentliche Forschungsgebiet von Smart-Parking Konzepten befasst sich damit, die zur Verfügung stehende Information zu nutzen, um eine Optimierung der Auslastung von bestehenden Parkmöglichkeiten zu erreichen. Obwohl die Erkennung von freien Abstellflächen weiterhin eine tragende Rolle spielt, ist diese nicht das Hauptaugenmerk dieser Forschungsrichtung. Im Zuge der Recherche, der in Tabelle 4.2 aufgelisteten Literatur, zum Thema intelligentes Parkplatzmanagement konnten vier wesentliche Ansätze für identifiziert werden. Die Funktionsweise und die verschiedenen Modelle dieser Ansätze werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

3.3.1 Bereitstellen nichtöffentlicher Parkflächen

Der Anstoß zur Idee dieser Smart-Parking Ansätze entstand daraus, dass Parkplätze im privaten Besitz meist nicht dauerhaft ausgelastet sind. *Privat* bezieht sich in diesen Fall nicht nur auf Parkplätze, die sich im Besitz einzelner Personen befinden, sondern auf all jene Abstellflächen, die nicht öffentlich zugänglich sind. Darunter fallen Parkflächen von Bürogebäuden, Restaurants, Geschäften oder Wohnanlagen, welche in der Regel nur zu bestimmten Zeiten benutzt werden. In der restlichen Zeit steht dieser Parkplatz leer. Auch der zu einer Wohnung gehörende Parkplatz, ist, sofern der Besitzer den Arbeitsweg mit einem Automobil zurücklegt, werktags während der Arbeitszeit nicht besetzt. Stellen private Parteien ihre Abstellflächen zu bestimmten Zeiten für öffentliche Nutzung zur Verfügung, können sowohl für Anbieter, als auch für Parkplatzsuchende große Vorteile entstehen (Shao et al., 2016).

Das Teilen freier Parkplätze mit parkplatzsuchenden Verkehrsteilnehmern stellt, in Anbetracht des kontinuierlich wachsenden Bedarfs an Abstellflächen für Fahrzeuge, eine vielversprechende Erweiterungsmöglichkeit des Parkraumes dar. Litman (2006) beziffert dieses Potential sogar mit einer 10-30% Verringerung der notwendigen Abstellflächen bei effektiver Nutzung geteilter Parkflächen. Betrachtet man Hong Kong als Beispiel, wird das große Potential noch deutlicher. Von den rund 690.000 verfügbaren Parkplätzen sind nur 195.000 für den öffentlichen Gebrauch zugänglich. Das bedeutet, dass nur etwa 28% aller Abstellmöglichkeiten für Parkplatzsuchende zur Verfügung steht.⁷ Das Teilen von Parkplätzen zielt darauf aus, diese Problematik zu beheben.

Die Herausforderung besteht jedoch darin, Personen mit freien Abstellflächen und Parkplatzsuchende zusammenzuführen. Derzeitige Forschung im Bereich des „Parkplatz-Sharings“ befasst sich genau damit. Über ein Cloud-Service, welches von verschiedenen Betreibern gewartet wird, werden Informationen über verfügbare Abstellflächen mit Parkplatzsuchenden geteilt. Die Funktionsweise dieser Smart-Parking Systeme, soll an folgendem Beispiel erläutert werden und ist in Abbildung 3.4: Informationsfluss von Parkplatz-Sharing Systemen (Atif et al., 2016: S.197) dargestellt. Angenommen ein Wohnungsbesitzer verfügt über einen Garagenstellplatz seines Gebäudes. Da sein Wohnort im Stadtzentrum, der Arbeitsplatz aber außerhalb der Stadt liegt, benötigt der Wohnungsbesitzer das Auto für den täglichen Weg zur Arbeit.

⁷ http://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/parking/carparks/ (letzter Zugriff: 20.07.2017)

Bei einer durchschnittlichen Arbeitswoche von 40h, plus einer täglichen Wegzeit von einer Stunde (etwa 30min pro Strecke), ist der Garagenplatz 45h pro Woche frei. Andere Personen, die in der Umgebung dieser Wohnung einen kurzfristigen Abstellplatz für ihr Fahrzeug suchen, würden von diesem freien Stellplatz profitieren. Im Falle von leerstehenden Wohnungen, bleibt auch der dazugehörige Parkplatz dauerhaft leer und somit gehen wertvolle Stellflächen verloren. Stellt man nun diese dauerhaft oder temporär ungenutzten Abstellflächen einem Betreiber zur Verfügung, kann dieser, via Smartphone Applikation oder dem Internet, kurzfristige Mieter dafür suchen und somit, aus ungenutzten Stellplätzen Geld für deren Besitzer lukrieren (Atif et al., 2016; Shao et al., 2016; Xu et al., 2016).

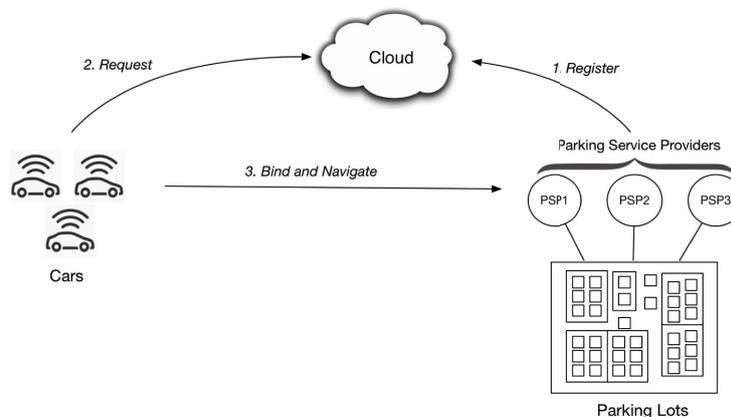


Abbildung 3.4: Informationsfluss von Parkplatz-Sharing Systemen (Atif et al., 2016: S.197)

Ein Beispiel eines solchen Parking Service Providers ist die österreichische Firma *Payuca*. Das kürzlich gegründete Unternehmen startete in Wien und verwaltet rund 200, zuvor nur privat genutzte, Parkplätze für den öffentlichen Gebrauch. Die freien Abstellplätze werden via Smartphone Applikation angezeigt und können auch nur über diese reserviert werden. Eine Nutzung des reservierten Parkplatzes steht auf unbegrenzte Zeit zur Verfügung. Nach beenden der Miete, wird der Parkplatz in der Applikation automatisch für andere Benutzer wieder als verfügbar angezeigt.⁸ Das Konkurrenzunternehmen *ParkU*, welches nach dem gleichen Prinzip funktioniert, ist vor kurzem ebenfalls in den Wiener Markt eingetreten.⁹

3.3.2 Parkplatzreservierung

Der zweite Ansatz zur Verbesserung der bestehenden Parkplatzsituation befasst sich vorwiegend mit der Auslastung und Vergabe von Abstellplätzen in geschlossenen

⁸ <https://www.payuca.com/> (letzter Zugriff: 20.07.2017)

⁹ <https://parku.com/de/> (letzter Zugriff: 20.07.2017)

Parkflächen. Unter geschlossenen Parkflächen werden hier jene Abstellmöglichkeiten bezeichnet, deren Zufahrt durch eine Absperrvorrichtung (meist ein Schranken) beschränkt ist. Dazu zählen Garagen, Parkhäuser oder abgesperrte Parkplätze. Obwohl es eine Beschränkung der Ein- und Ausfahrt ermöglicht die Anzahl der abgestellten Fahrzeuge zu jedem Zeitpunkt zu ermitteln, zeichnet sich ein wesentliches Problem ab. Die Information über die Anzahl der freien Parkplätze ist unabhängig von der Anzahl der suchenden Fahrzeuge und zumeist erst beim Eintreffen ersichtlich. Dadurch kann es dazu führen, dass mehrere Personen auf denselben Parkplatz zusteuern (Geng und Cassandras, 2013; Patil und Sakore, 2014). Des Weiteren ist die Suche nach freien Parkplätzen auch innerhalb von Parkhäusern und Garagen oftmals zeit- und nervenaufwendig. Obwohl immer mehr Einrichtungen, die verfügbaren Parkplätze pro Parkdeck anschreiben, oder den Status eines Parkplatzes mittels Leuchtsignal kennzeichnen, bleibt ein Kreisen in der Parkeinrichtung nicht erspart (Hanif et al., 2010; Venkateswaran und Prakash, 2014). Genau hier versuchen Konzepte der Parkplatzreservierung anzusetzen. Das Ziel dieser Smart-Parking Konzepte ist, dass die Anzahl der verfügbaren Abstellflächen einer Parkeinrichtung bereits vor Abfahrt einsehbar ist, in die Wahl des Abstellortes einbezogen werden kann und ein Reservieren des gewünschten Parkplatzes über eine zentrale Plattform möglich ist (Geng und Cassandras, 2013; Hanif et al., 2010; Hodel und Cong, 2003; Inaba et al., 2001; Patil und Sakore, 2014; Tsai und Chu, 2011; und Venkateswaran und Prakash, 2014).

Damit ein reibungsloser Ablauf des Reservierungs- und Parkvorgangs erzielt werden kann, sind einige Voraussetzungen nötig. Um zu gewährleisten, dass kein Parkplatz reserviert wird, der eigentlich gar nicht verfügbar ist, muss eine fehlerfreie Erfassung der Abstellflächen vorausgesetzt werden (Geng und Cassandras, 2013). Die dafür möglichen Ansätze wurden bereits in Kapitel 3.2 im Detail erläutert. Eine gute Kommunikation zwischen Reservierungsplattform und Parkplatzsuchenden stellt eine weitere wesentliche Voraussetzung dar. Diese ist wichtig, da bei der Buchung eines Parkplatzes essenzielle Informationen, wie Buchungszeitraum, Ankunft und Fahrzeugdaten übertragen werden. Die Kommunikation erfolgt entweder über den Austausch von Kurznachrichten (SMS) mit standardisierten Buchungsanfragen (Hanif et al., 2010), oder, wie in den meisten Fällen, über eine mit dem Internet verbundene Buchungsplattform (Geng und Cassandras, 2013; Hodel und Cong, 2003; Inaba et al., 2001; Patil und Sakore, 2014; Venkateswaran und Prakash, 2014). Eine ebenfalls

wesentliche und fundamentale Grundlage stellt die Einhaltung der Reservierungsgarantie dar. Um das Funktionieren dieser Systeme zu gewährleisten, ist es essenziell, dass der reservierte Parkplatz beim Eintreffen zur Verfügung steht. In abgeschlossenen Abstellflächen, wie Garagen oder Parkhäusern, erfolgt das Parkplatzmanagement über eine Kontrolle bei der Einfahrt. Dabei wird die Identität des Fahrzeugs überprüft, mit den Reservierungen verglichen und über den Einlass entschieden. Eine Möglichkeit ist die Identitätsprüfung durch das Kennzeichen, das bei der Reservierung hinterlegt wurde (Geng und Cassandras, 2013). Das System von Inaba et al. (2001) stattet jeden Benutzer mit einer individuellen Zufahrtskarte aus, auf der Personen-, Fahrzeug- und Zahlungsdaten hinterlegt sind. Ein weiteres System generiert bei erfolgreicher Parkplatzreservierung einen Code oder eine Buchungsnummer, mit der der Zugang zur Parkeinrichtung ermöglicht wird (Hanif et al., 2010; Inaba et al., 2001; Venkateswaran und Prakash, 2014). Die Erzeugung eines QR-Codes, der bei der Einfahrt gescannt wird, ist eine weitere Möglichkeit und wird im System von Patil and Sakore (2014) verwendet. Bei diesen Systemen ist das Benutzen einer Parkeinrichtung entweder generell oder speziell zu Zeiten von hoher Auslastung nur mit Reservierung möglich.

Die Anwendung des oben genannten Systems weist einige Limitationen, in Bezug auf die Umsetzung bei öffentlich zugänglichen Flächen. Das Parken auf Straßen ist deutlich schwieriger zu kontrollieren, wie Geng and Cassandras (2013) erläutern. Die Zufahrt zu Straßen kann nicht nur für bestimmte Fahrzeuge beschränkt werden und eine Kontrolle einzelner Abstellflächen durch Lichtsignale oder Poller ist mit hohen Kosten und einem hohen Aufwand verbunden. Aus diesem Grund werden Smart-Parking Konzepte die auf Parkplatzreservierung basieren, vorwiegend in Garagen oder abgetrennten Parkplätzen eingesetzt.

3.3.3 Intelligente Parkleitsysteme

Unter Parkleitsystemen sind Verkehrszeichen zu verstehen, die Informationen über die Anzahl derzeit verfügbarer Abstellmöglichkeiten naheliegender Garagen, Parkplätze oder Parkhäuser bereitstellen. Die Daten der Parkmöglichkeiten werden konstant erneuert, um die Schilder dauerhaft auf aktuellem Stand zu halten. Das Ziel ist es, die Verkehrslage in unmittelbarer Nähe zu beruhigen, indem Parkplatzsuchende auf die umliegenden Parkmöglichkeiten gleichmäßig verteilt werden (Ji et al., 2013).

Das erste Parkleitsystem wurde in Aachen, Deutschland, in den frühen 1970er eingeführt, woraufhin ein steil ansteigender Trend dieses Parkmanagements zu verzeichnen war (Axhausen et al., 1994). Obwohl die Anzahl an Städten, in denen solche Verkehrsschilder eingesetzt werden, sowie die Menge an tatsächlichen Leitsystemen pro Stadt enorm hoch ist, werden diese von deutlich weniger Personen beachtet als gewünscht. Vorwiegend Touristen und nicht-ortsansässige Personen machen Gebrauch von diesen Wegweisern. Da kein Wissen über den optimalen Parkplatz oder die schnellste Route dorthin verfügbar ist, sind Richtungsweiser eine willkommene Unterstützung (Axhausen et al., 1994; Ji et al., 2013). Ortsansässige und Personen, die regelmäßig in das Gebiet reisen, nutzen diese Leitsysteme so gut wie nie. Persönliche Präferenzen oder die Kenntnis über die Straßen führen dazu, dass den Empfehlungen kaum bis gar keine Beachtung geschenkt wird (Anderson et al., 2006). Die Ergebnisse von Ji et al. (2013) und Waterson et al. (2001) zeigen, dass sich herkömmliche Parkleitsysteme zwar positiv auf die durchschnittliche Fahrzeit auswirken, die Verbesserung jedoch nur im Bereich von 0.1% bis maximal 1% liegen. Ein Grund dafür wird von Jun (2010) behandelt. Dabei wird eine Unterteilung der Parkleitsysteme in zwei Kategorien, passive und aktive Leitsysteme, vorgeschlagen. Passive Systeme sind die derzeit bekannten Straßenschilder, die Informationen über die Richtung und Anzahl der verfügbaren Stellplätze beinhalten. Obwohl diese Daten konstant auf dem neuesten Stand gehalten werden, muss die Entscheidung über eine Parkmöglichkeit und die Route dorthin vom Fahrer selbst getroffen werden und beruht rein auf Intuition oder individuellen Präferenzen. Die Information über Richtung und Auslastung nahe gelegener Parkeinrichtungen ist daher nur eine Empfehlung und wirkt nur passiv auf das Verhalten von Parkplatzsuchenden. Aktive Leitsysteme andererseits, stellen eine Weiterentwicklung der bekannten Straßenschilder dar. Dabei handelt es sich um Systeme, die aufgrund vorab definierter Anforderungen (zum Beispiel: maximale Parkkosten oder Entfernung vom Endziel) einen optimalen Abstellort auswählen und auch die Route dorthin planen. Das Prinzip der aktiven Parkleitsysteme ist auch jenes, worauf derzeitige Smart-Parking Konzepte beruhen.

Ein Beispiel eines solchen Smart-Parking Konzepts wird von Niculescu et al. (2016) vorgestellt. Das dabei entwickelte Parkleitsystem wird über eine App gesteuert und wählt eine geeignete Abstellmöglichkeit aus, die bestimmte Kosten und Distanz zum Endziel nicht überschreitet. Darüber hinaus, wird die Auslastung des ausgewählten Parkortes konstant überwacht und sobald eine gewisse Grenze erreicht ist, schlägt

das System eine Änderung vor. Dadurch soll erreicht werden, dass bei einer plötzlich sinkenden Anzahl der verfügbaren Parkplätze, früh genug ein Ersatz gefunden werden kann, um ein Abstellen in der Nähe des Zielortes zu garantieren. Abbildung 3.5 Layout einer intelligenten Parkleitapplikation (Niculescu et al. 2016: S.4) zeigt das Layout dieser Smart-Parking Applikation.

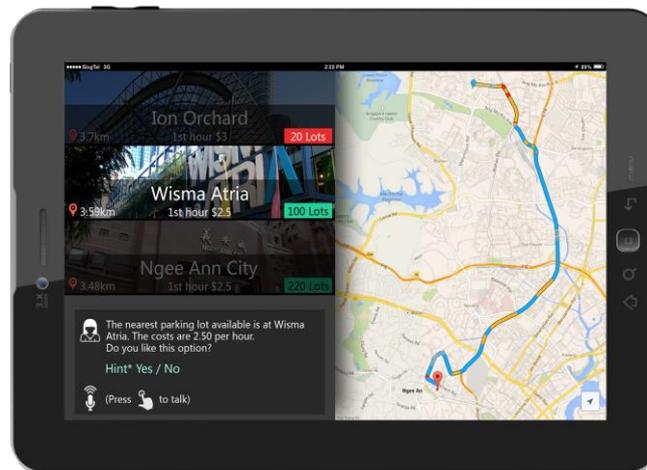


Abbildung 3.5 Layout einer intelligenten Parkleitapplikation (Niculescu et al. 2016: S.4)

3.3.4 Dynamische Preisgestaltung

Eine weitere Art die Auslastung der urbanen Parkmöglichkeiten besser zu verteilen, wird über den Ansatz der dynamischen Preisgestaltung verfolgt. Obwohl die Preise für das Abstellen eines Fahrzeuges je nach Lage und Abstellart (auf der Straße oder in einer Garage) signifikant variieren, sind diese vorab definiert und reagieren nicht auf eine veränderte Nachfrage. Die Effekte von Preisstrategien auf das Verhalten von Parkplatzsuchenden wurden zwar bereits ausführlich studiert (zum Beispiel von Axhausen et al. (1994)), beschränkte sich jedoch meist auf statische Preise (Qian and Rajagopal, 2014). Die Idee hinter einer dynamischen Preisgestaltung ist es, bei extremen Auslastungen einer Parkeinrichtung (entweder bestimmter Parkhäuser/Garagen oder Straßen), durch eine Anpassung der Parkgebühren, weitere Parkplatzsuchende zu anderen Orten umzuleiten. Dadurch soll eine gleichmäßigere Nutzung der verfügbaren Abstellflächen ermöglicht werden. Das preisliche Niveau kann sowohl nach oben, um einer starken Auslastung entgegen zu wirken, als auch nach unten, um eine Unterbesetzung zu verhindern, korrigiert werden (Mackowski et al., 2015). Ein Pilotprojekt ist das in San Francisco eingesetzte *SFpark*. *SFpark* variiert mit den Preisen für das Abstellen von Fahrzeugen auf einigen Straße San Franciscos zwischen 0,50\$ und 7\$/Stunde. Dadurch soll garantiert werden, dass eine möglichst gleichmäßige Verteilung der parkenden Fahrzeuge entsteht. Ist eine Straße stark

genutzt, wird der Preis bis zum Maximum erhöht, um immer einen bis zwei freie Plätze zu garantieren. Ist auf der anderen Seite, in einer Umgebung sehr wenig Parkfläche genutzt, wird der Preis sehr niedrig angesetzt, um Parkplatzsuchende dort hin zu leiten (Shoup, 2011). Die aktuelle Auslastung wird mittels 8.200 Wireless Sensoren, die im Asphalt der Straße angebracht sind, gemessen und an die Website und mobile Applikation gesendet.¹⁰ Basierend auf der Auswertung dieser Daten werden die Parkgebühren im wöchentlichen oder monatlichen Zyklus angepasst (Kotb et al., 2016; Mackowski et al., 2015).

Obwohl variabel gestaltbare Preise eine Einbindung der Nachfrage ermöglichen, ist der Einfluss auf das Parkverhalten, Grund der langen Reaktionszeit der Preise, nur bedingt regelbar. Derzeitige Entwicklungen im Bereich der dynamischen Preisgestaltung wollen das Niveau der Gebühren nicht an historische Daten koppeln, sondern die aktuelle Situation als Basis heranziehen. Das von Kotb et al. (2016) entwickelte *iParker* System soll eine Preisgestaltung durch Echtzeitermittlung der Parksituation ermöglichen. Das System ermöglicht es die aktuellen Abstellgebühren der Einrichtungen einzusehen und direkt einen Stellplatz zu reservieren. Ist die Nachfrage an Reservierungen und die Auslastung hoch, wird der Preis angepasst. Einen Schritt weiter gehen die Ansätze von Chou et al. (2008); Dell'Orco und Teodorović (2005) und Di Napoli et al. (2014). In deren Forschungsarbeiten wird der Preis nicht nur dynamisch gestaltet, sondern ist für jeden Reservierungsvorgang einzeln verhandelbar. Dabei wird der optimale Preis nicht direkt von einer Person bestimmt, sondern rein durch Agenten. Ein fahrzeuginterner Agent, der anhand vorab definierter Parameter die Interessen des Parkplatzsuchenden vertritt, steht in Kontakt mit einem Parkplatzagenten, der entweder ein Betreiber eines Parkhauses/einer Garage oder ein öffentliches Organ ist. Die Systeme versuchen selbständig einen, für beide Parteien akzeptablen, Preis zu bestimmen und schließen danach eine Reservierung ab und der Parkplatzsuchende erhält die Bestätigung und eine Weganweisung zum Abstellort.

3.4 Diskussion der Ergebnisse

Obwohl die Literaturrecherche zum Thema Smart-Parking in zwei grundlegende Forschungsbereiche unterteilt wurde, macht erst die Kombination beider Bereiche tatsächliches Smart-Parking aus. Die Erzeugung von Informationen über die

¹⁰ <http://sfpark.org/how-it-works/> (letzter Zugriff: 22.08.2017)

Auslastung von Parkeinrichtungen ist an sich ein vielversprechendes Forschungsgebiet, jedoch müssen diese Daten auch genutzt werden, um positive Veränderungen erzielen zu können. Auf der anderen Seite muss jedes System zur intelligenten Parkraumbewirtschaftung die Information darüber besitzen, wo und wann der Bedarf an Abstellflächen am größten ist.

Aus diesem Grund macht erst die Kombination, aus einer möglichst effektiven und zuverlässigen Informationsquelle mit einem durchdachten System, ein optimales Smart-Parking Konzept möglich. Obwohl die Vielfalt der Ansätze sehr groß ist, sind klare Verbindungen zwischen den Modellen zu erkennen. Vergleicht man die Konzepte der Kapitel über das Bereitstellen nichtöffentlicher Parkflächen und der Parkplatzreservierung sieht man, dass sich beide Herangehensweisen im Grundsatz ähneln. Beide Smart-Parking Systeme basieren auf dem Prinzip, freie Abstellmöglichkeiten im Voraus reservieren zu können. Der wesentliche Unterschied liegt jedoch darin, wer diese Abstellplätze zur Verfügung stellt. Einerseits können das Privatpersonen sein, die zuvor ungenützte Stellflächen für kurzfristige Mieten zur Verfügung stellen. Diesem Prinzip folgen Firmen wie *Payuca* und *ParkU*. Andererseits können das herkömmliche Betreiber von Garagen und Parkhäusern sein, die ihr ursprüngliches Geschäftsprinzip durch eine Reservierungsfunktion erweitern. Es wird dadurch Privatpersonen ermöglicht, in einer Branche zu agieren, die davor ausschließlich von bestimmten Anbietern bedient wurde. Dieses Geschäftsmodell ist jedoch nicht neu, denn man kennt diesen Ansatz bereits aus anderen Industrien. Die direkte Konkurrenz von privaten und geschäftlichen Anbieter sieht man ebenfalls in den Bereichen Transport und Tourismus. Sowohl *Uber*, als auch *airbnb* haben es Privatpersonen ermöglicht, mit fest etablierten Branchen zu konkurrieren. *Uber* im Vergleich zu Taxis und *airbnb* im Vergleich zu herkömmlichen Hotels, sind Gegenstücke zu *Payuca* bzw. *ParkU* im Vergleich zu Garagen oder Parkhäusern.

Auch intelligente Parkleitsysteme zeigen eine Verbindung zu den bereits erwähnten Parkplatzmanagementkonzepten. Parkleitsysteme sind in ihrer grundlegenden Idee eine Erweiterung zweier bereits erforschter Ansätze, der wegweisenden Verkehrsschilder und der reinen Parkplatzreservierung. Wie in Kapitel 3.3.3 bereits beschrieben, gibt es Parkleitsysteme mittels Verkehrsschildern schon länger, jedoch ist die Nutzungsrate dieser niedriger als gewünscht. Durch eine bessere Integration der Bedürfnisse von Parkplatzsuchenden, gemeinsam mit der Erweiterung einer Navigationsfunktion, soll das System nach heutigen Vorstellungen weiterentwickelt

werden. Aus diesem Zusammenhang lässt sich gut erkennen, dass die erforschten Smart-Parking Konzepte eine starke Verbindung zu einander aufweisen. Einzige Ausnahme davon ist die in Kapiteln 3.3.4 beschriebene dynamische Preisgestaltung.

Diesen Unterschied erkennt man daran, dass die Smart-Parking Ansätze aus den Kapiteln 3.3.1 bis 3.3.3 sich darauf fokussieren, die Information über freie Abstellflächen der parkplatzsuchenden Partei zur Verfügung zu stellen. Dadurch soll die Auslastung der Parkmöglichkeiten verbessert werden. Die Benutzer dieser Systeme können anhand der bereitgestellten Informationen selbst über den endgültigen Abstellort entscheiden, oder lassen diesen vom System ermitteln. In beiden Fällen ist die Information über die Auslastung jedoch transparent und fließt in die Entscheidung ein. Ein Parkplatzmanagement über dynamische Preisgestaltung hingegen, unterscheidet sich in diesem Aspekt von den anderen Ansätzen. Die Information über tatsächliche Verfügbarkeiten der Parkplätze ist für den Kunden nicht ersichtlich, sondern wird nur system-intern zur Preiskalkulation genutzt. Parkplatzsuchende können nur anhand der Preise auf die aktuelle Parksituation schließen. Parkplatzmanagement über dynamische Preise verfolgt somit einen anderen Ansatz als die restlichen Modelle. Einzig die Preisgestaltung soll dabei für eine gleichmäßige Verteilung der Auslastung sorgen. Dabei ist fraglich, ob ein rein monetärer Anreiz zu fairen Bedingungen für alle führt. Bei starker Auslastung bestimmter Bereiche können die Preise theoretisch so hoch werden, dass das Parken nur mehr für wohlhabende Personen leistbar ist. Unabhängig von der Effektivität einer solchen Methode, sind Auswirkungen dieser Art nicht zielführend

4 Methodik und Ergebnisse der Fachgespräche

Die, in den beiden vorangehenden Kapiteln gelegten, theoretischen Grundlagen für diese Arbeit werden nun durch die konkrete Betrachtung des Beispiels Aware3D ergänzt. Diese stellt den praktischen Aspekt des nachfolgenden Vergleichs dar. Um die wesentlichen Charakteristiken der Systematik und des Entwicklungsablaufes von Aware3D zu ermitteln wurden Fachgespräche mit vier Mitarbeitern von Siemens geführt. Die methodische Vorgehensweise und der Inhalt dieser Fachgespräche soll im folgenden Abschnitt näher beschrieben werden. Dazu werden zu Beginn die vier Interviewpartner vorgestellt und nachfolgend die Inhalte und Ergebnisse der Leitfragen zusammengefasst und analysiert.

4.1 Kurzbeschreibung der Gesprächspartner

Die vier Mitarbeiter von Siemens sind für verschiedene Bereiche des Entwicklungsprozesses von Aware3D verantwortlich. Das Einbeziehen dieser unterschiedlichen Funktionen ermöglichten es, verschiedene Einblicke in die wesentlichen Aspekte von Aware3D zu erhalten. Jedem Gespräch lag eine bestimmte Thematik zu Grunde, wodurch die Auswahl der Interviewpartner bestimmt wurde.

Herr Dipl.-Ing. Markus Racz

Herr Racz ist CEO der Bereiche *Mobility* und *Intelligent Traffic Systems*. Da Aware3D diesem Bereich angehört war Herr Racz für wesentliche Entscheidungen dieses Projekts verantwortlich. In einer leitenden Funktion sind die Evaluierung von Potentialen und wirtschaftlichen Aspekten wesentliche Aufgaben. Das Ziel des Gesprächs mit Herrn Racz lag somit vor allem bei der Evaluierung des Potentials von Aware3D. Dabei wurde der derzeitige Einsatz und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten analysiert. Eine Einschätzung der zukünftigen Herausforderungen der Technologie war ebenfalls ein wesentliches Themengebiet des Gesprächs.

Herr Dipl. Ing. Christian Perschl

Herr Perschl ist der Projektleiter von Aware3D. Darüber hinaus ist Herr Perschl für die Leitung der Softwareentwicklung verantwortlich. Wie Anhang A und B zu entnehmen, wurden aus diesem Grund zwei Gespräche mit Herrn Perschl geführt. Die erste Befragung betraf die Funktionen der Projektleitung. Dabei wurden der technische Hintergrund zur kamera-basierten Technologie (Funktionsweise sowie Vor- und Nachteile) und einige wesentliche Entscheidungen hinterfragt. Im zweiten Stigliz Philipp, 1126808

Zusammentreffen lag der Schwerpunkt beim Vorgehen im Entwicklungsprozess, mit speziellem Fokus auf die Softwareentwicklung. Die Funktion von Herrn Perschl ermöglichen einen themenübergreifenden Überblick, der für die Analyse des Innovationsprozesses wesentlich war.

Herr Werner Hammer

Die Funktion von Herrn Hammer liegt im Vertrieb und der Betreuung des Systems vor Ort. Herr Hammer ist der Ansprechpartner der Stadt Graz und war somit wesentlich für die Erhebung der Anforderungen verantwortlich. Dadurch wirkte Herr Hammer bei der Identifizierung der notwendigen Funktionen von Aware3D wesentlich mit. Der Austausch mit Herrn Hammer umfasste die kundenspezifischen Aspekte der Entwicklung. Diese beinhalten die Erfahrungswerte und beobachteten Merkmale der Technologie sowie Feedback seitens der Stadt Graz. Darüber hinaus wurden zukünftige Entwicklungen, vor allem im Automobilsektor, auf Aware3D umgelegt, um wesentliche Potentiale und Herausforderungen identifizieren zu können.

Herr Herbert Haunschmid

Das Gespräch mit Herrn Haunschmid fokussierte den Entwicklungsablauf von Aware3D. Die Funktion von Herrn Haunschmid im Qualitätsmanagement für Entwicklungsprozesse konnte wichtige Aspekte zu den Abläufen bei Siemens in Bezug auf die Verwirklichung von Innovationen beleuchten. Schwerpunkt des Austausches mit Herrn Haunschmid lag konkret auf dem Prozessmodell und wesentlichen Charakteristiken dieses.

4.2 Leitfragen der Fachgespräche

Um den notwendigen Grundstein zur Beantwortung der Forschungsfrage legen zu können, wurde vorab ein Fragenkatalog entworfen. Die darin enthaltenen Fragestellungen wurden so gewählt, dass ein umfangreicher Einblick in die Funktionsweise und spezifische Charakteristik von Aware3D möglich ist. Da die einzelnen Fragestellungen teilweise sehr spezifische Aspekte behandeln, wurden diese anhand der Expertise und Fachrichtung der Gesprächspartner zugeordnet. Dadurch sollten die Interviews in die zuvor beschriebenen Richtungen geleitet und ein tiefgehender Einblick in den jeweiligen Bereich möglich werden.

Zusätzlich werden die Fragestellungen drei Themenbereichen zugeteilt. Themenbereich 1 umfasst allgemeine Informationen zum System Aware3D. Die Fragestellungen dieser Kategorie dienen dazu, einige wesentliche

Entscheidungsgründe des Projekts zu analysieren. Die beiden anderen Bereiche ergeben sich aus der zweigeteilten Forschungsfrage. Themenbereich 2 widmet sich dem ersten Aspekt der Forschungsfrage: *Inwieweit lässt sich die Theorie zum Innovationsmanagement auf das tatsächliche Beispiel Aware3D anwenden?* Ziel dieser Kategorie ist es, die Entstehung der Idee und den Ablauf der Entwicklung zu erforschen, um diese mit den theoretischen Grundlagen zu vergleichen. Themenbereich 3 umfasst den zweiten Teil der Forschungsfrage: *Welche derzeitigen Entwicklungen werden auf diese Technologie Einfluss nehmen?* Aus den Fragen der dritten Kategorie soll die Innovationsumgebung von Aware3D ermittelt werden, um daraus zukünftige Potentiale und Herausforderungen abschätzen zu können. In der nachfolgenden Tabelle 4.1 wird der Leitfragenkatalog der Gespräche dargestellt. Ergänzend dazu sind jene Personen angeführt, mit denen die jeweilige Fragestellung besprochen und welchem Themenbereich diese zugeordnet wurde.

	Nr.:	Fragestellung	Gesprächspartner
Themenbereich 1	1	Wie ist die Funktionsweise der Objekterkennung bei Aware3D?	Perschl
	2	Welche wesentlichen Gründe führten dazu, sich für eine kamera-basierte Fahrzeugerkennung zu entscheiden?	Racz, Perschl, Hammer
	3	Welche Vorteile sieht man bei Siemens in dieser Technologie?	Racz, Perschl, Hammer
	4	Welche Schwachstellen haben sich bei Aware3D herausgestellt?	Racz, Perschl, Hammer
	5	Wie ist das Feedback der Stadt Graz?	Hammer
Themenbereich 2	6	Was war der Anstoß zur Entwicklung von Aware3D?	Racz, Perschl, Hammer
	7	Wie sieht die Vorgehensweise bei der Entwicklung von Innovationen im Unternehmen aus?	Perschl, Haunschmid
	8	Ist der Entwicklungsprozess an bestimmte Modelle angelehnt?	Perschl, Haunschmid
Themenbereich 3	9	Welche weiteren Einsatzgebiete sind mit dieser Technologie denkbar?	Racz, Hammer
	10	Welche Zielgruppe soll mit diesem Smart-Parking Ansatz erreicht werden?	Racz
	11	Welche wesentlichen Trends und Entwicklungen im Transportwesen werden für Aware3D und auch Smart-Parking allgemein in Zukunft relevant sein?	Racz, Hammer

Tabelle 4.1: Leitfragenkatalog der Fachgespräche (eigene Darstellung)

4.3 Zusammenfassung und Analyse der Fachgespräche

Im nachfolgenden Abschnitt wird die Beantwortung des zuvor beschriebenen Fragenkatalogs behandelt. Für eine übersichtliche Darstellung werden die drei Themenbereich separat dargestellt und analysiert, sowie die Antworten auf das Wesentliche gekürzt. Die detaillierten Notizen aller Gespräche sind dem Anhang zu entnehmen.

	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5
Racz		<ul style="list-style-type: none"> Keine abgegrenzten Stellplätze nötig Bessere Zugänglichkeit als bei vergrabenen Sensoren 	<ul style="list-style-type: none"> Markierung beliebiger Flächen als Parkplatz möglich Erfassung zusätzlicher Informationen möglich 	Wirtschaftlicher Aspekt: Unklarheit wer für solches System zahlen wird.	
Perschl	Stereokameras: durch die Überlappung zweier Bilder können Objekte anhand unterschiedlicher Tiefen erkannt werden.	Es lassen sich große Abstellflächen mit wenigen Geräten erfassen	Je niedriger die Anzahl an Geräten ist, desto wirtschaftlicher. Grund dafür ist die einfachere regelmäßige Wartung	Starker Licht-Schatten-Wechsel führt zu Ungenauigkeit in der Ecken-Kanten-Erkennung	
Hammer		Die Technologie zur Objekterkennung war bereits vorhanden. Der Einsatz zu Fahrzeugerkennung folgte erst durch das Projekt Aware3D	<ul style="list-style-type: none"> Unterscheidung von bewegten und stillstehenden Fahrzeugen möglich Auch freie Flächen, die kleiner als 6m können erkannt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Extreme Wetterbedingungen Fehlende Akzeptanz des geteilten Stellplatzes seitens der Taxilenker. 	Die Stadt Graz ist mit der Funktionsweise von Aware3D sehr zufrieden. Problem: Taxilenker nehmen zweiten Abstellplatz nicht an.

Tabelle 4.2 Antwortübersicht zu Themenbereich 1 (eigene Darstellung)

Bei den Beantwortungen von Herrn Perschl und Herrn Racz erkennt man eine starke Verbindung der Fragen 2 und 3. Die Vorteile der kamera-basierten Technologie ergänzen sich jeweils mit den genannten Gründen für die Entscheidung zu dieser Art der Sensorik. Herr Hammer bietet diesbezüglich jedoch eine gänzlich neue Sichtweise. Seine Antwort lässt sich, bei Betrachtung von Push-Innovationen, eher im Bereich der Ideengenerierung einordnen und gehört demnach zum Innovationsprozesses. Daraus erkennt man, dass, obwohl Frage 2 ursprünglich Themenbereich 1 zugeordnet wurde, auf Grund dieser Antwort ebenfalls eine Relevanz für Themenbereich 2 erkennbar ist. Auch bei Frage 4 ist durch die Beantwortung von Herr Racz eine Relevanz zu einem anderen Themenbereich zu erkennen. Während Herr Perschl und Herr Hammer technische Aspekte, wie schlechte Wetter- und Sichtverhältnisse, erwähnen, stellen laut Herr Racz wirtschaftliche Aspekte große Probleme dar. Die Auswirkungen der Wirtschaftlichkeit solcher Systeme wird speziell für die Beantwortung des zweiten Teils

der Forschungsfrage eine wesentliche Rolle spielen. Demzufolge greift die Beantwortung von Frage 4 ebenfalls auf Themenbereich 3 über.

	Frage 6	Frage 7	Frage 8
Racz	Die Stadt Graz suchte ein System zur Verlegung des Taxistandes und der Überwachung der Ladezone sowie des Behindertenparkplatzes		
Perschl	Anstoß kam seitens der Stadt Graz. Es wurde ein System zur Erfassung der Parkplatzsituation in der Landhausgasse gesucht, wo ein neues Konzept für den Taxistand entwickelt wurde.	<ul style="list-style-type: none"> • Jedem Projekt ist ein standardisierter Managementprozess übergeordnet. • Der detaillierte Entwicklungsprozess unterscheidet sich zwischen Soft- und Hardware • Für jedes Projekt werden, firmenweit einheitlich definierte, Meilensteine festgelegt 	<ul style="list-style-type: none"> • Der Managementprozess für Projekte ähnelt einem Phasenmodell. Die Meilensteine dienen dabei als Gates, deren Erfüllung für das Voranschreiten des Projekts vorausgesetzt wird. • iiSEM dient der Softwareentwicklung. Es basiert gänzlich auf dem unified process
Hammer	Die Stadt Graz suchte ein geeignetes Managementsystem für den geteilten Taxistand in Landhausgasse, sodass die gleiche Anzahl an Stellplätzen zur Verfügung steht.		
Haunschmid		<ul style="list-style-type: none"> • Jedes Projekt besitzt einen übergeordneten Managementprozess • Für die Softwareentwicklung ist das der iiSEM-Prozess 	<ul style="list-style-type: none"> • iiSEM wurde nach dem unified process Modell aufgebaut. Das ist ein spezielles Modell zur Entwicklung von Software. • Zusätzlich wird iiSEM durch die Programme GIT und JIRA unterstützt

Tabelle 4.3 Antwortübersicht zu Themenbereich 2 (eigene Darstellung)

Im Unterschied zum Themenbereich 1 sind in den Antworten zu den Fragen 6 bis 8 keine wesentlichen Unterscheidungen zu erkennen. Bis auf einige Details sind die zugrundeliegenden Aussagen aller Gesprächspartner sehr ähnlich. Diese geringen Unterscheidungen sind jedoch größtenteils auf die Fragestellungen zurückzuführen. Im Vergleich zu den Fragen aus dem vorangehenden Themenbereich, bieten Fragestellungen 6 bis 8 wenig Interpretationsmöglichkeiten. Speziell bei Fragen 7 und 8, die unternehmensweite standardisierte Prozesse betreffen, wären signifikant unterschiedliche Antworten verwunderlich. Bei jedem Projekt sind der übergeordnete Managementprozess und die Meilensteindefinition standardisiert, weshalb einheitliche Antworten diesbezüglich zu erwarten waren. Auch bei Frage 6, bezüglich des Projektstarts, sind ähnliche Antworten nicht überraschend. Das Projekt Aware3D wurde durch konkrete Kundenanforderungen eingeleitet, die seit Entwicklungsbeginn feststehen. Auch hier bleibt, bis auf die Details der Anforderungen von der Stadt Graz, wenig Spielraum für Interpretation. Einzig das Einbeziehen der Überwachung der Ladezone und des Behindertenparkplatzes führt zu einer marginalen Diskrepanz in den Antworten.

	Frage 9	Frage 10	Frage 11
Racz	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung von Baustellen (wird Dauer und Größe eingehalten) • Einsatz bei Logistiklagern (Besetzung von Anlegeslots für LKWs) • Parkplätze von Einkaufszentren 	Zielgruppe ist eher in der Privatwirtschaft (z.B. in Logistiklagern, Einkaufszentren). Im öffentlich Bereich ist fraglich wer bereit ist für so ein System zu zahlen.	Autonomes Fahren. Dadurch wird sich der Einparkvorgang und auch die dafür notwendige Dimensionierung der Abstellflächen vollständig verändern.
Hammer	In weiterer Folge, soll mit Aware3D die Überwachung der Ladezone und des Behindertenparkplatzes möglich werden.		<ul style="list-style-type: none"> • Autonomes Fahren. Wie relevant ist Aware3D bei vollständig autonome Verkehr? • C2C-Kommunikation. Wenn Fahrzeuge jegliche Informationen miteinander austauschen, können sie auch über freie Abstellflächen kommunizieren. Wie notwendig ist dann ein System wie Aware3D?

Tabelle 4.4 Antwortübersicht zu Themenbereich 3 (eigene Darstellung)

Die Ergebnisse aus den Fragestellungen des dritten Themenbereichs legen den Grundstein für die Ausarbeitung des zweiten Teils der Forschungsfrage. Bei der Betrachtung der Antworten aus Tabelle 4.4 erkennt man eine Übereinstimmung bei Frage 11. Autonomes Fahren wurde sowohl von Herrn Racz also auch von Herrn Hammer als entscheidender zukünftiger Faktor identifiziert. Dabei unterscheidet sich jedoch die Herangehensweise an diese Thematik. Während Herr Racz die Auswirkungen autonomer Fahrzeuge auf das Umfeld von Aware3D bezieht (Art und Größe der Abstellplätze), hinterfragt Herr Hammer die Notwendigkeit einer solchen Technologie vor diesem Hintergrund gänzlich. Diese Unterscheidung ist für die kommende Analyse der Systematik sehr relevant, weil daraus verschiedene Sichtweisen des Potentials abgeleitet werden können. Bei Frage 9 hingegen sind klare Differenzen erkennbar. Herr Hammer betrachtet die kommende Einsatzgebiete welche mit Aware3D am derzeitigen Standort geplant sind. Herr Racz hingegen überlegt welche weiteren Systeme mit der kamera-basierten Technologie möglich sind.

Diese unterschiedlichen Antworten und Sichtweise waren auf Grund der Fragestellungen zu erwarten und sogar erhofft. Fragen 9 bis 11 erfordern die persönliche Einschätzung und Voraussage der befragten Person. Auf Grund der unterschiedlichen Positionen und damit verbunden Aufgaben von Herrn Racz und Herrn Hammer entstehen variierende Einschätzung. Gerade für eine Analyse des Potentials in Bezug auf zukünftige Entwicklungen sind unterschiedliche Ansichten hilfreich, um möglichst viele Sichtweisen zur Thematik zu bekommen.

5 Das System Aware3D

Die aus den Fachgesprächen gewonnenen Informationen werden nun für die Ausarbeitung der Forschungsfrage herangezogen. In diesem Abschnitt wird die Entwicklung einer technologischen Innovation anhand des konkreten Beispiels Aware3D analysiert. Dabei werden die, im Kapitel 2 behandelten, theoretischen Grundlagen zum Innovationsmanagement mit deren praktischen Umsetzung verglichen. Ziel dieses Abschnittes ist es, Parallelen zwischen Theorie und Praxis im Umgang mit technischen Innovationen zu finden und so den ersten Teil Forschungsfrage zu behandeln. Weiters werden einige wesentliche Aspekte des Entwicklungsprozesses hinterfragt und zuletzt die Charakteristiken des fertigen Systems beschrieben.

5.1 Ursprung der Idee zu Aware3D

Zu Beginn jedes Innovationsprozesses steht eine Idee, die den Entwicklungsprozess antreibt. Der Anstoß für die Entwicklung eines intelligenten Parkplatzmanagementsystems kam im Fall von Siemens von der Seite des Kunden. Dieser war die Stadt Graz, welche mit folgender Problemstellung an Siemens herangetreten ist: Auf Grund einer Ausweitung der Fußgängerzone in der Landhausgasse musste der dort befindliche Taxistand verkürzt werden. Da sich dieser Standort für Taxilenker jedoch als sehr lukrativ und begehrt herausstellte, sollte nach den Umbauarbeiten dieselbe Anzahl an Abstellplätzen für wartende Taxis zur Verfügung stehen. Um die eingeschränkten Wartemöglichkeiten in der Landhausgasse zu kompensieren, sollten in der angrenzenden Neutorgasse zusätzliche Abstellmöglichkeiten für Taxis errichtet werden. Nach dem Freiwerden eines Abstellplatzes in der Landhausgasse sollen die wartende Fahrzeuge aus der Neutorgasse sukzessive in die Landhausgasse aufrücken. Die Aufgabe für Siemens bestand darin, ein System zu entwickeln, welches die Überwachung und das Management des aufgeteilten Taxistandes übernimmt. Dabei soll die derzeitige Auslastung des Taxistandes ermittelt und die wartenden Fahrzeuge in der Neutorgasse automatisch zum Aufrücken in die Landhausgasse geregelt werden. Weiters befinden sich in der Landhausgasse Abstellflächen die einerseits als

Behindertenparkplatz, andererseits als Ladezone deklariert sind. Eine Erfassung der Auslastung dieser Bereiche war ebenfalls erwünscht.¹¹

Die explizite Bedürfnisformulierung vom Kunden lässt darauf schließen, dass Aware3D in den Bereich der Pull-Innovationen einzuordnen ist. Obwohl in diesem Fall der Kunde nicht eigenständig mit der Entwicklung begonnen hat, wie es zum Beispiel bei User-Innovation der Fall ist, kam der Anstoß für die Entwicklung von der Stadt Graz. Die Forschung von Siemens zum Thema Smart-Parking kann jedoch nicht ausschließlich auf Pull-Faktoren beschränkt werden. Die Entstehung der zugrundeliegenden Technologie weist ebenfalls Eigenschaften von technology-push auf. Diese ist bereits vor dem Beginn des Projekts Aware3D durch Grundsatzforschungen zur Erkennung von Gegenständen in Videosignalen entstanden und wurde ohne explizites Einsatzgebiet entwickelt. Erst die konkrete Anforderung an ein Parkraummanagementsystem führte zu der Idee Stereokameras für die Auswertung von Parkflächen zu nutzen (Die Funktionsweise dieses Systems wird im Kapitel 5.3 näher beschrieben). Dadurch ist die Bedeutung von R&D zur Ideengenerierung im Fall Aware3D klar erkennbar. Des Weiteren kann der hohe Neuheitsgrad von Aware3D ebenfalls den Push-Innovationen zugeordnet werden. Obwohl, wie aus der Recherche in Kapitel 3 ersichtlich, bereits eine Vielzahl an unterschiedlichen Ansätzen zu Smart-Parking existieren, haben die Entwicklungen um intelligente Parkraumbewirtschaftung allgemein einen hohen Neuheitsgrad. Der Einsatz von Stereokameras im Zusammenhang mit Smart-Parking scheint besonders neuartig zu sein, da bei der Recherche zum Thema Smart-Parking kein vergleichbares System gefunden wurde. Aware3D lässt sich daher als Basisinnovationen beschreiben, welche von Granig und Perusch (2012) im Bereich technology-push gesehen werden. Daraus sieht man, dass eine Kategorisierung von Aware3D als reine Push- oder Pull-Innovation nicht möglich ist. Beide Ansätze sind für einen gewissen Teil des Entstehungsprozesses verantwortlich. Dieses Ergebnis bestätigt somit die Wichtigkeit beider Ansätze, die bereits von Kline und Rosenberg (1986) erwähnt wird. Obwohl der Anstoß zur Idee hinter Aware3D nicht eindeutig Pull- oder Push-Faktoren zugeordnet werden kann, ist eine Kategorisierung anhand einer alternativen Ansicht zu Innovationsarten wesentlich eindeutiger.

¹¹ Racz und Perschl, Wien, 22.08.17; Hammer, Graz, 12.09.17

Eine sehr gängige Art der Innovationsunterscheidung ist die Einteilung in inkrementelle und radikale Innovationen. Inkrementelle Innovationen stellen eine Weiterentwicklung auf bestehendem Grundwissen oder Technologien dar. Radikale Innovationen andererseits, beschreiben das Entstehen von völlig Neuem, was in vielen Fällen auch zu einer Eröffnung neuer Märkte führt (Granig und Perusch, 2012). Anhand dieser Definitionen lässt sich eine klare Verbindung zu den bereits behandelten Konzepten von Basis- und Verbesserungsinnovationen ziehen. Inkrementelle Innovationen sind in den Charakteristiken mit Verbesserungsinnovationen gleichzusetzen und radikale Innovationen mit Basisinnovationen. Legt man nun diese Unterscheidung auf Aware3D um, zeigt das von Siemens entwickelte System klare Eigenschaften einer Basis- bzw. Radikalinnovation. Der hohe Neuheitsgrad von Smart-Parking Systemen allgemeinen lässt bereits auf eine radikale Innovation schließen, jedoch speziell durch den Einsatz von Stereokameras zur Fahrzeugerkennung wird dieser Standpunkt verstärkt. Auch die Eröffnung neuer Märkte kann auf Smart-Parking umgelegt werden. Zwar existieren Systeme für Parkraummanagement bereits länger (siehe den Ursprung von Parkleitsystemen aus Kapitel 3.3.3), jedoch war der Markt dafür eher auf Parkhausbetreiber beschränkt. Die Möglichkeiten zur Erfassung von Abstellflächen auf öffentlichen Straßen erweitert den Zielmarkt deutlich, da so neue potentielle Kunden wie Stadtregierungen oder sogar Privatpersonen gewonnen werden können.

5.2 Entstehungsprozess von Aware3D

Nach der Ideengenerierung bzw. des Anstoßes einer Innovation folgt die Umsetzung dieser. Dafür gibt es, wie in Kapitel 2 ersichtlich war, eine Vielzahl an Vorgehensweisen. Siemens behandelt neue Entwicklungen und Projekte anhand eines standardisierten Prozessmodells. Dabei wird ein übergeordneter Managementprozess, der für alle Anwendungen einheitlich ist, herangezogen (Abbildung 5.1 Allgemeiner übergeordnete Managementprozess bei Siemens). Dieser gleicht in Aufbau und Struktur den in Kapitel 2.2 beschriebenen Phasenmodellen. Das von Siemens verwendete Modell umfasst zusätzlich Meilensteine, die den Abschluss einer Phase dokumentieren und eine Voraussetzung für die nachfolgende Phase darstellen. Die Meilensteine werden unternehmensweit mit „PM“ (für Projekt-Meilenstein) und der dazugehörigen Nummer bezeichnet. Um die Planung solcher Projekte zu erleichtern, nutzt Siemens eine einheitliche Meilensteindefinition. Das bedeutet, egal welcher Innovationsprozess oder welches Entwicklungsprojekt, das zu erreichende Ziel hinter den einzelnen Meilensteinen ist immer gleich. Wird zum Beispiel ein „PM150“

festgelegt, steht diese Bezeichnung bei jedem Projekt für „product definition complete“. Diese Vereinheitlichung soll vor allem für eine erleichterte Lesbarkeit der Projektdokumentation sorgen. Eine projektbezogene Meilensteindefinition würde die Übersicht bei der großen Anzahl an gleichzeitig laufenden Entwicklungen deutlich erschweren.¹²

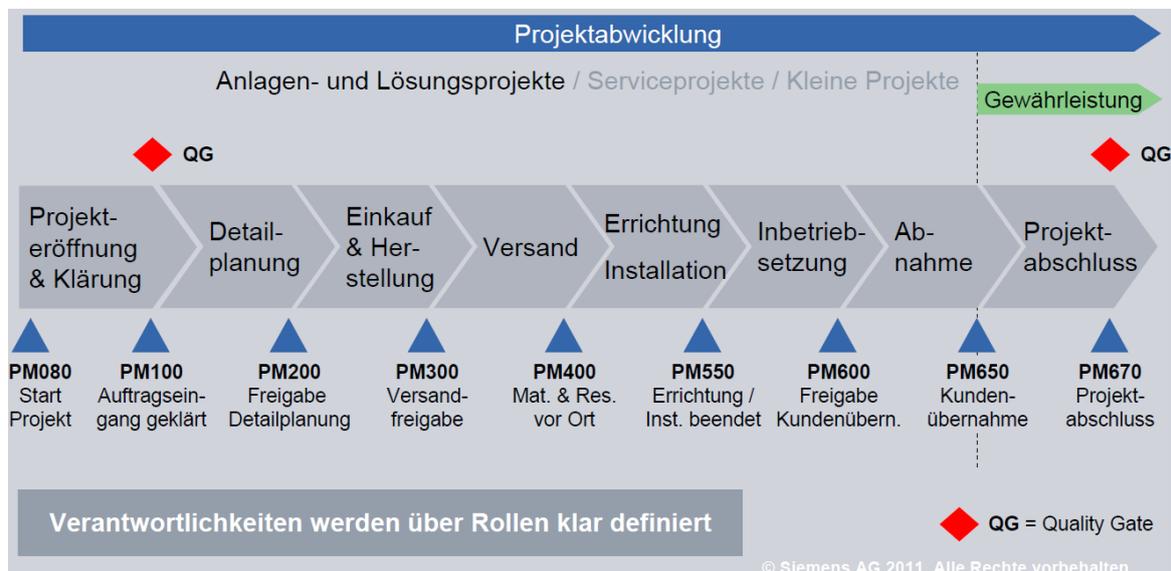


Abbildung 5.1 Allgemeiner übergeordnete Managementprozess bei Siemens (Eigendarstellung von Siemens)

Obwohl die Phasen und Meilensteine des übergeordneten Projektabwicklungsprozesses als universal einsetzbares Werkzeug dienen, sind vor allem die Detailplanung und Umsetzung von Projekt zu Projekt stark verschieden. Entscheidend dafür ist, ob sich die Entwicklung mit Hardware- oder Softwareprodukten befasst. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass der Entstehungsprozess einer Software iterativ ist. Eine zyklische Verbesserung von physischen Produkten ist nur bedingt möglich, wäre davon abgesehen jedoch sehr kostspielig und aufwendig. Auch bei Aware3D entstanden beide Aspekte separat, weshalb diese getrennt voneinander betrachtet werden.

5.2.1 Die Entstehung der Hardware

Die Entstehung der Hardwarekomponente bei Siemens ist ebenfalls auf einem standardisierten Phasenmodell aufgebaut, dessen konkreter Ablauf für jedes Projekt adaptiert wird. Im Fall von Aware3D war die Hardwarekomponente (die Stereokameras) jedoch bereits vor Projektbeginn vorhanden. Es war daher keine Entwicklungsplanung im eigentlichen Sinn notwendig. Interessant ist in diesem

¹² Perschl und Haunschmied, Wien, 19.10.17

Zusammenhang, wieso gerade Stereokameras zur Informationsgenerierung genutzt werden. Aus den Fachgesprächen konnten folgende Aspekte für diese Entscheidung identifiziert werden:

- Eine Kamera als Sensor ermöglicht es eine hohe Anzahl an Parkplätzen zu erfassen. Andere Sensoriken (z.B. Ultraschall-, Magnet-, oder Infrarotsensoren) benötigen im Gegensatz ein Gerät für jeden Parkplatz. Aus diesem Grund müssen die Abstellflächen bei diesen Sensoriken genau abgegrenzt sein, da sonst keine exakte Erfassung der Fahrzeuge möglich ist. Beim Einsatz von Videosignalen ist diese Abgrenzung nicht notwendig. Die Parkplätze können entweder gar nicht definiert, oder nur virtuell begrenzt werden. Dadurch kann ein hohes Maß an Flexibilität erreicht werden.¹³
- Weiters sieht Siemens in einer geringen Sensoranzahl auch ein geringes Fehlerpotential. Darüber hinaus wirkt sich eine geringe Anzahl an Geräten positiv die Kosten der Erzeugung und Instandhaltung aus. Da regelmäßige Wartungen und Tausch von Sensoren standardgemäß erfolgen, ist eine Vielzahl an Sensoren von Nachteil.¹⁴
- Einer der wesentlichen Entscheidungsgründe für ein kamera-basiertes System war es, zusätzliche Informationen gewinnen zu können. Über ein Videosignal lässt sich nicht nur erkennen ob ein Parkplatz besetzt ist, sondern auch wie lange dieser bereits besetzt ist und von wem. Diese Daten können direkt aus dem Videosignal entnommen werden und es ist kein zusätzliches System notwendig.¹⁵

Der dritte Entscheidungsgrund ergänzt den technology-push-Ansatz aus dem vorangehenden Kapitel weiter. Die Erfassung eines Parkplatzes wäre mit anderen Sensoren (wie zum Beispiel Infrarot- oder Magnetsensoren) ebenfalls realisierbar gewesen, jedoch konnte ein solches System keine Fahrzeugdaten erkennen. Durch den Einsatz von Stereokameras kann Aware3D mehr Informationen liefern als rein die Parkplatzauslastung. Dadurch sind Funktionen möglich, die zwar vorerst vom Kunden nicht gefordert waren, jedoch in Zukunft große Vorteile bieten könnten. Es ist zum Beispiel möglich, ein unbefugt-abgestelltes Fahrzeug auf dem Behindertenparkplatz

¹³ Racz, Wien, 22.08.17

¹⁴ Perschl, Wien, 22.08.17

¹⁵ Racz, Wien, 22.08.17

automatisch zu erkennen und aufzuzeichnen. Auch die Überprüfung einer zu langen Belegung der Ladezone kann so kontrolliert werden. Diese zusätzlichen Funktionen bieten somit Lösungen zu Problemen an, die zuvor nie konkretisiert wurden. Das Ziel von Push-Innovationen ist es, neuartige Entwicklungen oder Technologien voranzutreiben und so den Bedarf an zuvor Unbekanntem zu schaffen. Genau das wird dem Einsatz der Stereokameratechnologie möglich. Zwar hat die Stadt Graz derzeit keinen Bedarf die Fahrzeuge in der Ladezone oder dem Behindertenparkplatz aufzuzeichnen, jedoch kann sich das in Zukunft als wichtiger Aspekt herausstellen.

5.2.2 Die Entwicklung der Software

Für die Entwicklung von Softwaresystemen nutzt Siemens ein auf dem unified process basierendes Modell. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war, eine möglichst schnelle Markteinführung zu erreichen. Gerade bei sehr komplexen und großen Programmen war das mit dem zuvor verwendeten Ansatz nicht möglich.¹⁶ Das generische Prozessgerüst des unified process kann an die verschiedenen Unternehmens- und Projektanforderungen angepasst werden und ist daher ein vielfältig einsetzbares Werkzeug. Die Stärken dieses Modells liegen in den folgenden drei grundlegenden Eigenschaften (Jacobson et al., 1999):

1) Der unified process fokussiert use-cases. Das bedeutet, der Entwicklungsprozess einer Software wird von konkreten Kundenwünschen eingeleitet und soll der Erfüllung dieser dienen. Aus den Charakteristiken der Benutzer (user) können funktionale Anforderungen an das System abgeleitet und in Form eines use-case-Modells zusammengefasst werden. Dabei muss ein Benutzer nicht zwingendermaßen ein Mensch sein, auch andere Systeme können mit der zu entwickelnden Software interagieren. Darüber hinaus sind use-cases auch für das Design des Systems wesentlich. Die verschiedenen Benutzer und deren Interaktion mit dem System stellen einen essentiellen Input für das Design der Software dar. Basierend darauf können die Entwickler unterschiedliche Modelle erstellen, um Lösungen zu den einzelnen use-cases umzusetzen. Diese Herangehensweise ermöglicht das Testen des Systems an jenen Anwendungen, die für Anforderungen ausschlaggebend sind. Es ist dadurch ein kontinuierlicher Validierungsprozess möglich.

2) Dieser Aspekt stellt auch die zweite wesentliche Eigenschaft des unified process dar; dieser ist iterativ und inkrementell. Gerade bei großen Programmen kann

¹⁶ Perschl, Wien, 19.10.17

der Entstehungsprozess sehr komplex sein. Aus diesem Grund wird die Entwicklung im unified process in sogenannte „Miniprojekte“ unterteilt. Jedes dieser Miniprojekte stellt eine Iteration dar, deren Umsetzung als Inkrement gesehen wird. Iterationen werden als Schritte im Workflow, Inkremente als Projektfortschritt gesehen. In jeder Iteration werden die Spezifikationen und Anforderungen der relevanten use-cases identifiziert. Darauf aufbauend wird das Design des Subprojekts bestimmt und dessen Funktion anhand der vorab definierten Anwendungsbeispiele überprüft. Wenn die Vorgaben an den jeweiligen Iterationsschritt nicht erfüllt sind, wird dieser so lange wiederholt, bis ein befriedigendes Ergebnis erzielt werden kann. Diese Unterteilung in kleine Arbeitspakete bringt den Vorteil, dass eine gleichzeitige Arbeit an den verschiedenen Anforderungen möglich ist und deren Funktionsweise separat und gezielt getestet werden kann.

3) Damit alle Unterprojekte zu einem homogenen System zusammengeführt werden können, wird bei unified process-Modellen mit einer einheitlichen Architektur gearbeitet, was die dritte wesentliche Eigenschaft darstellt. Die Architektur eines Softwareprogramms verbindet die wichtigsten dynamischen und statischen Aspekte eines Systems. Da eine getrennte Betrachtung von Funktionalität und Design nicht zielführend ist, stellt die Balance beider eine wesentliche Thematik dar. Die Funktionalität wird durch die Anforderungen der use-cases bestimmt und das Design aus der Systemarchitektur. Eine frühzeitige Entwicklung der Architektur anhand der wesentlichen use-cases soll einerseits ein einheitliches Design bei der Erstellung der Miniprojekte, andererseits die Adaptierbarkeit und Flexibilität dieser ermöglichen.

Der Ablauf des unified process Modells ist in vier Phasen unterteilt, die aus sich wiederholenden Zyklen bestehen. Dabei wird jede Phase weiters in zentrale Arbeitspakete (Workflow) unterteilt, die eine bestimmte Anzahl an Iterationen durchlaufen. Um Auslastungen und Aufwand jedes Arbeitspaketes visualisieren zu können, werden die benötigten Ressourcen zur jeweiligen Phase ergänzt. Darüber hinaus werden für jeden der vier Abschnitte Meilensteine definiert, deren Abschluss für ein Fortschreiten des Projekts in die nachfolgende Phase vorausgesetzt ist. Meilensteine dienen für das Management nicht nur als Kontrollwerkzeug, sondern können auch wertvolle Daten zum Fortschritt und den benötigten Mitteln (physisch, monetär, menschlich und zeitlich) liefern (Jacobson et al., 1999). Ein beispielhaftes Modell zum unified process wird in Abbildung 5.2 dargestellt.

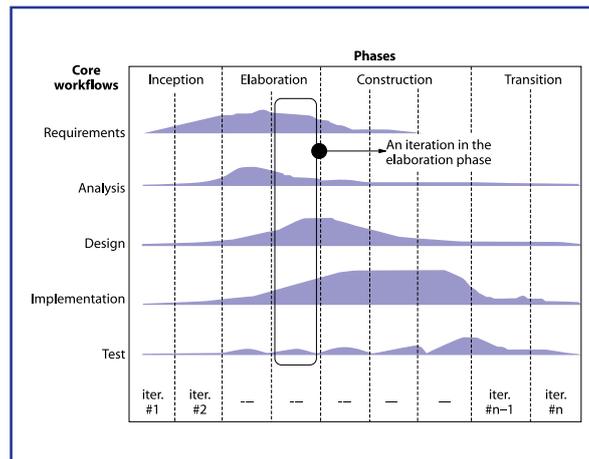


Abbildung 5.2 Phasen und Workflows eines unified process Modells (Jacobson et al., 1999: S. 101)

Das von Siemens verwendete Modell zur Softwareentwicklung trägt die Bezeichnung iiSEM und teilt die wesentlichen Charakteristiken des unified process. Die verstärkte Benutzerorientierung zeigt eine, im Unterschied zu der Entwicklung der Hardwarekomponente, stärkere pull-orientierung. Siemens legt beim Entstehungsprozess ebenfalls einen Schwerpunkt auf use-cases, die stark mit den Anforderungen der Kunden in Verbindung stehen. Dabei werden sogenannte Akteure definiert. Diesen Akteuren werden verschiedene Rollen zugewiesen, je nachdem wie sie mit dem System interagieren. Rund um diese Akteure werden use-cases aufgebaut, die unterschiedliche Anwendungsgebiete des Systems beinhalten. So kann erforscht werden, welche Applikationen mit der zu entwickelten Software möglich sind. Anhand der use-cases werden auch die Funktionstests in den Iterationen durchgeführt, sowie Potentiale für mögliche zukünftige Anwendungen erforscht und definiert. Als Unterstützung zum Management der einzelnen Subprojekte nutzt Siemens ein internes Softwareentwicklungstool. Dieses ermöglicht eine Vielzahl an wichtigen Funktionen für den Entwicklungsablauf. Einerseits können aufgetreten Fehlermeldungen abgespeichert, den Mitarbeitern direkt zur Bearbeitung zugewiesen und getestet werden. Die Benutzer des Entwicklungstools können neben einer ausführlichen Dokumentation ihres Vorgehens, auch direkt auf die im System hinterlegten test-cases zugreifen. Andererseits wird der gesamte Ablauf in der Applikation dokumentiert und erleichtern so, den Entwicklungsablauf nachzuverfolgen. Der Entstehungsablauf von iiSEM besteht ebenfalls aus vier Phasen. Im Unterschied zu dem, in Abbildung 5.2 dargestellten Modell, sind die Bezeichnung der Phasen unterschiedlich, wie Abbildung 5.3 Überblick des iiSEM zeigt.

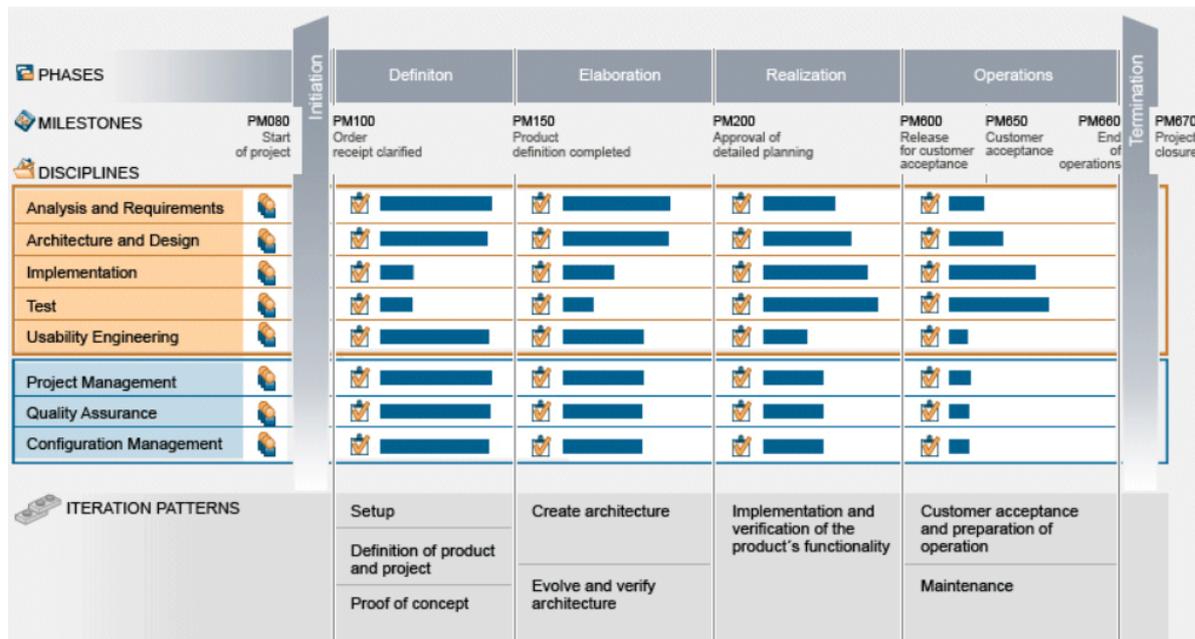


Abbildung 5.3 Überblick des iiSEM (Eigendarstellung von Siemens)

Trotz dieser Unterscheidung ist die Ähnlichkeit zum unified process klar erkennbar. Im Modell von Siemens wurden die einzelnen Phasen mit den jeweiligen Meilensteinen ergänzt. Die in Abbildung 5.3 Überblick des iiSEM als „disciplines“ bezeichneten Begriffe sind mit den Workflows aus Abbildung 5.2 gleichzusetzen. Man erkennt hier, dass diese bis auf „Usability Engineering“ identisch sind. Eine weitere Parallelität ist die Darstellung des Aufwandes für die jeweilige Disziplin innerhalb der Phasen. Diese sind jedoch im iiSEM als Balken dargestellt. Vergleicht man die Veränderung der Anforderungen an die jeweiligen Disziplinen in den einzelnen Phasen im iiSEM mit dem beispielhaften Modell von Jacobson et al. (1999) sind weitere Ähnlichkeiten erkennbar. Bis auf „Implementation“ und „Test“ soll der Aufwand der Workflows während des Durchlaufens des Entwicklungsprozesses abnehmen. Das bedeutet, dass eine ausführliche Planung in den Anfängen des Projekts vorgesehen ist. Spätere Phasen sollen dann hauptsächlich aus der eigentlichen Ausarbeitung, sowie der Testphase bestehen.

5.3 Funktionsweise von Aware3D

Der dritte und letzte Schritt im Innovationsmanagement wird auf Grund des Umfangs und der Bedeutung im nachfolgenden Kapitel behandelt. Um jedoch alle Aspekte von Aware 3D für die Analyse der zukünftigen Potentiale und Herausforderungen zu verstehen, soll nun auf die Funktionsweise der Technologie eingegangen werden.

Aware3D besteht aus zwei wesentlichen Elementen: der Hardware, die für die Erzeugung des Videosignals zuständig ist und der Software, die durch Auswertung

dieser Daten das eigentliche Parkplatzmanagement ermöglicht. Die Fahrzeugerkennung erfolgt mittels drei Stereokameras. Eine Stereokamera besteht wiederum aus zwei Objektiven, die in einem bestimmten Abstand (beim System von Siemens ist dieser 500mm) zu einander positioniert sind. Die Bildsignale beider Objektive werden systemintern übereinandergelegt und ermöglichen, nach dem gleichen Prinzip des menschlichen Auges, Tiefenerkennung. Diese Tiefenerkennung wird bei Aware3D zur Fahrzeugidentifizierung genutzt. Ähnlich wie die Ecken- und Kantenerkennung aus Kapitel 3.2.2, kann das System durch eine Unterscheidung der Tiefen, Störungen auf der ebenen Fahrbahn erkennen. Diese Unebenheiten im Bild werden vom System als Fahrzeuge wahrgenommen. Der Einsatz von drei dieser Stereokameras ermöglicht eine Erweiterung des erfassbaren Bereichs, um alle Abstellflächen in der Landhausgasse zu überblicken. Die Bildsignale aller Kameras werden auf dem Server zusammengeführt und erzeugen eine durchgehende Grafik für die gesamte Straße. Die Kameras sind in 20 Meter Höhe an einer Gebäudefassade befestigt. Aus dieser Entfernung kann das Kamerasystem ungefähr 40 Meter Straße erfassen. Der Hardwareteil ist in Abbildung 5.4 Kamerasystem von Aware3D dargestellt.

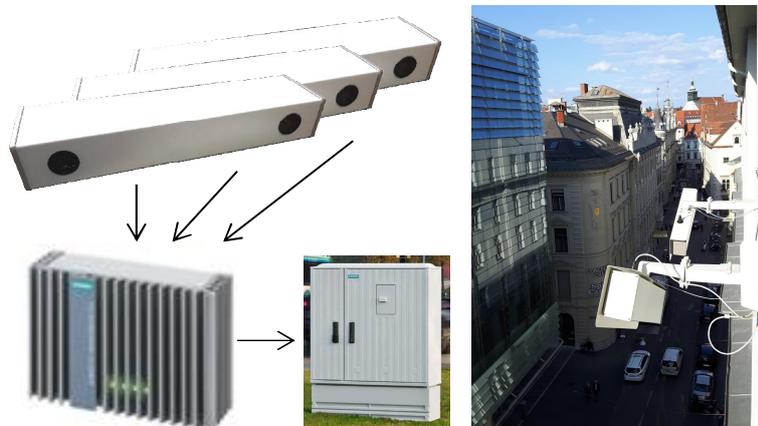


Abbildung 5.4 Kamerasystem von Aware3D (Eigendarstellung von Siemens)

Die Information des Stereokamerasystems wird anschließend dem Softwareteil von Aware3D zum eigentlichen Parkraummanagement übergeben. Dafür wird die Landhausgasse in fünf Detektionszonen unterteilt, wie in Abbildung 5.5 Detektionszonen in der Landhausgasse dargestellt. Diese fünf Bereichen beinhalten den Taxistand, zwei Ladezonen, einen Behindertenparkplatz und eine Fläche für herkömmliche Kurzparker. Die Anzahl der freien Abstellflächen wird laufend aktualisiert und in der Benutzeroberfläche (Abbildung 5.5 Detektionszonen in der Landhausgasse) angezeigt. Dabei werden die Bildsignale aller Kameras verglichen, um eine möglichst hohe Genauigkeit des Systems zu ermöglichen. Zusätzlich zur Grafik der

Benutzeroberfläche lässt sich auch ein live-Bild der Parkraumsituation aufrufen, das in Abbildung 5.6 Beispielhaftes Live-Bild von Aware3D dargestellt ist. Aus dieser Ansicht lassen sich, im Gegensatz zur graphischen Abbildung, auch die genaue Position und Größe der freien Abstellflächen in den jeweiligen Zonen erkennen.

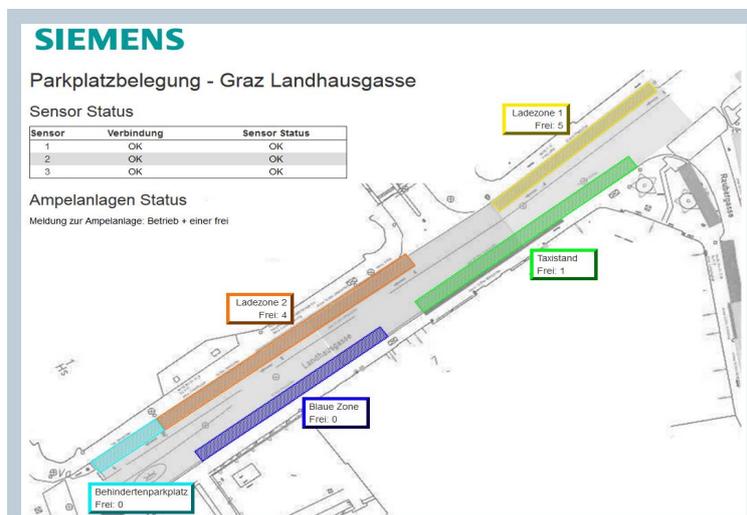


Abbildung 5.5 Detektionszonen in der Landhausgasse (Eigendarstellung von Siemens)

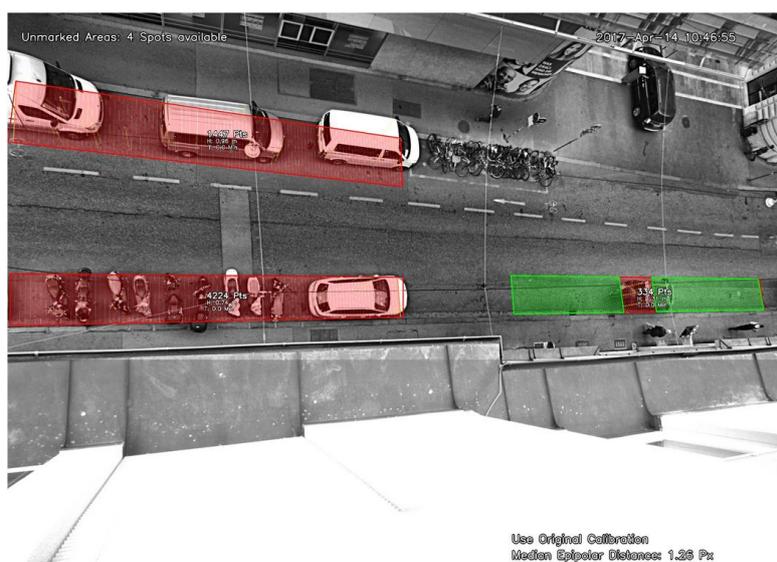


Abbildung 5.6 Beispielhaftes Live-Bild von Aware3D (Eigendarstellung von Siemens)

Ein weiterer wesentlicher Aspekt von Aware3D ist Umsetzung der Taxistandverlegung. Dafür wurde in der benachbarten Neutorgasse ein zusätzlicher Abstellplatz für wartende Taxis errichtet, der über eine Ampelschaltung mit Aware3D gekoppelt ist. Die Ampel ist im Boden der Neutorgasse angebracht und nur von dort wartenden Taxis erkennbar. Der Stadt Graz war es wichtig, dass die zusätzliche Ampel nicht für andere Fahrzeuge sichtbar ist, um mögliche Verwirrungen zu vermeiden. Solange keine freien Plätze im Wartebereich in der Landhausgasse (grüner Bereich aus Abbildung 5.5 Detektionszonen in der Landhausgasse) erkannt werden, zeigt die Ampel in der Neutorgasse

Rot an. Dadurch soll ein unnötiges Kreisen um den Taxistand in der Landhausgasse verhindert werden. Nach Freiwerden eines Platzes signalisiert die Ampel, dass ein Aufrücken in die Landhausgasse möglich ist. Eine in der Fahrbahn der Neutorgasse vergrabene Magnetschleife zählt zusätzlich die nachrückenden Fahrzeuge. So kann sichergestellt werden, dass die Ampel rechtzeitig wieder auf Rot zurückstellt und nicht mehr Taxis in die Landhausgasse fahren als Abstellplätze verfügbar sind. Die Position des zusätzlichen Taxistandes und das Ampelsystem sind in Abbildung 5.7 Überblick des geteilten Taxistandes dargestellt.

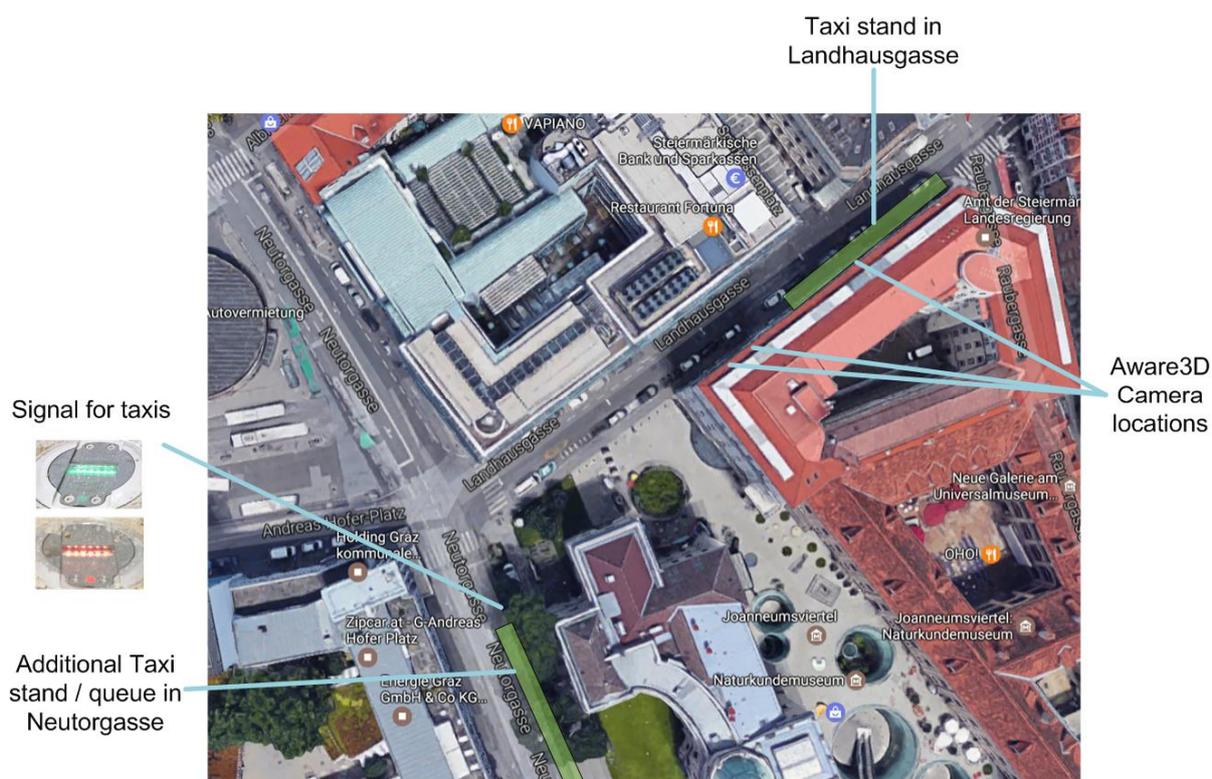


Abbildung 5.7 Überblick des geteilten Taxistandes (Eigendarstellung von Siemens)

5.4 Diskussion der Ergebnisse

Zusammenfassend erkennt man eindeutige Parallelen des Entwicklungsprozesses von Aware3D, zu den theoretischen Grundlagen aus dem Kapitel zum Innovationsmanagement. Der Ursprung der Idee zeigt klare Eigenschaften der zu der Innovationstheorie rund um technology-push und market-pull, sowie den Radikal- bzw. Basisinnovationen. Auch im Management des Entwicklungsprozesses werden theoretischen Grundlagen wiedergespiegelt. Neben der Ähnlichkeit des Projektprozesses mit Phasenmodellen, zeigt insbesondere das interne Entwicklungsmodell iiSEM wie stark Theorie und Praxis korrelieren.

Eine wesentliche Erkenntnis dieser Analyse ist, dass, obwohl Theorie und Praxis eng miteinander verknüpft sind, in der Regel nie ein einziges Modell vollständig verfolgt

wird. Die Ideengenerierung zu Aware3D zeigt eindeutige Aspekte von Push- sowie von Pull-Innovationen. Jedoch ist keine eindeutige Einteilung zu einer der beiden Kategorien möglich. Auch die Prozessmodelle für Hard- und Software sind zwar auf bestimmten Basismodellen aufgebaut, jedoch sind die zugrundeliegenden Theorien nicht vollständig übernommen worden. Sowohl die Phasenmodelle, als auch das unified process-Modell wurden von Siemens abgeändert. Dieser Aspekt ist nachvollziehbar, da, gerade bei einer so komplexen Thematik wie Innovationsprozesse, immer verschiedene Bedingungen ausschlaggebend sind. Eine universell einsetzbare Theorie zu finden ist, auf Grund der unterschiedlichen Anwendungsgebiete, Anforderungen und Präferenzen von Firmen, unmöglich.

In diesem Zusammenhang ist jedoch ebenfalls die Wichtigkeit der Theorie zu Innovations- und Managementprozesses zu erwähnen. Obwohl jede Organisation abgeänderte Abläufe verfolgt und es kein Modell zum garantierten Erfolgs gibt, lassen sich immer gemeinsame Nenner zu den weit verbreiteten Theorien finden.

6 Potentiale und Herausforderungen für Aware3D

Die Beantwortung des zweiten Teils der Forschungsfrage stellt den abschließenden Forschungsteil dieser Arbeit dar. Wie im einleitenden Kapitel definiert, handelt dieser von den Trends und Veränderungen, die das Potential von Aware3D verändern können. In Kapitel 2.3 wurden bereits die wesentlichen Bestandteile der Umgebung von Aware3D hergeleitet. Im Wesentlichen bestehen diese aus den Bereichen Mobilität, Fortbewegung, Informationstechnologie, Parkraummanagement und Demographie, die unter dem Begriff Innovationsumfeld bzw. Innovationsumgebung zusammengefasst werden können. Im folgenden Kapitel werden jene Aspekte der Innovationsumgebung identifiziert, die den größten Einfluss auf Aware3D haben werden, um daraus einige Potentiale und zukünftige Herausforderungen abzuleiten.

Jene Punkte, aus denen sich das Innovationsumfeld zusammensetzt, wurden aus Gesprächen und Einschätzungen einiger, an der Entwicklung von Aware3D beteiligten, Mitarbeiter von Siemens ermittelt. Der Inhalt und die Auswertung dieser Gespräche wurde bereits in Kapitel 4 detailliert beschrieben und wird deshalb hier nur kurz erwähnt. Für die Identifizierung der Innovationsumgebung sind daher die Fragen des dritten Themenbereichs interessant. Aus deren Beantwortungen konnten die folgenden drei Umgebungsparameter identifiziert werden.

Als erster Umgebungsparameter ist die „Akteur-Vielfalt“ zu nennen. Der Begriff „Akteur“ bezieht sich, im Zusammenhang mit intelligenter Parkraumbewirtschaftung, auf jene Parteien, die mit dem System interagieren. Da ein intelligentes Parkraummanagement durch eine Vielzahl dieser Akteure beeinflusst wird und sich diesen anpassen muss, gilt es den Einfluss dieser näher zu betrachten. Je nach Art der Interaktion mit dem System, werden in Anlehnung an Anke und Scholle (2016) drei wesentliche Gruppen von Akteuren unterschieden: private, gewerbliche und öffentliche. Diese werden im anschließenden Kapitel näher erläutert. Jede dieser drei Gruppen verfolgt durch die Verwendung des Systems andere Ziele und stellt daher unterschiedliche Anforderung an die Funktionsweise. Zum Beispiel, müssen für den gewerblichen Einsatz von Smart-Parking Systemen andere Voraussetzungen erfüllt werden als bei privaten Benutzern. Es ist davon auszugehen, dass sich daraus unterschiedliche Herausforderungen und Potentialen ergeben. Speziell Herr Racz ist mit der Beantwortung der Fragen 9 und 10 auf diese Thematik eingegangen. Das

Potential des Systems variiert stark, je nach Betrachtungsweise der Akteure, weshalb diese zu den Umgebungsparametern zu zählen sind.

Die Fahrzeugvernetzung stellt einen weiteren Aspekt der Innovationsumgebung von Smart-Parking dar. Die Vernetzung von Fahrzeugen mit ihrer Umgebung (auch als Car-to-X-Kommunikation bezeichnet) ein essentieller Teil der Weiterentwicklung von Smart-Parking Systemen¹⁷. Der Begriff Car-to-X-Kommunikation (C2X) umfasst die Vernetzung eines Fahrzeugs mit beliebigen Gegenständen, externen Systemen, Verkehrsteilnehmern oder Institutionen (Holland und Zand-Niapoura, 2017). Der direkte Austausch von Informationen zwischen Fahrzeugen (Car-to-Car / C2C) und mit der Infrastruktur (Car-to-Infrastruktur / C2I), wie Ampelanlagen, sind dabei die Kerndisziplinen derzeitiger Forschung. Die übertragenen Informationen können einerseits Umgebungsdaten (wie zum Beispiel Baustellen, Wetterverhältnisse oder Hindernisse auf der Fahrbahn), andererseits Bewegungsdaten der Fahrzeuge (wie aktuelle Position, Geschwindigkeit, Lenkeinschlag, Bremsstatus etc.) beinhalten. Der konstante Austausch dieser Parameter soll dafür sorgen, gefährliche Situationen sehr früh zu erkennen und diesen vorausschauend entgegenzuwirken (Eichler et al., 2006; Festag et al., 2004; Knight, 2015). Wie man daraus erkennt, liegt das Ziel aktueller Forschungen zu C2C-/C2I-Kommunikation auf einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Holland und Zand-Niapoura, (2017) zeigen, auch anderen Vernetzungspartnern immer größere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Unter dem Überbegriff Car-to-X-Kommunikation werden unter anderem Informationswechsel von Fahrzeugen mit Fußgängern, Smart-Homes oder Parkplatzmanagementsystemen erforscht. Letzteres ist jene Entwicklung, die in weiterer Folge dieser Arbeit näher behandelt wird.

Den letzten wesentlichen Aspekt stellt das autonome Fahren dar. Die Bedeutung der Thematik lässt sich daraus erkennen, dass Herr Racz und Herr Hammer diese in Bezug auf Frage 11 erwähnten. Obwohl der Gedanke an eine fahrerlose Fortbewegung vor einem Jahrzehnt noch eher in den Bereich der Science-Fiction eingeordnet wurde, erfährt diese Technologie eine immer rasantere Entwicklung (Hars, 2016). Neben dem aktuellsten Beispiel von *Tesla*, prognostizieren immer mehr Automobilhersteller ihre Lösungen zur autonomen Fortbewegung in den nächsten vier bis fünf Jahren zu präsentieren¹⁸. *Audi* möchte bis 2020 ein selbstfahrendes Auto auf

¹⁷ Hammer, Graz, 12.09.17

¹⁸ http://www.driverless-future.com/?page_id=384 (letzter Zugriff: 15.11.17)

den Markt bringen, der CEO von *Ford* sowie der Konzern *BMW* planen gleiches bis 2021 und *Volkswagen* hat sich sogar 2019 als Ziel gesetzt¹⁹. Obwohl es bis zur vollständig Automatisierung noch ein weiter Weg ist, zeigen Prognosen bereits jetzt welche radikalen Veränderungen das Transportwesen dadurch erfahren wird. Es werden völlig neue Möglichkeiten zur Verkehrssteuerung, neuartige Anforderungen an das Verkehrsnetz, aber auch gänzlich unbekannte Fortbewegungsangebote entstehen (Heinrichs, 2015). Auch die Stellung des Fahrzeugs im Stadtverkehr wird neu definiert. Neben der zugrundeliegenden Technologie, muss das Verhalten und der Umgang mit autonomen Fahrzeugen in Bezug auf die Parkplatzsuche ebenfalls überdacht werden. Wie die Stellung von Aware3D nach diesem Wandel aussieht und welche Möglichkeiten und Herausforderungen daraus entstehen, ist Schwerpunkt von Abschnitt 6.3.

6.1 Der Einfluss von Akteur-Vielfalt auf Aware3D

Wie bereits zuvor erwähnt können die Akteure in drei Kategorien unterteilt werden, deren genauere Beschreibung an die Definition von Anke und Scholle (2016) angelehnt ist. Unter privaten Akteuren werden nicht gewerbstätige Parteien verstanden, die rein aus privaten Zwecken mit dem Parkplatzmanagementsystem interagieren. Ziele dieser Gruppe sind eine Kosten- und Zeitersparnis sowie eine Steigerung des Komforts, die mit einer Verkürzung bzw. Elimination der Parkplatzsuche einhergehen. Gewerbliche Akteure repräsentieren jene Gruppe, die ein Parkplatzerfassungs- bzw. Parkplatzmanagementsystem zu gewerblichen Zwecken nutzt. Darunter können nichtöffentliche Organisationen verstanden werden, deren Abstellplätze zur Wertschöpfung beitragen. Die Kategorie der öffentlichen Akteure umfasst staatlich geführte Organisationen. Darunter fallen zum Beispiel Stadtregierungen oder Verkehrsdienste.

Wie das Pilotprojekt zur intelligenten Parkraumbewirtschaftung, Aware3D, sind laut Siemens auch andere Einsatzmöglichkeiten im öffentlichen Bereich denkbar²⁰. Öffentliche Organe könnten daran interessiert sein, designierte Abstellflächen, wie Ladezonen oder Behindertenparkplätze, zu erfassen. Das größte Potential von Aware3D in diesem Zusammenhang ist, dass mit Hilfe der Kamertechnologie sowohl Fahrzeugdaten als auch Abstelldauer ermittelt werden können. Bei einer Integration

¹⁹ http://www.driverless-future.com/?page_id=384 (letzter Zugriff: 15.11.17)

²⁰ Racz, Wien, 22.08.17

des Systems mit der Polizei könnten Falschparker direkt erfasst und gestraft werden. Auch die Überwachung von Baustellen sieht man bei Siemens als mögliches Einsatzgebiet. Dabei könnte man überprüfen, ob Bauarbeiten im vorgegeben Zeitraum stattgefunden haben oder ob mehr Fläche beansprucht wurde als ursprünglich genehmigt. Alles in Allem wird dem flächendeckenden Einsatz von Aware3D im öffentlichen Sektor seitens Siemens jedoch nur ein geringes Potential zugeordnet²¹. Grund dafür ist, dass Investitionen für derartige Bereiche oftmals ausbleiben. Beim Einsatz unbeweglicher Sensoren, wie Kameras, zur Erfassung weitläufiger Bereiche ist eine große Anzahl an Geräten notwendig. Als Beispiel, waren im Fall von Aware3D drei Stereokameras für die Erfassung der schätzungsweise 25 bewirtschafteten Abstellplätze in der Landhausgasse notwendig. Legt man diesen Ansatz auf die gesamte Stadt Graz um, in der es 26.200 bewirtschaftete Parkplätze gibt²², würde das für eine vollständige Erfassung der gebührenpflichtigen Parkzone etwa 3.144 dieser Kameras ergeben. Darüber hinaus sind die Ziele derzeitiger Regierungsmaßnahmen eher dahingehend, die Bewohner großer Städte von der Benutzung des eigenen Autos abzuhalten und stattdessen auf öffentliche Verkehrsmittel bzw. Carsharing-Modelle umzusteigen. Statt Investitionen für Parkplatzoptimierung zu tätigen werden tendenziell eher Fördermittel in den Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzwerks getätigt. Ein System, das eine stärkere Nutzung von Fahrzeugen im innerstädtischen Bereich motiviert, scheint daher seitens Siemens unwahrscheinlich.

Im Gegensatz zur Verwendung im öffentlichen Bereich werden Anwendungen von Aware3D eher im gewerblichen Bereich angesiedelt sein²³. In diesem Zusammenhang wurden zwei explizite Beispiele erwähnt, deren Potential als hoch eingestuft wird. Der erste Anwendungsfall ist in der Privatwirtschaft, genauer im Bereich der Logistiklager. Im Speziellen sind hier die Zufahrten und Anlegeslots für LKWs ein denkbares Einsatzgebiet. Mit einem System wie Aware3D könnte die Verladedauer pro LKW ermittelt und Verzögerungen direkt erkannt werden. Das andere Beispiel ist der Einsatz von Aware3D bei Parkflächen von Einkaufszentren. Für Einkaufszentren ist es wichtig, dass Kunden auf schnellstem Weg zu den Geschäften gelangen und die Parkplatzsuche so kurz wie möglich ausfällt. Ein effizientes Parkplatzmanagement

²¹ Racz, Wien, 22.08.17

²² https://www.graz.at/cms/beitrag/10065936/7922687/Gesamtuebersicht_Gruene_Parkzonen.html
(letzter Zugriff: 25.01.2018)

²³ Racz und Perschl, Wien, 22.08.17

kann dafür ausschlaggebend sein. Dies ist am Beispiel der *Shopping City Süd* erkennbar, wo bereits ein Parkplatzleitsystem mit Einzelparkplatzerkennung durch Magnetsensoren eingesetzt wird²⁴. Siemens sieht diesbezüglich das wesentliche Potential von Aware3D in den Vorteilen der kamera-basierten Technologie im Vergleich zu Einzelparkplatzerfassung, wie in Kapitel 5.2.1 beschrieben.

Daraus lässt sich schließen, dass die Stärken von Aware3D im Einsatz „kleinerer“ Systeme liegen. Als „klein“ werden jene Systeme bezeichnet, für die eine geringe Anzahl an Sensoren benötigt wird. Beispiele dafür sind die Erfassung von Parkplätzen bei Einkaufszentren oder Supermärkten sowie die Überwachung einzelner Ladezonen, Einfahrten oder designierter Abstellplätze. Die Verwendung in flächendeckenden Parkraummanagementsystemen (zum Beispiel ganzer Städte) ist auf Grund der dafür notwendigen Anzahl an Geräten nicht wahrscheinlich. Daraus resultiert, dass Aware3D ein wesentlich höheres Potential im gewerblichen Bereich aufweist. Es lässt sich weiters ableiten, dass Aware3D vorrangig für die Betreiber des Systems von Vorteil ist. Als „Betreiber“ werden in diesem Zusammenhang all jene Parteien verstanden, die Aware3D zur Erfassung bestimmter Parkflächen nutzen. Das sind zum Beispiel Einkaufszentren, Firmen oder eben Stadtregierungen. Für die Benutzerseite hingegen, sehe ich das Potential von Aware3D nur im Zusammenhang mit intelligentem Parkleitsystemen, worauf im anschließenden Abschnitt eingegangen wird. Als „Benutzer“ werden jene Parteien bezeichnet, die auf die Information über die Parkplatzauslastung zugreifen und diese auf bestimmte Art und Weise nutzen.

6.2 Der Einfluss von Fahrzeugvernetzung auf Aware3D

Die Entwicklung eines Kommunikationsnetzwerks, in dem alle Verkehrsteilnehmer eingebunden sind, stellt auch eine wesentliche Veränderung für das Transportwesen dar. Der Fortschritt dieser Veränderung verläuft jedoch stufenweisen und hat bereits vor etwa zwei Jahrzehnten begonnen. Die erste Form einer Vernetzung von Fahrzeugen und Umgebung war das Einbeziehen der genauen Position mittels GPS-Signal. Seither wurde dieser Trend durch das Verbinden von Fahrzeugen mit dem Internet weiter vorangetrieben (Narla, 2013) und derzeit wird an einer vollständigen Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer gearbeitet. Der selbständige Datenaustausch von Fahrzeugen mit ihrer Umgebung ermöglicht dabei auch neue Ansätze für das

²⁴ http://www.neuhauser-vt.com/fileadmin/template01/uploads/Detailprospekte_Produkte/Detailinfo_Einzelplatzerfassung_und_dynamische_Leitsysteme.pdf (letzter Zugriff: 16.11.17)

Parkplatzmanagement²⁵. Ähnlich zur Entstehung der Fahrzeugvernetzung, kann auch von einer stufenweisen Adaptierung der Car-to-X-Kommunikation durch Smart-Parking Systeme ausgegangen werden. Je nach Entwicklungsfortschritt der C2X-Kommunikation werden die drei folgenden Ebenen identifiziert.

6.2.1 Stufe 1: Informationsabfrage durch Fahrzeuge

Den ersten Schritt einer Integration von C2X-Kommunikation in Smart-Parking sehe ich in Fahrzeugen als Informationsempfänger. Dabei agieren diese rein als Empfänger und Verwerter von Daten. In diesem Stadium ist noch keine C2C-Kommunikation im eigentlichen Sinn notwendig, denn es werden nur Informationen von externen Systemen zu den jeweiligen Fahrzeugen gesendet. Eine denkbare Funktionsweise ist, die Auslastung der Parkplätze von einem System zu erfassen und die Informationen auf einer, von Fahrzeugen zugreifbaren, Plattform zu speichern. So kann ein im Auto vorhandenes System die Parkplatzsituation am Zielort erfragen, einen Parkplatz reservieren oder eine alternative Routen wählen, wenn die Parkeinrichtung vollständig ausgelastet ist (Swan, 2015). Eine Applikation, die ebenfalls dieses Prinzip nutzt, ist das von Niculescu et al. (2016) entwickelte intelligente Parkleitsystem aus Kapitel 3.3.3. Bei den Ansätzen von Niculescu et al. (2016) und Swan (2015) werden jedoch nur Auslastungen von abgeschlossenen Parkflächen (Parkhäusern bzw. Garagen) in die Routenplanung miteinbezogen. Ein System wie Aware3D könnte diese Applikation auch für das Parken auf öffentlichen Straßen ermöglichen. Die Funktionsweise wäre dabei ident zum bereits erwähnten Parkleitsystem, jedoch würden sich die relevanten Informationen auf die Auslastung einzelner Straßen beziehen.

Diese Idee birgt ein großes Potential für Smart-Parking Systeme. Speziell der Teilbereich der Informationsgenerierung ist dabei wesentlich, weil die Erfassung der Parkplatzsituation in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle spielt. Demzufolge würde die Bedeutung und Nachfrage an Informationsgenerierungsmethoden direkt proportional zur Entstehung von Parkleitsystemen für öffentliche Abstellflächen wachsen. Um jedoch ein möglichst effektives und akkurates Funktionieren eines solchen Konzepts zu garantieren, müsste ein weitläufiges und detailliertes Netzwerk an Sensoren und Datenerfassungssystemen vorhanden sein. Demzufolge gilt es zu hinterfragen, ob alle Ansätze zur Informationsgenerierung und im Speziellen Aware3D

²⁵ Hammer, Graz, 19.10.17

ein gleich großes Potential aufweisen. Dies ist meines Erachtens davon abhängig, ob mit dem jeweiligen System eine gute Flächenabdeckung erreichbar ist.

Dieser Punkt ist jedoch die größte Limitierung für das Potential von Aware3D, wie bereits in Kapitel 6.1 erwähnt. Noch drastischer wird der Vergleich mit Systemen, die zum Beispiel Magnet- oder Infrarotsensoren zur Fahrzeugerkennung verwenden. In diesen Fällen ist je ein Sensor pro Parkplatz notwendig, was die Anzahl an notwendigen Sensoren um ein Vielfaches übersteigen würde. In Bezug auf die Flächenabdeckung kann man erkennen, dass die mobilen Datenerfassungen (zum Beispiel durch Crowdsensing) einen wesentlichen Vorteil gegenüber der fixierten Informationsgenerierung aufweisen. Da die Sensoren ständig in Bewegung sind, kann ein großer Bereich mit einer wesentlich kleineren Anzahl an Sensoren erfasst werden. Aus diesem Grund ist diesbezüglich meiner Meinung nach das Potential von mobilen Datenerfassungssystemen wesentlich höher als jenes von Aware3D.

6.2.2 Stufe 2: Fahrzeuge als Informationsquelle

In einem weiter fortgeschrittenen Stadium der Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer, agieren Fahrzeuge nicht mehr rein als Bezieher von Informationen, sondern können diese selbst generieren und zur Verfügung stellen (Müller, 2017). Zur Erzeugen dieser Daten soll die bereits vorhandene Sensorik derzeitiger Fahrzeuge genutzt werden. Ein Beispiel dafür ist die weit verbreitete Ultraschall-Distanzmessung zur Erleichterung des Einparkvorgangs. Diese Ultraschallsensoren sollen, während sich das Fahrzeug in Bewegung befindet, den Abstand zu den seitlich geparkten Fahrzeugen messen, um so freie Abstellflächen zu identifizieren (Coric und Gruteser, 2013). Das in Kapitel 3.2.1 beschriebene System *ParkNet* (Mathur et al., 2010) verfolgt den gleichen Ansatz, nutzt jedoch zusätzliche Sensoren und nicht jene, die bereits in Fahrzeugen verbaut sind. Die Informationen von freien Parkplätzen werden dann an die GPS-Daten des Fahrzeuges gekoppelt und an ein externes System weitergeleitet, woraus ein flächendeckendes Netzwerk gebildet wird (Coric und Gruteser, 2013; Müller, 2017).

Auch in diesem Entwicklungsstadium ist noch nicht von C2C-Kommunikation im eigentlichen Sinne die Rede. Fahrzeuge können Daten nicht direkt an andere Verkehrsteilnehmer weiterleiten. Stattdessen werden die Daten an ein externes System (ein Server oder eine Cloud) übergeben und dort verarbeitet (Coric und Gruteser, 2013; Müller, 2017). Man sieht daher, dass in diesem Entwicklungsschritt ein Teil der Aufgaben von Smart-Parking Systemen an die Fahrzeuge selbst abgegeben wird. Wie in Kapitel 3.4 beschrieben, besteht Smart-Parking immer aus

zwei wesentlichen Bereichen, der Informationsgenerierung und der Informationsnutzung. Im Falle der Informationsgenerierung durch Fahrzeuge fällt einer der beiden wesentlichen Aspekte weg und Smart-Parking Systeme werden rein auf die Auswertung und Verarbeitung der Daten beschränkt.

Wie wirkt sich diese zukünftige Prognose nun auf das von Siemens entwickelte System aus? Einerseits bedeutet dieser Trend für Aware3D eine wesentliche Herausforderung, da die Hauptfunktion der Systematik auf der Informationsgenerierung liegt. Wie in Kapitel 5.3 beschrieben, ist, neben der Steuerung des Taxistandes, die Erfassung der Parkplatzsituation in der Landhausgasse die grundlegende Funktion von Aware3D. Wird jedoch Informationsgenerierung durch vorbeifahrende Fahrzeuge übernommen, entfällt die wesentliche Aufgabe von Aware3D. In diesem Fall muss das eigentliche Parkplatzmanagement stärker fokussiert werden. Wie bereits erwähnt, sind die Fahrzeuge zwar in der Lage Informationen zu generieren, jedoch haben Fahrzeuge nicht die Möglichkeit diese zu verwerten und weiterzugeben. Dafür sind weiterhin eigene Systeme nötig. Man kann daraus ableiten, dass in Zukunft unter dem Begriff Smart-Parking eventuell nur noch Datenverwaltung zu verstehen sein wird. Die Aufgaben werden darin bestehen, die gewonnen Informationen der Fahrzeuge zu sammeln, zu vergleichen, mittels Algorithmus eine dynamische Karte zu erstellen und diese schließlich universell zugänglich zu machen (Coric und Gruteser, 2013; Müller, 2017).

Andererseits wurde im Abschnitt zuvor bereits hergeleitet, dass das größte Potential von Aware3D in der Erfassung gezielter Bereiche liegt. In diesen speziellen Einsatzgebieten bleibt das Potential von Aware3D auch weiterhin erhalten, da auf abgeschlossenen Firmengeländen oder Parkplätzen nur wenig bis kein Fließverkehr vorhanden ist. Auch bei der Erfassung spezieller Abstellflächen, bei denen die Parkdauer und Fahrzeugidentifikation wichtig sind (Ladezonen oder Behindertenparkplätze), kann Aware3D nicht durch Crowdsensing ersetzt werden. Ein vorbeifahrendes Fahrzeug ist nicht in der Lage zu erkennen, von wem ein Abstellplatz besetzt wird. Jedoch ist gerade bei Behindertenparkplätzen diese Information essentiell, da diese in vielen Fällen nur von einem bestimmten Fahrzeug belegt werden dürfen. Auch im Fall von Ladezonen, wo das Abstellen auf gewisse Zeit erlaubt ist, ist Crowdsensing nicht die optimale Lösung. Um zu messen wie lange ein bestimmter Bereich von einem Fahrzeug belegt wird, kann mittels zufällig vorbeifahrenden

Fahrzeug nicht akkurat ermittelt werden. Da die Überwachung solcher speziellen Abstellflächen meist in Verbindung mit Kontrollen oder sogar Strafen stehen, sind Fahrzeugidentifikation und Abstelldauer essentielle Daten.

6.2.3 Stufe 3: Car-to-Car-Kommunikation

Das finale Entwicklungsstadium wird durch eine vollständig autonome Kommunikation zwischen allen Verkehrsteilnehmer dargestellt. Dieses flächendeckende Datennetzwerk, auch als „vehicular ad hoc network“ oder „VANET“ bezeichnet (Eichler et al., 2006), hat auch wesentliche Einflüsse auf Aware3D und Smart-Parking Systeme allgemein.

Bei einer vollständigen Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer kann auch die Verwertung und Verteilung der Daten über die Parkplatzsituation von den Fahrzeugen direkt übernommen werden. Das bedeutet, die Information über freie Abstellplätze wird nicht mehr an einen externen Speicher, sondern direkt an alle umliegenden Fahrzeuge übermittelt. Diese übertragen die Daten wiederum an Fahrzeuge in ihrer unmittelbaren Nähe, wodurch die Information letzten Endes an die parkplatzsuchende Partei gelangt. Diese Art der Datenübertragung wird auch als „multi-hop-Kommunikation“ bezeichnet (Festag et al., 2004). Da ein Parkplatz von mehreren Fahrzeugen erfasst werden kann, wird bereits an Algorithmen gearbeitet, die alle Informationen vergleichen, um einen möglichst akkuraten Status der Parkplätze zu erzielen. Verroios et al. (2011) beschreibt diese Kriterien und den Entwicklungsablauf für den effektiven Einsatz von VANET-Systemen zum Parkraummanagement. Welchen Effekt hat diese Entwicklung nun auf Aware3D bzw. auf Smart-Parking allgemein?

Der vollständige Ausbau eines vehicular ad hoc networks würde, meiner Meinung nach, das Potential von Smart-Parking Systemen minimieren. Die beiden wesentlichen Funktionen des Parkraummanagements könnten in Zukunft von fahrzeuginternen Systemen bereitgestellt werden. Dabei erfolgt die Informationsgenerierung von den im Fahrzeug verbauten Sensoren und ein, in der Software des Fahrzeugs implementierter, Algorithmus übernimmt die Rolle der Datenverwaltung. Im Fall von Aware3D würde ein C2C-Kommunikationsnetzwerk den Aufgabenbereich des Systems vollständig übernehmen. Darunter ist jedoch nicht nur der von Siemens entwickelte Ansatz betroffen, auch jene Konzepte aus den Kapiteln 3.2 und 3.3, würden durch eine autonome Fahrzeugkommunikation ersetzt werden.

6.3 Der Einfluss von autonomen Fahrzeugen auf Aware3D

Im vorangehenden Abschnitt konnten durch die Entwicklung von Car-to-X-Kommunikation wesentliche Veränderungen für Aware3D und allgemeine Smart-Parking Systeme identifiziert werden. Die Notwendigkeit und Beschaffung von Daten war dabei der zentrale Aspekt. Der Umgang mit diesen Informationen obliegt jedoch weiterhin dem Lenker des Fahrzeugs. Betrachtet man nun automatisiertes bzw. autonomes Fahren, sind die Insassen eines Fahrzeuges nicht mehr in den Bewegungsvorgang involviert oder während der Fahrt gar nicht im Fahrzeug. Diese Entwicklung führt zu einer vollständigen Veränderung der Fortbewegung und somit auch des Einparkvorgangs. Die Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen kann laut Holland und Zand-Niapoura (2017) in fünf Stufen unterteilt werden. Wobei die erste Stufe das Eingreifen und fahrzeuginternen Assistenzsystemen (wie ESP) beschreibt und die fünfte und letzte Stufe das fahrerlose Fahrzeug repräsentiert. In diesem Kapitel soll rein der Einfluss der letzten Stufe, also der vollständigen autonomen Fortbewegung, betrachtet werden.

Der wesentliche Unterschied dieser fünften und letzten Entwicklungsstufe ist, dass alle zur Steuerung eines Fahrzeug notwendigen Handlungen ohne menschliches Eingreifen erfolgen (Holland and Zand-Niapoura, 2017). Aus diesem Grund ist es wahrscheinlich, dass beim Einparkvorgang keine Person mehr im Fahrzeug anwesend sein wird. Wenn keine Überwachung von einem Lenker notwendig ist, gibt es auch keinen Anreiz bei der Parkplatzsuche im Fahrzeug zu bleiben. Speziell im innerstädtischen Bereich oder Regionen mit starker Parkplatzauslastung, werden die Fahrzeuginsassen direkt beim Zielort aussteigen und das Fahrzeug selbst einen Parkplatz suchen lassen (Heinrichs, 2015). Dabei gibt es zwei denkbare Szenarien wo autonomen Fahrzeuge in Zukunft parken: entweder weiterhin am Straßenrand oder in designierten abgeschlossenen Parkeinrichtungen. Je nachdem wie die Parkmöglichkeiten für autonome Fahrzeuge aussehen werden, sehe ich unterschiedliche Potentiale für Aware3D.

Das Abstellen von selbstfahrenden Fahrzeugen auf öffentlichen Straßen ist insofern denkbar, da die verfügbaren Abstellflächen deutlich besser ausgenutzt werden können. Einerseits wären quer-geparkte autonome Fahrzeuge in der Lage deutlich enger nebeneinander zu stehen, da in abgestellter Position niemand ein- und aussteigen muss. Andererseits können die Abstände zwischen längs-geparkten Autos dahingehend optimiert werden, möglichst viele Fahrzeuge unterzubringen. Um jedoch

auch für selbstfahrende Autos das Suchen nach passenden Abstellplätzen zu eliminieren, wäre ein flächendeckendes Parkraummanagement notwendig, wodurch sich das Potential von Aware3D deutlich verringert. Crowdsensing oder sogar die direkte Übertragung der relevanten Daten von Fahrzeug zu Fahrzeug (C2C-Kommunikation) wäre in diesem Zusammenhang die vielversprechendere Lösung.

Das zweite Szenario von Heinrichs (2015) beschrieben. Er prognostiziert, dass autonom fahrende Fahrzeuge eine ganzheitliche Veränderung des Parkraumes einleiten werden. Das Abstellen von Fahrzeugen am Straßenrand sieht er als unwahrscheinlich. Heinrichs (2015) beschreibt, dass selbständig fahrende Autos nach dem Absetzen der Fahrgäste am Zielort zu einer designierten Parkzone fahren und dort parken. Diese Parkzonen werden sich größtenteils unterirdisch befinden und nur von Fahrzeugen der umliegenden Bewohner oder kurzfristigen Besuchern genutzt werden können. Erste Entwicklung zu autonomen Parkvorgängen sind bereits dokumentiert. Müller (2017) befasst sich mit dem sogenannten „Automated Valet Parking“. Dabei soll das Fahrzeug an der Parkhaus- oder Gargeneinfahrt abgestellt werden und selbstständig einen Abstellplatz suchen. *„Bei der Rückkehr aktiviert der Fahrer per Smartphone die Rückgabe, der Vorgang läuft dann umgekehrt ab“* (Müller, 2017, S.315). Während Müller (2017) das theoretische Konzept hinter dem autonomen Einparkvorgang erforscht, hat *BMW* bereits konkrete Entwicklung zu diesem Thema getätigt. Mit dem erstmals getesteten *Remote Valet Parking Assistant*, ermöglicht *BMW* einen per Smartwatch eingeleiteten vollständig autonomen Einparkvorgang in Parkgaragen. Dabei werden im Fahrzeug die Informationen der Laserscanner und des digitalen Lageplans der Parkeinrichtung gekoppelt, um das Fahrzeug selbständig durch das Parkhaus kreisen zu lassen, einen Abstellplatz zu suchen und schließlich dort einzuparken. Am Heimweg gibt der Benutzer per Smartwatch einen Befehl, diese errechnet den benötigten Fußweg zur Parkeinrichtung und steuert das Fahrzeug so, dass es bei Ankunft des Benutzers bereitsteht²⁶.

Ist auch die letzte Entwicklungsstufe der autonomen Fortbewegung erreicht, sehe ich das von Heinrichs (2015) prognostizierte Modell als wahrscheinlicher an. Ist für die Steuerung des Fahrzeugs keine menschliche Interaktion notwendig, kann dieses wie ein Taxi verwendet werden. Da man sich in diesem Fall jedoch nicht mehr von und

²⁶ https://www.pcwelt.de/news/BMW_laesst_i3_vollautomatisch_einparken__Remote_Valet_Parking_Assistant_-CES_2015_in_Las_Vegas-9033730.html (letzter Zugriff: 26.11.2017)

zum Fahrzeug bewegen muss, ist das Abstellen in unmittelbarer Nähe nicht notwendig. Wird das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum nicht benötigt, fährt es selbstständig zu dem designierten Abstellplatz. Laut einer europaweiten Studie werden Fahrzeuge im innerstädtischen Bereich durchschnittlich maximal zwei Stunden pro Tag bewegt und befinden sich die restliche Zeit in geparkter Position (Pasaoglu et al., 2012). Daraus folgt, dass der Bedarf an Stellplätzen am Straßenrand signifikant reduziert werden kann. Einzig bei kurzfristiger Parkdauer sehe ich ein Bestehen der Abstellplätze auf öffentlichen Straßen. Ist der Fahrzeugbesitzer nur für kurze Zeit am Zielort, sodass die Fahrdauer zu und von der nächsten Parkeinrichtung unterschritten wird, würde das Abstellen am Straßenrand weiterhin Sinn machen. Bei einem gut ausgebauten Netz an unterirdischen Abstellmöglichkeiten, sind diese Situationen jedoch selten und die Reduktion von Abstellplätzen auf öffentlichen Straßen signifikant.

Welchen Einfluss hat diese Entwicklung nun auf Aware3D? Im Gegenteil zum Parken am Straßenrand, sehe ich beim Abstellen der Fahrzeuge in designierten Bereichen ein höheres Potential für Aware3D. Wie zuvor argumentiert, werden autonome Fahrzeuge bei kurzer Verweilzeit trotzdem noch einen Abstellplatz auf öffentlichen Straßen wählen. Jedoch ist es wahrscheinlich, dass nicht mehr auf jeder Straße weiterhin Parkflächen für Kurzparker verfügbar sein werden. Diese verlagern sich in dafür bestimmten Straßen. Bei einer regelmäßigen Verteilung dieser „Parkstraßen“ könnten die Fahrzeuge immer in der Nähe des Ortes warten, wo die Insassen abgesetzt wurden. Um einen effektiven Ablauf dieser Systematik zu erzielen, müsste die aktuelle Auslastung dieser Straßen ermittelt und von den Fahrzeugen erfragt werden können, um langes Suchen und vermeidbare Kilometer zu vermeiden. Die Erfassung einzelner Straßen bietet jedoch wesentliche Vorteile für Aware3D. Durch den Einsatz einer kamera-basierten Technologie würde auch das Einbeziehen von Parkplatzreservierung möglich werden.

6.4 Diskussion der Ergebnisse

Das zukünftige Potential von Aware3D variiert stark je nach Betrachtungsweise der Innovationsumgebung. Einen wesentlichen Aspekt stellt in diesem Zusammenhang die Einsatzmöglichkeit des Systems dar. Wie in Kapitel 6.1 behandelt wurde, eignet sich ein kamera-basierter Ansatz nicht für eine großflächige Parkraumerfassung, wie es bei ganzen Städten notwendig wäre. Aware3D bietet hingegen wesentliche Vorteile bei der Überwachung einzelner kleinerer Bereiche oder Straßen, wie es auch in der

aktuellen Anwendung in Graz der Fall ist. Die Beschränkung auf kleinere Systeme hat sowohl Vor- als auch Nachteile. Aus diesem Grund können sich die zuvor behandelten zukünftigen Entwicklungen positiv und negativ auf das Potential von Aware3D auswirken. Diesen Aspekt soll die nachfolgende Abbildung 6.1 verdeutlichen. Darin ist das Potential von Aware3D, das aus der Innovationsumgebung abgeleitet wurde, graphisch dargestellt. Zusätzlich wurde auch das Potential von Crowdsensing abgeschätzt. Da in den vorangehenden Abschnitten dieser Smart-Parking Ansatz oftmals als Vergleich herangezogen wurde, ist eine graphische Gegenüberstellung ebenfalls sinnvoll. An dieser Stelle gilt es anzumerken, dass Abbildung 6.1 rein als Veranschaulichung der persönlichen Abschätzungen aus den vorangehenden Kapiteln gedacht ist und nicht auf erhobenen oder berechneten Daten basiert.

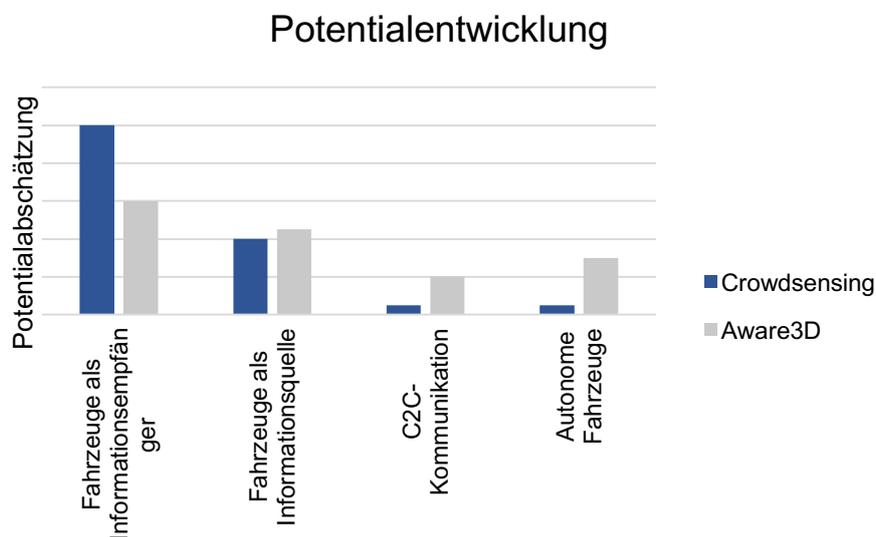


Abbildung 6.1: Vergleich des Potentials von Aware3D mit Crowdsensing (eigene Darstellung)

In der ersten Entwicklungsstufe der Fahrzeugvernetzung (Fahrzeuge als Informationsempfänger) wurde nur wenig Potential für Aware3D erkannt, da in diesem Stadium eine möglichst gute Flächenabdeckung vorausgesetzt wird. Diese lässt sich durch alternative Ansätze, wie Crowdsensing, wesentlich besser erreichen. Aus diesem Grund wird Crowdsensing ein signifikant höheres Potential zugewiesen als Aware3D. Mit voranschreitender Entwicklung können Fahrzeuge die Parkplatzauslastung über interne Sensoren selbständig messen. Da die Erfassung der Parkplatzsituation jedoch einen wesentlichen Aufgabenbereich von Smart-Parking Systemen darstellt, wird das Potential aller Ansätze gemindert. Die wesentliche Funktion verlagert sich auf die Verwaltung und Verteilung von Daten. In der graphischen Abschätzung ist die Potentialminderung von Crowdsensing auf Grund

dieser Entwicklung klar erkennbar. Der Einsatz von Aware3D wird jedoch eher in der Erfassung von abgeschlossenen Stellflächen, weshalb die Informationsgenerierung durch vorbeifahrende Fahrzeuge eine geringere Auswirkung auf das Potential von Aware3D hat. Demzufolge sinkt das Potential kaum. Erst bei einer vollständig ausgebauten C2C-Kommunikation kann auch die Datenverwaltung von fahrzeuginternen Systemen übernommen werden, wodurch die Relevanz aller Smart-Parking Anwendung stark abnimmt.

Meiner Meinung nach ist das Potential von Aware3D dennoch höher einzustufen, als jenes von Crowdsensing-Ansätzen. Grund dafür ist, dass bei kamera-basierten Systemen zusätzliche Informationen gewonnen werden können. Daraus ergeben sich mögliche Einsatzgebiete für Aware3D, die mit anderen Systemen nicht möglich wären. Ein denkbare Beispiel ist die Unterstützung des Bezahlvorgangs in gebührenpflichtigen Parkzonen. Trotz vollständiger Vernetzung wird das Abstellen in bestimmten Bereichen weiterhin kostenpflichtig sein, wobei die Parkpreise voraussichtlich variabel gestaltet werden, wie in Kapitel 3.3.4 erläutert. Die Kalkulation und Verrechnung dieser Gebühren müsste jedoch durch eine externe und unabhängige Partei erfolgen. Diese könnte sich nicht auf die Daten der vorbeifahrenden Fahrzeuge verlassen, da so keine exakte Abstelldauer messbar ist. In einem solchen Fall ergibt sich ein gesteigertes Potential für kamera-basierte Systeme, wie Aware3D. Diese ermöglichen es, Belegungszeiten von Parkplätzen exakt zu bestimmen. Darüber hinaus ist eine Kennzeichenerkennung möglich, um das geparkte Fahrzeug zu identifizieren. Es wäre dadurch möglich, nach beendetem Parkvorgang automatisch die anfallenden Gebühren zu ermitteln und diese dem Fahrzeugbesitzer, der anhand des Kennzeichens identifiziert wird, in Rechnung zu stellen.

Meiner Meinung nach bewirken die Entwicklungen rund um autonomes Fahren eine Erhöhung des Potentials von Aware3D. Grund dafür ist der prognostizierte Rückgang von Abstellflächen auf öffentlichen Straßen. Jene Parkmöglichkeiten, die auf vereinzelt Straßen bestehen bleiben, können durch fixierte Sensoriken wesentlich genauer erfasst werden, als zum Beispiel durch vorbeifahrende Fahrzeuge. Demzufolge wurde auch keine Erhöhung des Potentials von Crowdsensing vorgenommen. An dieser Stelle gilt anzumerken, dass auch das Potential anderer Smart-Parking Systeme mit fixierten Sensoren in diesem Szenario stark zunimmt. In Parkhäusern und Garagen ist der Einsatz von Infrarotsensoren zur Erfassung

einzelner Parkplätze bereits jetzt weit verbreitet. Wird ein wesentlicher Anteil der Abstellmöglichkeiten in solche abgeschlossenen Einrichtungen verlegt, steigt die Bedeutung dieser Sensorik enorm. Werden sogar alle Parkmöglichkeit von öffentlichen Straßen in unterirdische Parkhäuser verlegt, beschränkt sich das Potential auf einige wenige fixierte Sensoriken.

7 Schlussfolgerung

Abschließend werden die bisher erarbeiteten Sichtweisen zu Aware3D auf die zu Beginn definierte Forschungsfrage umgelegt. Diese besteht aus zwei wesentlichen Teilen. Einerseits *inwieweit sich die Theorie zum Innovationsmanagement auf das tatsächliche Beispiel Aware3D umlegen lässt* und andererseits *welche derzeitigen Entwicklungen auf diese Technologie Einfluss nehmen werden*. Die Beantwortung der Fragestellung besteht somit ebenfalls aus zwei Teilen. Wie in Kapitel 2 erläutert wurde, setzt sich Innovationsmanagement aus drei übergeordneten Phasen zusammen: der Entstehung einer Innovation, dem Innovationsprozess und der Phase nach der Markteinführung. Im Zuge dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass sich die beiden Teile der Forschungsfrage auf unterschiedliche Phasen des Innovationsmanagements beziehen. Der erste Teil der Forschungsfrage kann durch Betrachtung der ersten beiden Phasen des Innovationsprozesses beantwortet werden, während der zweite Teil der Forschungsfrage jene Themen umfasst, die sich auf Veränderungen nach der abgeschlossenen Entwicklung beziehen. Beide Punkte der Forschungsfrage werden separat behandelt.

Der erste Teil der Fragestellung wurde in den Kapiteln 5.1 und 5.2 ausgearbeitet. Dabei zeigte sich, dass sowohl Entstehung, als auch Entwicklung von Aware3D klare Parallelen zur Innovationstheorie aufweisen. Die theoretischen Grundlagen spiegeln sich in folgenden drei Punkten des Entwicklungsprozesses von Aware3D wider:

1. Aware3D ist eindeutig den Radikal- bzw. Basisinnovationen zuzuordnen. Smart-Parking Systeme sind allgemein neuartig, jedoch ist kein anderer, auf Dualkameras basierender, Ansatz wie bei Aware3D in der Literatur gefunden worden.

2. Der Anstoß zum Projekt Aware3D zeigt sowohl Charakteristiken von technology-push, als auch market-pull. Die Idee zu diesem Smart-Parking System entstand, zum einen Teil durch konkrete Kundenbedürfnisse (market-pull), zum anderen Teil durch interne Forschung zur Objekterkennung durch Stereokameras (technology-push). Die Kombination von Push- und Pull-Faktoren zur erfolgreichen Ideengenerierung wurde ebenfalls in der Theorie zum Innovationsursprung behandelt und ist im Ideenursprung von Aware3D klar wiederzuerkennen.

3. Der Entwicklungsprozess von Aware3D basiert auf theoretischen Modellen. Die Verbindung von Theorie und Praxis kann man in diesem Zusammenhang auf zwei Arten erkennen. Erstere liegt im übergeordneten Projektablauf. Dieser entspricht Stiglitz Philipp, 1126808

einem Phasenmodell, dessen einzelne Phasen durch Meilensteine begrenzt werden. Dieser Ablauf ähnelt einem Stage-Gate-Modell, da zum Fortschreiten in die nächste Phase der Meilenstein der aktuellen Phase erfüllt sein muss. Die zweite Parallele erkennt man im Prozessmodell iiSEM, das zur Softwareentwicklung verwendet wird. iiSEM wurde auf den Grundlagen des unified process aufgebaut, weshalb hier klare Ähnlichkeiten zu dem allgemeinen Modellgerüst erkennbar sind. Obwohl minimale Unterschiede bei der detaillierten Betrachtung der Disziplinen und in der Bezeichnung dieser zu erkennen waren, sind die wesentlichen Charakteristiken, der Aufbau und die Vorgehensweise ident.

Der erste Teil der Forschungsfragenstellung kann somit eindeutig bejaht werden. Die theoretischen Grundlagen zum Innovationsmanagement sind in der Entstehung von Aware3D klar erkennbar. Die Theorie zu Prozessmodellen sowie zur Einteilung und Entstehung von Innovationen kann auf die Herangehensweise von Siemens und das Projekt Aware3D direkt umgelegt werden. Diese Erkenntnis ist vor allem für die Forschungen als sehr positiv einzustufen. Man kann daraus auf die Wichtigkeit der theoretischen Grundlagen und deren Erfolg in realen Bedingungen schließen.

Die Beantwortung des zweiten Teils der Forschungsfrage bezieht sich auf Kapitel 6. Es galt derzeitige Trends und Entwicklungen im Anwendungsbereich von Aware3D zu analysieren und deren Einfluss auf das System zu prüfen. Dabei konnten drei wesentliche Aspekte identifiziert werden. Erster war die Unterscheidung zwischen privaten, gewerblichen und öffentlichen Anwendungen. In diesem Zusammenhang wurde ein klares Potential im gewerblichen Bereich erkannt, da sich Aware3D für kleine Systeme besser eignet. Großflächige Anwendungen sind für fixierte Sensoriken generell eher unwahrscheinlich, da Aufwand und Kosten eines solchen Systems zu hoch wären. Der zweite Aspekt befasst sich mit den Entwicklungen rund um die Vernetzung von Fahrzeugen (C2C-Kommunikation). Da ein stufenweises Voranschreiten dieser Technologie prognostiziert wird, ist der Einfluss von C2C-Kommunikation auf Aware3D diversifiziert zu betrachten. In den Stadien vor einer vollständigen Implementierung von C2C-Kommunikation, besteht ein Potential in speziellen Anwendungen, wie der Überwachung von designierten Abstellplätzen oder Einfahrten. Speziell dort, wo ein Fokus darauf gelegt wird die Abstelldauer zu erfassen gilt, besteht für Aware3D weithin Potential. Allgemein ist dieser Trend jedoch als Herausforderung oder sogar Bedrohung einzustufen. Sobald es möglich ist, die Auslastungen von Parkflächen durch Fahrzeuge selbst erfassen zu lassen und diese

untereinander auszutauschen, gibt es kaum mehr Bedarf für externe Systeme, wie Aware3D. Als letzter wichtiger Einflussfaktor wurden die Veränderungen rund um autonom-fahrende Fahrzeuge behandelt. Ein gänzlich autonomes Verkehrsnetz wird wesentliche Veränderungen für das Parkverhalten und den Parkraum bedeuten. Es ist davon auszugehen, dass die Abstellplätze am Straßenrand stark reduziert werden und die Parkflächen in abgeschlossene unterirdische Einrichtungen verlegt werden. Nur mehr wenige vereinzelte Bereiche werden für Kurzparker bestehen bleiben. Genau dort liegt jedoch das Potential für Aware3D. Wenn vereinzelte Parkflächen auf öffentlichen Straßen bestehen bleiben, gilt es deren Auslastung ebenfalls zu erfassen. Dafür eignet sich ein System wie Aware3D zur Informationsgenerierung am besten.

Wie nun im Endeffekt auf die bevorstehenden Veränderungen in der Innovationsumgebung von Aware3D reagiert wird, hängt von der Weiterentwicklung und Positionierung des Systems ab. Wird der Fokus auf kleinere Systeme zur Überwachung designierter Abstellplätze gelegt, ist das Potential für Aware3D laut meiner Abschätzung am größten. Die Auswirkungen dieser Erkenntnis sind jedoch auch für das Innovationsmanagement allgemein interessant, denn die vielversprechendste Strategie konnte nur durch eine Analyse zukünftiger Veränderungen in der Innovationsumgebung erkannt werden. Dieser Aspekt wird jedoch in den allgemeinen Theorien zum Innovationsprozess kaum bis gar nicht behandelt. Doch speziell wenn eine Innovation möglichst lange relevant bleiben soll, ist die Betrachtung bevorstehender Veränderungen essentiell. Mein Wunsch für zukünftige Forschungen im Bereich Innovationsmanagement besteht deshalb darin, den Entwicklungsprozess nicht nach der Markteinführung enden zu lassen und die Bedeutung der Innovationsumgebung weiter zu analysieren.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Bevölkerungsverteilung urbaner und ländlicher Gebiete	2
Abbildung 1.2: KFZ-Bestand in Österreich von 1948-2016.....	2
Abbildung 2.1: Gegenüberstellung einiger Push- und Pull-Faktoren.....	10
Abbildung 2.2 Phasenmodell für die Entwicklung einer Innovation	12
Abbildung 2.3 Grundprinzip eines Stage-Gate-Prozesses.....	13
Abbildung 2.4 Modell eines Value Proposition Cycle.....	14
Abbildung 3.1: Überblick über Smart-Parking Ansätze.....	19
Abbildung 3.2: Veröffentlichungen der Literatur zum Thema Smart-Parking	21
Abbildung 3.3: Überblick über die Funktionsweise des ParkNet-Systems	22
Abbildung 3.4: Informationsfluss von Parkplatz-Sharing Systemen	29
Abbildung 3.5 Layout einer intelligenten Parkleitapplikation.....	33
Abbildung 5.1 Allgemeiner übergeordnete Managementprozess bei Siemens	46
Abbildung 5.2 Phasen und Workflows eines unified process Modells.....	50
Abbildung 5.3 Überblick des iiSEM.....	51
Abbildung 5.4 Kamerasystem von Aware3D.....	52
Abbildung 5.5 Detektionszonen in der Landhausgasse.....	53
Abbildung 5.6 Beispielhaftes Live-Bild von Aware3D	53
Abbildung 5.7 Überblick des geteilten Taxistandes.....	54
Abbildung 6.1: Vergleich des Potentials von Aware3D mit Crowdsensing	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Literaturübersicht – Erfassung von Parkflächen	20
Tabelle 3.2: Literaturübersicht - Informationsnutzung.....	20
Tabelle 4.1: Leitfragenkatalog der Fachgespräche	39
Tabelle 4.2 Antwortübersicht zu Themenbereich 1	40
Tabelle 4.3 Antwortübersicht zu Themenbereich 2	41
Tabelle 4.4 Antwortübersicht zu Themenbereich 3	42

Quellenverzeichnis

Literaturquellen

- Adams, R., Bessant, J., Phelps, R. (2006): "Innovation management measurement: A review." *International Journal of Management Reviews*, Band 8, S.: 21–47.
- Albiol, A., Sanchis, L., Albiol, A., Mossi, J.M. (2011): "Detection of Parked Vehicles Using Spatiotemporal Maps." *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Band 12, S.: 1277–1291.
- Anderson, C.M., Das, C., Tyrrell, T.J. (2006): "Parking preferences among tourists in Newport, Rhode Island." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Band 40, S.: 334–353.
- Anke, J., Scholle, J. (2016): "Nutzenpotenziale von Smart Parking." S.: 175–187.
- Atif, Y., Ding, J., Jeusfeld, M.A. (2016): "Internet of Things Approach to Cloud-based Smart Car Parking." *Procedia Computer Science*, The 7th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2016)/The 6th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2016)/Affiliated Workshops 98, S.: 193–198.
- Axhausen, K., Polak, J., Boltze, M., Puzicha, J. (1994): "Effectiveness of the parking guidance information system in Frankfurt am Main." *Traffic Engineering+ Control*, Band 35, S.: 304–9.
- Bin, Z., Dalin, J., Fang, W., Tingting, W. (2009): "A design of parking space detector based on video image." *IEEE*, S.: 2-253-2–256.
- Brem, A., Voigt, K.-I. (2009): "Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management—Insights from the German software industry." *Technovation* Band 29, S.:351–367.
- Brockhoff, K. (1999): "Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle." Walter de Gruyter.
- Bulan, O., Loce, R.P., Wu, W., Wang, Y., Bernal, E.A., Fan, Z. (2013): "Video-based real-time on-street parking occupancy detection system." *Journal of Electronic Imaging*, Band 22
- Burgelman, R., Sayles, L. (2004): "Transforming invention into innovation: the conceptualization stage." *Strategic Management Technology and Innovation*, McGraw-Hill, Boston, S.: 682–690.
- Chen, X., Santos-Neto, E., Ripeanu, M. (2012): "Crowd-Based Smart Parking: A Case Study for Mobile Crowdsourcing" *International Conference on Mobile Wireless Middleware, Operating Systems, and Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg, S.: 16–30.
- Chesbrough, H.W. (2003): "Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology." Harvard Business Press.
- Chou, S.-Y., Lin, S.-W., Li, C.-C. (2008): "Dynamic parking negotiation and guidance using an agent-based platform." *Expert Systems with Applications*, Band 35, S.: 805–817.
- Cooper, R.G. (1994): "Perspective third-generation new product processes." *Journal of Production Innovation Management*, Band 11, S.: 3–14.

- Coric, V., Gruteser, M. (2013): "Crowdsensing maps of on-street parking spaces" Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS), IEEE International Conference, S.: 115–122.
- Dell'Orco, M., Teodorović, D. (2005): "Multi agent systems approach to parking facilities management." Applied Research in Uncertainty Modeling and Analysis, S.: 321–339.
- Di Napoli, C., Di Nocera, D., Rossi, S. (2014): "Agent negotiation for different needs in smart parking allocation" International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems. Springer, S.: 98–109.
- Drucker, P.F. (1998): "The discipline of innovation." Harvard Business Review, Band 76, S.: 149–157.
- Eichler, S., Schroth, C., Eberspächer, J. (2006): "Car-to-car communication."
- Eppinger, S., Ulrich, K. (2015): "Product design and development." McGraw-Hill Higher Education.
- Eveleens, C. (2010): "Innovation management; a literature review of innovation process models and their implications."
- Festag, A., Fußler, H., Hartenstein, H., Sarma, A., Schmitz, R. (2004): "Fleetnet: Bringing car-to-car communication into the real world."
- Geng, Y., Cassandras, C.G. (2013): "New "smart parking" system based on resource allocation and reservations." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Band 14, S.: 1129–1139.
- Gerpott, T.J. (2005): "Strategisches Technologie-und Innovationsmanagement." Pöschel Verlag, Stuttgart
- Granig, P., Perusch, S. (2012): "Grundlagen des Innovationsmanagements" in: "Innovationsrisikomanagement im Krankenhaus." Gabler Verlag, Wiesbaden, S.: 21–86.
- Hanif, N.H.H.M., Badiozaman, M.H., Daud, H. (2010): "Smart parking reservation system using short message services (SMS)" in: Intelligent and Advanced Systems (ICIAS), IEEE, S.: 1–5.
- Hars, A. (2016): "Top Misconceptions of Autonomos Cars." Thinking Outside the Box: Inventivo Innovation Briefs.
- Heinrichs, D. (2015): "Autonomes Fahren und Stadtstruktur" in: Autonomes Fahren. Springer, S.: 219–239.
- Hodel, T.B., Cong, S. (2003): "Parking space optimization services, a uniformed web application architecture", ITS World Congress Proceedings, S.: 16–20.
- Holland, H., Zand-Niapoura, S. (2017): "Einflussfaktoren der Adoption von „Connected Cars“ durch Endnutzer in Deutschland."
- Htet, M.T., New, C.M., Tun, H.M. (2015): "Design and Implementation of Smart Parking System Using Peripheral Interface Controllers and Infrared Sensors." International Journal of Scientific & Technological Research, Band 4, S.: 66–70.
- Hughes, G.D., Chafin, D.C. (1996): "Turning new product development into a continuous learning process." Journal of Product Innovation Management, Band 13, S.: 89–104.

- Inaba, K., Shibui, M., Naganawa, T., Ogiwara, M., Yoshikai, N. (2001): "Intelligent parking reservation service on the Internet," Symposium on Applications and the Internet Workshops (Cat. No.01PR0945). S.: 159–164.
- Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. (1999): "The unified process." IEEE Software, Band 16.
- Ji, Y., Guo, W., Blythe, P., Tang, D., Wang, W. (2013): "Understanding drivers' perspective on parking guidance information." IET Intelligent Transportation Systems, Band 8, S.: 398–406.
- Jun, Y. (2010): "A system framework of active parking guidance and information system", Information Engineering, (ICIE), IEEE, S.: 150–154.
- Kline, S.J., Rosenberg, N. (1986): "An overview of innovation." The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth, Band 14.
- Knight, W. (2015): "Car-to-Car Communication." Technology Review, Band 118, S.: 38–39.
- Kotb, A.O., Shen, Y.-C., Zhu, X., Huang, Y. (2016): "iParker - A New Smart Car-Parking System Based on Dynamic Resource Allocation and Pricing." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Band 17, S.: 2637–2647.
- Lan, K.-C., Shih, W.-Y. (2014): "An intelligent driver location system for smart parking." Expert Systems with Applications, Band 41, S.: 2443–2456.
- Lee, S., Yoon, D., Ghosh, A. (2008): "Intelligent parking lot application using wireless sensor networks", in: Collaborative Technologies and Systems, International Symposium, S.: 48–57.
- Lin, T., Rivano, H., Mouël, F.L. (2017): "A Survey of Smart Parking Solutions." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems
- Litman, T. (2006): "Parking management best practices." American Planning Association Chicago, IL.
- Mackowski, D., Bai, Y., Ouyang, Y. (2015): "Parking space management via dynamic performance-based pricing." Transportation Research Procedia, Band 7, S.: 170–191.
- Mathur, S., Jin, T., Kasturirangan, N., Chandrasekaran, J., Xue, W., Gruteser, M., Trappe, W. (2010): "Parknet: drive-by sensing of road-side parking statistics", in: Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. ACM, S.: 123–136.
- McCaffrey, T. (2012): "Innovation relies on the obscure: A key to overcoming the classic problem of functional fixedness." S.: 215–218.
- Mimbela, L.E.Y., Klein, L.A. (2000): "Summary of vehicle detection and surveillance technologies used in intelligent transportation systems."
- Moguel, E., Preciado, M.Á., Preciado, J.C. (2014): "A smart parking campus: An example of integrating different parking sensing solutions into a single scalable system."
- Müller, M. (2017): "Connected Parking." S.: 313–318.
- Na, K., Kim, Y., Cha, H. (2009): "Acoustic Sensor Network-Based Parking Lot Surveillance System", Presented at the European Conference on Wireless Sensor Networks, Springer, Berlin, Heidelberg, S.: 247–262.

- Narla, S.R. (2013): "The evolution of connected vehicle technology: From smart drivers to smart cars to... self-driving cars." Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, Band 83.
- Niculescu, A.I., Wadhwa, B., Quek, E. (2016): "Smart City Technologies: Design and Evaluation of An Intelligent Driving Assistant for Smart Parking." International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Band 6.
- Pasaoglu, G., Fiorello, D., Martino, A., Scarcella, G., Alemanno, A., Zubaryeva, A., Thiel, C. (2012): "Driving and parking patterns of European car drivers-a mobility survey." European Commission Joint Research Centre, Luxembourg
- Patil, M., Sakore, R. (2014): "Smart parking system based on reservation." International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER), ISSN (Online) S.: 2347–3878.
- Piller, F.T. (2006): "User Innovation: Der Kunde als Initiator und Beteiligter im Innovationsprozess." Open Innovation: Freier Austausch von Wissen als soziales, politisches und wirtschaftliches Erfolgsmodell, Hannover, S.: 85–97.
- Qian, Z.S., Rajagopal, R. (2014): "Optimal occupancy-driven parking pricing under demand uncertainties and traveler heterogeneity: A stochastic control approach." Transportation Research Part B: Methodological, Band 67, S.: 144–165.
- Rinne, M., Törmä, S., Kratinov, D. (2014): "Mobile crowdsensing of parking space using geofencing and activity recognition" 10th ITS European Congress, Helsinki, Finland. S.: 16–19.
- Rüggeberg, H., Burmeister, K. (2008): "Innovationsprozesse in kleinen und mittleren Unternehmen." Working Papers of the Institute of Management Berlin at the Berlin School of Economics (FHW Berlin).
- Shao, C., Yang, H., Zhang, Y., Ke, J. (2016): "A simple reservation and allocation model of shared parking lots." Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Band 71, S.: 303–312.
- Shoup, D.C. (2011): "The high cost of free parking" Planners Pr, Chicago.
- Swan, M. (2015): "Connected car: quantified self becomes quantified car." Journal of Sensor and Actuator Networks, Band 4, S.: 2–29.
- Thom, N. (1980): "Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements."
- Tsai, L.-W., Hsieh, J.-W., Fan, K.-C. (2005): "Vehicle detection using normalized color and edge map" Image Processing, IEEE.
- Tsai, M.-T., Chu, C.-P. (2011): "Evaluating parking reservation policy in urban areas: An environmental perspective" The 9th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, S.: 272–272.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2014): "World urbanization prospects, the 2014 revision: highlights."
- Urban, G.L., Von Hippel, E. (1988): "Lead user analyses for the development of new industrial products." Management science, Band 34, S.: 569–582.
- Venkateswaran, V., Prakash, N. (2014): "Intelligent approach for smart car parking reservation and security maintenance system." IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, Band 3.

- Verloop, J. (2013): "Success in innovation: improving the odds by understanding the factors for unsuccess", Elsevier, Amsterdam.
- Verroios, V., Efstathiou, V., Delis, A. (2011): "Reaching available public parking spaces in urban environments using ad hoc networking" Mobile Data Management (MDM), IEEE, S.: 141–151.
- Verworn, B., Herstatt, C. (2000): "Modelle des Innovationsprozesses." Working Papers / Technologie -und Innovationsmanagement, Technische Universität Hamburg-Harburg.
- Vishnubhotla, R., Rao, P., Ladha, A., Kadiyala, S., Narmada, A., Ronanki, B., Illapakurthi, S. (2010): "ZigBee based multi-level parking vacancy monitoring system" Electro/Information Technology (EIT), IEEE, S.: 1–4.
- Wang, H., He, W. (2011): "A reservation-based smart parking system" Computer Communications Workshops, IEEE, S.: 690–695.
- Waterson, B., Hounsell, N., Chatterjee, K. (2001): "Quantifying the potential savings in travel time resulting from parking guidance systems-a simulation case study." Journal of the Operational Research Society, Band 52, S.: 1067–1077.
- Xu, S.X., Cheng, M., Kong, X.T.R., Yang, H., Huang, G.Q. (2016): "Private parking slot sharing." Transportation Research Part B: Methodological, Band 93, S.: 596–617.
- Yan, G., Yang, W., Rawat, D.B., Olariu, S. (2011): "SmartParking: A secure and intelligent parking system." IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, Band 3, S.: 18–30.
- Zhu, Z., Zhao, Y., Lu, H. (2007): "2Sequential Architecture for Efficient Car Detection." IEEE, S.: 1–8.

Internetquellen

- APCOA, Website: www.apcoa.de (online)
URL: <http://www.apcoa.de/nachrichten/artikel/apcoa-parking-studie-die-parkplatz-suche-verschlingt-viel-zeit-und-geld.html> (letzter Zugriff: 05.07.2017)
- www.driverless-future.com (online)
URL: http://www.driverless-future.com/?page_id=384 (letzter Zugriff: 15.11.17)
- GRAZ, Website: www.graz.at (online)
URL: https://www.graz.at/cms/beitrag/10065936/7922687/Gesamtuebersicht_Gruene_Parkzonen.html (letzter Zugriff: 25.01.2018)
- mSports, Website: www.msports.at (online)
URL: http://www.msports.at/referenzen_presse.html (letzter Zugriff 18.09.2017)
- Neuhauser Verfahrenstechnik, Website: www.neuhauser-vt.com (online)
URL: http://www.neuhauser-vt.com/fileadmin/template01/uploads/Detailprospekte_Produkte/Detailinfo_Einzelpfaterfassung_und_dynamische_Leitsysteme.pdf (letzter Zugriff: 16.11.17)
- Parkbob, Website: www.parkbob.com (online)
URL: <http://www.parkbob.com/> (letzter Zugriff: 07.07.2017)
- ParkU, Website: www.parku.com (online)
<https://parku.com/de/> (letzter Zugriff: 20.07.2017)
- PAYUCA, Website: www.payuca.com (online)

<https://www.payuca.com/> (letzter Zugriff: 20.07.2017)

PC Welt, Website: www.pcwelt.de (online)

URL: https://www.pcwelt.de/news/BMW_laesst_i3_vollautomatisch_einparken_Remote_Valet_Parking_Assistant_-CES_2015_in_Las_Vegas-9033730.html
(letzter Zugriff: 26.11.2017)

SFpark, Website: www.sfpark.org (online)

URL: <http://sfpark.org/how-it-works/> (letzter Zugriff: 22.08.2017)

Statistik Austria, Website: www.statistik.at (online)

URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html (letzter Zugriff 05.07.2017)

Transport Department Hong Kong, Website: www.td.gov.hk (online)

URL: http://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/parking/carparks/ (letzter Zugriff: 20.07.2017)

Trending Topics, Website: www.trendingtopics.at (online)

URL: <https://www.trendingtopics.at/parkbob-wiener-start-bekommt-200-000-euro-und-wird-handy-parken-app-integriert/> (letzter Zugriff: 07.07.2017)

WKO Gründerservice, Website: www.gruenderservice.at (online)

URL: https://www.gruenderservice.at/site/gruenderservice/planung/Businessplan_runtastic.pdf (letzter Zugriff 19.09.2017)

Anhang

Anhang A

Gesprächsnotizen zu Interview 1 (Wien, 22.08.17):

Gesprächspartner: Christian Perschl, Markus Racz

Allgemeines zum Smart-Parking System Aware3D:

Ziele: Primäres Ziel der Stadt Graz war einerseits die Verlegung des Taxistandes in nächste Straßen und andererseits die Überwachung der Parkplatzauslastung, insbesondere der Ladezone und des Behindertenparkplatzes.

Funktion: Die Informationsgenerierung von Aware3D erfolgt durch Stereokameras. Das Überlappen zweier Bilder ermöglicht dem System Tiefen zu erkennen (nach dem gleichen Prinzip wie beim menschlichen Auge). In Graz besteht das System aus 3 dieser Stereokameras, die etwa 20m Höhe (20m Höhe ermöglicht etwa 40m Sichtweite) befestigt sind. Die Tiefenerkennung ermöglicht die Erkennung von Fahrzeugen wird durch die Kanten auf der ebenen Straße. Die Bilder aller drei Kameras werden auf einem Server zusammengeführt und decken so die gesamte Straße ab. Vor dem ersten Einsatz ist eine Kalibrierung notwendig. Diese ist auf Hundertstelmillimeter genau, weshalb die Kameras danach keinerlei Bewegung mehr erfahren dürfen.

Vorteile:

-) Durch Kameras können beliebige Flächen als Parkplätze markiert werden. Diese sind bei Markierungen leicht anpassbar. Bei vergrabenen Sensoren ist das nicht der Fall.
-) Es können durch Kameras auch zusätzliche Informationen, wie Parkdauer oder Kennzeichen gewonnen werden. Diese Informationen werden dem Bildsignal direkt entnommen und es ist dafür kein zusätzliches System notwendig.
-) Es ist keine zusätzliche Belichtung notwendig. Das Umgebungslicht (von Laternen, Auslagen, etc.) reicht auch in der Nacht zur Erkennung aus.
-) Der Einsatz von Kameras ermöglicht es mit deutlich weniger Geräten auszukommen, im Vergleich zu anderen Sensoriken (wie Infrarot oder Ultraschall). Für eine ganze Straße waren in Graz nur drei Sensoren notwendig. Von der wirtschaftlichen Seite sind weniger Geräte immer besser, da eine regelmäßige Wartung und auch der Tausch bei technischen Geräte normal sind.

Probleme:

-) Platzbedarf, da eine Stereokamera aus zwei Objektiven besteht. Je weiter diese auseinander sind, desto genauer sind Tiefenerkennung und Sichtweite. Jedoch steigen dadurch auch die Kosten des Systems. Das derzeitige System hat einen Objektivabstand von 500mm. Beim Nachfolger soll dieser auf 300mm reduziert werden.
-) Der Licht-Schatten-Wechsel stellt eine Problematik dar, da dieser zu falsch interpretierten Kanten führen kann.
-) Wirtschaftlicher Aspekt: Wer ist bereit für so ein System zu zahlen? Ist es Städten die große Investition wert, in jeder Straße mehrere Kameras zu installieren um die Parkplatzsituation komplett zu überwachen?

- Potential: -) Überwachung bestimmter Abstellflächen, z.B.: Ladezonen. Es kann hier die Dauer des abgestellten Fahrzeugs übermittelt werden und bei Bedarf direkt eine Strafe ausgestellt werden. Auch Baustellen können damit überwacht werden. Es kann abgefragt werden wie lange bereits gebaut wird und ob mehr Platz beansprucht wird, als genehmigt wurde.
-) In der Privatwirtschaft wäre die Überwachung von Logistiklager, spezielle die Zufahrten und Anlegeslots für LKWs denkbar. Welcher LKW braucht bei Beladung wie lange, kommt es zu Verzögerungen, etc.?
-) Auch Einkaufszentren (wie z.B.: SCS) können davon profitieren. Gerade Einkaufszentren wünschen sich einen schnellen und einfachen Parkvorgang, da der Kunde somit früher im Geschäft ist und die Laune, durch kurze Suchzeit, deutlich höher ist. Das kann sich positiv auf das Einkaufsverhalten auswirken. Potential im privaten Bereich wird von Racz und Perschl als höher angesehen, da eine Stadt weniger dazu geneigt ist, Geld in die Hand zu nehmen um den Parkvorgang zu verbessern, da das Hauptaugenmerk eher dort liegt, die Leute davon abzuhalten mit dem Auto ins Zentrum zu fahren.
- Trends: Autonomes Fahren wird sich auf Smart-Parking Systemen auswirken, da der Einparkvorgang an sich komplett geändert wird. Fahrzeuge können wesentlich enger stehen, da kein Ein- und Aussteigen im geparkten Zustand notwendig ist.

Anhang B

Gesprächsnotizen zu Interview 2 (Graz, 12.09.17):

Gesprächspartner: Werner Hammer

Ziele: Die Stadt Graz ist an Siemens herangetreten, da die Fußgängerzone in der Landhausgasse verlängert wurde und aus diesem Grund der Taxistand verlegt werden musste. Um gleich viele Stellplätze für Taxis zu ermöglichen, wurde ein zusätzlicher Abstellplatz in der anliegenden Neutorgasse angelegt. Siemens entwarf das System von Aware3D um 3 wesentliche Anwendungen für Graz zu ermöglichen: 1) Management des geteilten Taxistandes, 2) Überwachung der Ladezonen und 3) des Behindertenparkplatzes. Anwendung 1) ist das Primärziel dieser Entwicklung gewesen, während Anwendung 2) und 3) nachträglich folgen sollen.

Entwicklung: Die Technologie der Stereokameras zur Objekterkennung entstand schon vor dem Projekt mit der Stadt Graz aus Grundsatzforschungen. Erst als die Stadt Graz mit dem zuvor beschriebenen konkreten Problem an Siemens herangetreten ist, wurde an einen Einsatz der Stereokameras zur Überwachen von Parkplätzen gedacht.

Vorteile: -) Bei den erkannten Fahrzeugen macht das System eine klare Unterscheidung zwischen bewegten und unbewegten Fahrzeugen. Diese Differenzierung ist essentiell um fälschliche Belegung zu verhindern. Aus diesem Grund wird ein Parkplatz erst dann als besetzt markiert, wenn das Fahrzeug auf der Abstellfläche zum Stillstand gekommen ist. Dadurch wird erreicht, dass Fahrzeuge, die zu weit in die Parkfläche einfahren, den Status der Parkplätze nicht verfälschen.
-) Aware3D erkennt auch jene freien Flächen, die nicht lange genug sind um sie als Parkplatz zu kennzeichnen (kleiner als 6m). Jedoch merkt sich das System diese Fläche und sobald eine angrenzende Fläche frei wird und sich in Summe ein Parkplatz ergibt, wird der Zählerstand der Parkplatzauslastung aktualisiert.

Probleme: Das System ist seit April permanent im Einsatz und die gemessenen Daten sind sehr zufriedenstellend, mit Ausnahme von extremen Wetterbedingungen. Das Feedback der Stadt Graz ist ebenfalls sehr positiv. Die gewonnenen Daten zur Parkplatzauslastung in der Landhausgasse erweisen sich für Graz sehr nützlich. Das große Problem besteht jedoch darin, dass der geteilte Taxistand von den Taxikern nicht gut aufgenommen wird. Die geregelte Abstellfläche zum Nachrücken in der Neutorgasse, wird oftmals ignoriert. Dadurch ist die Funktionsweise des Gesamtsystems nur bedingt zuverlässig. Außerdem werden keine Sanktionen erhoben, wenn sich Taxifahrer nicht an die Ampelregelung halten, was den Missbrauch erleichtert. Die Frustration der Taxikern darüber, dass ein Teil des zuvor wesentlich attraktiveren Abstellplatzes in der Landhausgasse auf einen weniger zentralen Ort geändert wurde, spielt dabei ebenfalls eine entscheidende Rolle.

Konkurrenz: Ein Parkmanagementsystem des Mitbewerbs befindet sich am Bischofsplatz, ebenfalls in Graz. Dabei handelt es sich um ein Parkleitsystem, das mit Magnetsensoren verbunden ist. Diese erfassen einzelne Parkplätze und geben die Information der freien Stellplätze an

eine Signaltafel weiter. Der Bischofsplatz ist nur über eine Einbahn zu erreichen, weshalb durch Signalisierung der Parkplatzsituation einem unnötigen Befahren vorgebeugt werden soll. Eines der größten Probleme dieses System stellen große Niederschlagsmenge dar. Steht Wasser oder liegt eine Schneedecke über dem Sensor, zeigt dieser den Parkplatz als besetzt an, auch wenn kein Fahrzeug darauf geparkt ist. Weiters müssen für die Parkplätze durch Bodenmarkierungen gekennzeichnet werden, da ein Sensor immer einen Parkplatz überwacht. Wird diese Markierung nicht eingehalten, sind die Ergebnisse ebenfalls nicht zuverlässig.

Trends: Zukünftige Herausforderungen für Aware3D sieht Herr Hammer in den Entwicklungen der Automobilindustrie. Selbstfahrende Autos (wie Tesla bereits zeigt) können schon selbstständig Parkplätze suchen und sich einparken. Wie relevant ist dann eine solche Technologie noch bzw. welche neuen Funktionen werden dann von Aware3D verlangt? Auch die Vernetzung von Fahrzeugen ist eine maßgebliche Veränderung. Wenn Autos in der Lage sind miteinander zu kommunizieren, tauschen diese dann auch Informationen über Parkplätze aus.

Anhang C

Gesprächsnotizen zu Interview 3 (Wien, 19.10.17):

Gesprächspartner: Christian Perschl, Herbert Haunschmid

Bei Projektvergabe wird ein von Siemens standardisierter, dem Entwicklungsprozess übergeordneter, Managementprozess verwendet. Dieser Managementprozess ähnelt in Aufbau und Struktur einem Phasenmodell. Der detaillierte Ablauf unterscheidet sich bei Software und Hardware, da verschiedene Eigenschaften auch unterschiedliche Herangehensweisen benötigen. Für jeden Projektablauf werden interne Meilensteine definiert, die die Bezeichnungen „PM“ mit einer dazugehörigen Nummer tragen. Jeder PM-Nummer sind vorgegebene Ziele zugeordnet, wodurch die Meilensteine firmenweit einheitlich sind und bei jedem Projekt sofort verstanden werden können.

Fokus des Gesprächs lag auf der Entwicklung von Software. Aware3D besteht zwar aus beiden Komponenten, jedoch wurde bei der Entwicklung der Stereokameras kein standardisiertes Prozessmodell verwendet, da diese aus einer Grundsatzforschung entstanden ist. Der Ablauf der Software-Entwicklung basiert auf dem unified process Model und wird intern als iiSEM bezeichnet. Dieser unified process wurde eingeführt, um die Entwicklungszeit zu verkürzen und so eine schnellere Markteinführung erzielen zu können. Zuvor wurde bei Siemens nach dem Wasserfallprinzip gearbeitet. Dieses erwies sich jedoch als zu langsam und die Markteinführung konnte nicht in der gewünschten Zeit erreicht werden.

Die Vorteile von unified process Modellen liegt in der iterativen und inkrementellen Art. Das Arbeiten an mehreren Phasen kann gleichzeitig erfolgen und durch konstantes Feedback verbessert werden. Beim unified process wird ein starker Fokus auf use-cases gelegt. Innerhalb der use-cases werden verschiedene Akteure definiert. Diese beschreiben unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten des Systems und dienen einer Bündelung der Kundenanforderungen. In späterer Folge werden anhand dieser use-cases Testmodell (test-cases) aufgebaut, die zur Überprüfung der Softwarekomponente dienen.

Unterstützt wird der Entwicklungsprozess durch die Programme GIT und JIRA. Beide dienen der Aufzeichnung des Entwicklungsstatus, notwendiger Aufgaben, Veränderungen etc. JIRA wird zusätzlich zur Verwaltung der Kundenanforderungen eingesetzt. In JIRA können dazu use- und test-cases gespeichert werden. Darüber hinaus werden auch Fehlermeldungen dokumentiert. Die Bearbeitung dieser kann mittels JIRA einer bestimmten Person zugeteilt werden. Die Lösung eines Problems kann ebenfalls direkt in diesem Softwaretool gespeichert werden und mit den jeweiligen hinterlegten test-cases überprüft werden. So wird ein übersichtlicher Entwicklungsprozess ermöglicht.