

Einsatzmöglichkeiten und Grenzen GPS-gestützter Parkraumbewirtschaftung

Johanna Lebitsch, Reinhard Hössinger, Elisabeth Raser

(Dipl.-Ing. Johanna Lebitsch, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Str.82/DG, 1190 Wien, johanna.lebitsch@boku.ac.at)

(Mag. Dr. Reinhard Hössinger, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Str.82/DG, 1190 Wien, r.hoessinger@boku.ac.at)

(Dipl.-Ing. Elisabeth Raser, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Str.82/DG, 1190 Wien, elisabeth.raser@boku.ac.at)

1 KURZFASSUNG

Der Technologieeinsatz im ruhenden Verkehr hat sich innerhalb der letzten Jahre rasant entwickelt. Ein neuer Trend sind interaktive Smartphone-Applikationen, die verschiedene Aspekte des Parkens erleichtern, etwa die Bezahlung der Parkgebühr, die Information über Standorte von Tief- und Parkgaragen, etc. Die angebotenen Dienste sind jedoch Insellösungen und bedienen immer nur einzelne Nutzergruppen. Das vorliegende Paper beschäftigt sich mit der Entwicklung eines umfassenden *Parking Management, Monitoring and Pricing System*, das auf der bestehenden GPS-Technologie in Smartphones aufbaut. Die Entwicklung des Systems erfolgte im Projekt PAMMOS, das von der FFG im Auftrag des BMVIT gefördert wurde.

Zunächst wird der Standort des Fahrzeuges über GPS ermittelt. Die Informationen über Kurzparkzonen (Gebühren, maximal erlaubte Parkdauer) sowie über nahegelegene Tief- oder Parkgaragen (Tarife, Auslastung) werden von einem zentralen Server abgefragt und über GSM-Netz an den Autofahrer übermittelt. Dieser kann nach dem Einparken den Beginn des Parkvorganges per Knopfdruck auf seinem Mobiltelefon bestätigen und übermittelt automatisch seine Fahrzeugdaten (das Kennzeichen) gemeinsam mit seiner Parkposition an den zentralen Server, der ab diesem Moment mit der Abrechnung beginnt.

Von PAMMOS profitiert aber nicht nur der einzelne Autofahrer: Die Verringerung des Parksuchverkehrs reduziert auch dessen negative Folgen für die Umwelt. Darüber hinaus unterstützt die elektronische Erfassung der Parkvorgänge die Gebührenabrechnung und die Parkraumüberwachung und hilft somit den öffentlichen Verwaltungen, ihre Kosten zu senken.

Neben zwei vertieften Benutzerbefragungen wurden im Rahmen des Projektes auch ein Prototyp des Systems entwickelt und umfangreiche Testfahrten durchgeführt. Ein Hauptaugenmerk des Papers liegt in der Analyse der Akzeptanz und der Zahlungsbereitschaft regelmäßiger Kurzparker für das System. Diese konnten dabei wiederholt zwischen zwei verschiedenen Versionen des PAMMOS - Systems wählen, die sich jeweils in ihren Eigenschaften unterschieden (Funktionsgebiet, Zusatzfunktionen wie etwa Diebstahlschutz, Preis). Die Auswertung zeigt insbesondere Unterschiede im Wahlverhalten bezüglich genereller Grundfunktionen (z.B. Funktionsgebiet) und mehr oder weniger utopischen Zusatzfunktionen (z.B. Reservierung eines freien Kurzparkplatzes).

2 EINLEITUNG

Parken im innerstädtischen Raum ist ein Vorgang, der sowohl an den Autofahrer als auch an den Parkraumbewirtschafter spezifische Anforderungen stellt. Auf der Suche nach einem freien Stellplatz, sowohl im öffentlichen Straßenraum als auch in Tief- und Parkgaragen, durchläuft ein Fahrzeuglenker in der Regel mehrere Phasen:

- Informieren: Der Autofahrer muss zunächst herausfinden, ob in seinem Zielgebiet eine Kurzparkregelung gilt bzw. welche Regelungen im Detail vorhanden sind (Gültigkeitszeitraum, maximale Parkdauer, Gebühr).
- Auffinden: Ist die Entscheidung für einen bestimmten Bereich gefallen, stellt sich für den Autofahrer die Frage, wie er einen freien Stellplatz findet und ob er diesen eventuell für sich vorab reservieren kann.
- Bezahlen: Ist der ausgewählte Stellplatz gebührenpflichtig, muss der Autofahrer die anfallende Parkgebühr abhängig von vorhandenen Bezahlssystemen bezahlen.

Es werden nicht von allen Benutzern alle Phasen durchlaufen (z.B. wenn die Kurzparkregelung bekannt ist oder wenn es eine Ausnahmegenehmigung gibt); auch die Reihenfolge kann je nach Situation abweichen. Im

Fall von öffentlichen Kurzparkplätzen, bei denen ein Ausschluss von der Benützung (z.B. durch Schranken) nicht möglich ist, kommt aus Sicht des Parkplatzanbieters noch eine weitere Phase hinzu, nämlich

- Überwachen: Die Parkdauer und die Entrichtung der Gebühr werden von Überwachungspersonal überprüft, was je nach verwendetem System, sehr aufwendig sein kann (z.B. beim Handyparken).

Abbildung 8 zeigt einen Überblick über die derzeit bestehenden Systeme der Parkraumbewirtschaftung, wobei eine Einteilung in Konventionelle Systeme (Parkuhren und Parkscheine) und Alternative Systeme, die entweder auf allgemein verfügbaren Endgeräten (Handy/Mobiltelefon) oder auf speziellen Geräten zur Überwachung der Parkdauer und zur Zahlung der Gebühren basieren (Parkzeitgerät), vorgenommen werden kann.

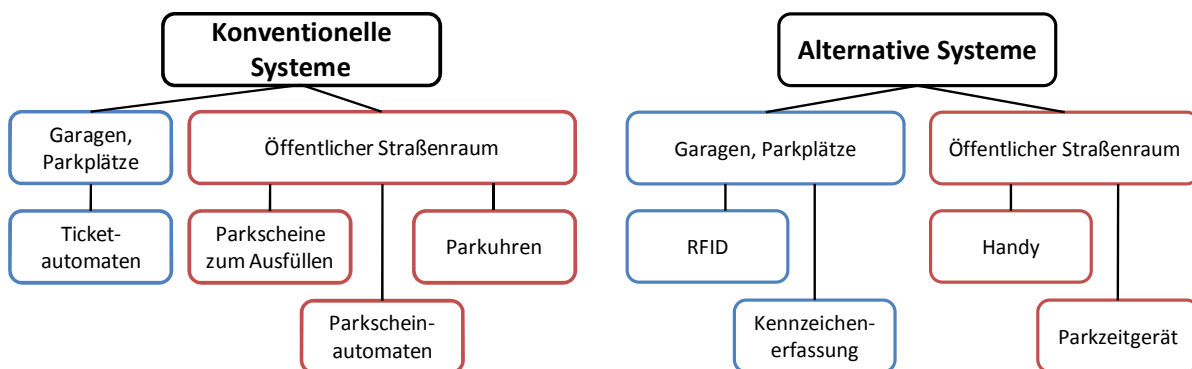


Abbildung 8: Bestehende Systeme der Parkraumbewirtschaftung; eigene Abbildung nach Schäfer, P.K. (2004)

Alle konventionellen Systeme sind mit hohem Aufwand für die Städte bzw. Betreiber verbunden, da die notwendigen Geräte (Parkscheinautomaten, Parkuhren, ...) in ausreichender Anzahl zur Verfügung gestellt und gewartet werden müssen oder die Administration des Systems nur mit hohem Verwaltungsaufwand möglich ist (z.B. Ausnahmegenehmigungen). Auch die Überwachung ist derzeit nur sehr aufwändig und kostenintensiv zu bewerkstelligen. Die Benutzer sehen sich je nach Stadt mit einem unterschiedlichen System der Abrechnung, der Gebührenordnung und der maximal erlaubten Parkdauer konfrontiert. Die ebenfalls in allen Städten unterschiedliche Art der Kennzeichnung der Kurzparkzonen (Informationen über gebührenpflichtige Stellplätze in jeder Straße bzw. einmalig bei der Einfahrt in eine Zone) stellt vor allem Ortsfremde vor ein großes Problem. Die Bezahlung der Gebühr ist umständlich, da sie oft den Weg zu einem Automaten oder das Vorhandensein eines Parkscheines zum Ausfüllen voraussetzt. In den letzten Jahren wurden die konventionellen Systeme überarbeitet und mit neuen Funktionen ausgestattet, um die Funktionalität für Nutzer und Betreiber zu erhöhen oder alternative Systeme entwickelt.

Auch international wird versucht, Parkvorgänge im innerstädtischen Bereich zu vereinfachen. Die Entwicklungen und Überlegungen gehen in die unterschiedlichsten Richtungen und sind außerdem stark davon abhängig, welches System zur Bezahlung der Parkgebühr in den jeweiligen Ländern vorherrscht. Bei den Bestrebungen, das Parken zu vereinfachen, handelt es sich in den meisten Fällen um Projekte, die zusammen mit Partnern aus der Wirtschaft entwickelt und zu Testzwecken bereits umgesetzt wurden oder verkauft werden sollen. Wissenschaftliche Untersuchungen und Artikel beschäftigen sich hauptsächlich damit, Parkleitsysteme bzw. den Einparkvorgang an sich (z.B. automatisches Einparken) zu optimieren. Nur sehr wenige wissenschaftliche Artikel beschäftigen sich mit den hier näher untersuchten Aspekten des Parkvorganges wie: Informieren, Auffinden, Bezahlen und Überwachen¹.

Neben einer Datenbank für kostenfreie Dauerstellplätze im Internet (www.gratisparken.de) spezialisieren sich die Projekte vor allem in zwei Richtungen. Ein großer Teil der Projekte versucht die Abwicklung der Bezahlung durch neue Systeme zu vereinfachen. Hier wird entweder das Mobiltelefon zum Bezahlen in den Parkvorgang eingebunden (M-Parking bzw. HANDY Parken) oder das Bezahlen funktioniert über eigens dafür entwickelte, elektronische Geräte (elektronischer Parkschein, elektronische Parkuhr² bzw. Parkplatzsensoren). Der andere Teil der Projekte befasst sich mit der Problematik der Parkplatzzuche. Hier werden hauptsächlich Tiefgaragen bzw. Parkgaragen und ihr aktueller Auslastungsgrad mit

¹ Vgl. Berenger Vianna (2004), Grush (2008), Basu (2004)

² z.B. SmartPark (www.smartparkeuropa.com/index1.htm) oder Park-o-pin (www.pin-parking.de)



Navigationssystemen gekoppelt, sodass man sich zu Parkeinrichtungen mit freien Stellplätzen navigieren lassen kann. Im Zuge eines dieser Projekte gibt es bereits einen Prototypen, der das Reservieren von freien Stellplätzen in Tiefgaragen während der Fahrt erlaubt. Neueste Ergebnisse gibt es von der BMW Group, die mit www.parkinfo.com ein System zum Auffinden von Parkgaragen und Parkhäusern geschaffen hat. Dabei werden nicht nur die in den einzelnen Parkhäusern vorhandenen Stellplätze und deren Tarife, sondern teilweise auch die aktuellen Auslastungen angezeigt. Die Abfrage über die Auslastungsgrade erfolgt über Mobiltelefon, PDA oder über im Fahrzeug integrierte Geräte und ist somit aktuell.³ Zwei BMW ConnectedDrive Forschungsfahrzeuge wurden in einem Feldversuch in Köln mit den Diensten Parkinfo, Parkreservierung und Elektronisches Parkticket ausgestattet und zusätzlich mit dem Informationsangebot über die Möglichkeit von Park&Ride erweitert, wodurch ein Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel besser geplant werden kann. Die Fahrzeuge verfügen über einen Internetzugang, über den die beschriebenen Informationen abgerufen werden können. Für das Parken im öffentlichen Straßenraum wurden die Testfahrzeuge mit einem Display hinter der Windschutzscheibe ausgestattet, das beim Parken den herkömmlichen Parkschein ersetzt. Darauf werden alle relevanten Informationen für die Parkraumüberwachung angezeigt und die Abrechnung der Parkgebühr wird minutengenau und bargeldlos vorgenommen. Diese Elektronische Parkticket ist mit einem GPS System gekoppelt, sodass jederzeit die exakte Parkposition ermittelt werden kann.

Da PAMMOS die Administration der Bezahlung und die Anzeige von Auslastungsgraden (mit Navigationsmöglichkeit) von Parkplätzen kombiniert und selbst in Kurzparkzonen im öffentlichen Straßenraum ohne straßenseitige Infrastruktur auskommt, ist es in diesem Vergleich einzigartig.

3 ANALYSE DER ANFORDERUNGEN

3.1 Benutzer- und Betreibersicht

Die Anforderungen potenzieller Nutzer an PAMMOS wurden im Rahmen einer vertieften Benutzerbefragung erarbeitet. Diese umfasste neben Fragen zum aktuellen Parkvorgang auch solche über die Zufriedenheit mit den in Österreich verbreiteten Systemen der Parkraumbewirtschaftung. Ein weiterer Bestandteil des Fragebogens waren jene Kriterien, die für Autofahrer bei der Wahl eines Parkplatzes entscheidend sind. Der wichtigste Teil des Fragebogens betraf die Vorstellung des Systems und die Beurteilung der verschiedenen Teilaspekte durch die Befragten. Es wurden auch offene Fragen gestellt, um alle für den Benutzer relevanten Kriterien und Bedenken abzubilden. Mit diesem Fragebogen wurden 303 standardisierte Leitfadeninterviews durchgeführt. Die Zielgruppe umfasste Benutzer von Kurzparkzonen und Tiefgaragen. Wie die Auswertung der Interviews zeigt, sind die wichtigsten Kriterien für die Wahl eines Parkplatzes eine geringe Nähe zum Ziel, geringe Kosten und die Sicherheit, einen freien Parkplatz zu finden. Das einfache Bezahlen der Gebühr hat bei den Befragten eine mittlere Priorität.

Unter allen in Österreich verwendeten Systemen zur Bezahlung der Parkgebühr sind die Ticket- und Parkscheinautomaten am besten etabliert und akzeptiert, während Parkscheine zum Ausfüllen, wie sie hauptsächlich in Wien verwendet werden, eine schlechte Bewertung erhalten. Das Handyparken schneidet in der Befragung zwar relativ schlecht ab, das liegt aber hauptsächlich an der geringen Zahl der Nutzer unter den Befragten und der mangelnden Kenntnis des Systems. Befragte, die ihren Parkschein bereits jetzt mit dem Mobiltelefon bezahlen, bewerten dieses System ausgesprochen gut und weisen auch in den offenen Antworten auf die dadurch entstehenden Vorteile hin.

Grundsätzlich wird ein System, das den Parkvorgang automatisiert und vereinfacht, von der Mehrheit der Befragten (ca. 80 %) als sinnvoll eingestuft. Allerdings gibt es auch Vorbehalte gegen zu viel Technik oder zusätzliche Überwachungsmöglichkeiten. Ein entscheidender Punkt für die Akzeptanz von PAMMOS ist, dass das System auf allen Stellplätzen (Kurzparkzonen, Park- bzw. Tiefgaragen etc.) und österreichweit eingesetzt werden kann; dies wird von den Befragten vorausgesetzt, unabhängig davon, ob sie die anderen Funktionen des Gerätes als hilfreich erachten. Besonders wichtig sind jene Funktionen, die anfängliche Skeptiker nach der Vorstellung des Systems von dessen Sinnhaftigkeit überzeugt haben (siehe Abbildung 9). Hier geht es vor allem darum, dass der Bezahlvorgang für einen gebührenpflichtigen Stellplatz im Fahrzeug abgewickelt werden kann, dass man über das Ende der Parkdauer informiert wird, und dass die Abrechnung

³ BMW Group (2002)

minutengenau erfolgt. Die so genannten Zusatzfunktionen (in Kombination mit einem Navigationsgerät) sind für manche Befragte durchaus interessant und werden von diesen auch eingefordert, während sie anderen als „utopisch“ erscheinen und diese eher abschrecken.

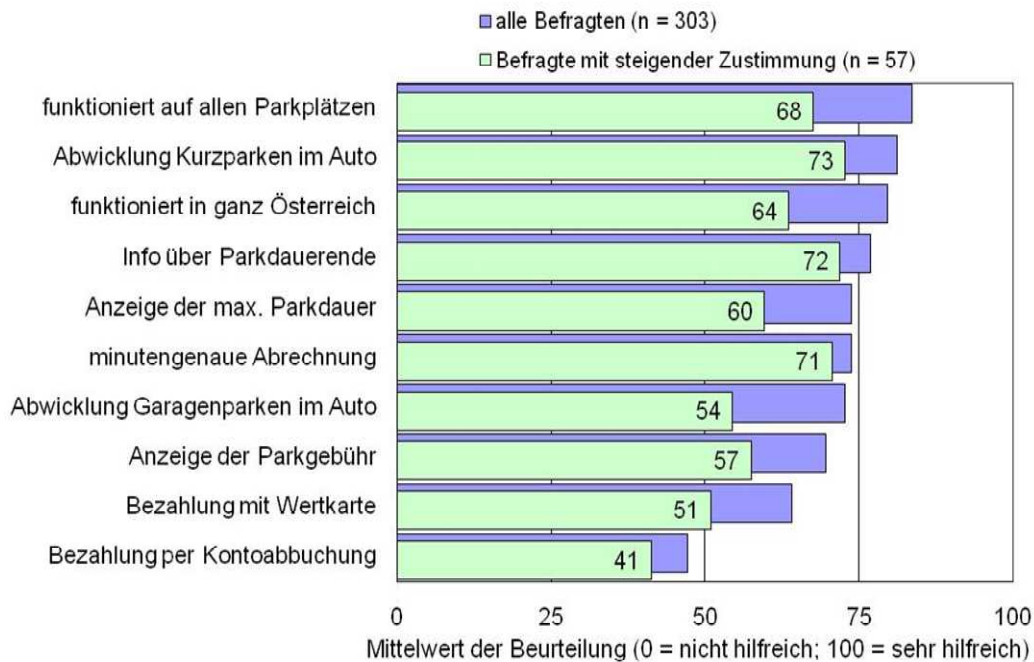


Abbildung 9: Beurteilung der Grundfunktionen des Gerätes; alle Befragten (n=303) und Befragte mit steigender Zustimmung (n=57)

3.2 Technologische Produktspezifikation

Um die genannten Anforderungen zu erfüllen, bedarf es dem Zusammenwirken mehrerer Komponenten, die einerseits der Datenaufnahme und -weitergabe dienen und andererseits dem Benutzer eine Oberfläche zur Verfügung stellen, auf der er die Informationen ablesen kann und seine gewünschten Aktionen dem System mitteilt. Das gesamte Paket setzt sich aus folgenden Geräten zusammen:

- GPS/GPRS-Box:
 - Ermittlung von Positionen und Sensordaten;
 - Ständige Kommunikation mit dem Server zur Echtzeitübermittlung der Daten;
 - Ermittlung von Bewegungen auch bei aktivem Parkvorgang;
 - Modemfunktion für das Userinterface.
- Visualisierungs-Gerät (Mobiltelefon, PDA, ...):
 - Darstellung des Userinterfaces;
 - Anzeige von Informationen für den gewählten Parkplatz;
 - Annahme von Benutzeraktionen wie Parkbeginn und Parkende;
 - Bereitstellung von Navigationsinformationen, um den Benutzer zu einem freien Parkplatz zu leiten.

Durch die Verbindung der Bedieneinheiten mit dem Server kann das System die Identität der im Fahrzeug eingebauten Geräte eindeutig erkennen.

- Kontrollgerät zur Parkraumüberwachung:

Tragbares Gerät für Überwachungspersonal mit Display, welches in ständiger Verbindung zum Server steht und über den Status der Parkvorgänge der in der Nähe befindlichen Fahrzeuge informiert.

Da es Ziel des Projektes war, die Machbarkeit einer solchen Lösung zu erforschen, wurde in der Spezifikation der Technologie die Konzentration auf die Verwendung von Modulen gelegt, welche möglichst neuester Stand der Technik sind, dafür aber in Kauf zu nehmen, dass es sich um einzelne Geräte handelt, welche über kabelgebundene oder drahtlose Schnittstellen miteinander kommunizieren müssen. Weiters wurde für das Projekt angenommen, dass auf bereits zur Verfügung stehende Soft- und Hardware-

Komponenten aufgesetzt werden kann, um die speziell für diese Aufgabenstellung benötigten Module zu adaptieren und/oder neu zu entwickeln. Für die Hardware wurde ein Server sowie im Fahrzeug fix verbaute Geo-Boxen und ein leistungsstarker Car-PC mit integriertem Anzeigeschirm und Tastatur vorgesehen. Die Kostenoptimierung der Geräte für den Benutzer wurde an dieser Stelle nicht berücksichtigt, um in der Studie die Systemgrenzen auszuloten und nicht durch hardwareseitige Einschränkungen die Aussagen zu verfälschen. Das Gerät zur Erfassung der Fahrzeugdaten besteht aus folgenden Komponenten:

- GPS-Modul (Positionserfassung),
- GPRS/UMTS-Modul (Datenübermittlung an den Server),
- Controller-Modul mit Datenbuffer (Datenverarbeitung und Datenhaltung am Gerät),
- Accelerometer (Bewegungssensor),
- Digitale Eingänge (Erfassung zusätzlicher Attribute wie Zündung, usw.),
- RFID-Tag (Identifizierung des Gerätes über kurze Strecken),
- USB-Schnittstelle (Datenschnittstelle zum Controller),
- CAN-Bus-Anbindung (optional, Datenschnittstelle zum Controller),
- Energieversorgung extern (ständige Energieversorgung der Box durch das Fahrzeug),
- Energieversorgung intern (Bufferakku zur Sicherstellung der Versorgung bei Ausfall der externen Versorgung),
- Firmware (Kontrolle der Abläufe auf der Box durch eine eigens entwickelte Logik).

Abbildung 10 zeigt das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten im PAMMOS-System. Dabei wird über die mobilen Komponenten im Fahrzeug zunächst der Standort des Fahrzeuges bestimmt und über GSM-Netz an den Server mitgeteilt. Dieser sendet die standortrelevanten Informationen über GSM an das Fahrzeug zurück. Durch die Zwischenschaltung eines Referenz-GPS kann die Ortungsgenauigkeit verbessert werden. Die Überwachung trägt ebenso ein mobiles Endgerät mit sich, dessen Position via GPS bestimmt wird. In diesem Fall liefert der Server die Informationen über die in der Nähe befindlichen und im System eingeloggtten Fahrzeuge und zeigt sie auf dem Endgerät an.

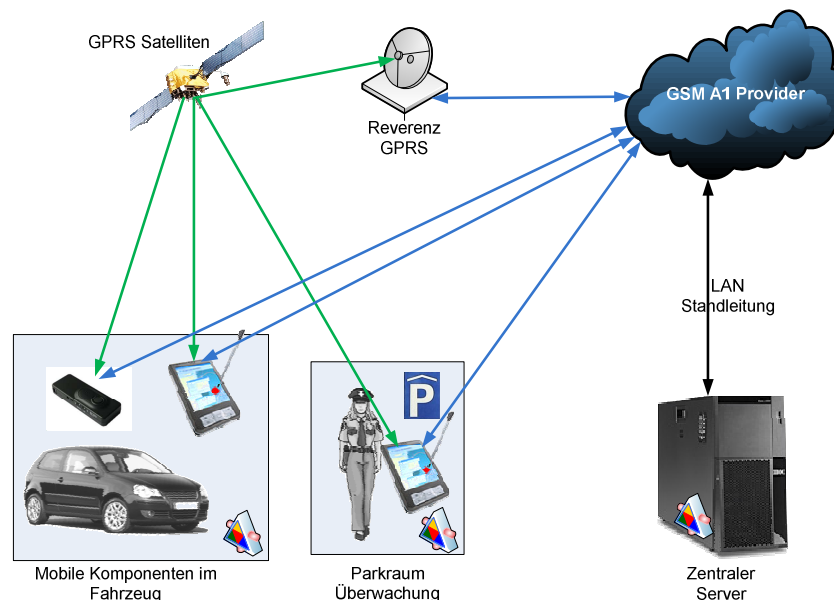


Abbildung 10: Zusammensetzung der einzelnen Komponenten im PAMMOS- System. Quelle: positec GmbH.

Auf die Frontend-Applikation wurde besonderer Wert gelegt, da die Darstellung der Information und die Handhabung des Gerätes für die Nutzerakzeptanz entscheidend sind.

Fährt das Fahrzeug in einem Bereich, in dem keine Kurzparkregelung gilt, zeigt das Display eine Karte mit der Position des Fahrzeuges. Wird weitere Information angefordert, erscheint die Anzeige, dass bei der derzeitigen Position keine Kurzparkregelung gilt. Wird mit dem Fahrzeug die Grenze einer Kurzparkzone

überquert, ertönt ein akustisches Signal und am Display erscheint eine Information über die Kurzparkzone. Werden in dieser Situation weitere Informationen angefordert, wird im Display die detaillierte Regelung (Gültigkeitszeitraum, maximale Parkdauer, Gebühr) angezeigt.

Wird das Fahrzeug auf einem Stellplatz innerhalb der Grenzen der Kurzparkzone abgestellt, kann ein Park- bzw. Abrechnungsvorgang gestartet werden. Wird der Motor des Fahrzeuges abgestellt, ohne dass zuvor ein Parkvorgang gestartet wurde, wird nochmals mit einem Signalton darauf hingewiesen, dass hier eine Kurzparkzonenregelung gilt. Informationen über die geltende Kurzparkregelung können jederzeit abgerufen werden, egal ob ein Park- bzw. Abrechnungsvorgang aktiv ist. Während eines laufenden Park- bzw. Abrechnungsvorgangs werden dem Nutzer des Systems Informationen über den Beginn des Bezahlvorgangs und laufend aktualisierte Informationen über die bisher angefallenen Gebühren (minutengenau) und die verbleibende Parkdauer angezeigt. Der Park bzw. Abrechnungsvorgang kann entweder durch aktiven Knopfdruck oder durch das Starten des Motors und Entfernen des Fahrzeuges vom Stellplatz beendet werden. In beiden Fällen werden nach Beendigung Informationen über die Parkdauer und die angefallene Gebühr angezeigt, bevor das System in den Grundzustand zurückgeht (Anzeige des Standortes auf Karte). Analoges gilt, wenn statt des Parkvorgangs ein Ladevorgang gestartet wird; hier gilt jedoch keine maximale Parkdauer und es werden keine Gebühren berechnet.

Abbildung 11 zeigt verschiedene Displayanzeigen des Systems vor, während und nach dem Parkvorgang. Der Bildschirm links zeigt die Informationen, die dem Nutzer nach dem Einparken auf einem Kurzparkplatz angezeigt werden: Stellplatz, max. erlaubte Parkdauer, Parkgebühr in € pro Minute sowie den zeitlichen Geltungsbereich der Kurzparkzone. Der Nutzer kann nun einen Park- bzw. Abrechnungsvorgang oder einen Ladevorgang einleiten oder die Informationsanzeige schließen. Befehle, die nicht zur Verfügung stehen, sind nicht auswählbar und werden grau dargestellt. Der mittlere Bildschirm gibt die Informationen über einen laufenden Park- bzw. Abrechnungsvorgang wider. Das System zeigt den zeitlichen Beginn des Parkvorgangs, die Restparkdauer (Countdown), den Zeitpunkt des Ablaufs der maximalen Parkdauer, sowie die bisher angefallene Gebühr. Die Informationen werden in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Die nicht wählbaren Funktionen sind wieder grau hinterlegt. Der rechte Bildschirm zeigt die Informationen über die vergangenen Parkvorgänge, die jederzeit abgerufen werden können. Damit wird dem Nutzer ein Überblick über vergangene Parkvorgänge gegeben und die nachträgliche Kontrolle ermöglicht.



Abbildung 11: Übersicht über die Funktionen des Systems vor, während und nach dem Parkvorgang

Neben den oben beschriebenen Basisfunktionen muss das System auch auftretende Sonderfälle abdecken können. Wird das Fahrzeug auf einem Stellplatz mit Sonderregelung abgestellt (für die Testfahrten im Rahmen des Projektes war das eine Ladezone), so wird diese Information zusätzlich angezeigt. Wird auf einem Stellplatz innerhalb der Zonengrenze, jedoch außerhalb der Gültigkeitsdauer eingeparkt, wird bei

Knopfdruck der Parkvorgang nicht sofort, sondern erst bei Beginn des Gültigkeitszeitraumes gestartet. Diese Information erscheint auch auf dem Display. Bei Überschreitung der maximal zulässigen Parkdauer beendet das System den aktuellen Park- bzw. Abrechnungsvorgang automatisch und zeigt eine Warnung am Display an. Ein erneuter Parkvorgang kann erst begonnen werden, wenn der Motor gestartet und das Fahrzeug bewegt wurde.

3.3 Ergebnisse der Funktionalitätstests

PAMMOS wurde sowohl in Wien als auch Eisenstadt unter ausgewählten Rahmenbedingungen getestet. Der Ortungstest in Wien zeigte, dass die umgebende Bebauung und auch die Vegetation starken Einfluss auf die Qualität der Lokalisierung haben. Durch die im Test gewählten Bedingungen, insbesondere durch eine integrierte Snappingfunktion, die den gewählten Testparkplatz bereits bei einem Aufenthalt in der Nähe als Zielparkplatz auswählte, konnte ein relativ gutes Ergebnis erzielt werden. In der Praxisanwendung ist eine parkplatzgenaue Positionserkennung aus derzeitiger Sicht aber nicht realisierbar. Die Fehlerhäufigkeit wäre zu groß und die Qualität der Informationen unzureichend.

Die Testfahrten in Eisenstadt zeigten ein ähnliches Ergebnis, nämlich dass die derzeit erreichbare Ortungsgenauigkeit keine parkplatzscharfe Lokalisierung der Fahrzeuge ermöglicht; insofern kann auch keine parkplatzscharfe Information für die Benutzer bereitgestellt werden, etwa die Bekanntmachung von Behindertenparkplätzen, Ladezonen, anderen Stellplätze mit Sonderregelungen, Halteverbote etc. Die ursprüngliche Erwartung an PAMMOS muss somit überdacht werden.

Für eine zonenscharfe Abbildung der Parkregelungen ist die Ortungsgenauigkeit ausreichend. Probleme können nur dort auftreten, wo bewirtschaftete und unbewirtschaftete Parkflächen nahtlos (ohne räumliche Trennung) aneinander grenzen. Diese Situation ist selten gegeben, kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der im Rahmen der umfangreichen Funktionstests vorgenommenen Überwachungstests entsprechen jenen der Funktions- und Ortungstests. Die Fehler sind meist Folgefehler der fahrzeugseitigen Geräte. Wird z.B. die Gebühr falsch berechnet, wird sie sowohl dem Nutzer als auch dem Überwachungsorgan falsch angezeigt, da beide dieselbe Information vom zentralen Server beziehen.

4 BEWERTUNG DES SYSTEMS

Die Bewertung des Systems im fertigen Entwicklungszustand nach den Testfahrten erfolgte in zwei Stufen aus zwei verschiedenen Blickwinkeln, wobei im vorliegenden Paper lediglich auf den ersten Punkt eingegangen werden soll:

- Das kundenseitige Endgerät (Smartphone mit Applikation plus GPS-Box) wurde im Rahmen einer zweiten, vertieften Benutzerbefragung hinsichtlich der Akzeptanz und Kaufbereitschaft getestet;
- Das Gesamtsystem wurde in einem Workshop mit Stellplatzanbietern und möglichen Systembetreibern im Hinblick auf die zu erwartenden Nutzen- und Kostenaspekte beurteilt.

In der vertieften Benutzerbefragung wurde das PAMMOS System potenziellen Kunden vorgestellt, um die Akzeptanz und Kaufbereitschaft zu eruieren. Im Gegensatz zur ersten Benutzerbefragung, in der es um ein abstraktes Konzept ging, wurde den Befragten nun ein konkretes Gerät mit konkreten Funktionen und einem konkreten Preis vorgestellt (Funktionen und Preis wurden von Fall zu Fall variiert, um deren Einfluss auf die Kaufbereitschaft zu ermitteln). Die Befragung erfolgte analog zur ersten Benutzerbefragung in den vier Gebieten Wien, Graz, St. Pölten und Eisenstadt. Die Zielgruppe waren Autofahrer, die zumindest mehrmals im Jahr in gebührenpflichtigen Kurzparkzonen parken. Die Rekrutierung erfolgte aus den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der ersten Benutzerbefragung und zusätzlich über eine Zufallsauswahl aus dem HEROLD-Telefonbuch.

Im ersten allgemeinen Teil der Befragung ging es um das Parkverhalten der Zielpersonen, die Kriterien bei der Parkplatzwahl sowie die Beurteilung verschiedener Bezahlssysteme. Im zweiten und eigentlichen Hauptteil der Befragung wurde das so genannte stated preference-Verfahren angewendet. Es wurden zwei aufeinander folgende Serien mit je vier Kaufspielen durchgeführt. In jedem Kaufspiel der ersten Serie wurden den Befragten zwei verschiedene Geräte mit unterschiedlichen Funktionen und unterschiedlichem Kaufpreis angeboten. Die Befragten konnten sich für eines der beiden Geräte entscheiden oder beide ablehnen. In den Kaufspielen der zweiten Serie wurde eine verpflichtende, dafür aber kostenlose Verwendung unterstellt. Die Geräte hatten daher keinen Preis und die Befragten mussten sich für eines der

beiden Geräte entscheiden. Ansonsten liefen die Kaufspiele analog zur ersten Serie ab. Die Analyse der Daten erfolgte mit Hilfe von so genannten discrete choice-Modellen. Damit kann einerseits die grundsätzliche Kaufbereitschaft und andererseits der Beitrag einzelner Funktionen zum Nutzen des Gerätes abgeschätzt werden. Darüber hinaus zeigt die Analyse, welche Personengruppen eher oder weniger interessiert sind.

Insgesamt wurden 164 verwertbare Vertiefungsinterviews durchgeführt (Wien 55, Graz 44, St. Pölten 39, Eisenstadt 26). Abbildung 12 zeigt die Ergebnisse der Beurteilung verschiedener Bezahlssysteme. Die höchste Akzeptanz genießen die in Parkgaragen üblichen Ticketautomaten. Die Gebührenentrichtung via Parkscheinautomaten in Kurzparkzonen ist in St. Pölten und Graz ebenfalls gut akzeptiert, in Eisenstadt und Wien deutlich weniger. Ein Grund für das schlechte Ergebnis in Wien kann sein, dass es dort keine Parkscheinautomaten gibt. Wiener Autofahrer kennen das System, wenn überhaupt, nur aus anderen Städten und sind sicher weniger damit vertraut. Beim Handyparken ist der Befund ebenfalls differenziert. In Wien, wo das System HANDY Parken im Einsatz ist, genießt diese Form der Gebührenentrichtung die höchste Akzeptanz überhaupt. In Graz ist ein anderes System (M-Parken) im Einsatz, es ist vergleichsweise weniger gut akzeptiert. St. Pölten und Eisenstadt liegen dazwischen, wobei in Eisenstadt Handyparken noch nicht möglich ist. Die Ausfüllparkscheine finden unter allen Systemen die geringste Zustimmung, und das Ergebnis zu den elektronischen Parkscheinen ist eher theoretisch, da sie kaum bekannt sind. Auffällig ist die generell eher zurückhaltende Beurteilung in Eisenstadt. Nur das Handyparken erhält dort besonders viel Zustimmung, obwohl es noch nicht angeboten wird.

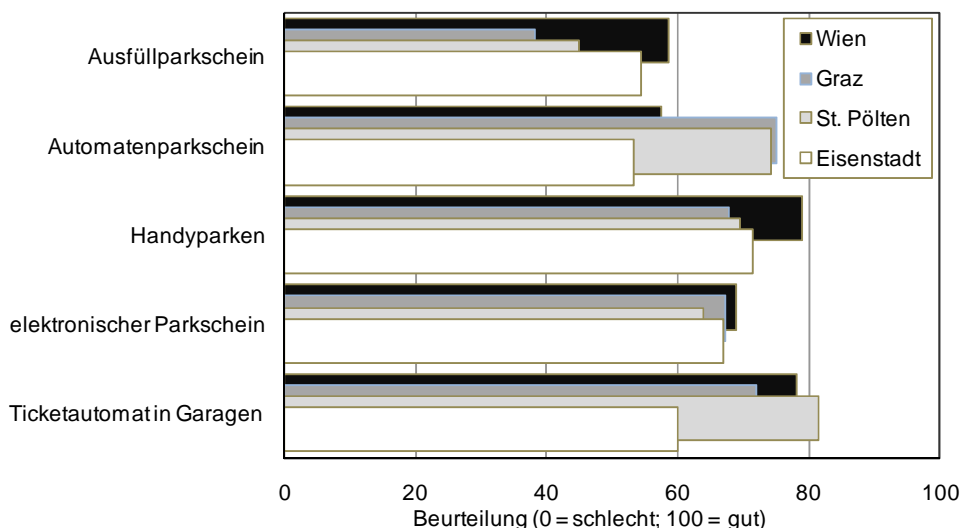


Abbildung 12: Beurteilung verschiedener Bezahlssysteme für Kurzparkzonen und Garagen

Abbildung 13 zeigt das Ergebnis der zweiten Kaufspiel-Serie. Da die zur Wahl stehenden Geräte keinen Preis hatten, ist nur eine vergleichende Beurteilung verschiedener Funktionen des PAMMOS-Systems möglich. Vergleichsbasis ist der relative Beitrag einzelner Funktionen zum Gesamtnutzen des Systems. Die Analyse ergibt zwei klar unterscheidbare Personengruppen. Die vergleichsweise futuristischen Funktionen wie Auslastungsinformation und Reservierungsmöglichkeit werden von beiden Gruppen gleich beurteilt, nämlich mäßig nützlich. Der Unterschied ergibt sich bei den naheliegenden Funktionen, die ohne weitere Voraussetzungen realisiert werden können, etwa ein Diebstahlschutz, flexible Bezahlmöglichkeit und universelle Verwendbarkeit. Die "weniger Interessierten" sehen in diesen Funktionen keinen nennenswerten Nutzen, während sich die "eher Interessierten" besonders für diese Funktionen interessieren.

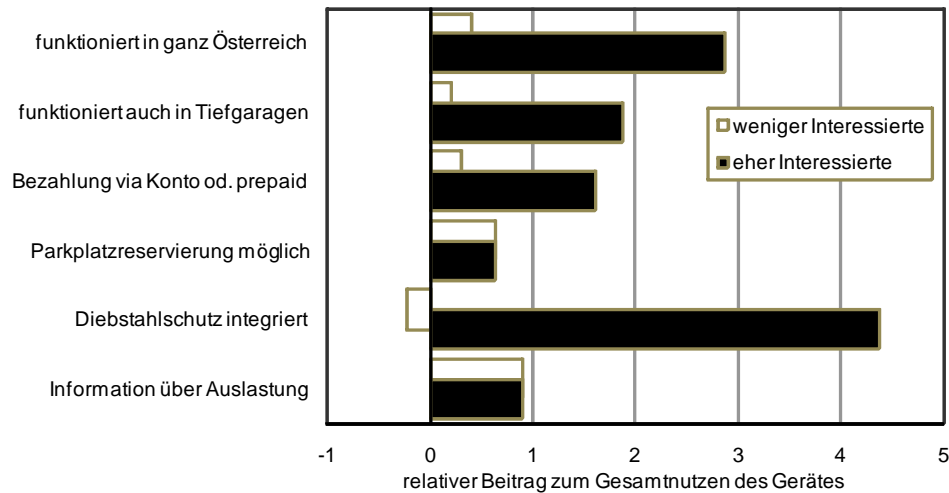


Abbildung 13: Bewertung verschiedener Funktionen des PAMMOS-Gerätes hinsichtlich ihres Nutzens

Abbildung 14 zeigt das Ergebnis der ersten Serie von Kaufspielen, wo die zum "Kauf" angebotenen Geräte je nach Funktionalität auch unterschiedliche Preise hatten und die Befragten entweder ein Gerät auswählen oder beide zurückweisen konnten. Dadurch kann der Nutzen des Grundgerätes und der möglichen Zusatzfunktionen in Euro ausgedrückt werden.

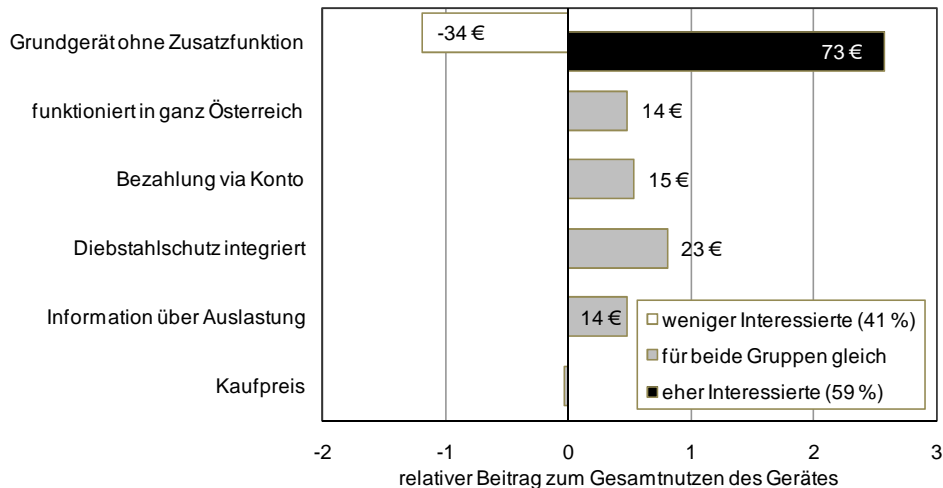


Abbildung 14: Bewertung verschiedener Funktionen des PAMMOS-Gerätes hinsichtlich ihres Nutzens

Auch hier ergibt die Analyse des Kaufverhaltens zwei stark unterschiedliche Personengruppen. Der Unterschied liegt diesmal im Nutzen des Grundgerätes, während es bei den Zusatzfunktionen keine signifikanten Unterschiede gibt (graue Balken, sie gelten für beide Gruppen gleichermaßen). Die weniger interessierte Gruppe repräsentiert 41 % der Befragten. Sie gibt dem Grundgerät ohne Zusatzfunktionen einen negativen Nutzen. Das bedeutet sinngemäß, dass sie das Gerät erst mit ein oder zwei Zusatzfunktionen geschenkt nehmen würden. Für die eher Interessierten (59 % der Befragten) repräsentiert das Grundgerät einen Wert von durchschnittlich 73 Euro. Die Reihung der Zusatzfunktionen ist wieder ähnlich wie in Abbildung 13. Den größten Nutzen stiftet die Diebstahlsicherung mit 23 Euro, die anderen Funktionen liegen im Bereich um 15 Euro.

Tabelle 2 zeigt eine Liste jener objektiven und subjektiven Personenmerkmale, durch welche die beiden Gruppen der eher bzw. weniger Interessierten charakterisiert sind. Hierbei handelt es sich lediglich um Tendenzen. Das bedeutet z.B., dass unter 30-jährige dazu tendieren, dem PAMMOS-Gerät ein höheres Interesse entgegenzubringen, das gilt aber nicht für jeden Einzelnen dieser Altersgruppe. Immerhin sind es statistisch signifikante, d.h. nicht nur zufällige, Tendenzen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass kundenseitig ein erhebliches Interesse am PAMMOS-System besteht. Es gibt es ein Marktsegment von Interessierten, die darin einen erheblichen Nutzen sehen, der mit einer Zahlungsbereitschaft von etwa 70 Euro beziffert werden kann. Dieses Marktsegment macht mehr als die Hälfte der regelmäßigen Nutzer von Kurzparkzonen aus. Auf diese Gruppe muss eine Vermarktung des Systems ausgerichtet werden.

<i>eher Interessierte</i>	<i>weniger Interessierte</i>
unter 30-jährige	über 50-jährige
40 bis 49-jährige	Haushalte mit mehreren Pkws
Frauen	Wohnort Graz
Wohnort Wien	Wohnort St. Pölten
Wohnort Eisenstadt	Automatenparkschein-Nutzer
Handyparker	Parkzweck priv. Erledigung
Ausfüllparkschein-Nutzer	lange Parkdauer
Probleme mit Parkregelung	kurze Suchdauer wichtig
Probleme mit Zeitüberschreitung	kurze Entfernung zum Ziel wichtig
flexibles Bezahlen wichtig	
genaue Abrechnung wichtig	

Tabelle 2: Bestimmungsmerkmale für die Gruppe der an PAMMOS eher bzw. weniger Interessierten

5 ZUSAMMENFASSUNG

PAMMOS stellt sich als fortschrittliches und zukunftssträchtiges System zur Vereinfachung des Parkvorgangs dar. Für eine zonenscharfe Abbildung der Parkregelung ist die derzeitige Ortungsgenauigkeit ausreichend. Eine parkplatzscharfe Ortungsgenauigkeit ist nur unter Einsatz zusätzlicher, straßenseitiger Infrastruktur (wie z.B. Referenz-GPS) möglich und steht somit für eine flächendeckende Anwendung außer Diskussion. Es scheint jedoch wahrscheinlich, dass durch die ständige Weiterentwicklung der technischen Komponenten in Form der verbesserten Satellitenortung eine parkplatzgenaue Ortung sowohl für Navigationsgeräte als auch für Smartphones durchaus umsetzbar sein wird.

Die Einbindung privater Stellplatzanbieter in das System ist von entscheidender Bedeutung, da nur dadurch ein umfangreiches Informationsangebot über Parkstandorte für den Nutzer geboten und eine Entlastung des öffentlichen Straßenraums für die Allgemeinheit ermöglicht werden kann. Für Park- und Tiefgaragenbetreiber bringt PAMMOS durch die umfangreichen Stellplatz- und Auslastungsinformationen einen großen Vorteil. Die durch PAMMOS gewonnenen Informationen beziehen sich nicht nur auf die eigenen Abstellanlagen, sondern auch auf die öffentlichen Stellplätze im Umfeld. Der Stellplatzanbieter kann somit auf flexibel gegebene Rahmenbedingungen reagieren.

Es sollte eine schrittweise Umsetzung in Betracht gezogen werden: Um hohe Marktakzeptanz zu erreichen, muss zunächst auf ein bestehendes System, wie etwa Handyparken, aufgebaut werden. Daher müssen im ersten Schritt Applikationen für verschiedene Plattformen (Symbian, BlackBerry, Apple, Android, etc.) entworfen werden. Die Verwendung der eigenen Positionsempfänger von modernen Mobiltelefonen macht gesonderte GPS-Empfänger im Fahrzeug entbehrlich. Durch eine zonengenaue Informationsanzeige wird die Fehlerhäufigkeit von PAMMOS minimiert und somit die Nutzerakzeptanz erhöht. Der zweite Umsetzungsschritt für PAMMOS wäre erst durch eine breite Anwendung und eine steigende Anzahl an PAMMOS-Nutzern möglich. Zusatzfunktionen wie etwa die Reservierung von freien Parkplätzen oder die Anzeige der Auslastung von Parkflächen innerhalb eines bestimmten Gebietes sind direkt von der Größe der Nutzergruppe abhängig.

Durch die Verwendung von Smartphones könnten die Kosten für die Bereitstellung der Informationen indirekt über Werbemaßnahmen und kostenpflichtige Einschaltungen reduziert werden. Dem Nutzer können neben den Parkplatzinformationen (Kurzparkregelungen, nächstgelegene Parkgaragen und deren Auslastung) auch andere für ihn interessante Informationen angeboten werden, etwa der nächstgelegenen Tankstelle. Die Darstellung dieser Informationen könnte für die betreffenden Unternehmen kostenpflichtig sein.

6 QUELLENVERZEICHNIS

- BASU, P. LITTLE, T.D.C.: Wireless Ad Hoc Discovery of Parking Meters. Multimedia Communications Laboratory (MCL) Technical Report No. 01-08-2004, 2004.
- BERENGER VIANNA, M.M., da Silva Portugal, L., Balassiano, R.: Intelligent transportation systems and parking management: implementation potential in a Brazilian city. In: Cities, Vol. 21, No. 2, pp. 137–148, Rio de Janeiro, 2004.
- BMW Group: Pressemappe- Mobilität 2002/2003. 2002.
- GRUSH, B.: Parking Management 2008: Legacy of Two Presidents. In: The Parker, 3rd quarter 2007. 2008.
- SCHÄFER, P.K.: Alternative Methoden zur Überwachung der Parkdauer. Dissertation, eingereicht an der Technischen Universität Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, Darmstadt 2004.

