

Heuristische Ermittlung und Typisierung von Infrastrukturanforderungen mobiler Dienste im Fahrzeug

*Maja Golcar, Michael Schermann, Maximilian Pühler,
Holger Hoffmann, Helmut Kremer*

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Technische Universität München

1 Einleitung

In den letzten Jahren fand im Hinblick auf mobile Dienste eine Vielzahl an Entwicklungen im Automobilssektor statt. So ist der Einsatz onlinebasierter Informationsdienste im Business-to-Consumer-Bereich während der letzten Jahre signifikant gestiegen (Viswanathan et al. 2007, S. 92). Doch trotz der zunehmenden Leistungsfähigkeit moderner Informationssysteme im Fahrzeug werden längst nicht alle mobilen Dienste, die für eine Verwendung durch mobile, persönliche Endgeräte zur Verfügung stehen, im Fahrzeug realisiert.

Ein Grund hierfür ist, dass die Markenloyalität im Automobilssektor in wesentlichem Maße von der Kundenzufriedenheit beeinflusst wird. Ein Mangel, den der Kunde beispielsweise durch eine für die Verwendung eines Dienstes unzureichende Verfügbarkeit von Mobilfunkressourcen verspürt, kann im schlechtesten Fall Auswirkungen auf die Kundenzufriedenheit haben, die sich wiederum in den Phänomenen des Wiederkaufverhaltens, des Zusatzkaufverhaltens sowie des Weiterempfehlungsverhaltens des Kunden gegenüber anderen widerspiegelt (Ilzarbe 2005, S. 20).

Gleichzeitig werden die Herausforderungen in der Automobilbranche in zunehmenden Maße verschiedenartiger, und der stetig wachsende globale Kosten- und Konkurrenzdruck stellt die Automobilhersteller vor die Aufgabe einer kontinuierlichen Differenzierung (Zauner et al. 2008, S.5), die beispielsweise durch die Integration mobiler Dienste erreicht werden kann. Es ist aber notwendig, vor der Integration dieser in das Fahrzeug zu klären, inwieweit die Realisierung unter den Bedingungen der gegebenen Mobilfunkinfrastruktur möglich ist.

Eine solche Bewertung sieht sich dabei einer heterogenen Mobilfunklandschaft gegenüber. Die Mobilität der Anwender führt zu ständig schwankenden Qualitätsparametern wie beispielsweise der ein- und ausgehenden maximalen Datenraten

sowie der Latenzzeit. Eine Beurteilung der Realisierbarkeit mobiler Dienste erschwert sich dadurch zusätzlich. Ebenso sind im Allgemeinen zu den möglichen Diensten kaum Informationen hinsichtlich ihrer Qualitätsparameter verfügbar (Varshney und Vetter 2001, S. 1-10). Dies kann beispielsweise auf den aktuellen Endkundenfokus von Anbietern mobiler Dienste zurückgeführt werden. So wird mobilen Diensten im Geschäftskundenbereich eine hohe Bedeutung zugemessen, jedoch sind es nach wie vor endkundenbezogene Dienste, die den Hauptteil des Marktes mobiler Dienste ausmachen (Shen et al. 2008, S. 4f.; Wehrmann 2004, S.1f.).

Somit sind Anbieter mobiler Dienste im Fahrzeug einerseits mit einer Vielzahl möglicher Dienste konfrontiert, deren spezifische Untersuchung zu aufwändig ist, andererseits mit ortsabhängigen Verfügbarkeitsprofilen bestimmter Mobilfunktechniken. Es stellt sich somit die Frage, wie eine Typisierung mobiler Dienste sowie deren Plausibilitätsprüfung erlaubt, detaillierte Abschätzungen zur Realisierungsfähigkeit bestimmter mobiler Dienste im Fahrzeug umzusetzen.

Im Rahmen dieses Beitrags wird dafür zunächst der aktuelle Stand mobiler Dienste und der Mobilfunkinfrastruktur dargestellt, um darauf aufbauend Kriterien zur Typisierung mobiler Dienste abzuleiten. Anschließend werden anhand eines beispielhaften Nutzungsszenarios die Grundprinzipien einer Heuristik zur Ermittlung der Infrastrukturanforderungen mobiler Dienste vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick ab.

2 Grundlagen mobiler Dienste und Mobilfunknetze

2.1 Mobile Dienste im Fahrzeug

Das Angebot mobiler Dienste im Fahrzeug ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen (Viswanathan et al. 2007, S. 92). So bietet beispielsweise der Automobilhersteller BMW seinen Kunden mit dem Angebot „BMW Online“ internetbasierte, ortsbezogene Mobilitätsdienste. Indem aktuelle Positionsdaten an das Onlineportal gesendet werden, können beispielsweise entsprechend gefilterte Wirtschafts- und Börsennachrichten, Wetter- und Mobile Office-Dienste angeboten und sowohl vom Fahrzeug aus als auch über den PC genutzt werden. Mithilfe einer Google-basierten Branchensuche kann der Kunde Kontaktinformationen und Standorte von Unternehmen recherchieren, welche direkt an das Autotelefon bzw. an das Navigationssystem weitergeleitet werden können (BMW 2009).

Doch die Umsetzung softwarebasierter Dienste war in der Vergangenheit auch durch schwerwiegende Probleme gekennzeichnet. Beispielsweise wurden mobile Dienste aus dem Bereich der Telematik von nahezu allen Automobilherstellern, oft aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, wieder aus ihrer Angebotspalette entfernt (Hoffmann et al. 2008, S. 42). Williams et al. (2008, S. 6) zeigen, dass bezüglich der

Chancenpotentiale für Komponenten der Automotive Electronics vor allem mobile Dienste unter Verwendung des Global Positioning Systems (GPS) erfolgversprechend sind.

2.2 Dienstklassen mobiler Dienste zur Komplexitätsreduktion

Seit die Bereitstellung mobiler Dienste im Zuge der Weiterentwicklung der Mobilfunktechnik nicht mehr allein den Netzbetreibern obliegt, ist der Markt durch eine große Angebotsvielfalt gekennzeichnet. Eine Betrachtung jedes einzelnen dieser Dienste ist nahezu unmöglich. In der Literatur wird dieses Problem gelöst, indem Dienstklassen untersucht werden, die sich aus mobilen Diensten desselben Zwecks zusammensetzen, wobei unterschiedliche Kategorisierungsausprägungen existieren (Van de Kar und Verbraeck 2007, S. 32).

2.3 Quality of Services von Mobilfunktechniken

Die heterogene Mobilfunklandschaft in Deutschland setzt sich zusammen aus den Mobilfunktechniken der zweiten (2G) und dritten Generation (3G). Den Ausgangspunkt des Mobilfunknetzes der zweiten Generation bildet der Mobilfunkstandard Global System for Mobile Communications (GSM), welcher auf dem Grundprinzip zellularer Netze basiert. Es handelt sich um ein leitungsvermitteltes Netz, das für den Zugriff zwei Frequenzbänder jeweils für Up- und Downlink verwendet, welche in 124 Kanäle mit je 8 Zeitschlitzten geteilt werden (Roth 2005, S. 56). Somit wird das gleichzeitige Telefonieren von 992 Nutzern in einer Zelle ermöglicht (Wiecker 2002, S. 430f.). Allerdings sind die zur Verfügung stehenden Ressourcen mit einer Bandbreite von 9,6kbit/s für Datendienste sowie 12,4kbit/s für Sprachdienste und einer Latenzzeit von über einer Sekunde sehr beschränkt. Quality of Services (QoS) werden im Rahmen von GSM nicht zur Verfügung gestellt, da sich das Netz an einer Realisierung der Massentelefonie orientiert. Aus diesem Grund werden nur drei Dienstarten unterschieden: Trägerdienste unterstützen den transparenten Transport von Daten von einem Netzzugangspunkt zu einem anderen mit Datenraten zwischen 300 und 9600 bit/s, Sprachorientierte Dienste hingegen setzen sich aus der Telefonie, Notfallnummerdiensten, Short-, Enhanced- und Multimedia Message Services (SMS/EMS/MMS) und dem Gruppe-3-Fax zusammen, und die Zusatzdienste dienen der Erweiterung des Standardtelefondienstes, z.B. durch Teilnehmererkennung und Rufumleitung, und können je nach Anbieter variieren (Schiller 2003, S. 129-158).

Die Einführung von General Packet Radio Service (GPRS) ermöglichte die paketvermittelte mobile Datenübertragung, indem die zu übertragenden Daten in etwa gleich große Pakete aufgeteilt und über alle zu diesem Zeitpunkt freien Kanäle versendet werden. Dadurch erhöhen sich die zur Verfügung stehenden Ressourcen auf maximal 53,6 kbit/s in Empfangsrichtung sowie 40,2 kbit/s in Sende- richtung bei einer Latenzzeit von ca. 500 ms (Wiecker 2002, S. 431-433). Seit 2001

ist in Deutschland eine flächendeckende Verfügbarkeit gegeben (Roth 2005, S. 65). Mit GPRS wurden erstmals auch QoS eingeführt, die sich zusammensetzen aus der Dringlichkeit (Precedence Class), der Verzögerung (Delay Class), der Verlässlichkeit (Reliability Class) sowie dem Spitzendurchsatz (Peak Throughput Class). Die Precedence Class erlaubt dabei eine Einstufung der Rangfolge der zu übertragenden Daten (hoch, normal, niedrig), wohingegen die Einstufung der Verzögerung vier Auswahlmöglichkeiten bereitstellt und jeweils die Größe der Service Data Unit¹ (123 Byte oder 1024 Byte) unterscheidet. Die Reliability Class erlaubt eine Einstufung der Zuverlässigkeit für die zu übermittelnden Datenpakete, wohingegen die maximale Übertragungsrate für die Nutzdaten anhand unterschiedlicher Kodierschemata mithilfe der Peak Throughput Class erfolgt (Schiller 2003, S. 163f.). Es kam allerdings nur zu einer unzureichenden Realisierung dieser QoS durch die Mobilfunkbetreiber (Sarraf et al. 2005, S. 252-257).

Grundidee der GSM-Weiterentwicklung Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) ist die Erbringung von Datendiensten mit verbesserten Datenraten über das vorhandene GSM-Netz. Als Basis wird der GPRS-Standard verwendet, und mithilfe des verbesserten Modulationsverfahrens 8-Phase Shift Keying (8PSK) ermöglicht EDGE eine Übertragung von drei Bit/Symbol, wodurch sich die maximale Datenrate in Senderichtung auf 118,4 kbit/s sowie in Empfangsrichtung auf 236,8 kbit/s bei einer Latenzzeit um 300-400 ms erhöht (Roth 2005, S. 66). Eine Erweiterung der GPRS-QoS fand dabei nicht statt.

Seit der kommerziellen Einführung von UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) im Jahr 2004 steht den Mobilfunknutzern eine wesentlich höhere Bandbreite zur Verfügung. Für die Realisierung von datenintensiven Diensten, etwa dem Zugriff auf das WWW, galt es, eine wesentliche Verbesserung der Datenraten sowie der Latenzzeit zu erzielen. Die maximale UMTS-Datenrate liegt dabei in Empfangsrichtung bei 384 kbit/s sowie in Senderichtung bei 128 kbit/s mit einer Latenzzeit von 130-300 ms (Roth 2005, S. 67-69). Der UMTS-Ausbau-grad variiert zwischen den einzelnen Mobilfunkanbietern, wobei bisher keiner der Anbieter eine flächendeckende UMTS-Verfügbarkeit erzielt hat (o.V. 2007).

Mit UMTS kam es auch zur Einführung neuer Dienstgüteklassen, die sich aus den Klassen „Conversational“ (minimale, fixe Latenzzeit, keine Pufferung, symmetrischer Datenverkehr, garantierte Mindestübertragungsrate), „Streaming“ (variable, minimale Latenzzeit, Pufferung, symmetrischer Datenverkehr, garantierte Mindestübertragungsrate), „Interactive“ (moderate, variable Latenzzeit, Pufferung, asymmetrischer Datenverkehr, keine garantierte Mindestübertragungsrate) sowie „Background“ (hohe, variable Latenzzeit, Pufferung, asymmetrischer Daten-

¹ Die SDU ist eine Dateneinheit, die im schichtenartigen Modell wie beispielsweise dem ISO/OSI-Modell, von einer übergeordneten Schicht an die untergeordnete Schicht übergeben wird. Somit werden die Nutzdaten in jeder Schicht mit entsprechenden Protokolldaten versehen, ohne dass die dabei verändert werden. Beim Empfänger findet schließlich Schicht für Schicht ein "Auspacken" der SDU statt.

verkehr, keine garantierte Mindestübertragungsrate) mit folgenden Parametern zusammensetzen:

- Maximum bit rate (kbit/s), welche die maximale Bitrate beim Informationsaustausch Ende-zu-Ende definiert,
- Guaranteed bit rate (kbit/s), welche die minimale Bitrate beim Informationsaustausch definiert,
- Allowed transfer delay (ms), die das wesentliche Unterscheidungsmerkmal der UMTS-QoS-Klassen darstellt, sowie der
- Frage, ob die angefragte QoS-Klasse verhandelbar ist oder nicht.

(Kaarainen et al. 2001, S. 145)

HSxPA ist eine Weiterentwicklung des UMTS-Netzes: Mithilfe eines adaptiven Modulations- und Kodierverfahrens kann High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) eine maximale Downloadgeschwindigkeit von 7,2 Mbit/s bei einer Latenzzeit unter 100ms erreichen (Pedersen et al. 2006, S. 100f.) Analog hierzu wurde mit High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) eine Verbesserung der ausgehenden Datenrate von bis zu 3,6 Mbit/s ebenfalls mit einer Latenzzeit von unter 100ms erzielt (Franz 2009). Eine Weiterentwicklung der UMTS-QoS fand nicht statt.

3 Ableitung und Anwendung von Typisierungskriterien

3.1 Ableitung der Typisierungskriterien zur Ermittlung der Anforderungen

Die Anforderungen mobiler Dienste an ihre Mobilfunkinfrastruktur weisen eine sehr vielfältige Ausprägung auf. Sie können repräsentiert werden durch die Upload- und Downloadrate, die Latenzzeit, den Umgang mit Jitter, QoS, Always-On, Streaming und Pufferung. Aus diesen Ausprägungen gilt es Kriterien zur Typisierung mobiler Dienste hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Mobilfunkinfrastruktur zu definieren, die einen Bezug zu den knappen Ressourcen der Mobilfunktechniken aufweisen, damit eine Aussage über die mögliche Realisierung durch eine bestimmte Mobilfunktechnik getroffen werden kann.

Die Frage nach der benötigten, ständigen Verbindung zum Internet ist im Hinblick auf die erhöhte Mobilität im Automobil wesentlich. Handelt es sich um einen Always-On-Dienst, so leitet sich daraus die Notwendigkeit einer flächendeckenden Verfügbarkeit der benötigten Ressourcen ab. Somit wird dieser Aspekt in die Methode zur Typisierung aufgenommen. Eine Betrachtung mit dem Umgang von Jitter kann hingegen von der aktuellen Studie ausgeschlossen werden, da eine Übertragung von User Datagram Protocol (UDP)-Paketen zumindest von den größten Mobilfunkanbietern der deutschen Mobilfunklandschaft noch nicht unterstützt wird. Oben haben sich die Übertragungsraten in Sende- und Empfangsrichtung als ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der jeweiligen Mobilfunktechnik herausgestellt. Die erforderlichen Upload- und Downloadraten können somit

als Indikator für die Mindestanforderungen an die zur Verfügung stehende Mobilfunktechnik dienen. Allerdings unterscheiden sich diese auch stark in ihrer Latenzzeit, welche ebenso einen wesentlichen Indikator zur Anforderungsermittlung darstellt. An dieser Stelle kommen die UMTS-QoS ins Spiel, denn die Latenzzeit bildet den wesentlichen Unterscheidungsfaktor der QoS-Klassen, indem eine Einstufung in die drei Einstellungen „minimal, fix“, „minimal/moderat, variabel“ sowie „maximal, variabel“ zulässt.

Eine benötigte Garantie hinsichtlich der Latenzzeit, auch wenn diese im Rahmen der durchschnittlichen Latenzzeiten eines 2G-Netzes liegen, impliziert bereits die Notwendigkeit eines verfügbaren 3G-Netzes. Die Aspekte Streaming und Pufferung werden bereits durch deren QoS-Optionen abgedeckt, so dass eine gesonderte Betrachtung dieser nicht vonnöten ist. Tabelle 1 fasst diese Kriterien zur Durchführung einer Typisierung zusammen. Dabei gilt für die Güteklasse (GK) der Typisierungskriterien mobiler Dienste, dass die geringste Güteklasse dem Wert [1], die zum heutigen Stand höchste Güteklasse dem Wert [3] für die Bereiche „Downlink“, „Uplink“ und Latenzzeit sowie dem Wert [2] für die Bereiche „Übertragungsrate“ sowie „Always-On“ entspricht. Diese Einteilung der Güteklassen ermöglicht somit eine Erweiterung bei der Einführung neuer Mobilfunktechnologien.

Tabelle 1: Typisierung mobiler Dienste hinsichtlich ihrer Infrastruktur-anforderungen

GK	Beschreibung	Technik
Downlink		
[1]	Geringe Übertragungsraten von ~50 kbit/s ausreichend.	GSM/GPRS
[2]	Mittlere Übertragungsraten von ~50-260 kbit/s erforderlich.	EDGE
[3]	Hohe Übertragungsraten von >260 kbit/s erforderlich.	UMTS/HSDPA
Uplink		
[1]	Geringe Übertragungsraten von ~ 40 kbit/s ausreichend.	GSM/GPRS
[2]	Mittlere Übertragungsraten ~ 40-220 kbit/s erforderlich.	EDGE/UMTS
[3]	Hohe Übertragungsraten von >220 kbit/s erforderlich.	HSUPA
Latenzzeit		
[1]	Hohe, variable Latenzzeit von >350 ms möglich.	GPRS/EDGE
[2]	Minimale/moderate, variable Latenzzeit von ~ 100-350ms erforderlich.	UMTS
[3]	Minimale, fixe Latenzzeit von ~100ms erforderlich.	HSxPA
Übertragungsrate		
[1]	Garantierte, minimale Übertragungsrate ist nicht erforderlich.	GPRS/EDGE
[2]	Garantierte, minimale Übertragungsrate ist erforderlich.	3G
Always-On		
[1]	Keine ständige Internetverbindung erforderlich.	–
[2]	Ständige Internetverbindung erforderlich.	–

Im Folgenden wird diese Typisierungsheuristik für beispielhafte Dienstklassen angewendet.

4 Typisierung beispielhafter mobiler Dienstklassen

4.1 Abschätzung von Anforderungen für ein Nutzungsszenario

Das Szenario sei die onlinebasierte Suche nach einem Video, welches anschließend im Fahrzeug angesehen werden soll. Die Komponenten des Szenarios bestehen somit aus einer mobilen Suche sowie mobilem Video on Demand.

Mobile Search text-/sprachbasiert: Mobile Suchdienste können auf sehr unterschiedliche Art- und Weise erbracht werden, z.B. per SMS-Anfrage, WAP-basiert als Onlinesuche über einen WAP-Browser, als Location Based Service sowie text- oder sprachbasiert. Tabelle 2 enthält die Typisierung der text- und sprachbasierten Suche.

Tabelle 2: Typisierung Mobile Search text-/sprachbasiert

Mobile Search text-/sprachbasiert	
Downlink	[1]: Die Übertragung von Suchergebnissen an den Client kann – unter der Annahme, dass es sich um die Übermittlung einer Trefferliste handelt - mithilfe einer geringen Datenrate realisiert werden.
Uplink	[1]: Für die Übertragung einer Suchanfrage an den Server ist in Senderichtung eine geringe Übertragungsrate ausreichend.
Latenzzeit	[1]: Da ein Suchdienst zeitunkritisch ist, wird seine Erbringung durch eine hohe, variable Latenzzeit nicht beeinflusst.
Übertragungsrate	[1]: Eine Mindestübertragungsrate muss für die Übertragung einer Ergebnisliste nicht garantiert werden.
Always-On	[2]: Um den Suchdienst zu nutzen, ist eine ständige Verbindung mit dem Internet notwendig, da nur so der Server erreicht werden kann.

Als Ergebnis der Typisierung ergibt sich das Dienstklasse-Anforderungspaar {Mobile Search text-/sprachbasiert; GSM/GPRS}.

Mobile Video on Demand: Bei der Realisierung wird unterschieden zwischen dem progressivem Download, bei welchem das Abspielen des Videos initiiert wird, sobald vom Server ausreichend viele Elemente angefragt und heruntergeladen wurden, sowie Streaming Flash Video (FLV), bei dem eine permanente Verbindung zum Flash Media Server aufgebaut wird, welcher einen kontinuierlichen Video-Stream sendet. Dabei kann die Übertragungsrate an mögliche Schwankungen bei der Verbindung angepasst werden (o.V. 2009). Tabelle 3 veranschaulicht den Typisierungsvorgang der progressiven Variante.

Tabelle 3: Typisierung Mobile Video on Demand

Mobile Video on Demand progressiver Download	
Downlink	[2]: Durch die Möglichkeit der Pufferung ist eine mittlere Übertragungsrate für den progressiven Download wichtig.
Uplink	[1]: Zur Anforderungen eines Downloads bedarf es nur einer geringen Datenmenge in Sendeichtung.
Latenzzeit	[2]: Die Garantie einer moderaten, variablen Latenzzeit ist vonnöten (UMTS), damit der Stream aufgrund zu hoher Zeiten unterbrochen wird.
Übertragungsrate	[2]: Auch die Garantie einer Mindestübertragungsrate ist notwendig, damit der Stream durch eine zu geringe Übertragungsrate nicht unterbrochen wird.
Always-On	[2]: Für die Nutzung dieses Dienstes ist eine stete Verbindung zum Internet erforderlich, da nur so der Server erreicht werden kann.

Als Ergebnis der Typisierung ergibt sich das Dienstklasse-Anforderungspaar {Mobile Video on Demand progressiver Download; UMTS}.

4.2 Plausibilitätsprüfung der Typisierung

Zur Plausibilitätsprüfung der theoretisch ermittelten Anforderungen wurden unter Verwendung einer Vodafone Mobile Connect Card (Express UMTS Broadband HSDPA/UMTS/EDGE/GPRS) Messungen der ein- und ausgehenden Datenraten konkreter Beispieldienste durchgeführt. Die Messung fand zunächst im Vodafone 3G-Netz statt, wobei keine Informationen darüber verfügbar waren, ob es sich um die Bereitstellung von UMTS oder HSxPA handelte. Die Messungen wurden schließlich für Vodafone-EDGE und gegebenenfalls für Vodafone GPRS wiederholt. Eine Messung wurde fünfmal je Minute durchgeführt. Tabelle 4 zeigt den Mittelwert (MW) der Ergebnisse.

Tabelle 4: Messdaten Mobile Video on Demand: MyVideo

Mobile Video on Demand progressive Download: "MyVideo"			
Netz	3G	EDGE	GPRS
Downlink	[2] MW: 128,82 kbit/s	[X] MW: 178,6 kbit/s	[X] –
Uplink	[1] MW: 5,86 kbit/s	[X] MW: 5,88 kbit/s	[X] –
Latenzzeit	[2] MW: 268 ms	[X] MW: 451,4 ms	[X] –
Übertragungsrate	[2] ja		
Always-On	[2] ja		
Mobile Search: iQ Mobile Search			
Downlink	[1] MW: 27,6 kbit/s	[1] MW: 15,74 kbit/s	[1] MW: 11,42 kbit/s
Uplink	[1] MW: 2,14kbit/s	[1] MW: 1,34 kbit/s	[1] MW: 4,24 kbit/s
Latenzzeit	[2] MW: 168,4 ms	[1] MW: 614 ms	[1] MW: 679 ms
Übertragungsrate	[1] nein		
Always-On	[2] ja		

Unter Vodafone EDGE war eine Realisierung von Mobile Video on Demand nicht möglich: es kam zu einer Vielzahl an Unterbrechungen, die jeweils mit hohen, erneuten Pufferzeiten einhergingen. Unter Vodafone GPRS konnte Mobile Search mit sehr hohen Warte- bzw. Ladezeiten ausgeführt werden. Abbildung 1

zeigt die Gegenüberstellung der durch die Typisierung sowie durch die Messung generierten Ergebnisse. Zusätzlich erfolgt zum Vergleich die Integration der zur erfolgreichen Erbringung als minimal ermittelten Mobilfunktechnik. Die für diese jeweils zutreffenden Merkmale erzielen zur besseren Visualisierung jeweils einen halben Punkt mehr.

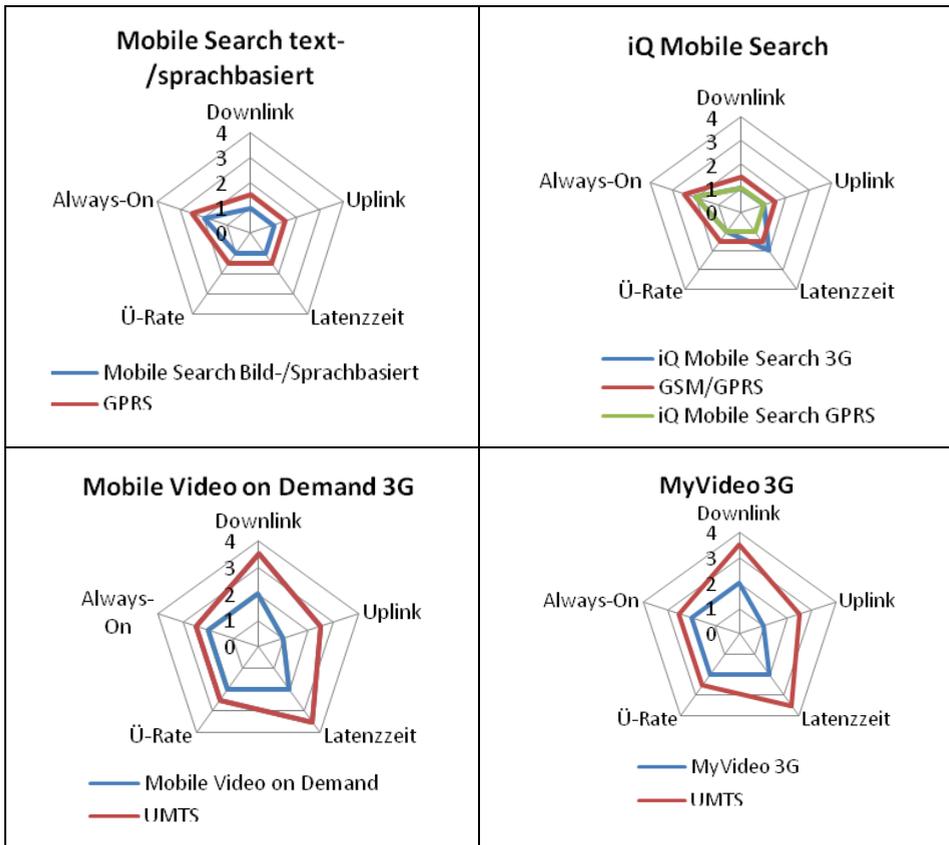


Abbildung 1: Typisierungskriterien mobiler Dienste (links: Typisierung, rechts: Plausibilitätsprüfung)

4.3 Diskussion der Ergebnisse

Zunächst erfolgt die Ermittlung der Szenariokomponente mit der höchsten Gesamtanforderung an die Mobilfunkinfrastruktur. Hierbei handelt sich um die „Mobile Video on Demand progressiver Download“, da hier UMTS vorausgesetzt wird. Da für beide Komponenten eine ständige Verbindung mit dem mobilen Internet erforderlich ist, stellt somit die fahrstreckenrelevante Verfügbarkeit von UMTS die Minimalanforderung des Szenarios dar. Da Messwerte aus der Plausibi-

litätsprüfung verfügbar sind, kann eine Kombination der ein- und ausgehenden Übertragungsraten durch Addition durchgeführt werden. Diese ergibt eine erwartete Uploadgeschwindigkeit von 10,07 kbit/s sowie eine Downloadgeschwindigkeit von 140,24 kbit/s. Auch hier bleibt die fahrstreckenrelevante Verfügbarkeit von UMTS Mindestanforderung des Szenarios.

Die vorgestellte Heuristik zur Typisierung mobiler Dienstklassen erlaubt so eine erste Einschätzung und anschließende Plausibilitätsprüfung der Anforderungen mobiler Dienste an die Infrastruktur.

5 Zusammenfassung und Ansatzpunkte für künftige Forschung

Die vorgestellte Heuristik zur Typisierung mobiler Dienstklassen ermöglicht eine Abschätzung, ob die serienmäßige Verfügbarkeit mobiler Dienste verschiedener Dienstklassen im Fahrzeug für den Kunden zufriedenstellend durchgeführt werden kann. Die Typisierung mobiler Dienste erlaubt so die Abschätzung ihrer Anforderungen an die Mobilfunkinfrastruktur, und die Methode zur Summierung der Anforderungen bietet einen groben Überblick über Anforderungen ganzer Nutzungsszenarios.

Dennoch müssen die Ergebnisse dieser Heuristik kritisch betrachtet werden, da Optimalbedingungen bezogen auf die Mobilfunkinfrastruktur angenommen werden. Ebenso gilt für die Plausibilitätsprüfung, dass keine Informationen darüber existieren, wie frequentiert die jeweiligen Mobilfunkzellen zum Messzeitpunkt waren und welche weiteren Störeinflüsse zum tragen kamen. Eine weitere Limitation liegt in der Betrachtung von Dienstklassen, die sich zwar aus mobilen Diensten derselben Kategorie zusammensetzen, deren Anforderungen an die Mobilfunkinfrastruktur jedoch durchaus variieren können. Die Typisierung der Dienstklassen basiert auf der Grundlage oben beispielhaft explizierter Annahmen bezüglich der Diensterbringung. Ferner wird für die Typisierung die Annahme getroffen, dass die Einstellung der QoS-Parameter nicht allein dem Mobilfunkbetreiber obliegt, da heute dem Kunden bereits Möglichkeiten zur Mitbestimmung in diesem Bereich geboten werden. So bietet beispielsweise die Vodafone AG & Co.KG ihren Geschäftskunden im Rahmen der Kommunikationslösung Company Net die Möglichkeit, Bandbreite und Qualität für die initiierten Datenübertragungen selbst zu bestimmen (Vodafone 2009). Diese Limitationen werden im Rahmen zukünftiger Forschung durch enge Kooperation mit Mobilfunkherstellern und dem Aufbau realitätsnäherer Versuchsaufbauten überwunden.

Für die Weiterentwicklung der Heuristik müssen noch folgende Aspekte berücksichtigt werden: Einerseits gilt es, beispielsweise mithilfe von GSM-Positionierungsmethoden, den hohen Grad der zeitlichen und räumlichen Regularität der Personendichte in der Mobilfunkinfrastruktur zu ermitteln. Ferner müssen Informationen über die Anzahl genutzter Leistungen im Mobilfunknetz mit diesen

Daten in Verbindung gesetzt werden (Dulya 2009, S. 1-12). Auch eine Integration der Auswirkungen typischer Störeinflüsse drahtloser Datenübertragungen wie z.B. Dämpfung, Freiraumausbreitung und Reflexion ist vonnöten. Ferner gilt es zu beachten, dass 2010 die Einführung von LTE (Long Term Evolution)/NGMN (Next Generation Mobile Networks), welche eine wesentliche Verbesserung der eingehenden Datenrate auf bis zu 100 Mbit/s sowie der ausgehenden auf bis zu 50 Mbit/s mit Latenzzeiten von unter 30ms mit sich führen, ansteht, (o.V. 2008) wodurch eine Erweiterung der Güteklassen erforderlich wird.

Insgesamt wird in dem Beitrag ein erster Ansatz zur Beurteilung mobiler Dienste hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Mobilinfrastruktur vorgestellt. An den Beispielen zeigt sich zudem, dass eine flächendeckende Verfügbarkeit breitbandiger Mobilfunkinfrastruktur eine wesentliche Voraussetzung mobiler Dienste im Fahrzeug ist.

Literatur

- BMW (2009): BMW Online. Jederzeit gut informiert. <http://www.bmw.de/de/de/owners/navigation/2007/online/online.html>. Abruf am 2009-05-21.
- Dulya B (2009): GSM als Massenüberwachungswerkzeug. http://www.ks.uni-freiburg.de/download/papers/interdiszWS08/Bohdan_Dulya.pdf. Abruf am 2009-09-17.
- Franz H (2009): HSUPA - was ist das? <http://www.comptech-info.de/component/content/article/47-technik-infos/178-hsupa-was-ist-das?directory=105>. Abruf am 2009-8-7.
- Hoffmann H, Leimeister JM, Krcmar H (2008): Anforderungen an Werkzeuge zum Prototyping von Automotive Services. In: Bichler M, Hess, Krcmar H, Lechner U, Matthes F, Picot A, Speitkamp B, Wolf P (Hrsg.) Multikonferenz Wirtschaftsinformatik. GITO, Berlin 41-52.
- Ilzarbe L (2005): Wirkung von Einflussgrößen – insbesondere der Produktqualität – auf die Kundenzufriedenheit in der Automobilindustrie. Dissertation, Berlin.
- Kaaranen H, Ahtiainen A, Laitinen L (2001): UMTS Networks. Architecture, Mobility and Services. Wiley & Sons, West Sussex.
- Van de Kar E, Verbraeck A (2007): Designing Mobile Service Systems. Wiley & Sons, Brisbane.
- Ohne Verfasser (2007): UMTS Abdeckung: Qualitätsunterschiede bei Netz-Abdeckung der Anbieter. <http://www.laptopkarten.de/UMTS-Netzabdeckung/umts-abdeckung.html>. Abruf am 2009-11-22.

- Ohne Verfasser (2008): next generation mobile networks. <http://www.ngmn.org/technology.html>, Abruf am 2009-11-22.
- Ohne Verfasser (2009): Rapid eLearning: Streaming FLV versus progressive Download. http://www.rapid-learning.ch/2006/11/streaming_flv_v.html. Abruf am 2009-08-21.
- Pedersen KI, Mogensen PE, Kolding TE (2006): Overview of QoS Options for HSDPA. In: IEEE Communications Magazine 44 (7)100-105. doi: 10.1007/978-3-540-72697-5_15.
- Roth J (2005): Mobile Computing: Grundlagen, Technik, Konzepte. dpunkt, Heidelberg.
- Schiller J (2003): Mobilkommunikation. Addison-Wesley, Berlin.
- Sarraf CM, El-Khazan L, Zoghby T, Maksoud J, El-Asmar S, Nassif J (2005): Measuring QoS for GPRS mobile networks. In: Husak M, Mastorakis N (Hrsg.) Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics, 252-257.
- Shen S, Baghdassarian S, Ingelbrecht N, Hart TJ, Milanese C, Basso M, Redman P, Nguyen TH, Gupta M, Zimmermann A, Clark W, King MJ, Frank A (2007): Hype Cycle for Consumer Mobile Applications. Gartner, Stamford.
- Vodafone AG & Co. KG (2009): Ihre Kommunikations-Plattform. http://www.arcor.de/pdf/arcor/business/ARC_DB_521.pdf. Abruf am 2009-09-11.
- Varshney U, Vetter R (2001): A Framework for the Emerging Mobile Commerce Applications. In: Proceedings of the 24th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Viswanathan S, Kuruzovich J, Gosain S, Agarwal R (2007): Online Infomediaries and Price Discrimination: Evidence from the Automotive Retailing Sector. In: Journal of Marketing 71 (3) 89-107. doi: 10.1509/jmkg.71.3.89.
- Wehrmann J (2004): Situationsabhängige mobile Dienste. Konzepte und Modelle zu ihrer effizienten Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Benutzerakzeptanz. WiKu, Berlin.
- Wiecker M (2002): Breitbandige, kabellose Übertragungstechnologien. In: Gora W, Röttger-Gerigk S (Hrsg.) Handbuch Mobile Commerce. Springer, Berlin.
- Williams M, Blanco A, Unsworth J, Yamaji M, Erensen J, Bruederle S (2008): Hype Cycle for Automotive Electronics. Gartner, Stamford.
- Zauner A, Hoffmann H, Leimeister JM, Krcmar H (2008): Automotive Software & Service Engineering Eine Exploration von Herausforderungen und Trends aus der Sicht von Branchenexperten. Studie des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, Technische Universität München 2008.