



# DIPLOMARBEIT

*Titel der Diplomarbeit*

*„Vergleichende Analyse und Visualisierung von Bewegungsmustern  
aus aggregierten Mobilfunkdaten“*

*Verfasser*

**Kovács Ede Márton**

*angestrebter akademischer Grad*

*Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)*

*Wien, 2012*

*Studienkennzahl lt. Studienblatt:* 454  
*Studienrichtung lt. Studienblatt:* Diplomstudium Raumforschung / Raumordnung  
*Betreuerin / Betreuer:* **Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz**

## Abstract

*Das 21. Jahrhundert brachte beträchtliche Entwicklungen im Bereich der mobilen Kommunikation. Mobile Netzwerke sind nicht mehr nur physische Netzwerke, die rein als Medium zum Informationsaustausch dienen, sondern gleichzeitig soziale Netze, die es erlauben Einblick in gesellschaftliche Strukturen zu gewinnen. Jedes mobile Endgerät entspricht somit einem Knoten im Netz und letztlich einem Menschen im mobilen Netzwerk.<sup>1</sup> Erhebung und Analyse von Daten aus einem mobilen Netz geben somit Auskunft über die geographische Position jedes Knotens im Netz.*

*Aus dieser Akkumulation von Knoten lassen sich aggregierte Bewegungsmuster der Nutzer in einer Raumeinheit ableiten. Sie beschreiben, gewichten und treffen normative Aussagen über diese Teilräume.*

*Die Daten werden vom Mobilfunkbetreiber gespeichert und können zu diversen Analysen herangezogen werden, um für die Regional – und Städteplanung von Nutzen zu sein.*

*An diese Gedanken anknüpfend sollen anhand vorliegender Arbeit Bewegungsmuster, die aus oben genannten Daten auslesbar sind, dazu verwendet werden, zu messen, wie stark bzw. in welcher zeitlichen Dimension die städtische Verkehrsinfrastruktur ausgelastet ist.*

*Über Interaktionsmatrizen werden Quell – und Zielregionen identifiziert, die mittels der Verschneidung von sozio - ökonomischen Daten der Statistik Austria und vom Mobilfunkbetreiber A1 Bewegungsprofile bzw. das Mobilitätsverhalten der Wohnbevölkerung aggregiert nach Geschlecht, Alter u.a Faktoren kartographisch darstellen. Es sollen dabei Hypothesen beantwortet werden, die sich auf das Mobilitätsverhalten der verschiedenen Usergruppen, die in den oben genannten Faktoren aggregiert sind, beziehen.*

*Anhand diverser Methoden ist es möglich die Stadt als urbanes System abzubilden und Verkehrsströme als dynamische und sich verändernde Variable des Organismus Stadt verständlich zu machen.*

---

<sup>1</sup> Hui P., Jon Crowcroft J. „Human mobility models and opportunistic communications system design“, University of Cambridge, published online 2008: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>

# Inhalt

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Hintergrund</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Forschungsfragen - Hypothesen</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3 Zielsetzung</b> .....	<b>9</b>
<b>1.4 Aufbau der Arbeit</b> .....	<b>11</b>
<b>2. TECHNISCHE, RECHTLICHE UND THEORETISCHE GRUNDLAGEN BEZÜGLICH MOBILFUNKDATEN</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Cellphone Data Generations</b> .....	<b>13</b>
2.1.1 GSM (2G).....	14
2.1.2 GPRS - EDGE.....	17
2.1.3 UMTS - HSDPA.....	18
2.1.4 LTE.....	21
<b>2.2 Ortsbestimmung und Datenschutz</b> .....	<b>24</b>
2.2.1 Ortsbestimmung mittels GSM .....	27
Abbildung 10: Positionsbestimmung mittels E-OTD <sup>25</sup> .....	27
2.2.2 Ortsbestimmung mittels GPS .....	30
2.2.3 Signalstörungen <sup>28</sup> .....	31
<b>2.3 Geodatenexploration und -verarbeitung mittels Open Source GIS und Applikationen</b> .....	<b>32</b>
2.3.1 Time Manager for QGis .....	32
<b>3.DATENSTRUKTUREN UND BEZIEHUNGEN – DESKRIPTIVE ANALYSE</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1 Datensichtung und Visualisierung der Quellzelle 1</b> .....	<b>40</b>
3.1.1 Demographische Daten der Quellzelle 1 (1kme4791n2810) .....	46
<b>3.2 Datensichtung und Visualisierung der Quellzelle 2</b> .....	<b>49</b>
3.2.1 Demographische Daten der Quellzelle 2 (1kme4796n2814) .....	55
<b>3.3 Analyse der Altersgruppen, Geschlechterverteilung sowie der Verteilung der A1 Kunden für Wien -gesamt..</b>	<b>58</b>
<b>4. ÜBERPRÜFUNG DER HYPOTHESEN , BEANTWORTUNG DER FORSCHUNGSFRAGEN</b> .....	<b>65</b>
<b>4.1. Statistische Analyse</b> .....	<b>66</b>
<b>4.2. Verteilung der User nach Quelle und Tageszeit</b> .....	<b>71</b>
<b>4.3. Conclusio</b> .....	<b>74</b>

<b>5.AUSBlick.....</b>	<b>81</b>
<b>6. QUELLVERZEICHNIS .....</b>	<b>84</b>
<b>6.1 Onlinequellen: .....</b>	<b>86</b>
<b>7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>88</b>
<b>8. TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>91</b>

## **1.1 Hintergrund**

*“In the next century, planet earth will don an electronic skin. It will use the internet as a scaffold to support and transmit its sensations.[...] It consists of millions of embedded electronic measuring devices.[...] These will probe and monitor cities and endangered species, the atmosphere, our ships, highways and fleets of trucks, our conversations, our bodies – even our dreams.”<sup>2</sup> (Gross,1999)*

*Diese These von Neil Gross aus dem Jahr 1999 zeigt deutlich, welche Möglichkeiten sich durch das Internet in Verbindung von mobilen Netzwerken eröffnen. Die sich mit dieser Entwicklung ändernde Funktion und Sichtweise auf den Raum, als schwer zu definierenden Begriff, wird allerdings erst seit der Durchsetzung der mobilen Kommunikation und auch des mobilen Datenverkehrs begrifflich. Auf der Ebene der Stadt, eines Knotenpunktes des globalen Systems zeigt sich diese Entwicklung in der Funktion, die eine Agglomeration auszeichnet.*

*Laut Resch, Britter, Ratti (2011) ist eine Stadt nicht nur eine Raumeinheit, die sich durch die Dichte der dort wohnenden Menschen, die Dichte der Bebauung, und die Dichte der Güter und Dienstleistungen, die in einer Stadt erworben werden können, auszeichnet. Vielmehr ist sie ein vielschichtiges Konstrukt von sozialen, technischen und physischen Interaktionen und Verbindungen. Aus der Sicht der Informationstechnologie ist eine Stadt, „ein multidimensionales Konglomerat aus heterogenen Prozessen, in welchen der Mensch die zentrale Rolle spielt. Er schafft die Feedbackschleife zwischen der Stadt selbst und den Entscheidungsträgern.“<sup>2</sup>*

*Castells (1996) postuliert schon im späten 20.Jahrhundert, dass eine Stadt kein Ort, sondern ein Prozess ist. In dieser These beschreibt Castells operationale Orte als Knoten, die Prozesse als Kanten des globalen Netzwerkes. Diese lassen sich auch im kleinen Maßstab als Knoten und Kanten des Netzwerkes einer Stadt anwenden.<sup>4</sup>*

*Das Ziel dieser Entwicklungen und Erkenntnisse in Bezug auf Stadt und mobiler Kommunikation ist es, ein Monitoring System über alle relevanten Prozesse einer Stadt schaffen zu können, damit diese dann dem Stadtmanagement als Entscheidungshilfe für raumrelevante Planungen und Anpassungen dienen können.*

---

<sup>2</sup> **Resch B., Britter R., Ratti C.**, *Live Urbanism – Towards Senseable Cities and Beyond*, 2011, Senseable city lab, MIT

<sup>4</sup> **Castells, M.** (1996) *The Rise of Network Society*. In: Castells, Manuel (1996) *“The Information Age – Economy, Society and Culture”*. vol. 1, Blackwell, Oxford, UK, 1996

Zu diesem Zweck, Stadtplaner mit adäquaten Werkzeugen zu versorgen, um die urbane Umwelt analysieren, planen und managen zu können, wurde das “Urban API” Projekt ins Leben gerufen.<sup>36</sup>

*“The urban region development simulation helps to **understand large scale consequences of spatial planning decisions** in a complex urban system (e.g. urban growth and densification as effect of zoning, tax regulations or traffic infrastructure development). Interactive control of proposed planning interventions and associated impacts generated by these interventions assist the public interactively engaging in planning processes and contributing to planning decisions.”<sup>36</sup>*

*Detailed and easy understandable information about planning decisions and **full transparency about the expected impacts** support the negotiations with citizens during a planning process and finally increase public commitment to these decisions.”<sup>36</sup>*

*Das Mittel, um dieses Ziel erreichen zu können, ist unter vielen, der in vorliegender Arbeit gewählte Schwerpunkt der sich immer weiter entwickelnde und sich in das Alltagsleben jedes einzelnen Menschen eingebettete mobile Kommunikation. Sie bietet Möglichkeiten zur Ortsbestimmung, zur Kommunikation und zur Abfrage von Informationen zum aktuellen Standort, und die Möglichkeit sogenannte „Location Based Services“<sup>3,4</sup> zu nutzen.*

*All diese Meilensteine haben dazu beigetragen, dass vorliegende Arbeit zustande kommen kann bzw. dass Ziele, wie sie im folgenden Kapitel dargelegt werden auch umzusetzen sind.*

---

<sup>3</sup> Küpper A. „Location based services – Fundamentals and operation“, 2005,

<sup>4</sup> Castells, M. (1996) *The Rise of Network Society*. In: Castells, Manuel (1996) “*The Information Age – Economy, Society and Culture*”. vol. 1, Blackwell, Oxford, UK, 1996

<sup>36</sup> <http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/urbanregion.html>

## **1.2 Forschungsfragen - Hypothesen**

*Das Ziel der Arbeit ist es, anknüpfend an den eben genannten Hintergrund und dem bereits laufenden „UrbanAPI“ Projekt, Bewegungsmuster aus zwei gewählten Quellzellen mit sozio – ökonomischen Daten der Statistik Austria und der Stadt Wien zu verschneiden und aus ihnen Schlussfolgerungen in Bezug auf das Mobilitätsverhalten und der Sozialstruktur zu schließen.*

*Hierbei sollen für das Endprodukt des Projektes Vorarbeiten geleistet werden, um die Städte Europas innerhalb der Datenschutzrichtlinien bearbeiten zu können. Diese sollen nicht überwacht werden, es sollen vielmehr mittels der unter anderem hier angeführten Methoden Informationen gesammelt und Prognosen für zukünftige Entscheidungen erstellt werden. Der Organismus Stadt soll zu einem messbaren Begriff werden.*

*Für die schon genannten Bewegungsmuster, die als Basisdaten für vorliegende Arbeit dienen werden, wird das Zeitintervall mit 24 Stunden festgelegt, die Daten der Quellregionen in die Sozialstruktur geteilt und diese anhand des Zeitstempels jeder Bewegung in Mobilitätsprofile graphisch dargestellt.*

*Weiters sollen die aggregierten Bewegungen aller User die verschiedenen Zeitpunkte so darstellen, dass die Hauptzielregionen jeder Quellzelle erkennbar ist, und somit Auskunft über die potenzielle Auslastung der Verkehrsinfrastruktur sowie über die Differenzierungen im Mobilitätsverhalten in Bezug auf die Altersstruktur und der Entfernung zum jeweiligen Zentrum der Mobilität eines Tages (Hauptzielregion) geben kann.*

**Forschungsfragen** hierzu lauten wie folgt:

- I. Inwieweit können aus Mobilfunkdaten **Bewegungsmuster** wiedergegeben werden?*
- II. Wie kann dies für einzelne **Quellzonen** aussehen?*
- III. Wie **repräsentativ** sind die Ergebnisse?*
- IV. Aus welchen Parametern und **Attributen** lassen sich Weglänge, Wegdauer und die Mobilitätshäufigkeit interpretieren?*
- V. Welche Softwarelösung bietet die besten **Analysewerkzeuge**, um Bewegungsmuster herauszuarbeiten?*

Diese Informationen sollen folgende **Hypothesen** überprüfen:

1. Die an einem Tag zurückgelegte **Weglänge** der User in der Quellzelle „1kme4791n2810“ (18. Wiener Gemeindebezirk) ist kürzer, als die der Quellzelle „1kme4796n2814“ (21. Wiener Gemeindebezirk)
2. Der **Aktionsradius** der User aus der Quellzelle „1kme4791n2810“ (18. Wiener Gemeindebezirk) ist höher, als die der Quellzelle „1kme4796n2814“ (21. Wiener Gemeindebezirk)
3. Die **Dauer der Wege** in der Quellzelle „1kme4791n2810“ (18. Wiener Gemeindebezirk) ist kürzer, als die der Quellzelle „1kme4796n2814“ (21. Wiener Gemeindebezirk)
4. Bei Einwohnern in höherem **Alter** sinkt die Mobilitätsbereitschaft und – häufigkeit.
5. Die Quellzelle, die vom Zentrum der Stadt weiter weg ist (Quellzelle Floridsdorf), zeigt ein differenziertes **Tagesmobilitätsverhalten**, bezüglich der Hauptzielregionen. Sie zeigt ein weit verstreutes, keinem eindeutig zuordenbaren Trend folgendes Bild.

### **1.3 Zielsetzung**

*Der Mobilfunkbetreiber A1 speichert die Aktivitäten der Mobilfunknutzer mit dem sogenannten Zeitstempel und aus den Funknetzmasten abgeleiteten Koordinaten ab. Vom AIT - Austrian Institute of Technology werden diese einzelnen Daten vorab verarbeitet, um Bewegungsmuster aggregiert für Regionen abzubilden. Das Ergebnis dieser raumzeitlichen Analysen sind Quell-Ziel-Interaktionsmatrizen in Zeitintervallen für diese Regionen. Als Quell- und Zielregionen sind statistische Einheiten (Gemeinden bzw. Wiener Zählbezirke sowie Rasterzellen mit 1km Maschenweite) vorgesehen, als Zeitintervalle sind Stunden geplant.*

*Die vorliegende Arbeit hat nun zum Ziel, ausgehend aus den Forschungsfragen und Hypothesen, in Zusammenarbeit mit AIT Interaktionsmatrizen zu generieren und eine Visualisierung der Bewegungsmuster für zwei Quellregionen im Großraum Wien durchzuführen: Das Bewegungsmuster – die Zahl und Richtung der Interaktionen zwischen den beiden Quellregionen und allen Zielregionen oder zwischen einer Zielregion und der betreffenden Quellregionen, in Zusammenhang mit den vorliegenden sozio – ökonomischen Daten wird kartographisch dargestellt. In weiterer Folge werden die sich ändernden Bewegungsmuster (z.B.: je nach Altersgruppe, Geschlecht und auch der Tageszeit) dargestellt und mittels statistischen Analysen versucht, Gesetzmäßigkeiten aufzuzeigen. Das Endergebnis werden kartographische Darstellungen und statistische Maßzahlen sein, die Hypothesen, die in obigen Ausführungen dargelegt wurden verifizieren oder falsifizieren sollen.*

*Anhand der Erkenntnisse aus der Visualisierung wird es außerdem möglich sein abzuleiten, ob die Verkehrsinfrastruktur der Stadt Wien den Anforderungen des täglichen Verkehrsaufkommens gerecht werden kann bzw. wie attraktiv der öffentliche Verkehr als Alternative zum motorisierten Individualverkehr tatsächlich ist.*

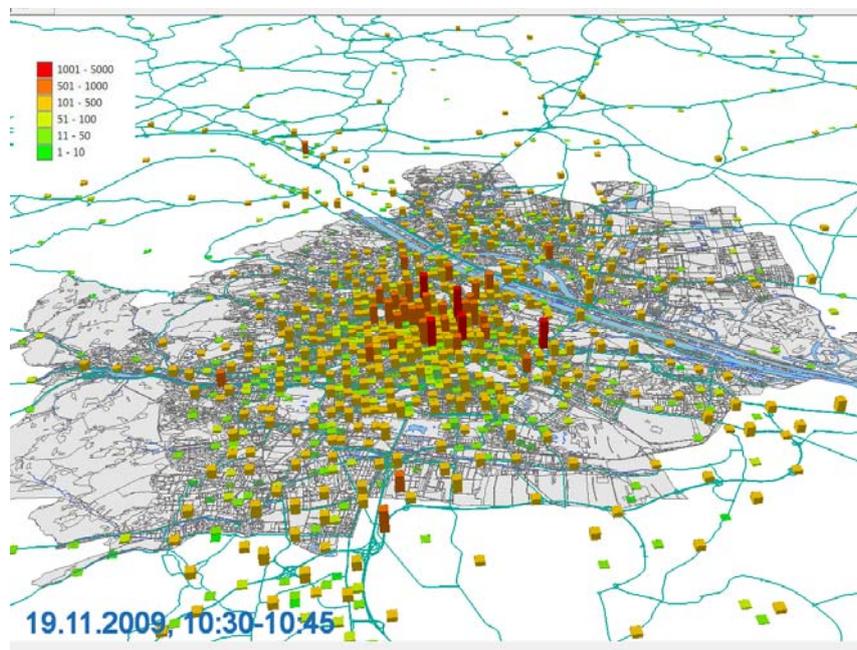
*Die Daten selbst, die zu obigen Erkenntnissen führen sollen, werden gegen Entgelt von A1 für dieses Projekt zur Verfügung gestellt und bilden 10 Tage eines Jahres so ab, dass möglichst repräsentative Ergebnisse erzielt werden können. Für vorliegende Arbeit wird einer dieser Tage verwendet werden, nämlich Dienstag, der 18. Oktober 2011.*

*Die Rohdaten werden durch AIT - Austrian Institut of Technology gesichtet und vorab verarbeitet. Der Autor hat diese Daten bereits bearbeitet und aggregiert übernommen, sodass sie, mithilfe der hier beschriebenen Methoden weiterverarbeitet wurde und in der Lage sind mittels statistischen Analysen, die Fragestellungen und Hypothesen der Arbeit zu behandeln.*

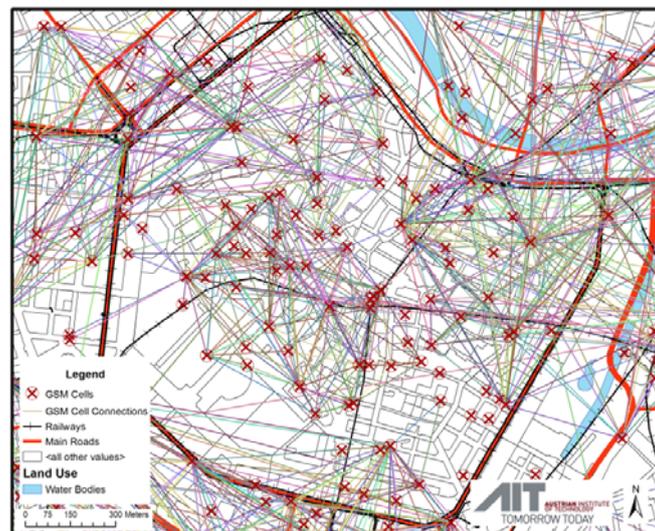
*Mithilfe einer Bewegungsmatrix werden spezifische Bewegungsmuster in einer generalisierten Form erstellt, um als ersten Schritt der Analyse zu dienen. Die Analyse selbst erfolgt in einem 1km Raster,*

um den Datenschutzbestimmungen zum Schutz des Individuums gerecht zu werden.<sup>5</sup>

Im Konkreten werden die sogenannten „Log ins“ eines Nutzers aggregiert auf einen Raster von 1000 \* 1000 Meter abgebildet und fließen so in die Analyse ein, die dann über Interaktionsmatrizen zeitlich Visualisierungen erstellt. Folgende Abbildungen sollen eben Beschriebenes und im Arbeitsprozess des „UrbanAPI“ Projekt Entstandenes graphisch darstellen:<sup>36</sup>



**Abbildung 1:** Verteilung der Mobilfunkteilnehmer in der Stadt Wien, aggregiert auf 500m Rasterzellen – Teilnehmerdichte; gesamter Zielverkehr auf Zeitintervalle<sup>36</sup>



**Abbildung 2:** Bewegungsmuster bzw. Interaktionen der Mobilfunkteilnehmern im Zentrum der Stadt Wien<sup>36</sup>

<sup>5</sup> Krontiris I., Albers A., Rannenberg K.(2010): "W3C Geolocation API calls for Better User Privacy Protection" - Chair of Mobile Business and Multilateral Security Goethe University, Frankfurt, Germany

<sup>36</sup> <http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/urbanregion.html> (Zugriff: 02.09.2012)

*Obige Abbildung 2 zeigt als Illustration eine Karte aus dem „UrbanAPI“ Projekt. Sie wurde dem Autor durch das Austrian Institute of Technology zur Verfügung gestellt und zeigt in einem bereits prozessierten Datensatz, Interaktionsmuster des Wiener Zentrums. Es wurde hier nicht auf die Fläche aggregiert sondern anonymisierte Userbewegungen in Mobilitätsstränge auf Vektorbasis aggregiert, sodass Hauptinteraktionsachsen dargestellt werden können, ohne auf die Identität der User schließen zu können.*

## **1.4 Aufbau der Arbeit**

*Im Kapitel 2 wird erläutert werden, welche Technologien für die Datengrundlage dieser Arbeit notwendig sind. Weiters werden diese Technologien in ihren Entwicklungsschritten, von den Anfängen bis hin zu den heute (2012) üblichen Standards dargelegt.*

*Als nächsten Schritt, wird verdeutlicht, welche Möglichkeiten sich aus diesen Standards ergeben, um User orten zu können, da dies die Basis zur Beantwortung der in Kapitel 1.2 gestellten Forschungsfragen und Hypothesen ist.*

*Aus den Ausführungen werden sich Fragen des Datenschutzes ergeben. Diese werden anhand von Richtlinien seitens der EU und auch den Nationalstaaten verdeutlicht werden. Als Folge daraus sind seitens der Mobilfunkbetreiber Maßnahmen ergriffen worden, um diesen Bestimmungen Rechnung zu tragen.*

*Die beiden Hauptkapitel 3 und 4 behandeln zwei Rasterzellen, die in einem ersten Schritt kartographisch und statistisch - deskriptiv beschrieben werden. In einem zweiten Schritt werden aus den durch AIT bereits vorab erstellten Interaktionsmatrizen Bewegungsprofile erstellt, die auf räumliche Unterschiede geprüft werden. Dies erfolgt über Parameter, die im weiteren Verlauf der Arbeit ausgewählt und so aufgearbeitet werden, um vergleichend gegenübergestellt werden zu können.*

*Kapitel fünf soll anschließend dazu dienen, die gewonnenen Erkenntnisse in einem größeren Maßstab zu beleuchten und zu beschreiben, inwiefern diese Erkenntnisse für die Entscheidungsträger relevant sind bzw. für welche Fragestellungen sie herangezogen werden können.*

*Zur Vervollständigung der Arbeit werden in den letzten beiden Kapiteln sechs und sieben alle verwendeten Quellen und Referenzen angeführt, sowie ein Abbildungs- und Tabellenverzeichnis eingefügt.*

## **2. Technische, rechtliche und theoretische Grundlagen bezüglich Mobilfunkdaten**

## 2.1 Cellphone Data Generations

Um vorliegende Arbeit auch theoretisch und methodisch zu untermauern, ist es notwendig die Begriffe „Mobilfunknetze“ und „Mobile Kommunikation“ zu definieren, da dies die Basis der Analyse darstellt. Von mobiler Kommunikation im weitesten Sinne kann dann gesprochen werden, wenn Daten kabellos über stationäre Einheiten (Funkantennen oder Sendemasten) mittels bestimmter vordefinierter Übertragungstechnologien (Funknetze) und Standards an mobile Endgeräte übertragen wird.<sup>6</sup>

„Ein Funknetz ist ein Netzwerk, in welchem Informationen mittels elektromagnetischer Wellen übertragen werden. Es ist ein leitungsloses Telekommunikationssystem.“ (Radio Access Network)<sup>7</sup>

Mobilfunknetze sind in Zellen organisiert. Jede dieser Zellen ist mit einer Funkantenne und einer Transmittereinheit ausgestattet, die auf einem Sendemast aufgebaut ist mithilfe dessen die User mit Informationen versorgt werden. Die Transmittereinheit verbindet dabei die mobilen Geräte mit dem Kommunikationsnetzwerk des Netzanbieters<sup>8</sup>

Von „mobiler Kommunikation“ spricht man dann, wenn über diese oder vergleichbare Infrastrukturen Daten ohne physische Leitungen als Medium übermittelt werden.<sup>6</sup>

Das System, das dem mobilen Netz zugrunde liegt, besteht aus folgenden Elementen:<sup>6</sup>

Das **Mobilvermittlungsnetz:**

- dient zur Übertragung von Daten zwischen den stationären Einheiten des Netzes, den Sendemasten

Das **Zugangsnetz („Radio Access Network“):**

- dieses Netz ist für die Übertragung der Signale an die mobilen Endgeräte zuständig

Das **Kernnetz:**

- Die Funktion des Kernnetzes besteht in der Vernetzung mehrerer Zugangsnetze

Folgende Unterkapitel werden den Mobilfunkstandard „GSM“ („Global System for Mobile Communication“) und dessen Entwicklungsstufen seit Beginn der Einführung im Zeitverlauf erläutern, um die für die Analyse relevanten Informationen darzulegen.

---

<sup>6</sup> Sauter M. „Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme – UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN“, 4. Auflage (2011), Vieweg

<sup>7</sup> Roth J.: Mobile Computing. Grundlagen, Technik, Konzepte. Heidelberg: dpunkt-Verl., 2002. [ISBN 3-89864-165-1](https://www.dpunkt-Verl.de/ISBN-3-89864-165-1)

<sup>8</sup> Loibl W., Peters-Anders J., „Mobile Phone Data as Source to Discover Spatial Activity and Motion Patterns“ GI\_Forum 2012: “Geovisualisation, Society and Learning – Conference Proceeding” Wichmann, Seite 524ff, Berlin 2012

## 2.1.1 GSM (2G)

Das „Global System for Mobile Communication“, kurz GSM, ist ein weltweit angewandter Standard für die nicht ortsgebundene Kommunikation. Sie unterstützt nicht nur Telefonie und den Kurznachrichtendienst (SMS), sondern, ab der 2. Generation auch paketvermittelte Datenübertragung.<sup>9</sup> Als erster Nachfolger der analogen Technologie, wie in Abbildung 1 illustriert, wird er als „2G“ (Zweite Generation) der mobilen Netzwerke bezeichnet. Diesem folgen die Generationen 3G und 4G, die in folgenden Kapiteln zu einer Erläuterung kommen werden.<sup>10</sup>

Generation	Technik	Übertragung	Bandbreite
1G	AMPS	analog, leitungsvermittelt	-
2G	GSM	digital, leitungsvermittelt	9,6 kBit/s
2.5G	HSCSD	digital, leitungsvermittelt	57,6 kBit/s
	GPRS	digital, paketvermittelt	115 kBit/s
2.75G	EDGE	digital, paketvermittelt	236 kBit/s
3G	UMTS	digital, paketvermittelt	384 kBit/s
3.5G	HSPA	digital, paketvermittelt	14,4 MBit/s
3.9G	LTE	digital, paketvermittelt	150 MBit/s
4G	LTE Advanced	digital, paketvermittelt	1 GBit/s

**Abbildung 3:** Mobilfunkgenerationen mit Übertragungsraten<sup>9</sup>

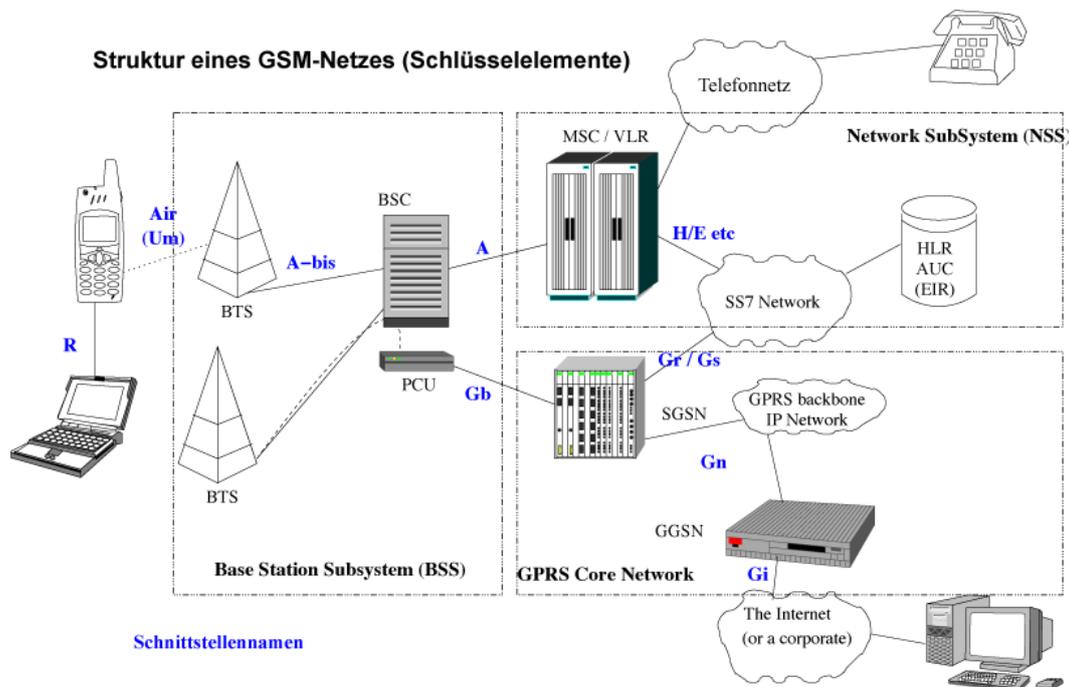
Der GSM Standard als ersten digitalen Vorstoß wurde seit den 1980er Jahren forciert und seit dieser Zeit stets weiterentwickelt, wie aus Abbildung 3 ersichtlich ist.<sup>10</sup>

Allerdings gab es bereits in den 1950er Jahren, wenn auch nicht kommerziell genutzt, analoge mobile Netzwerke. Diese waren staatlichen Organen und dem Militär vorbehalten.

Die ersten erfolgreichen Versuche mobile Endgeräte auf den kommerziellen Markt zu bringen und somit die mobile Kommunikation für jedermann möglich zu machen, geschah 1991. Bis zum heutigen Tag ist das Potenzial nicht ausgeschöpft.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0406221.htm>, Zugriff, 13.08.2012

<sup>10</sup> Paier M. Frequenzmanagement in der Mobilkommunikation in Österreich“ Diss. TU Wien, 2002



**Abbildung 4:** Aufbau eines GSM Netzes <sup>12</sup>

Die Netzarchitektur eines GSM Systems, wie in Abbildung 4 graphisch dargestellt, besteht aus 4 Hauptkomponenten: <sup>6,10,11,12</sup>

6. Die sog. „**mobile Station**“ (MS) - Mobiltelefon, mobiles Endgerät

- Kommuniziert über eine Sende – und Empfangseinheit mit dem Netz
- Zur Identifikation dient die sog. „SIM“ Karte

7. Das „**Base Station Subsystem**“ (BSS)

- Zur BSS zählen das sog. „**Base Transceiver Station**“ (BTS) – Sendemasten und
- Die zentrale Steuerungseinheit - „**Base Station Controller**“ (BSC) – Überwacht und leitet Zellwechsel ein.

3. Vermittlungsteilsystem - „**Network Switching Subsystem**“ (NSS)

- Das NSS besteht aus dem sog. „**Mobile Services Switching Center**“  
“MSC” – dient als Schnittstelle zwischen dem Funknetz und dem Telefonnetz
- Das „**Visitor Location Register**“ (VLR) – Speichert Information der Nutzer, die sich gerade im Netz befinden.

<sup>11</sup> 3GPP TS 23.002: Network architecture; Kap. 4

<sup>10</sup> Paier M. Frequenzmanagement in der Mobilkommunikation in Österreich“ Diss. TU Wien, 2002

<sup>12</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Gsm\\_netzwerk.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Gsm_netzwerk.png) (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>6</sup> Sauter M. „Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme – UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN“, 4. Auflage (2011), Vieweg

- Das „**Home Location Register**“ (**HLR**) Speichert Daten aller Nutzer, die Kunden des Netzanbieters sind.
- Das „**Authentication Center**“ (**AIC**) ist verantwortlich für die Authentifizierung der SIM Karten im Netz

Seit der paketvermittelten Übertragung verfügt das NSS über 2 weitere Bestandteile:

- Das „**Serving GPRS Support Node**“(**SGSN**), sowie
- Das „**Gateway GPRS Support Node**“ (**GGSN**)

#### 4. Das **“Operation and Maintenance Center”** (OMC)

- überwacht das Netz und kontrolliert MCS, BCS und das BTS

Die Entscheidung für die Etablierung eines einheitlichen pan-europäischen Mobilfunkstandards kam von der „Europäischen Konferenz der Verwaltung für Post und Telekommunikation“ (**CEPT**), bereits 1982. Zu diesem Zeitpunkt sind 26 Unternehmen Partner dieses Vorhabens. 3 Jahre später wird die Zusammenarbeit auf diesem Gebiet auch vertraglich festgelegt: Deutschland, Italien und Frankreich unterzeichnen den ersten Vertrag zur Einführung des neuen Standard. 1987 folgen 15 weitere Staaten, mittels Unterzeichnung des sog. „MoU“ (Memorandum of Understanding).<sup>6,13</sup>

1988 gründet die CEPT das „Europäische Institut für Telekommunikationsnormen“ (**ETSI**). Dieser erleichterte die Zusammenarbeit zwischen Hersteller, Netzbetreiber und der Regulation.

Seit dem Jahr 1989 wurden Lizenzen zum Aufbau der Netze an die nationalen Telekommunikationsunternehmen ausgegeben. Dieses Jahr gilt auch gleichzeitig als Startschuss für die Weiterentwicklungen des GSM Standards, Steigerung der Frequenz von **GSM800** MHz bis **GSM1800** MHz, bis hin zum „**Triband**“ Standard 1900MHz.<sup>6,13</sup>

Die Revolution auf dem Endverbrauchermarkt nahm ihren Anfang.

In all diesen bisherigen Entwicklungsstufen war das GSM Netz lediglich für Sprachtelefonie und dem SMS Service eingerichtet und nicht für die Paketdatenübermittlung geeignet. Der Grund dafür liegt in der Art der Verbindung. GSM war in ihrer ursprünglichen Architektur nur für konstante Datenverbindungen ausgelegt. Die zeitgleich verlaufende Entwicklung und Verbreitung des Internet am Endverbrauchermarkt, das konstante Datenraten nicht ermöglicht, zwang die Mobilfunkindustrie zur Weiterentwicklung des GSM Standards.<sup>6, 13</sup>

---

<sup>13</sup> **Agar J.**: constant touch, a global history of the mobile phone. Icon Books, Cambridge 2003

<sup>6</sup> **Sauter M.** „Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme – UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN“, 4. Auflage (2011), Vieweg

## 2.1.2 GPRS - EDGE

Die Antwort war der sog. „**GPRS**“ (General Packet Ratio Service) Funkdienst. Es ist der erste Dienst, der Paketdatenübertragung ermöglicht. Die maximale Datenübertragungsgeschwindigkeit lag, abhängig von der momentanen Netzlast, bei 115 kbit/s.<sup>13</sup>

Sowohl GSM, als auch GPRS nutzen dieselbe Infrastruktur und somit auch dieselben Basisstationen. Es ist lediglich ein Softwareupdate notwendig und die Erweiterung der Basisstationen mit einem sog. PCU („Packet Control Unit“), der sog. Timeslots (Zeitfenster) „on demand“ reserviert. Weiters die Module SGSN und GGSN (siehe Abb.4).<sup>6,13</sup>

Sie ermöglichen eine effizientere Nutzung der Kanäle und damit der Übertragungskapazität.<sup>13</sup>

2005 wurde die GSM Technik durch eine weitere Implementierung erweitert und die Datenübertragungsrate verdoppelt. Mittels „Enhanced Data Rates for GSM Evolution“ (**EDGE**) war eine Übertragungsrate von max. 235 kbit/s möglich.

Im Grunde genommen ist EDGE lediglich eine neue GPRS Generation, in der versucht wurde, mittels erneuertem Softwareupdate, einem zusätzlichen Modulationsverfahren und aus den Erfahrungen der bisherigen GSM Entwicklungsstufen, das Mobilfunksystem effizienter zu machen und somit die Datenübertragung zu beschleunigen.<sup>13</sup>

„While its performance in terms of real-world data transfer speeds falls some way short of WCDMA and HSDPA, EDGE offers a cost-effective overlay for operators' GSM network that gives at least a taste of the 3G user experience“<sup>13</sup>

Bis zum heutigen Tag ist EDGE vor allem in den ländlichen Gebieten der Ersatz für **UMTS**, der aktuellen Entwicklungsstufe des GSM Dienstes mit maximal 2 Mbit/s.

Als letzte Vorstufe zu UMTS diente das sog. EDGE Evolution, das durch die Halbierung der Zeitintervalle pro Übertragung von 20ms auf 10ms verkürzte und damit eine Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 1 Mbit/sec möglich machte.<sup>6</sup>

---

<sup>13</sup> **Agar J.:** constant touch, a global history of the mobile phone. Icon Books, Cambridge 2003

<sup>6</sup> **Sauter M. „Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme – UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN“, 4. Auflage (2011), Vieweg**

### 2.1.3 UMTS - HSDPA

„Das Universal Mobile Telecommunications System“ (UMTS) bezeichnet die 3. Generation des Standards der digitalen mobilen Kommunikation, auch 3G genannt.

UMTS wurde ebenso, wie GSM von der **ETSI** im Jahr 1998 standardisiert und lizenziert, übergab diese Funktion allerdings einer Neugründung, der sog. **3GPP** („3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project“). In der langfristigen Planung soll der neue Standard das GSM System ersetzen.<sup>14</sup>

Die Neuerung des Systems ist nicht zuletzt die hohe Datenübertragungsrate von bis zu 2 Mbit/s. Mit ihr werden Video- und Audiostreaming „on demand“ bzw. Videotelefonie erstmals problemlos möglich gemacht. Außerdem ist es mit UMTS erstmals möglich, mehrere Kanäle zur selben Zeit zu nutzen. Somit ist das Telefonieren mit zeitgleichem Empfang von Datenpaketen kein Problem mehr.

In Österreich startete die „Mobilkom Austria“ das erste nationale UMTS Netz Europas im Jahr 2002, das allerdings noch nicht für den Endkundenmarkt freigegeben wurde. Dies wurde ein Jahr später, im Mai 2003, von „Hutchison 3G Austria“ nachgeholt. „3“ erlangte damit seinen Durchbruch am österreichischen Mobilmarkt.<sup>17</sup>

Seit der Einführung hat sich das UMTS System europaweit flächendeckend durchgesetzt, wie in Abbildung 5 ersichtlich ist. Weite Teile der Europäischen Union sind innerhalb oder in räumlicher Nähe zum mobilen Breitbandnetz. UMTS/3G erlaubt den Ausbau und die Verwendung zweier **Modi** zur Datenübertragung:

#### **FDD – Modus:**<sup>15</sup>

Im sog. „Frequency Division Duplex“ Modus besteht zwischen dem „Downlink“ Kanal und dem „Uplink“ Kanal ein Frequenzabstand von 5MHz, beide senden allerdings zur selben Zeit. Diese Methode macht eine Downloadbandbreite von 384 kbit/s möglich.

#### **TDD – Modus:**<sup>16</sup>

Beim sog. „Time Division Duplex“ Verfahren senden beide Kanäle in derselben Frequenz. Es besteht allerdings eine zeitliche Verzögerung zwischen den Paketsendungen. Es bestehen 15 Timeslots, die wiederum in mehrere Funkkanäle geteilt werden. Dies ist ein sehr aufwändiges Verfahren, da wegen der Bewegung des Endgerätes immer wieder Timing Probleme auftreten können. Eine maximale Datenrate von 2 Mbit/s kann erreicht werden.

---

<sup>14</sup> Wuschke M.: „UMTS: Paketvermittlung im Transportnetz, Protokollaspekte, Systemüberblick“ Teubner-Verl., Wiesb.2003

<sup>15</sup> [http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&name=utra\\_fdd&contentid=35](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&name=utra_fdd&contentid=35) (Zugr.:23.8.2012)

<sup>16</sup> [http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&contentid=36](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&contentid=36)

<sup>17</sup> <http://www.news.at/articles/0317/548/55535/umts-oesterreich-vorreiterrolle> (Zugriff: 23.8.2012)

Die bislang letzte Erweiterung innerhalb des UMTS Systems, um die Datenübertragungsrate nochmals zu steigern ist „HSDPA“ für den Downlink bzw. „HSUPA“ für den Uplink. Das sog. „High Speed Download Packet Access“ ist bei optimalen Bedingungen in der Lage Datenraten von bis zu 14,4 Mbit/s zu bewerkstelligen. Unter Berücksichtigung der Latenzzeiten und Interferenzen sind Datenraten zwischen 1,8 Mbit/s und 7,2 Mbit/s realistisch.

Das sog. „High Speed Upload Packet Access“, das Pendant zu „HSDPA“ ermöglicht erhöhte Upload Datenraten mittels Endgeräten, die diesen Standard auch unterstützen. Maximal sind 5,8 Mbit/s realistisch und in Deutschland und Österreich auch verfügbar.<sup>18</sup>

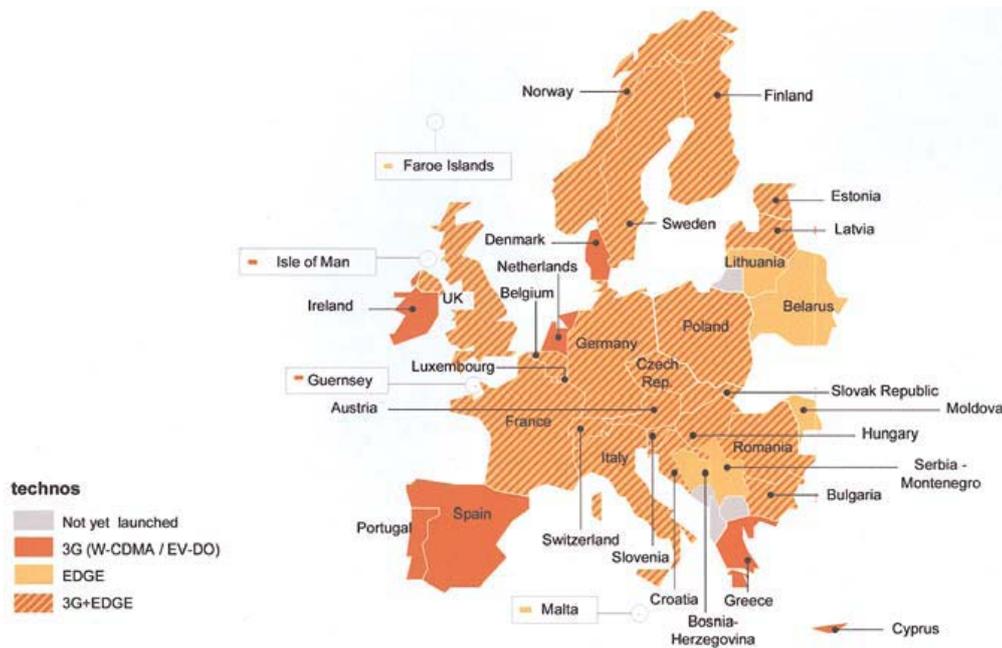


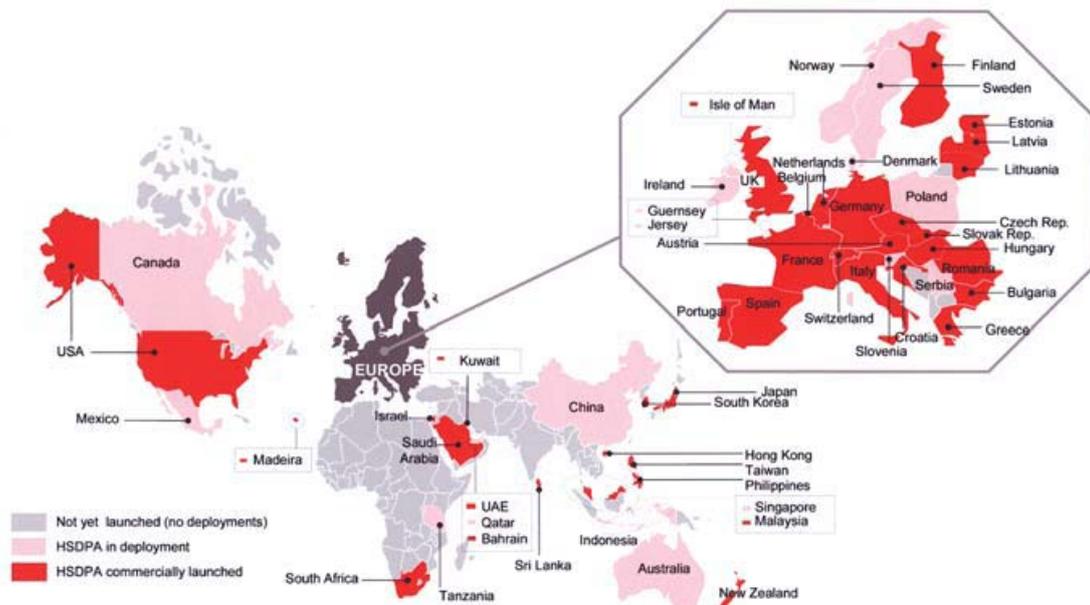
Abbildung 5: Verbreitung der einzelnen Mobilfunkstandards in Europa<sup>19</sup>

Obige Abbildung 5 stellt die europaweite Verfügbarkeit der verschiedenen mobilen Kommunikationsstandards in ihrer räumlichen Verteilung dar. Klar ersichtlich ist, dass selbst die neuen Mitgliedsländer, die im Laufe der 2000 Jahre der Union beigetreten sind, über beträchtliche Infrastruktur für die mobile Kommunikation verfügen. Ausnahmen hierbei bilden die Staaten des Westbalkans, als noch nicht Mitglied der EU, und die östlichen Nachbarstaaten.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> <http://www.umtslink.at/3g->

[forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&name=hsdpa\\_grundlagen&contentid=61](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&name=hsdpa_grundlagen&contentid=61)

<sup>19</sup> [www.umts-forum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1628/Itemid,12/](http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1628/Itemid,12/) (Zugriff: 23.8.2012)



**Abbildung 6:** Globale Verbreitung der HSDPA Erweiterung von UMTS<sup>19</sup>

Die in Abbildung 6 dargestellte Karte zeigt die globale Verfügbarkeit der HSDPA Erweiterung von UMTS. Innerhalb der EU ist sie flächendeckend vorhanden oder wird derzeit ausgebaut. Hierbei ist wieder anzumerken, dass sich die Verteilung der Verfügbarkeit nicht im Entwicklungsstatus des jeweiligen Staates widerspiegelt, denn das einzige neue Mitgliedsland, in dem sich HSDPA erst im Aufbau befindet, ist Polen. Alle anderen Staaten Europas, die noch an der Einführung arbeiten sind Mitgliedsländer erster oder zweiter Generation oder noch in den Beitrittsverhandlungen.

Global gesehen ist zu bemerken, dass es vor allem in den entwickelten Länder der Welt genutzt oder sich im Ausbau befindet.

Für die vorliegende Arbeit ist zu erwähnen, dass die Stadt Wien über den neuesten Mobilkommunikationsstandard, nämlich UMTS-FDD verfügt, und somit der Bearbeitung der Daten keine technologischen Hürden im Wege stehen.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> [www.umts-forum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1628/Itemid,12/](http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1628/Itemid,12/) (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>20</sup> <http://www.umtslink.at/content/f-bandbelegung-80.html> (Zugriff: 23.8.2012)

## 2.1.4 LTE

Das sog. „Long Term Evolution“ ist der bislang letzte Stand der Mobilfunkstandards und befindet sich erst in der Einführung. Mit ihr sind Datenübertragungsraten von maximal 150 Mbit/s möglich. Diese Technologie, da sie keine Erweiterung oder Adaption der bestehenden Infrastruktur ist, erfordert, vergleichbar mit der Einführung von UMTS, eine komplett neue Funkschnittstellentechnik.<sup>21</sup>

Der Aufwand, sowohl technisch, als auch finanziell, wird allerdings durch die eben erwähnte Datenübertragungskapazität mehr als gerechtfertigt. Die Entwicklungszeit, die angenommen wird, um ein neues System zu etablieren ist aber um ein Vielfaches höher. Die Technologie wird seit dem Jahr 2004 entwickelt und ist in Österreich bislang nur in der Testphase bzw. ansatzweise im urbanen Raum in Betrieb.<sup>21</sup>

„Kurz zu den **Vorteilen** und **Neuerungen**:<sup>21</sup>

Die wichtigsten Vorteile von LTE gegenüber HSPA sind:

- Die maximal verfügbare **Datengeschwindigkeit** für einen Dienst steigt auf rund das **10-fache** an<sup>1</sup>
  - Downlink-Maximalgeschwindigkeit: bis 150 Mbit/s
  - Uplink-Maximalgeschwindigkeit: bis 50Mbit/s
- Die **Latenzzeiten** reduzieren sich um den **Faktor 2 bis 3** (Round-trip-times unter 10ms, Zugriffsverzögerung unter 300ms)
- Die **spektrale Effizienz** steigt um den **Faktor 2 bis 4**“<sup>21</sup>

„**Weitere Primäreigenschaften** und **Vorzüge** von LTE:<sup>21</sup>

- optimiert für Paket-Datendienste
- hoher Stellenwert bezüglich Mobilität und Sicherheit
- bessere Energieeffizienz der Mobilendgeräte (Handy/Modem)
- flexiblere Frequenzbandnutzung von 1,25MHz bis 20MHz
- flexible Funknetzplanung: sehr gute Leistung bei Zellen mit bis zu 5km Reichweite; mit reduzierter Leistung sind Zellen mit bis zu 100km möglich
- weniger Interferenzen auf der Funkschnittstelle
- Reduktion von Netzwerkelementen
- komplette IP-basierende Umgebung
- Koexistenz mit anderen 3GPP-Standards, wie GSM/GPRS/EDGE, UMTS, HSPA, eHSPA“<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> <http://www.umtslink.at/content/lte-278.html> (Zugriff: 23.8.2012)

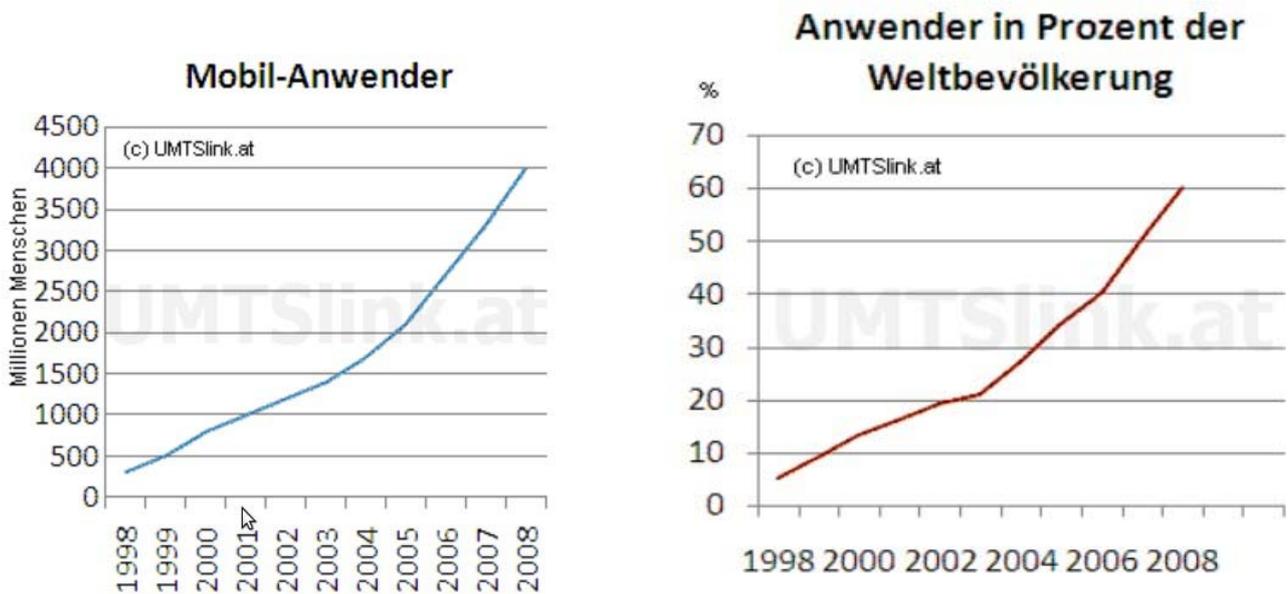


Abbildung 7: Mobilfunkanwender in Zahlen <sup>19</sup>

Wie in Abbildung 7 klar zu erkennen ist, begann das mobile Zeitalter im späten 20. Jahrhundert und führte nicht zuletzt wegen der rapiden Entwicklung dieses Sektors und der gestiegenen und sich stets steigernden Mobilität der Bevölkerung zu einem rasanten Anstieg der Nutzer mobiler Netze.

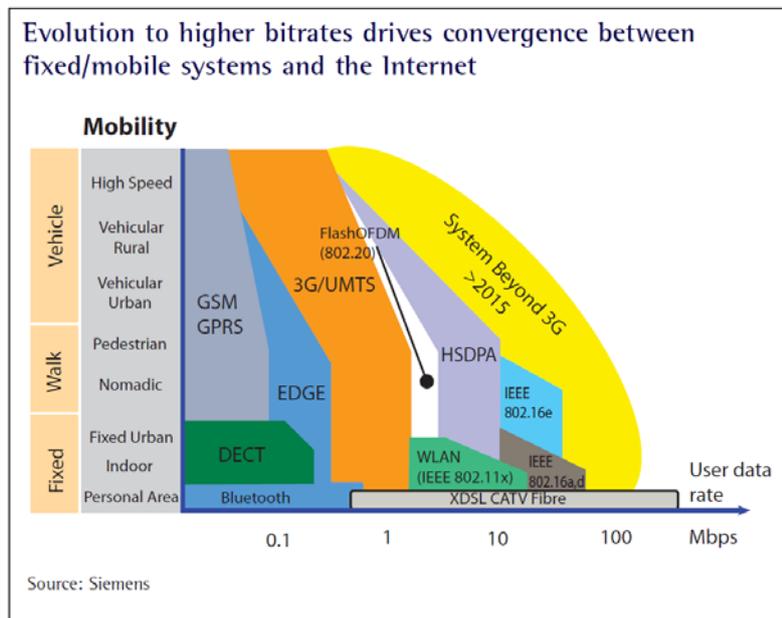


Abbildung 8: Verfügbarkeit mobiler Netze und Standards in Abhängigkeit zur Mobilität und Datenübertragungsrate <sup>21</sup> (Unter „System Beyond 3G“ ist der neue Standard LTE zu verstehen) <sup>19</sup>

<sup>21</sup> <http://www.umtslink.at/content/lte-278.html> (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>19</sup> [www.umts-forum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1628/Itemid,12/](http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1628/Itemid,12/) (Zugriff: 23.8.2012)

In Abbildung 8 ist dargestellt, welche Standards und Systeme in Abhängigkeit zur Mobilitätsform

*angewandt werden bzw. welche Datenübertragungsraten diese Systeme liefern können.*

*Deutlich zu sehen ist, dass die Bewegung der Faktor ist, der die Datenübertragungsrate schmälert. Internetanschlüsse auf Desktop-Computer ermöglichen schon seit eine fast einem Jahrzehnt Breitbandmöglichkeiten. Der Faktor Mobilität, der in den letzten Jahren massiv zugenommen hat, erfordert allerdings Technologien, die Daten schnell genug transportieren können, um den Anforderungen einer globalisierten Welt gerecht werden zu können. Diesen Durchbruch erwartet sich die IT Branche mit dem neuen Standard LTE, an dessen Einführung schon gearbeitet wird.<sup>19</sup>*

*Diese Abbildung soll auch gleichzeitig dazu dienen, auf das eigentliche Thema vorliegender Arbeit umzuleiten, nämlich den neu entstandenen Möglichkeiten, Bewegungsströme von Mobilfunknutzern erfassen und diese auch analysieren zu können, um Rückschlüsse über planerische Tätigkeiten gewinnen zu können.*

*Hierbei ist es besonders wichtig die Entwicklung der Mobilfunktechnologien und die sich zeitgleich verbessernden Ortungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit der gestiegenen Mobilität der Bevölkerung vor Augen zu halten. Diese Technologien machen es möglich nicht nur die Zellen zu identifizieren, in der sich ein Gerät gerade befindet, sondern die genaue Position und den beschrifteten Weg mittels satellitengestützten Methoden zu ermitteln.<sup>24</sup>*

*Im folgenden Kapitel 2.2 werden einige ausgewählte Methoden, die die Ortung von mobilen Endgeräten möglich machen und somit vorliegende Arbeit bereichern, zu einer Erläuterung kommen.*

---

<sup>19</sup> [www.umts-forum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1628/Itemid,12/](http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1628/Itemid,12/) (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>24</sup> 3GPP TS 22.071: Location Services ; Service description; Stage 1; Chapter 4.; Release 8.1.0 (Zugriff: 23.8.2012)

## 2.2 Ortsbestimmung und Datenschutz

Nach Loibl und Peters-Anders(2012) verwenden alle Netzanbieter vergleichbare Methoden, um mobile Endgeräte zu lokalisieren. Die räumlichen Informationen jedes einzelnen Users sind in der Sende- und Empfangseinheit der Sendemasten und somit in der Zelle (Abbildung 9) gespeichert, in der das Gerät eingebucht ist.<sup>8</sup> Dabei wird, wie in folgendem Kapitel näher erläutert ist, die Position der Sendemasten als Annäherung an die tatsächliche Position des mobilen Gerätes verwendet.<sup>8</sup> Diese senden in unterschiedlichen Abständen Signale an die Sendemasten, um die Verbindung zu halten und den Standort zu bestätigen. In der Regel ist dabei jedes Gerät beim physisch nächstgelegenen Masten eingebucht, um die beste Signalqualität zu gewährleisten. Bei Abschwächung des Signals wird das Gerät wiederum zum nächstgelegenen Masten weitergeleitet, um die Signalstärke wiederherzustellen. Dieser Vorgang, das Einwählen in die nächste Zelle zieht ein Lokalisierungsupdate nach sich.<sup>8</sup> Für die optimale Datenverarbeitung ist die Kapazität der Sendemasten limitiert auf eine bestimmte Anzahl von Geräten oder aber einen bestimmten Datendurchsatz. Aus diesem Grund ist die Mastdichte in Regionen mit höherer Bevölkerungsdichte oder einer höheren potenziellen Kundendichte engmaschiger, als in Regionen, die eher weniger dicht besiedelt sind. Die Dichte der Infrastruktur reicht von wenigen 100m bis hin zu einigen Kilometern Entfernung. Gleichzeitig sind die erwähnten Zellen somit kleiner. Dieser Umstand steigert die Ortungsgenauigkeit in urbanen Räumen um ein Vielfaches.<sup>8</sup>

Daraus folgt, dass vorliegende Analyse von mobilen Daten und die Darstellung der Bewegungsmuster nur in urbanen Räumen sinnvoll ist, da die Maschenweite der Zelleninfrastruktur eng genug ist, um aussagekräftige Ergebnisse erzielen zu können.<sup>8</sup>

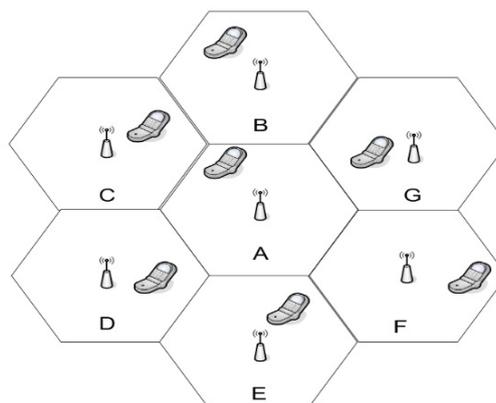


Abbildung 9: Zellularer Mobilfunkaufbau<sup>23</sup>

<sup>8</sup> Loibl W., Peters-Anders J., „Mobile Phone Data as Source to Discover Spatial Activity and Motion Patterns“ *GI\_Forum* 2012: “Geovisualisation, Society and Learning – Conference Proceeding” Wichmann, Seite 524ff, Berlin 2012

<sup>23</sup> <http://www.fh-wedel.de/~si/seminare/ss04/Ausarbeitung/8.Doering/tekom2.htm>

Die in diesem Kapitel beschriebenen technologischen Möglichkeiten zur Bestimmung der nahezu exakten Position jedes Mobilfunkteilnehmers wirft die Frage nach den Zugriffs- und Speicherungsrechten persönlicher Daten aus dem mobilen Netz auf.

Das Recht jedes Einzelnen Staatsbürgers auf Privatsphäre ist eines der wichtigsten Grundrechte in einer Demokratie und damit national und auch international strikten Datenschutzbestimmungen unterworfen.<sup>38</sup> Wie im Folgenden dargelegt, ist es somit auch im Bereich mobiler Kommunikation verankert.

*„Privacy is a fundamental right and a societal value that is protected on a higher level than other individual rights. In recent years, this pillar of open societies has been challenged by different developments”<sup>37</sup>*

Obiges Zitat zeigt deutlich, dass das Thema Schutz der Privatsphäre nicht nur im Bereich der mobilen Kommunikation eine Rolle spielt und dass dieses Grundrecht in jüngster Vergangenheit durch Faktoren beeinträchtigt wurde, die weit über vorliegende Thematik hinausreichen. Dies soll in Ansätzen die Wichtigkeit der Problematik verdeutlichen, dass selbst die Europäische Union dazu Stellung nimmt und versucht dieses Recht auf politischem Wege zu schützen.

Konkret sind es **5 Bereiche**, die die Privatsphäre jedes Staatsbürgers tangieren:

Sicherheit, Zugang zu Informationen und Dienstleistungen, soziale Interaktion und ökonomischer Nutzen.<sup>37</sup>

Für vorliegende Arbeit sind im Besonderen die Punkte „soziale Interaktion“ und „Sicherheit“ beim „Zugang zu Informationen“ von Bedeutung, da mobile Netze in erster Linie eine wichtige Plattform sozialer Interaktion sind und Daten in Form von persönlichen Information produzieren, die bei mangelnder Sicherheit die Privatsphäre des Einzelnen gefährden können.<sup>37</sup>

Eine weitere Frage, die sich stellt ist, inwieweit die Freiheit des Einzelnen aufgegeben werden muss, um Sicherheit zu gewährleisten. Die Antwort darauf versucht die Europäische Kommission zu geben, in dem sie definiert welche Art von Daten unter der Kategorie „persönlich“ einzustufen ist. Das Dokument, in welchem dies zusammengefasst ist, nennt sich „Data protection directive“.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> Klüver L., Peissl W., Tennøe T.: „ICT and Privacy in Europe” - Experiences from technology assessment of ICT and Privacy in seven different European countries; Final report October 2006, European Parliament Technology Assessment (EPTA)

<sup>38</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31995L0046:en:HTML>

*Aktuelle Ereignisse diesbezüglich sind die neuen Bestimmungen des Datenschutzes seitens der Europäischen Kommission<sup>39</sup>, die den Netzbetreibern vorschreiben, Nutzerdaten bis zu 6 Monate nach dem Ereignis zu speichern. Dies wird der aktuellen juristischen Debatte legitimiert, da mit dieser Methode präventiv gegen Straftaten vorgegangen werden kann. Dies wurde in Deutschland mit einem Gutachten des Max Planck Institut für ausländisches und internationales Strafrecht bestätigt.<sup>40, 41</sup>*

*Hauptargumente für die Einführung einer Richtlinie, die dies vorschreiben soll, ist die massive Verlagerung und gleichzeitige Zunahme der elektronischen Kommunikation.*

*Wie auch das Gutachten des Max Planck Instituts gezeigt hat, sind aus diesem Grund, Daten über die Nutzung von elektronischen Kommunikationsmitteln ein sehr wichtiges Werkzeug für die Ermittlung in Strafsachen.<sup>40, 41</sup>*

*Aus oben genannten Gründen werden die in Kapitel 3 präsentierten Ergebnisse vorliegender Arbeit, aus Daten gewonnen, die es nicht zulassen, Rückschlüsse auf die Identität der einzelnen Nutzer des mobilen Netzes zu ziehen.*

*Sie wurden zu diesem Zweck seitens AT anonymisiert. Das heißt, dass in den Rohdaten, die von Austrian Institute of Technology gekauft wurden, zwar Einzelereignisse vorliegen, diese allerdings lediglich eine fortlaufende numerische Identifikationsnummer pro User enthalten. Dies soll dazu dienen, die Anwender in der Analyse voneinander trennen zu können bevor sie in Rasterzellen aggregiert werden. Dies stellt beide Anforderungen, die rechtliche und die statistisch-wissenschaftliche, an die Daten sicher. Die ID ist in Tabelle 1 als sog. „anonid“ im Spaltenkopf ersichtlich.*

*Der Autor hat Daten erhalten, die bereits aggregiert und kumuliert waren.*

---

<sup>39</sup> <http://www.democraticmedia.org/eu-addresses-mobile-privacy-and-lays-out-new-safeguards-consumers-citizens>

<sup>40</sup> Albrecht H.-J. u.a.: „Schutzlücken durch Wegfall der Vorratsdatenspeicherung?“ Eine Untersuchung zu Problemen der Gefahrenabwehr und Strafverfolgung bei Fehlen gespeicherter Telekommunikationsverkehrsdaten; Gutachten der kriminologischen Abteilung des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht im Auftrag des Bundesamtes für Justiz; Freiburg i.Br., Juli 2011

<sup>41</sup> Biermann K.: „Was Vorratsdaten über uns verraten“? Zeit Online. Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG, 24. Februar 2011, URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Vorratsdatenspeicherung#cite\\_note-1](http://de.wikipedia.org/wiki/Vorratsdatenspeicherung#cite_note-1), Zugriff 01.09.2012)

## 2.2.1 Ortsbestimmung mittels GSM

Im Allgemeinen ist die Bestimmung des Aufenthaltsortes eines mobilen Endgerätes innerhalb eines Mobilfunknetzes dann möglich, wenn das Gerät eingeschaltet ist, eine SIM Karte eingelegt ist und dieses auch in das Netz eingebucht ist. Wenn diese Rahmenbedingungen gegeben sind, stehen mehrere Methoden zur Auswahl, das Gerät mittels GSM orten zu können.<sup>24</sup>

Die Wahl der Methode ist vom Netz selbst oder auch vom Endgerät abhängig, da die Genauigkeit auch durch die Leistungsfähigkeit des Endgerätes bzw. der Netzauslastung beschränkt sein kann.

Die Basis bildet die sog. „**Location Area**“. Diese Art der Ortsbestimmung ist möglich, wenn sich das Gerät im Bereitschaftsbetrieb (Stand by) befindet. Hierbei wird lediglich angegeben, in welchem „Mobile Services Switching Center“ (MSC), siehe Kap.2.1.1, sich das Endgerät befindet. Ein MSC steuert dabei mehrere Sendemasten (BTS). Dieser Eintrag wird in einer Datenbank gespeichert und ändert sich nur dann, wenn weite Distanzen zurückgelegt werden und gleichzeitig eine Einbuchung in ein anderes MSC stattfindet. Die Genauigkeit ist sehr gering.

Befindet sich das Gerät im aktivem Betrieb (werden mobile Dienste verwendet) kann die ID der Zelle (BTS) bestimmt werden. Diese kann allerdings je nach Netzdichte sehr hohe Ungenauigkeiten mit sich bringen, da nur in urbanen Räumen die Netzdichte hoch genug ist, um adäquate Ortungen durchführen zu können.<sup>25</sup> In Abbildung 10 ist die Lokalisation mittels Triangulation schematisch dargestellt.

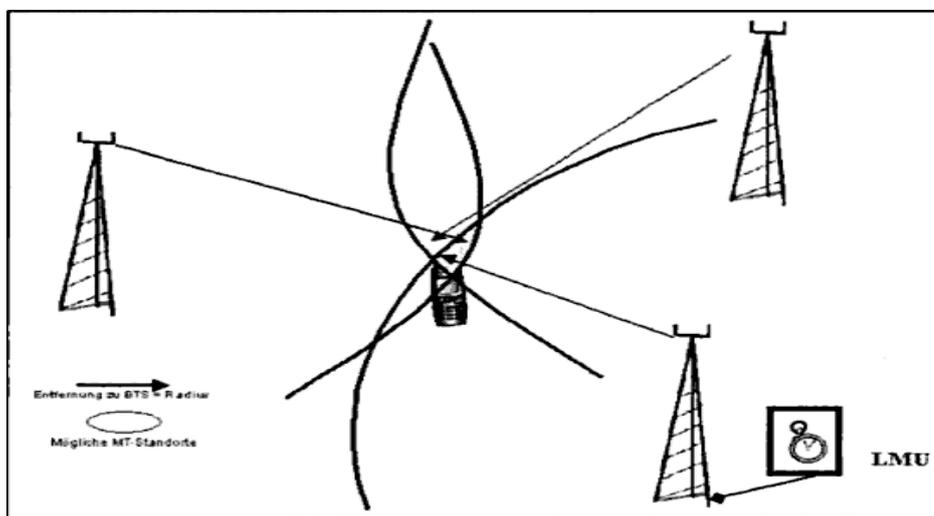


Abbildung 10: Positionsbestimmung mittels E-OTD<sup>25</sup>

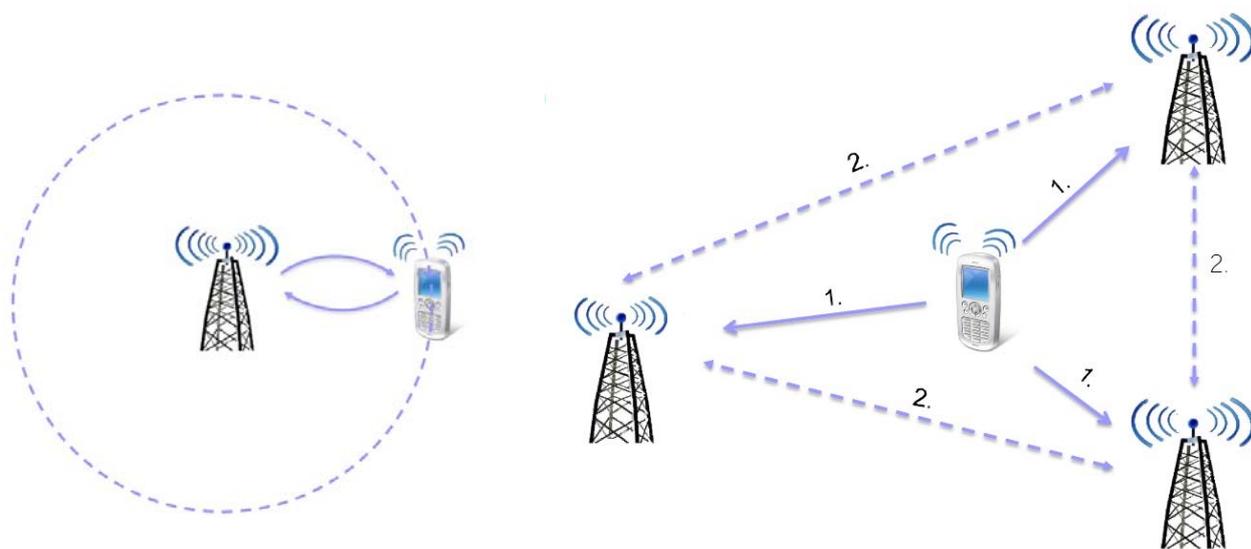
<sup>24</sup>3GPP TS 22.071: Location Services; Service description; Stage 1; Chapter 4.; Release 8.1.0 (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>25</sup> Lehner, Franz: Mobile und drahtlose Informationssysteme: Technologien, Anwendungen Märkte, Springer-Verlag, 2003, Seite 103ff

**Laufzeitbasierte** Ortungsmethoden lassen die Positionsbestimmung mittels der Position des Sendemasten (BTS) und der Laufzeit der Datenpakete zum Endgerät(MS) eruieren.

- Eine Möglichkeit ist die Funktion „**Timing Advance**“<sup>24</sup>. Sie dient zur zeitlichen Synchronisation der „Time Slots“, koordiniert also den Zeitversatz beim Senden von Datenpaketen, der notwendig ist, um die Distanz zwischen dem MS und dem BTS auszugleichen und keine Latenzen zu verursachen. (Distanz =  $v \cdot t$ ). Für diese Methode wird nur eine Basisstation benötigt und heißt „**Time of Arrival**“ Genauigkeit 277m.
- Mittels „**Enhanced Observed Time Difference**“<sup>26</sup> (E-OTD) werden Ortungssignale von mindestens 3 Basisstationen (BTS) an das Endgerät gesendet, die zeitlich versetzt ankommen. Aus dem zeitlichen Unterschied wird mittels Triangulation die Position des Gerätes berechnet. Eine schematische Darstellung ist in Abbildung 7 ersichtlich.

Im UMTS System nennt sich die äquivalente Methode „Observed Time Difference of Arrival“ (OTDOA) Genauigkeit ca. 25m. Der einzige Unterschied ist die Laufzeitmessung beim Uplink (UTDOA). Hier messen mehrere Basisstationen (BTS) die Laufzeitdifferenzen des mobilen Gerätes.<sup>2</sup>

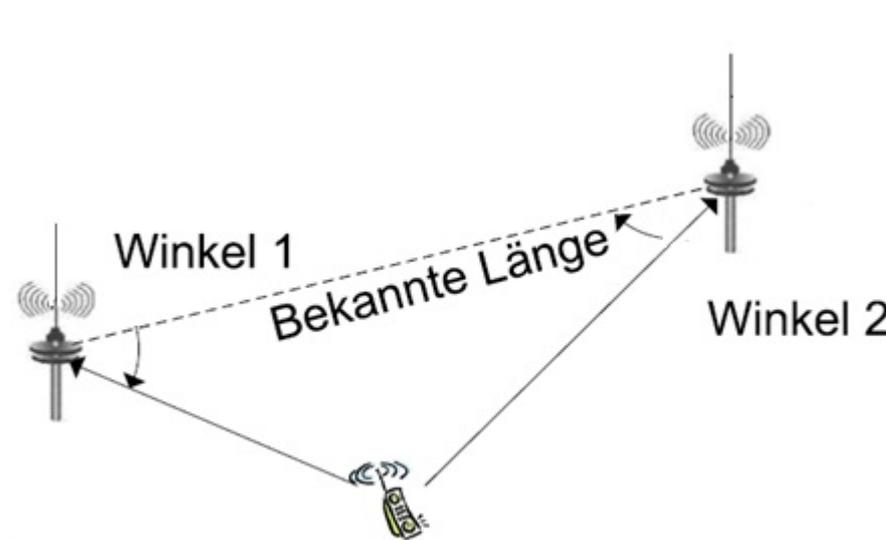


**Abbildung 11:** Schematische Darstellung von „Timing Advance“ (li.) sowie „E-OTD“ (re.)<sup>24</sup>

<sup>24</sup> 3GPP TS 22.071: Location Services; Service description; Stage 1; Chapter 4.; Release 8.1.0 (Zugriff: 23.8.2012)

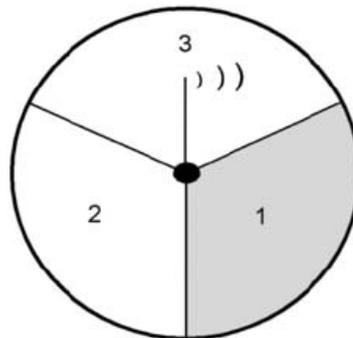
<sup>26</sup> <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/enhanced-observed-time-difference-E-OTD.html> (Zugriff: 23.8.2012)

Beim sog. „Angle of Arrival“ (AOA), einer **winkelbasierten** Ortungsmethode müssen die Basisstationen (BTS) mit Antennen ausgestattet sein, die den Einfallswinkel des Signals errechnen können. Mittels des Satzes des Pythagoras kann dann der Standort des mobilen Gerätes ermittelt werden, da der Abstand der Basisstationen, als auch der Einfallswinkel des Signals, bekannt ist.<sup>28</sup>



**Abbildung 12:** Schematische Darstellung von „Angle of Arrival“ (AOA)<sup>27</sup>

Um die Lagegenauigkeit der Lokalisierung zu erhöhen wird jede Zelle in 3 Sektoren unterteilt. Auch hier werden in jede der 3 Richtungen Antennen angebracht. Diese senden in verschiedenen Frequenzen. Mithilfe dieser sog. „Cell Sector“<sup>27</sup> Methode kann die Richtung oder der Zellsektor bestimmt werden, aus der das Signal zurückkommt.<sup>1</sup>



**Abbildung 13:** Schematische Darstellung von der Teilung der Zelle in Sektoren (CS)<sup>27</sup>

<sup>27</sup> Frederik Loser, Position System mit GSM, 2006

<sup>28</sup> Ludger Lecke, Positionierung von Mobiltelefonen, 2004

## 2.2.2 Ortsbestimmung mittels GPS

Bei der Positionsbestimmung mittels „Global Positioning System“ (GPS) bestimmt das Endgerät selbst seine Position mittels eines satellitengestützten Dienstes und sendet diese Informationen an das Mobilfunknetz weiter. Die Methode, die bei vielen mobilen Geräten in Verwendung ist, ist das sog. „Assisted GPS“, durch welche die GPS Daten und Kartensoftware über das Mobilfunknetz zur Verfügung gestellt werden. Der entscheidende Vorteil ist, dass mittels GSM die Position durch die Zell-ID schon bekannt ist. Dieser Umstand gleicht Schwächen des GPS aus, das nur dann genaue Informationen liefern kann, wenn eine stetig aktive Verbindung, d.h. keine Bewegung und offene Sicht zum Satelliten, besteht. Außerdem schränkt die GSM Ortung die GPS Suche ein und beschleunigt somit den Vorgang um ein Vielfaches.<sup>25</sup>

Nachteile dieser Methode sind die Abhängigkeit der beiden Systeme voneinander, da GSM und GPS Empfang notwendig sind, um eine Positionsbestimmung durchführen zu können und der mögliche Kostenfaktor durch die Nutzung mobiler Datendienste.<sup>25</sup>

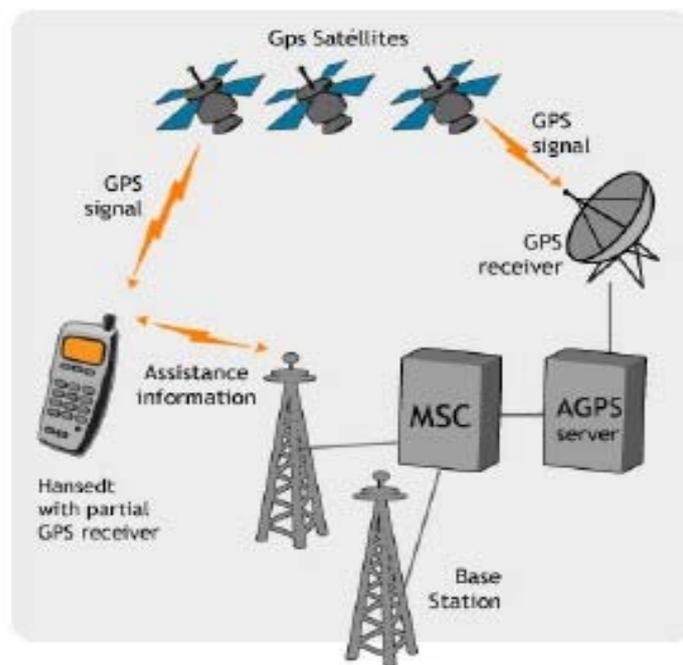


Abbildung 14: Systemarchitektur A-GPS<sup>29</sup>

<sup>25</sup> Lehner, Franz: *Mobile und drahtlose Informationssysteme: Technologien, Anwendungen Märkte*, Springer-Verlag, 2003, Seite 103ff

<sup>29</sup> 3GPP TS 43.059: *Functional stage 2 description of Location Services in GERAN*; Release 8.1.0 (Zugriff: 23.8.2012)

### 2.2.3 Signalstörungen<sup>28</sup>

Die Genauigkeit, der im Kapitel 2.2 beschriebenen Verfahren und Methoden zur Lokalisierung von mobilen Endgeräten sind einer Vielzahl von Rahmenbedingungen unterworfen. In erster Linie ist die Signalstärke und die Signallaufzeit ausschlaggebend.

Vorliegendes Kapitel behandelt Störungen des Signals, die nicht vom System selbst und der Verteilung der Basisstationen und sonstiger Infrastruktur abhängig ist, sondern von der unmittelbaren Umwelt des mobilen Gerätes, das versucht mit der Basisstation zu kommunizieren.

Beispielsweise kann das Signal von Hauswänden **reflektiert** werden und verspätet oder gar nicht beim Empfänger ankommen.<sup>28</sup>

Die sog. **Refraktion** ist die Brechung des Signals an flüssigen Oberflächen u.ä.<sup>28</sup>

Die **Streuung** des Signals kann auftreten, wenn das Signal in einem spitzen Winkel auf eine Oberfläche trifft und in mehrere Richtungen reflektiert wird. In diesem Fall kommt es beim Empfänger womöglich mehrfach und zeitlich versetzt an.<sup>28</sup>

**Beugung** tritt dann auf, wenn das Signal auf einem flachen Winkel auf eine Oberfläche trifft und wiederum in unterschiedliche Richtungen weitergeleitet wird. Auch in diesem Fall kommt das Signal beim Empfänger verspätet oder gar nicht an.<sup>28</sup>

**Abschattung** kann vorkommen, wenn das Signal auf einer Oberfläche, wie zum Beispiel einer Häuserwand abgeschwächt bzw. teilweise absorbiert wird. In diesem Fall kommt das Signal beim Empfänger in einer anderen Signalstärke an, als erwartet und kann dann bei Lokalisierungsversuchen falsch interpretiert werden.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Ludger Lecke, Positionierung von Mobiltelefonen, 2004

## **2.3 Geodatenexploration und -verarbeitung mittels Open Source GIS und Applikationen**

Die Daten, die vom Netzbetreiber AI zur Verfügung gestellt und durch AIT aufbereitet wurden, sind in tabellarischer und georeferenzierter Form verfügbar. Diese Daten werden mittels diverser GIS Softwareprodukten weiterverarbeitet. Für vorliegende Arbeit kommen neben dem GIS Paket „ArcGIS 10“ von ESRI und dem sog „Global Mapper“, großteils Open Source Produkte, wie zum Beispiel „Quantum GIS“ zum Einsatz.

Letzteres ist ein quelloffenes GIS System, lizenziert unter der „GNU General Public License“<sup>42</sup> und bietet verschiedene ebenfalls quelloffene Zusatzpakete, wie der sog. „Time Manager“, mit dessen Hilfe die verorteten Userereignisse in Zeitintervallen dargestellt werden können.

Weiters kommen Datenbanksysteme zum Einsatz, um die Qualität und Redundanzfreiheit der Daten, in der Datenbank zu gewährleisten.

Vorliegendes Kapitel beschreibt die verwendeten Erweiterungen der Softwareprodukte und zeigt den Fortschritt der Analyse an ausgewählten Beispielen.

### **2.3.1 Time Manager for QGis**

Der Time Manager ist eine Open Source Erweiterung, die von Anita Graser, Mitarbeiterin des Austrian Institute of Technology, erstellt und veröffentlicht wurde.<sup>43</sup>

Dieses Tool ermöglicht die Analyse von Geodaten mit temporalen Attributen. Es filtert Geodaten und visualisiert diejenigen, die über einen Zeitstempel mit unterstütztem Format verfügen, wie in Tabelle 1 zu sehen ist.

In folgendem Kapitel 3.1, wird anhand eines Datensatzes aus lediglich einer Quellzelle aus einer Grundgesamtheit von 16197 Zellen, die raumzeitliche Verteilung der Ereignisse mittels des „Time Managers“ dargestellt, um die Funktionen und Möglichkeiten der Erweiterung darzulegen. Im späteren Verlauf der Arbeit werden diese Daten aggregiert auf die Quellzellen und ebenfalls raum-zeitlich dargestellt.

---

<sup>42</sup> <http://www.qgis.org/> (Zugriff 10.9.2012)

<sup>43</sup> <http://anitagraser.github.com/TimeManager/> (Zugriff 10.9.2012)

## **3.Datenstrukturen und Beziehungen – deskriptive Analyse**

Vorliegendes Kapitel soll dazu dienen die Struktur und den Inhalt der verwendeten Daten darzulegen und zu visualisieren. Hierzu werden die einzelnen gewählten Quellzellen in Unterkapitel geteilt, wobei die Quellzelle 1 im 18. Wiener Gemeindebezirk liegt, die Quellzelle 2 im 21. Wiener Gemeindebezirk. Es wurde versucht Zellen auszuwählen, die in Stadtteilen liegen, die in Bezug auf den Ausbau der Infrastruktur, der Nähe zum Zentrum und der Dichte der Bevölkerung unterschiedlich sind. Wie in den Hypothesen bereits beschrieben soll versucht werden aufgrund dieser Merkmale, unterschiedliche Mobilitätsmuster ausfindig zu machen, diese zu operationalisieren und darzustellen.

Die in vorliegender Arbeit verwendeten Datensätze stammen vom Netzbetreiber A1 (Punktdaten der Useraktivitäten), von Austrian Institute of Technology (WMS Geoserverdienste) andererseits von der Statistik Austria bzw. der Stadt Wien (Shapefiles der Stadt Wien).

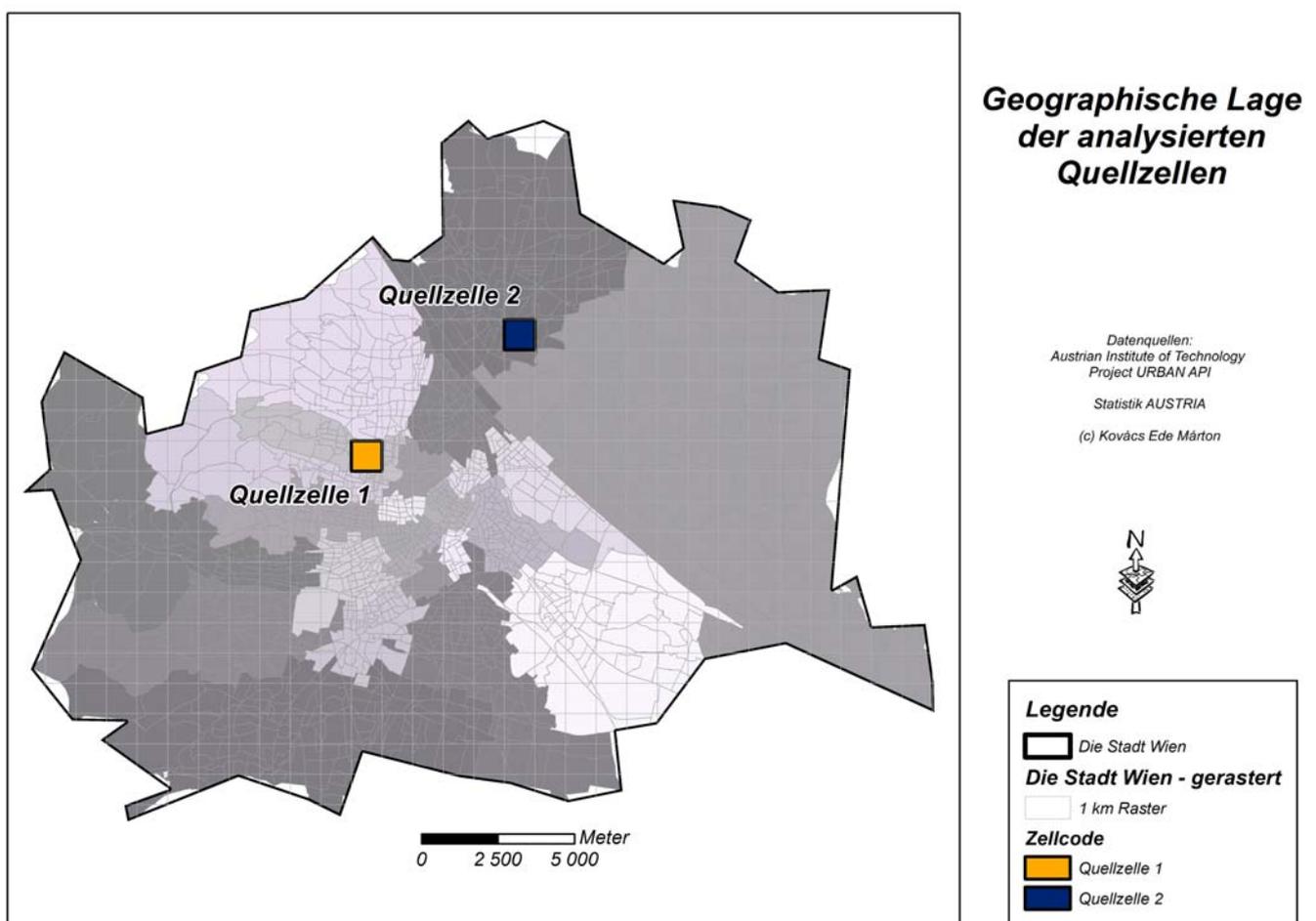
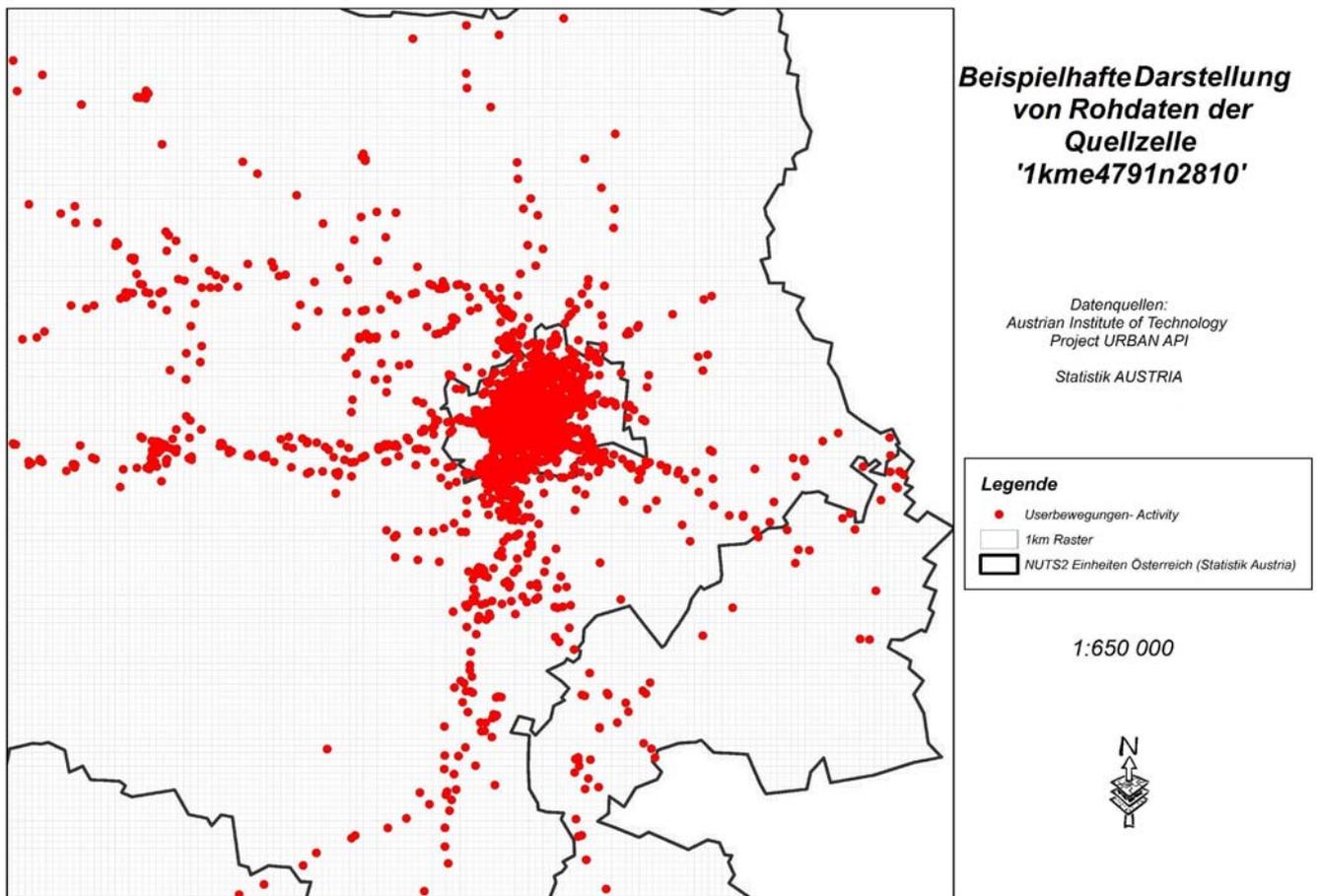


Abbildung 15: Graphische Darstellung der Lage der Quellzellen



**Abbildung 16:** Beispielhafte Darstellung der Rohdaten im Maßstab 1: 650.000 – zur Verfügung gestellt von AIT (Austrian Institute of Technology)

Abbildung 16, zur Verfügung gestellt von AIT, zeigt Rohdatenpunkte der Einzelevents aller User aus der Quellzelle 1 aus dem Wiener Gemeindebezirk Währing beispielhaft, im Tagesverlauf. Dem Autor steht diese Karte nur zu Illustrationszwecken zur Verfügung. Diese Zelle beinhaltet 34.101 Einträge von AI Kunden, die sich mit ihren mobilen Endgeräten im Lauf des Tages in der Stadt Wien bewegen und mobile Dienste nutzen, die sie für das System ortbar machen. Derartige Daten stehen für die Ostregion flächendeckend zur Verfügung und fließen in vorliegende Arbeit nur in aggregierter Form für 1km Rasterzellen ein. Die so aufbereiteten Daten wurden von AIT ortsbezogen und zeitbezogen aggregiert und daraus Matrizen der Bewegungen von Aggregaten gleicher Herkunft und Ziele in Zeitintervallen generiert.

Weiters ist zu erwähnen, dass sich vorliegender Datensatz, wie auch in Abbildung 16 ersichtlich ist, nicht nur auf die Fläche der Stadt Wien beschränkt, sondern die Bewegungen ausgehend aus der Stadt ins nahegelegene Umland ebenfalls mit einbezieht. Diese Datengrundlage, die in Abbildung 16 ersichtlich ist, wurde als beispielhafte Visualisierung der Rohdaten von Austrian Institute of Technology zur Verfügung gestellt und dient lediglich Illustrationszwecken.

FID	Shape	anonid	stationid	ts	cellcode	timestamp
0	Point	530	14335	2198149	1kmE4791N2810	2011-10-18 00:10:00
1	Point	530	14217	2198196	1kmE4791N2810	2011-10-18 08:02:00
2	Point	530	14270	2198231	1kmE4791N2810	2011-10-18 13:58:00
3	Point	530	14335	2198232	1kmE4791N2810	2011-10-18 14:06:00
4	Point	530	14135	2198245	1kmE4791N2810	2011-10-18 16:14:00
5	Point	530	14335	2198247	1kmE4791N2810	2011-10-18 16:32:00
6	Point	530	14135	2198248	1kmE4791N2810	2011-10-18 16:45:00
7	Point	530	14335	2198252	1kmE4791N2810	2011-10-18 17:24:00
8	Point	530	14135	2198257	1kmE4791N2810	2011-10-18 18:16:00
9	Point	530	14335	2198259	1kmE4791N2810	2011-10-18 18:36:00
10	Point	902	14194	2198148	1kmE4791N2810	2011-10-18 00:09:00
11	Point	902	14073	2198208	1kmE4791N2809	2011-10-18 10:04:00
12	Point	902	14220	2198208	1kmE4792N2810	2011-10-18 10:06:00
13	Point	902	14103	2198208	1kmE4792N2810	2011-10-18 10:08:00
14	Point	902	14007	2198209	1kmE4793N2809	2011-10-18 10:12:00
15	Point	902	13819	2198210	1kmE4793N2809	2011-10-18 10:26:00
16	Point	902	13872	2198217	1kmE4792N2809	2011-10-18 11:36:00
17	Point	902	13657	2198217	1kmE4793N2809	2011-10-18 11:38:00
18	Point	902	13872	2198217	1kmE4792N2809	2011-10-18 11:39:00

**Tabelle 1:** Datentabelle der Rohdaten (Arc GIS 10)

Es wird im Datensatz, wie in obiger Tabelle 1 ersichtlich ist, neben dem verorteten **Datenpunkt**; die sog. **'anonymous ID'**; die **'Station ID'**; der **'Cellcode'**, in der das Gerät eingebucht ist und der **'Timestamp'** des Ereignisses gespeichert.

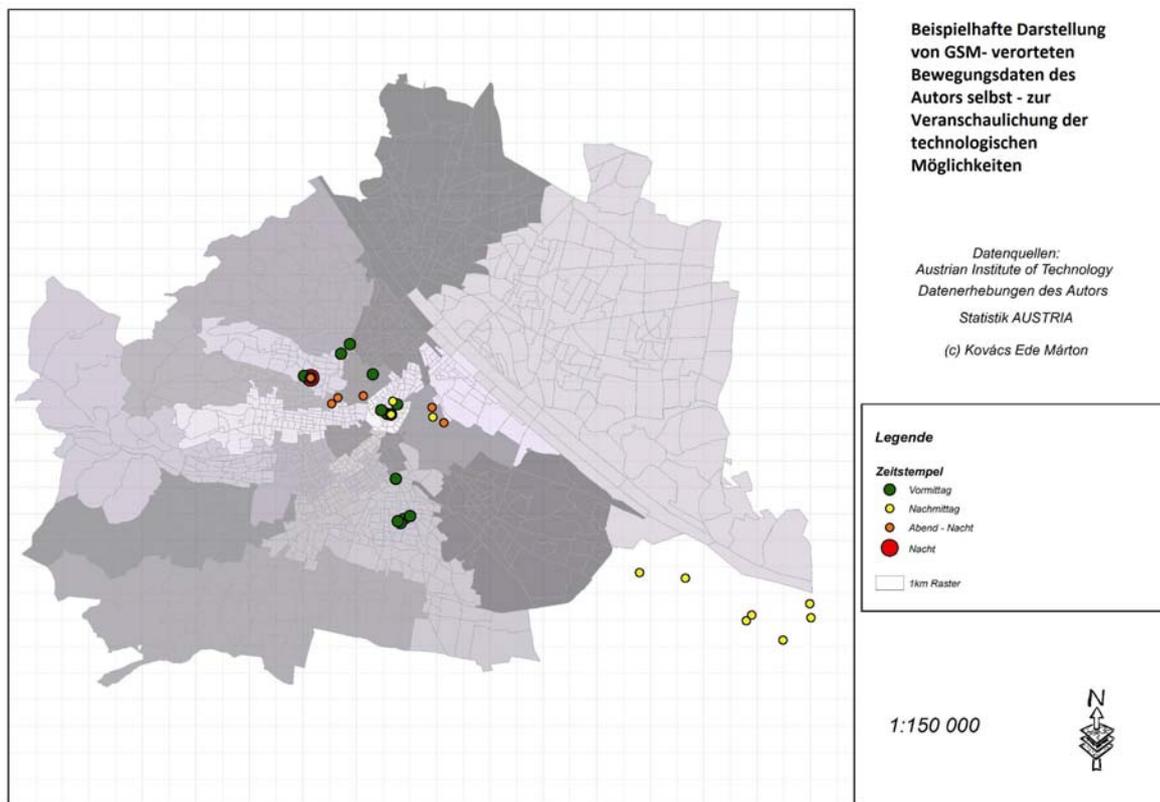
Die User werden seitens AI mit einer fortlaufenden numerischen sog. „Anonymous ID“ versehen, die sie unterscheidbar, aber nicht identifizierbar machen. Die Ortsangabe erfolgt in geographischen Koordinaten, die in der „Shape“ Spalte kodiert enthalten sind, aber nicht sichtbar sind. Für die Analyse ist ohnehin nur der sog. „Cellcode“ von Bedeutung, der die Position eines „Events“ im 1km gerasterten Untersuchungsgebiet ausweist. Die Art der Aktion des mobilen Endgerätes kann zum Zwecke dieser Arbeit nicht herangezogen werden.

Diese Parameter ermöglichen es AIT die Daten zu aggregieren und für diese Arbeit analysierbar zu machen. Dabei wurden Mehrfacheinträge im Zeitintervall eliminiert.<sup>8</sup>

Ein weiterer Umstand, der zu Verfälschungen führen kann, ist die Tatsache, dass User bei Überlastung zu anderen Masten umgeleitet werden und somit die Positionsangabe verfälschen. Dies wurde durch Prozessierung der Daten ebenfalls eliminiert.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Loibl W., Peters-Anders J., „Mobile Phone Data as Source to Discover Spatial Activity and Motion Patterns“ GI\_Forum

Mittels des 'Timestamps' (Tabelle 1) ist es möglich die zeitliche Differenzierung der Einträge vorzunehmen und durch Aggregation der Einträge in 1000m x 1000 m Rasterzellen zu messen, wie viele User in den verschiedenen Zellen zu den Tages- und Nachtzeiten eingeloggt sind. Dazu werden die Daten nach Zeitintervallen aggregiert und die räumlichen Intensitäten verglichen (Abbildungen 21 – 24).



„Timestamps“, wie in Tabelle 1 ersichtlich - Eigenerhebung; Maßstab 1: 150.000 nit Hilfe des

In Abbildung 17 ist eine einzelne ID, nämlich die des Autors vorliegender Arbeit im Tagesverlauf dargestellt. Die Karte basiert auf selbst erhobenen Daten und zeigt den zeitlichen Ablauf der Bewegung von 24 Stunden in farbiger Darstellung. Sie hat das Ziel die Möglichkeiten der Ortung über GSM Systeme aufzuzeigen. Der Autor hat aus Datenschutzgründen Bewegungsprofile seiner eigenen Bewegung erstellt. Hierbei sind Wege des Vormittages in grün dargestellt, Wege des Nachmittages in orange bzw. die nächtlichen Bewegungen in rot. Die abendliche Rückkehr an den Ursprungsort ist auch gleichzeitig eine Verifikation des Datensatzes.

Der „Time Manager“, der hier zum Einsatz kommt und in Kapitel 2.3.1 und Kapitel 3 kurz erläutert wurde liest nun die Informationen aus den vorher formatierten „Timestamps“ und ermöglicht Visualisierungen einer bestimmten Zeitspanne, welche beliebig, je nach Datenqualität, gewählt werden kann.

*Dabei muss, wie in Abbildung 18 dargestellt, der Input Layer unter den „Settings“ angegeben werden, der über eine Spalte mit Zeitstempel verfügt. Sobald diese erkannt ist, können verschiedene Visualisierungseinstellungen gewählt werden. Eine Speicherung der einzelnen Abbildungen in das JPEG Format ist ebenfalls möglich. Der Zeitstempel muss allerdings in einem Format vorliegen, das die Software auch erkennt (siehe Abbildung 18).<sup>43</sup>*

*Folgende Abbildung stellt die eben beschriebenen Funktionalitäten des Time Managers dar und zeigt, wie Daten dargestellt werden bzw. welche Einstellungsmöglichkeiten bestehen.*

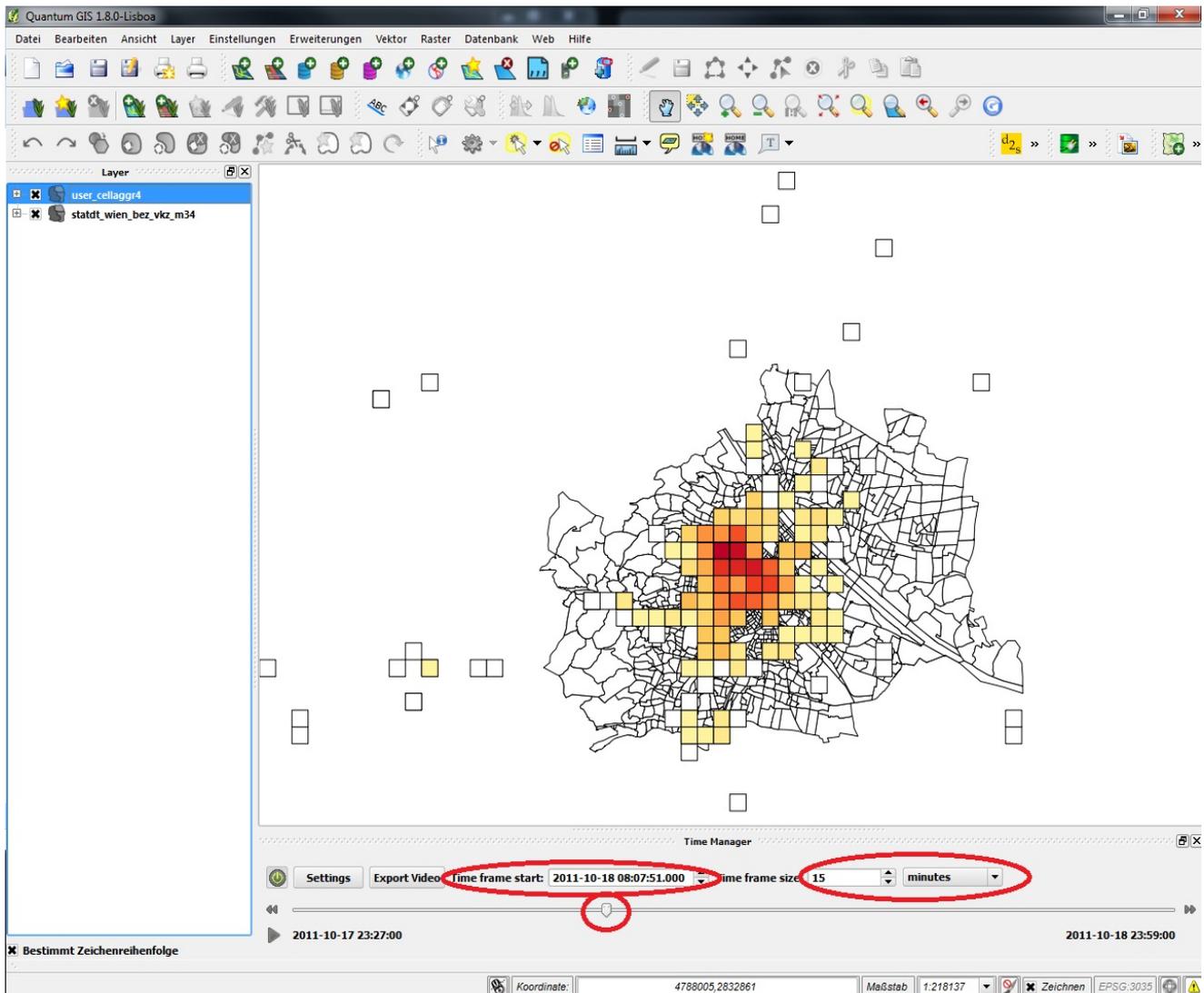
*Auf Basis dieser Zeitinformationen war es dem Autor möglich Visualisierungen der beiden gewählten Quellzellen aus Währing und Floridsdorf nach Tageszeiten zu differenzieren. In Abbildung 18 ist die Oberfläche des Time Managers dargestellt.*

*Eben Beschriebenes wird in folgenden Kapiteln 3.1 und 3.2 in Zusammenhang mit den Fragestellungen dargelegt.*

*Gewählt wurden 3 Tageszeiten, die sich in Bezug auf die Tagesmobilität als signifikant erwiesen hat. Diese waren die Zeitspanne zwischen 23:00 und 01:00, 06:00 und 07:00, sowie 18:00 und 19:00.*

---

<sup>43</sup> <http://anitagraser.github.com/TimeManager/> (Zugriff 10.9.2012)



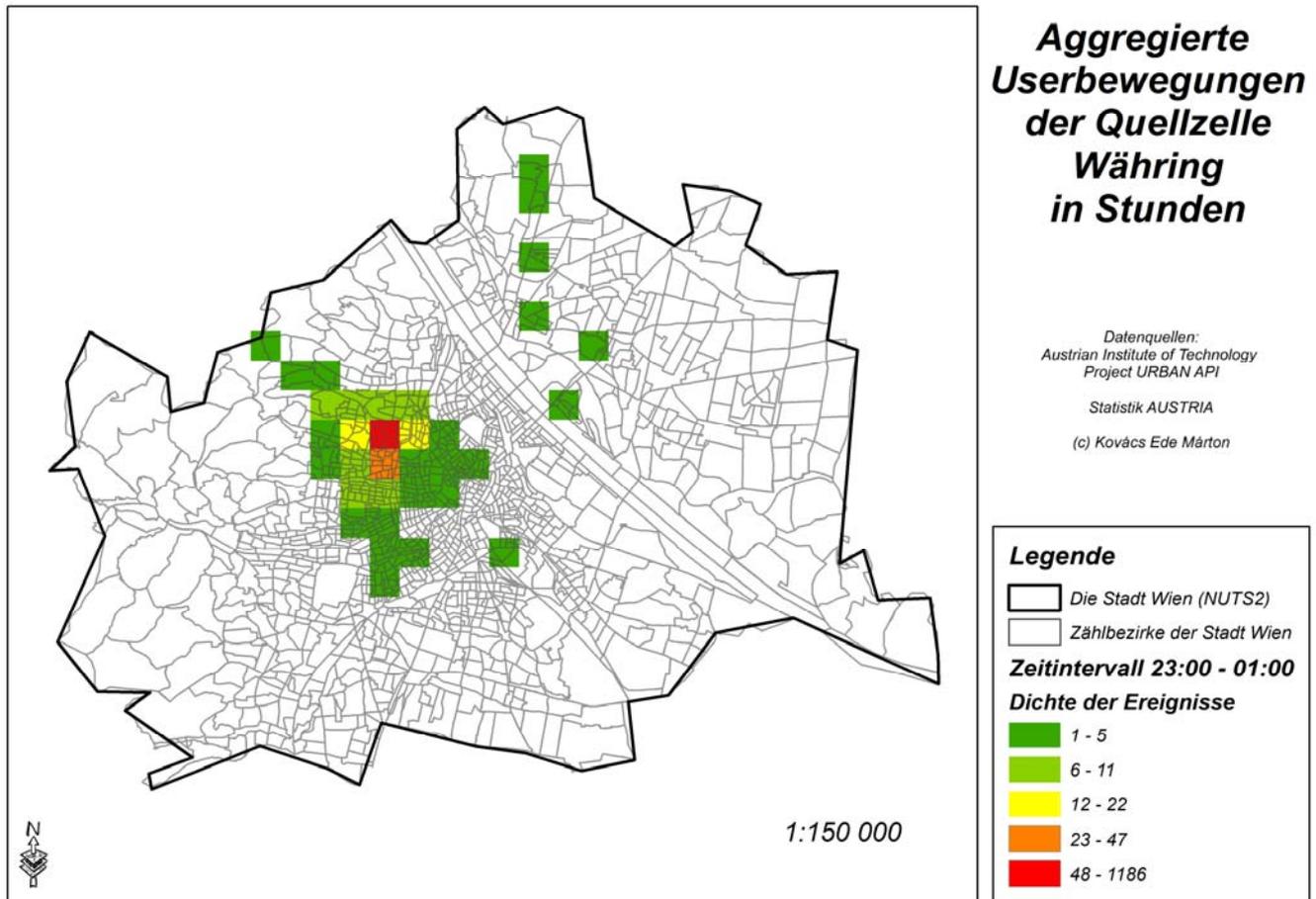
**Abbildung 18:** Die wichtigsten verwendeten Funktionalitäten des „Time Managers“<sup>43</sup>

Folgende Abbildungen 19 bis 22 stellen eine Auswahl der eben genannten ersten Schritte der Datenverarbeitung, sowie die verwendeten Softwareprodukte inkl. Erweiterungen dar und zeigen deutlich, welche Nutzungs- und Bewegungsintensitäten durch die Endnutzer von mobilen Netzen zu den verschiedenen Tages- und Nachtzeiten zu beobachten sind.

Am Ende jedes Unterkapitels 3.1 und 3.2 wird die Verschneidung mit sozio-ökonomischen Daten vorgenommen und Differenzierungen vorgenommen.

<sup>43</sup> <http://anitagraser.github.com/TimeManager/> (Zugriff 10.9.2012)

### 3.1 Datensichtung und Visualisierung der Quellzelle 1 (Währing)



**Abbildung 19:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 23:00 und 01:00 Uhr früh

Obige Abbildung 19 zeigt, ausgehend der Daten, die in den Abbildung 16 dargestellt bzw. danach seitens AIT aggregiert worden sind, die Bewegungsmuster der Nutzer des mobilen Netzes von A1 im Zeitintervall von 23:00 und 01:00 Uhr. Die Quellzelle, also der Ausgangspunkt oder auch der vermutete Wohnort der hier als Datengrundlage dienenden Nutzer, liegt in der Quellzelle Währing, der Rasterzelle, die auch in der Abbildung 20 als die mit der höchsten Dichte dargestellt ist. Wie die folgenden Abbildungen 19 – 22 zeigen werden, ist der Tagesgang der Mobilität anhand der Datenpunkte und der farblich dargestellten aggregierten Rasterflächen klar zu erkennen.

Dabei stellen die Datenpunkte die jeweiligen Kontaktaufnahmen mit dem mobilen Netz dar, die bei jedem Ereignis ein Standortupdate bei den Sendemasten (hier nicht sichtbar) nach sich ziehen. Hierfür muss der User nicht nur im Netz eingeloggt sein, sondern Informationen aktiv anfordern. Die flächig visualisierten Rasterzellen stellen die aggregierten und aufsummierten Ereignisse von 24 Stunden, auf einen 1km Raster farblich dar, wie in der Legende veranschaulicht und in Tabelle 2 verdeutlicht ist.

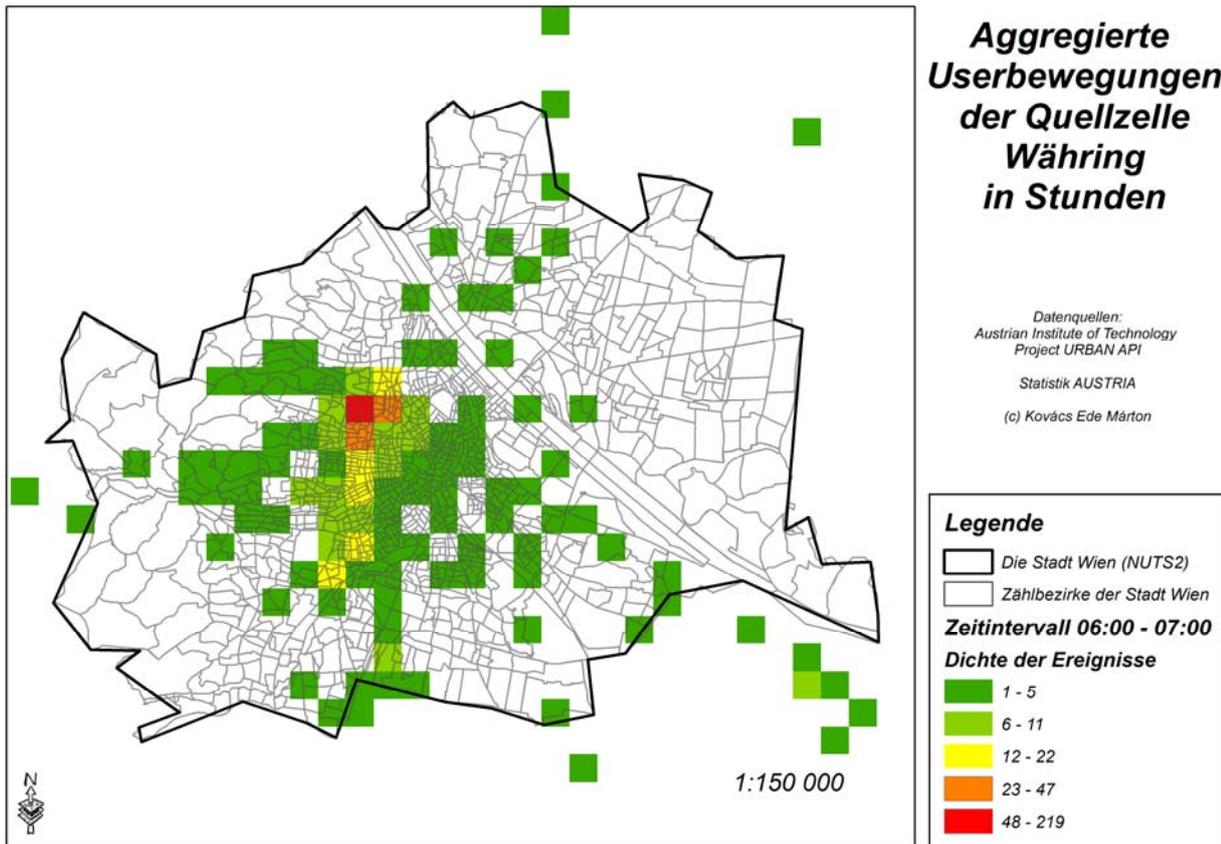
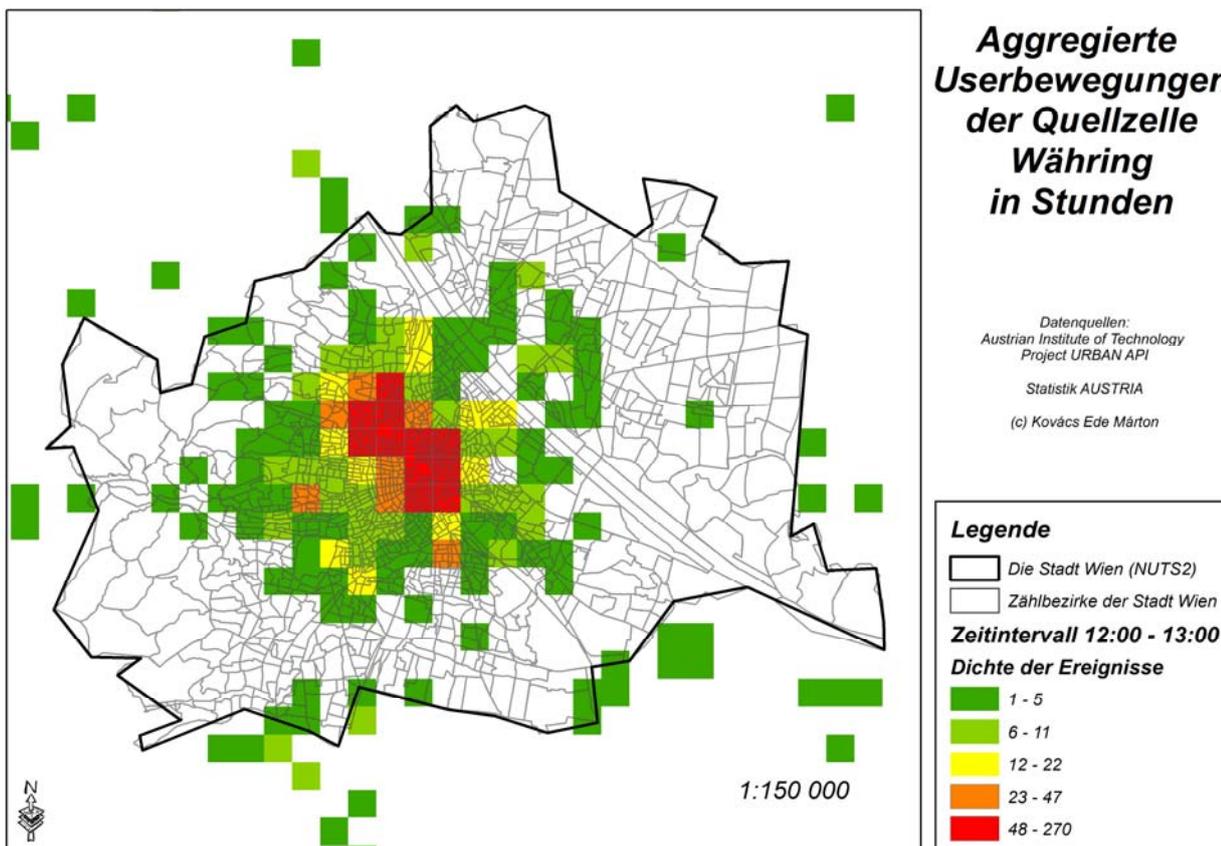
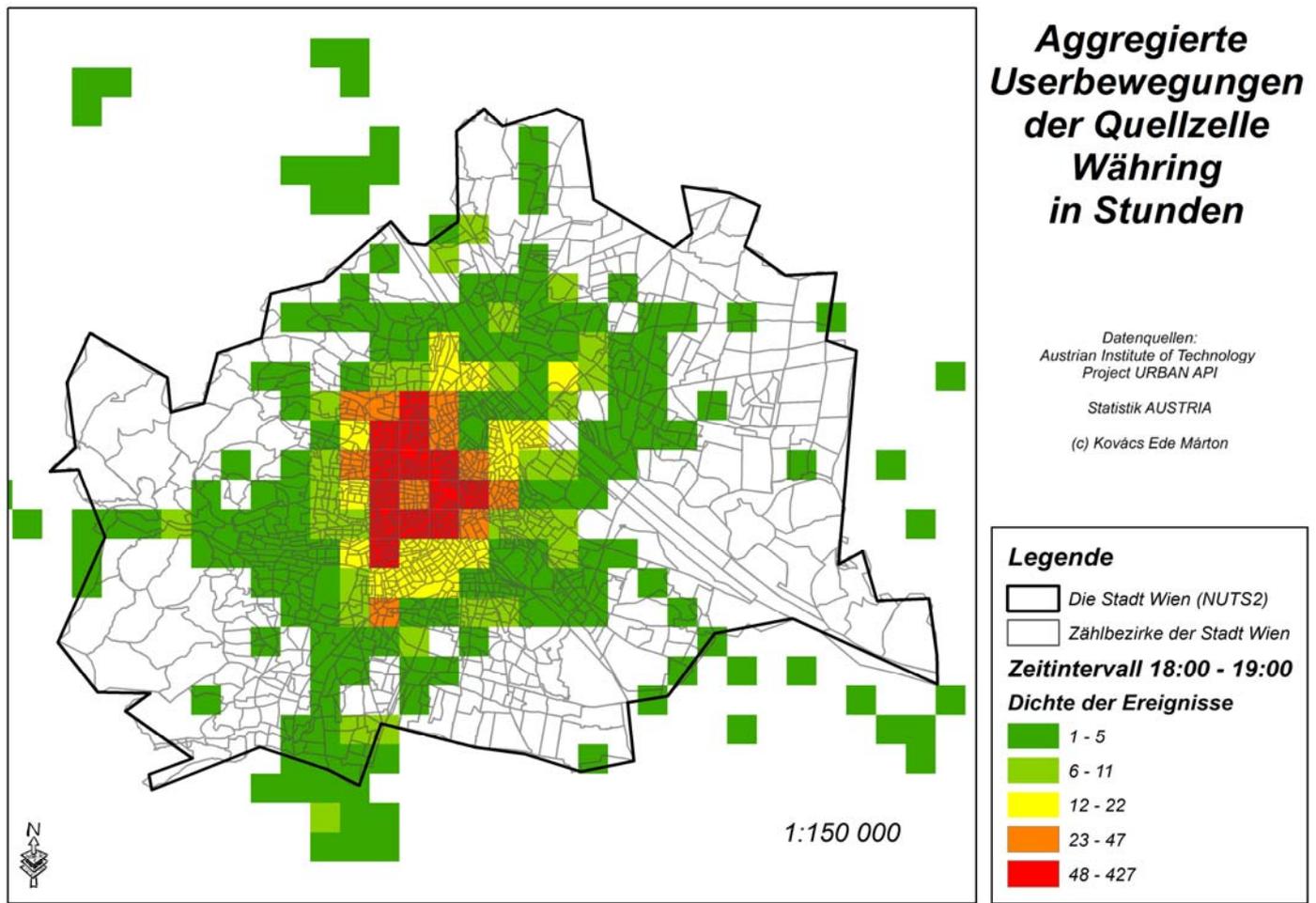


Abbildung 20 - 21: Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 06:00 bis 07:00 bzw. 12:00 – 13:00 Uhr





**Abbildung 22:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 18:00 und 19:00 Uhr

Es ist klar zu erkennen, dass abhängig von der Tageszeit die Mobilität der Endnutzer des Mobilnetzwerkes A1 während des Tages zu und während der Nachtstunden abnimmt. Mittels dieser Darstellungen ist es auch möglich den Datensatz auf eventuelle Fehler und Redundanzen zu überprüfen und eventuelle Ungenauigkeiten aufzuspüren und beheben zu können.

In einem nächsten Schritt soll nun, um den Datenschutz zu gewährleisten und den Informationsgehalt zu generalisieren der gesamte Datensatz der Quellzelle aggregiert werden. Dies geschieht, wie in Abbildung 24 dargestellt auf Basis des bereits erwähnten 1km x 1km Rasters, in dem die Anzahl der Punkte, die sich in einer Rasterzelle befinden, in die Datentabelle geschrieben werden und damit als atomarer Wert visualisiert werden können (Abbildungen 19 – 22).

Die Anzahl der Ereignisse aus der Quellzelle des Datensatzes in Quellzelle 1 beläuft sich auf rund 34.100, wobei hier jedes Ereignis aufgezeichnet wurde und es aus diesem Grund auch vorkommen kann, dass User in einer Zelle mehrmals aktiv werden. Diese Ereignisse werden auf eine Rasterzellengrundgesamtheit von

rund 16.100 aggregiert. Hiervon wiederum sind nur 691 Zellen vorhanden, in denen Aktivität nachzuweisen ist.

Es ist deutlich zu sehen, dass sich die größte Intensität der Mobilität auf die unmittelbare Umgebung des Ursprungs der Bewegung eines Tages beschränkt. Diese erste deskriptive Analyse ist aber, so eine erste Vermutung, auf die urbane Umgebung der Analyse zurückzuführen. In ruralen Räumen wäre diese Verteilung, je nach Entfernung zum gewünschten Zielort um ein Vielfaches höher.

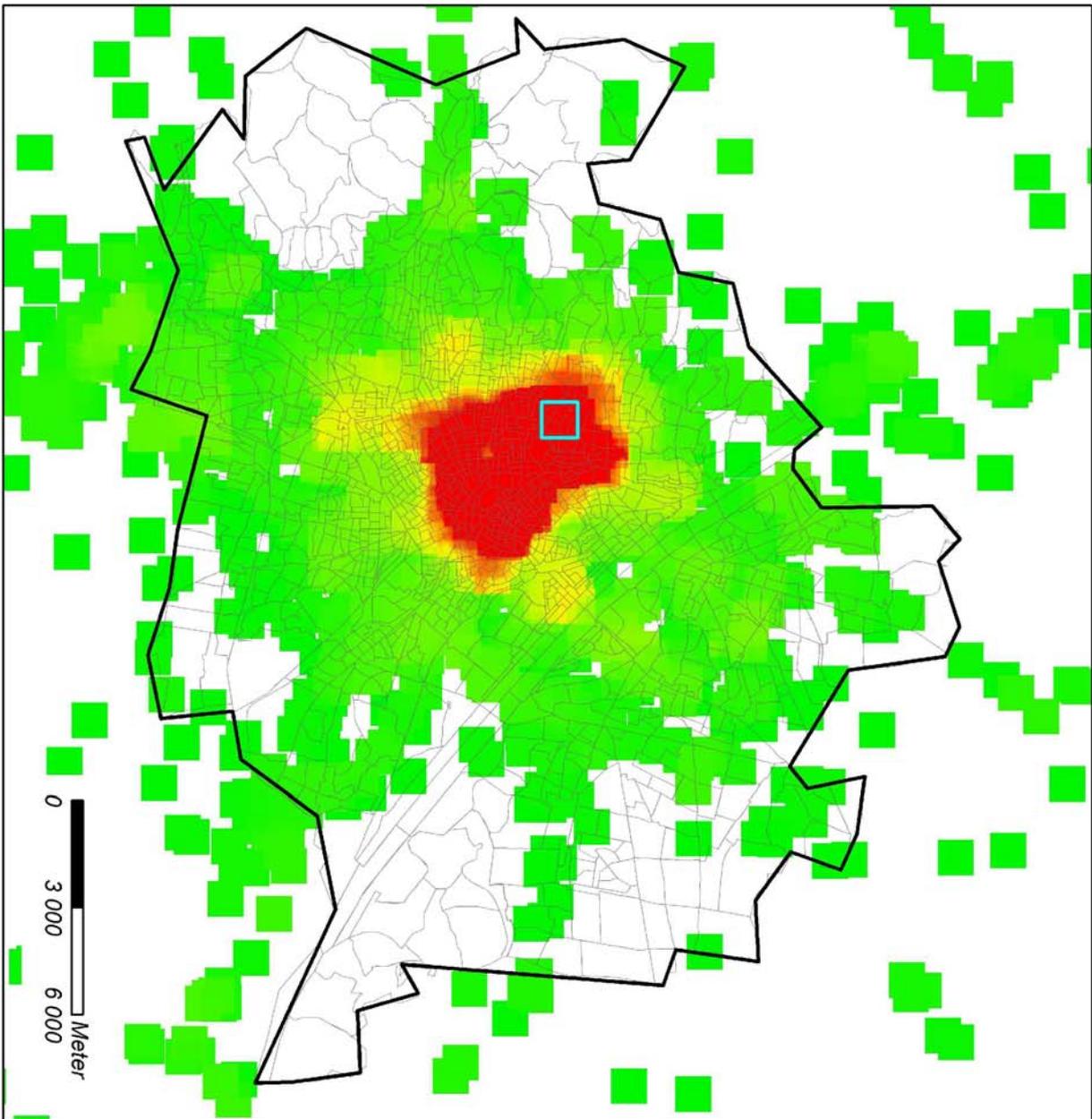
Folgende Tabelle 2 zeigt die Datentabelle der aufsummierten Datenpunkte für 24 Stunden für die einzelnen Rasterzellen.

Join_Count	gid	CellCode	EofOrigin	NofOrigin	PKTCNT	anonid	stationid	ts	timestamp
1	10195	1kmE4792N2806	4792000	2806000	184	148109	12747	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10196	1kmE4792N2807	4792000	2807000	696	106411	12907	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10198	1kmE4792N2809	4792000	2809000	1221	60297	14022	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10199	1kmE4792N2810	4792000	2810000	2384	64078	14176	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10199	1kmE4792N2810	4792000	2810000	2384	203367	14072	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10199	1kmE4792N2810	4792000	2810000	2384	404039	14257	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10200	1kmE4792N2811	4792000	2811000	697	121250	14596	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10200	1kmE4792N2811	4792000	2811000	697	191855	14596	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10200	1kmE4792N2811	4792000	2811000	697	316289	14586	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10329	1kmE4793N2807	4793000	2807000	653	132845	13139	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10330	1kmE4793N2808	4793000	2808000	788	186136	13328	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10330	1kmE4793N2808	4793000	2808000	788	208685	13366	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10330	1kmE4793N2808	4793000	2808000	788	373115	13557	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10331	1kmE4793N2809	4793000	2809000	1590	163137	13687	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10331	1kmE4793N2809	4793000	2809000	1590	308381	13775	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10332	1kmE4793N2810	4793000	2810000	380	405566	14306	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10334	1kmE4793N2812	4793000	2812000	150	244583	14593	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10465	1kmE4794N2807	4794000	2807000	428	4624	12854	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10465	1kmE4794N2807	4794000	2807000	428	407928	13110	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10466	1kmE4794N2808	4794000	2808000	782	418884	13193	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10467	1kmE4794N2809	4794000	2809000	629	127110	13675	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10609	1kmE4795N2813	4795000	2813000	40	207285	14858	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10745	1kmE4796N2810	4796000	2810000	238	101171	14246	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	10747	1kmE4796N2812	4796000	2812000	52	421492	14711	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	11301	1kmE4800N2814	4800000	2814000	20	182811	14993	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	16008	1kmE4846N2797	4846000	2797000	3	156346	10605	21982567	2011-10-18 18:07:00
1	8780	1kmE4781N2822	4781000	2822000	6	124004	16194	21982568	2011-10-18 18:08:00
1	9412	1kmE4786N2805	4786000	2805000	16	101874	12658	21982568	2011-10-18 18:08:00

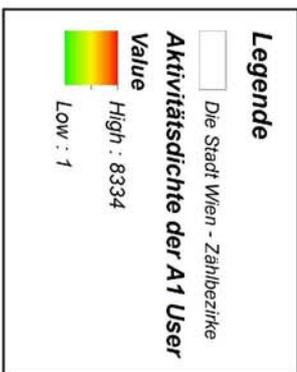
**Tabelle 2:** Erste Aggregation der Rasterzellen mit den Datenpunkten

In obiger Tabelle ist ersichtlich, wie die Daten aufbereitet werden müssen, um im ersten Schritt die Aggregation der Anzahl aller Einträge in einer Zelle für 24 Stunden darzustellen.

Im Folgenden werden nun die oben gezeigten Darstellungen auf die gesamte Zeitdauer von 24 Stunden aufsummiert und in der bereits aggregierten Form wiedergegeben. Damit soll gezeigt werden, in welchem Aktionsradius die User aus der Quellzelle Währing über einen ganzen Tag aktiv sind.



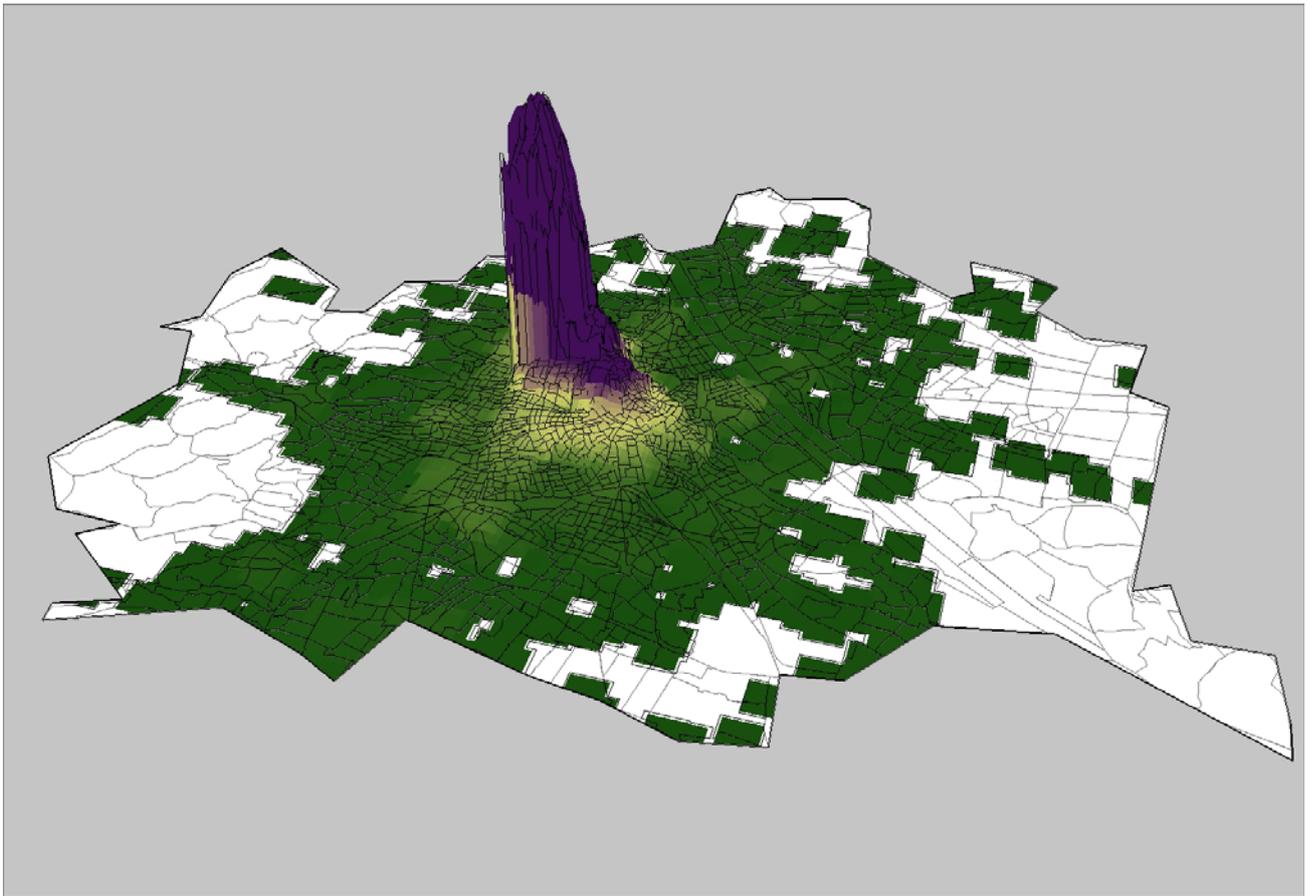
**Aktivitätsdichte der  
Mobifunknutzer  
von A1 - ausgehend  
aus Quellzelle 1 -  
Zeitintervall 24 Stunden**



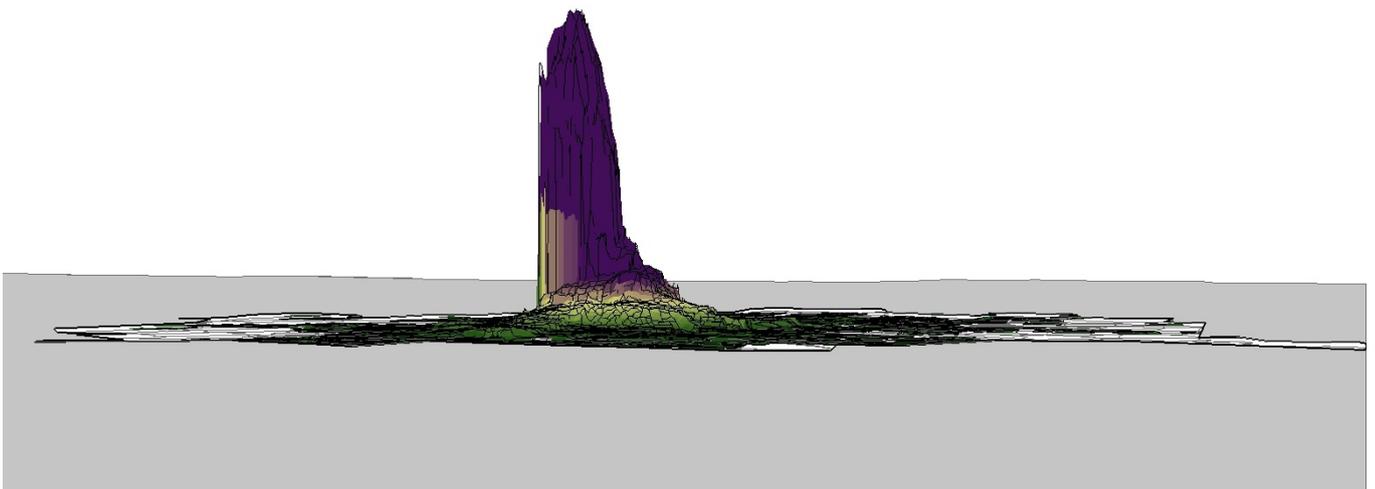
Datenquellen:  
Austrian Institute of Technology  
Project URBAN API  
Statistik AUSTRIA  
(c) Kovács Ede Márton



**Abbildung 23:** Dichtekarte des Zielverkehrs aus einer Rasterzelle (Abb.24) – Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen



**Abbildung 24:** 3D Darstellung der Useraktivitäten von AI aus einer Quellezelle ausgehend (Abb.23)



**Abbildung 25:** 3D Darstellung der Useraktivitäten von AI aus einer Quellezelle ausgehend (Abb.23)

In den Abbildungen 23 bis 25 sind die bisher verwendeten Daten in einer sog. „Dichtekarte“ bzw. in einem 3D Modell dargestellt und sollen in erster Linie die Konzentration der Userbewegungen in der unmittelbaren Umgebung des Ursprungsortes, also des vermuteten Hauptwohnsitzes der User, darstellen sowie den Radius aufzeigen, in dem vermehrt Aktivität nachzuweisen ist. Die zahlenmäßigen Unterschiede der Zielverkehre werden besser deutlich. Obige Abbildungen wurden mithilfe der Softwareprodukte „ArcGIS“ und „ArcScene“ von Esri erstellt.

Diese Abbildungen lassen auf das Mobilitätsverhalten der Endkunden schließen und werden in den folgenden Kapiteln mit einer anderen Quellzelle verglichen bzw. statistisch ergründet werden.

Hierzu dienen sozioökonomische Daten, die dem Autor durch den Netzbetreiber A1 und der Statistik Austria und der Stadt Wien zur Verfügung gestellt werden und die die Hypothesen seitens des Autors verifizieren sollen.

### 3.1.1 Demographische Daten der Quellzelle 1 (1kme4791n2810)

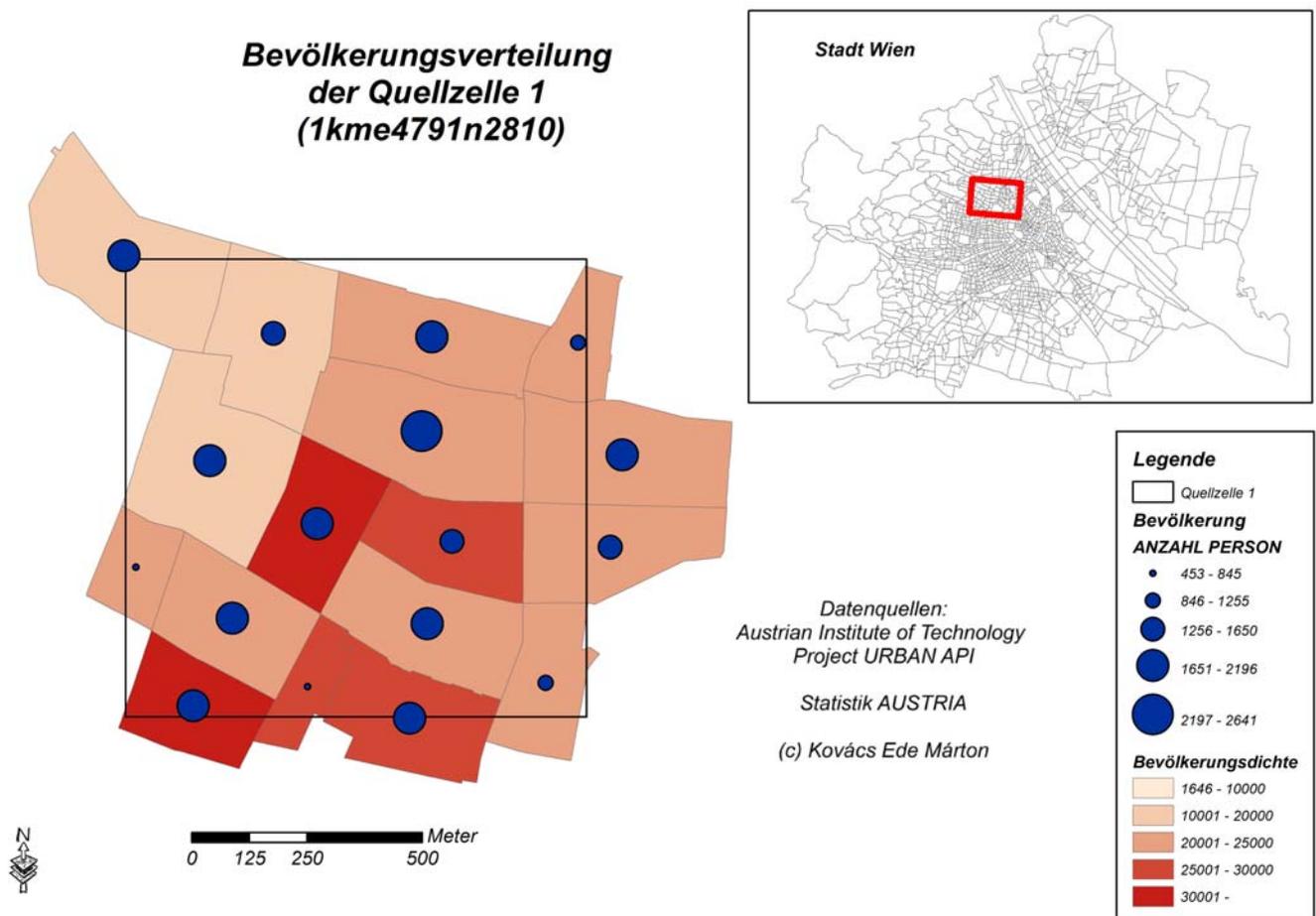


Abbildung 26: Bevölkerungszahl und -dichte der Quellzelle Währing

In Abbildung 26 ist die Bevölkerungsdichte der Quellzelle Währing mittels Flächensignatur und die Anzahl der in einem Zählsprenkel wohnenden Bevölkerung kreisförmig dargestellt. Dabei entspricht die Farbtintensität der Dichte der Bevölkerung, sowie der Radius der Kreise der Anzahl der Bevölkerung. Im Folgenden werden die Altersstrukturen der Quellzelle dargestellt werden, die dann mit den Bewegungsdaten verschnitten, in der Lage sein werden, die Hypothesen zu beantworten.

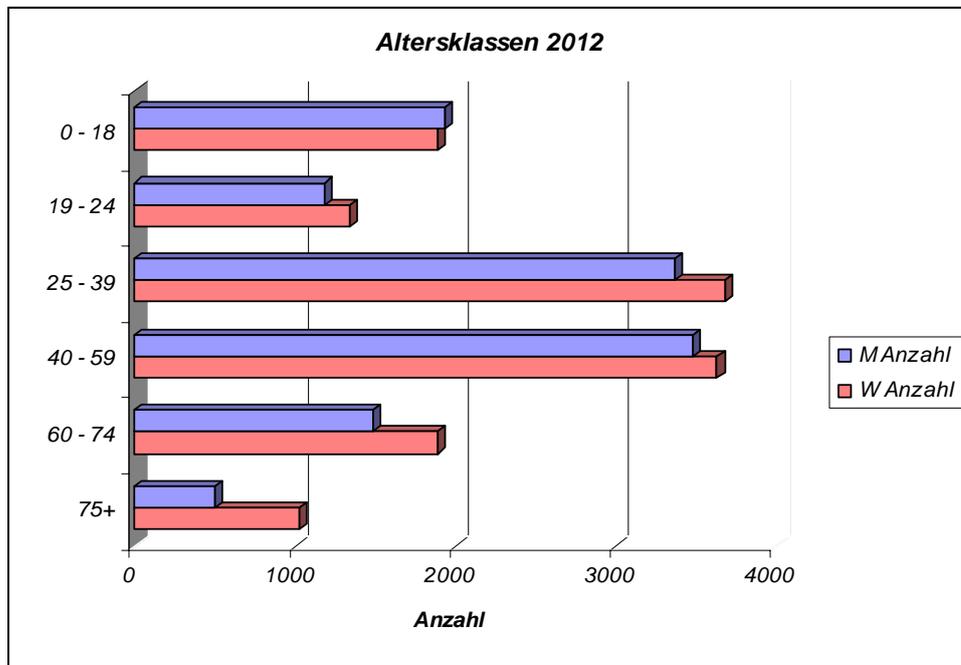


Abbildung 27: Altersstrukturverteilung der Quellzelle Währing

Altersklassen	Anzahl
Kinder (-18)	3820
Jung (18 - 24)	2523
Erwachsen (-39)	7053
mittleres Alter (-59)	7107
hohes Alter(-74)	3373
Senioren (75+)	1529

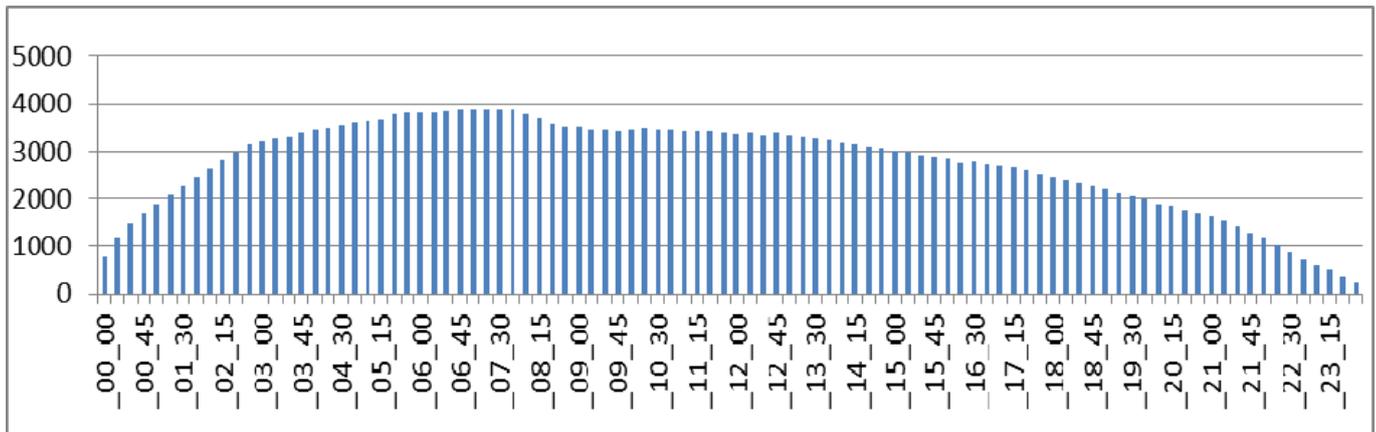
W	M	
Anzahl	Anzahl	
75+	1029	500
60 - 74	1889	1484
40 - 59	3630	3477
25 - 39	3684	3369
19 - 24	1340	1183
0 - 18	1884	1936

SUMME Frauen	SUMME Männer
13456	11949

Tabelle 3: Alters – und Geschlechterverteilung der Quellzelle Währing

Wie in Abbildung 27 bzw. Tabelle 3 zu erkennen ist, sind die weiblichen User, bis auf die Altersklasse der 0 – 15 Jährigen in der Überzahl. Dabei beträgt die Anzahl der Personen im Erwachsenenalter rund zwei Drittel der Bevölkerung. Die Gesamtbevölkerung in dieser Zelle 1 beträgt 25.405 Einwohner, wovon anhand der Anwesenheit während der Morgenstunden zwischen 0 und 6 Uhr 3888 AI-Nutzer identifiziert wurden.

Abschließend sollen nach der Visualisierung der räumlichen Verteilung der Einzelevents, die zeitliche Verteilung der aktiven User in der Quellzelle selbst dargestellt werden. Dies soll helfen festzustellen, wie sich die Events innerhalb der Quellzelle, also die Aktivität im mobilen Netz, in der unmittelbaren Wohnumgebung beschränkt, zeitlich verhält. Folgendes Diagramm zeigt dies im Zeitintervall von 24 Stunden des bisher verwendeten Tages:



**Abbildung 28** : Tagesgang der Quellzellenaktivität (Summe der User in der Quellzelle Währing pro Zeiteinheit)

In Abbildung 28 wird deutlich, dass die Aktivität der User in den Morgenstunden ihren Höhepunkt erreicht, um danach kontinuierlich zu sinken. Daraus geht hervor, dass – über den Tag - mehr User diese Zelle aufsuchen als die Zelle in Floridsdorf (Abb. 37), diese Zelle in größerem Ausmaß als Verkehrsziel als als Quelle fungiert. Doch auch die Transitslage kann dafür eine Erklärung sein. Der Gürtel, als Hauptverkehrsachse verläuft durch diese Zelle, die eine genaue Verteilung unter Ausschluss aller „Fremduser“ unmöglich macht. Als Transitzelle wäre diese Verteilung sehr gut interpretierbar, da in der Nacht das Verkehrsaufkommen sehr gering ist, um in den Morgenstunden anzusteigen und ab Mittag kontinuierlich wieder zu sinken. Ein Umstand stört diese These: Der fehlende Höhepunkt zwischen 16:00 und 18:00, der Zeit, an dem der Berufsverkehr wieder einsetzt.

### **3.2 Datensichtung und Visualisierung der Quellzelle 2 (Floridsdorf)**

*Analog zu Kapitel 3.1 beschreibt das vorliegende Kapitel in einer verkürzten Form die Verteilung und den Tagesgang der Quellzelle 2 (im 21. Wiener Gemeindebezirk, Floridsdorf) und versucht räumliche Unterschiede und Differenzierungen im Mobilitätsverhalten zu eruieren und zusätzlich diese Differenzierungen einer Sozial-, Alters- und Geschlechtsstruktur zuzuordnen bzw. dieses Ergebnis mit der Zelle Währing zu vergleichen. Dies soll dazu dienen, die Hypothesen aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten bzw. Ergebnisse, die aus der Quellzelle Währing entstanden sind, aus einer anderen Quelle zu beleuchten, um die potenziellen Verkehrsbewegungen der Stadt Wien möglichst signifikant zu erfassen und auf die Gesamtstadt schließen zu können.*

*Vorliegender Datensatz wurde aus der Quellzelle Floridsdorf extrahiert, der im Süden des 21. Bezirkes liegt, und ist, wie mit Quellzelle Währing vergleichbar, als Punktdatensatz vorhanden. Zur Bearbeitung wurden diese Daten seitens AIT aggregiert. Anhand des Timestamps sind die Bewegungen anonymisiert vorhanden und auslesbar. Es handelt sich in Quellzelle Floridsdorf um rund 50.000 Aktivitätseinträge oder Events, die sich innerhalb eines Zeitintervalls von 24 Stunden in 1023 Zellen bewegen. Darin sind 1536 A1 Kunden enthalten, die ebenfalls auf einen 1000m Raster auf aggregiert werden und in folgenden Abbildungen dargestellt werden.*

*Weiters wird die Quellzelle auf die Bevölkerungszahlen, die in ihr wohnenden Kunden von A1 und deren demographischer Struktur bzw. räumlicher Verteilung dargestellt. Anhand dessen soll analysiert werden können, ob anhand der demographischen Indikatoren, Differenzierungen des Mobilitätsverhaltens festzustellen sind. Diese Unterschiede, falls vorhanden, sollen auf die in Kapitel 1.2 formulierten Hypothesen Antworten geben.*

*Folgende Abbildungen sollen, wie schon in Kapitel 3.1 die Userbewegungen ausgehend aus der betreffenden Quellzelle, zu signifikanten Tageszeiten darstellen, um den Tagesgang der Mobilität analysieren zu können. Dabei wurden drei Tageszeiten gewählt, an denen sich die Mobilitätsmuster markant voneinander unterscheiden. Diese sind die Nachtstunden 23:00 – 01:00, die Morgenstunden 06:00 – 07:00, die Mittagszeit 12:00-13:00 bzw. die frühen Abendstunden 18:00 – 19:00. Anhand diesen werden die räumlichen Unterschiede zur Quellzelle in Währing im Mobilitätsverhalten, abhängig von der geographischen Lage der Quellzelle, ersichtlich.*

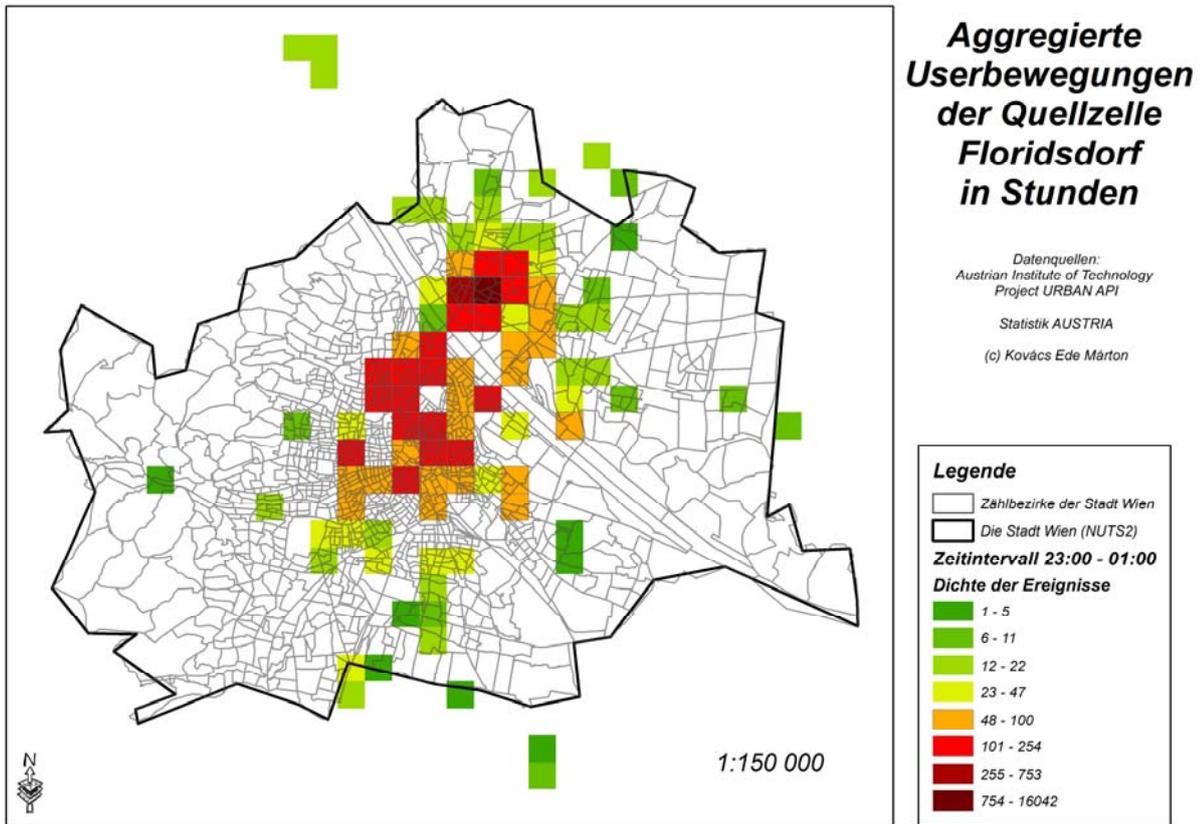
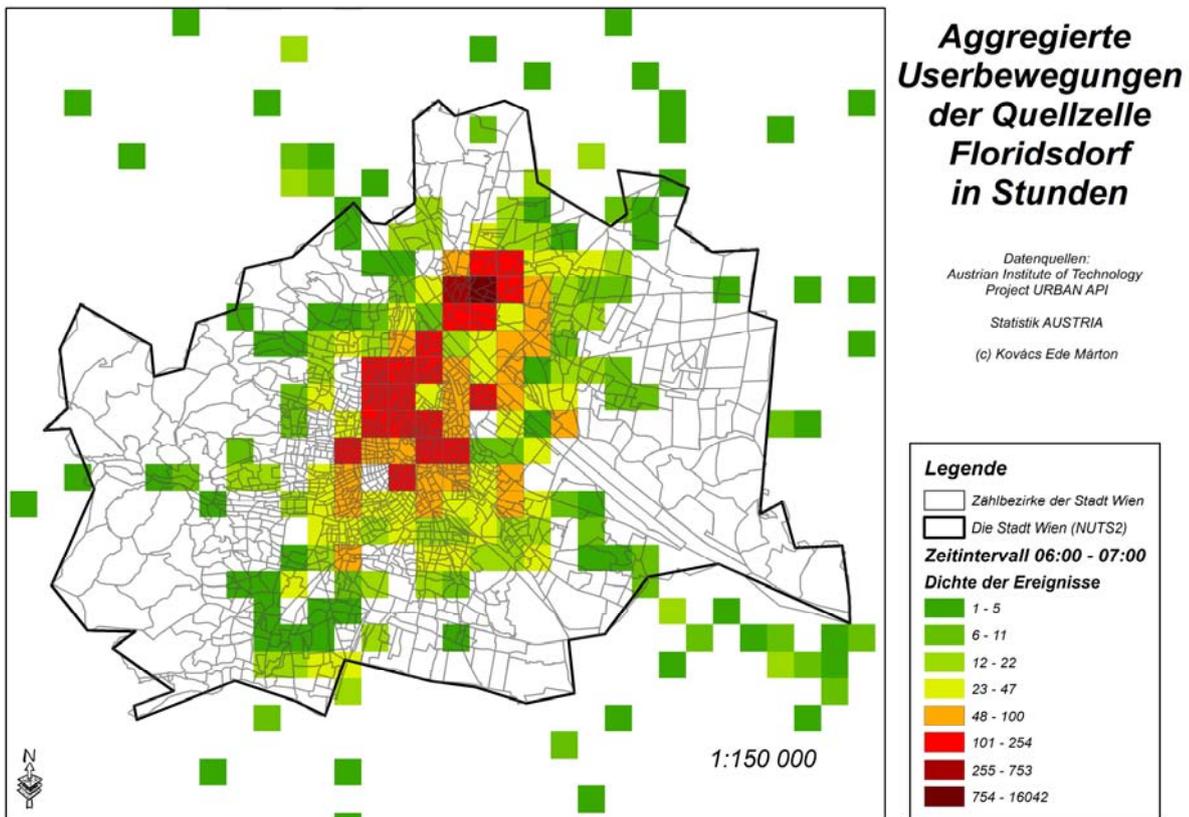


Abbildung 29 - 30: Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 2 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 23:00 und 01:00 bzw. 06:00 – 07:00 Uhr



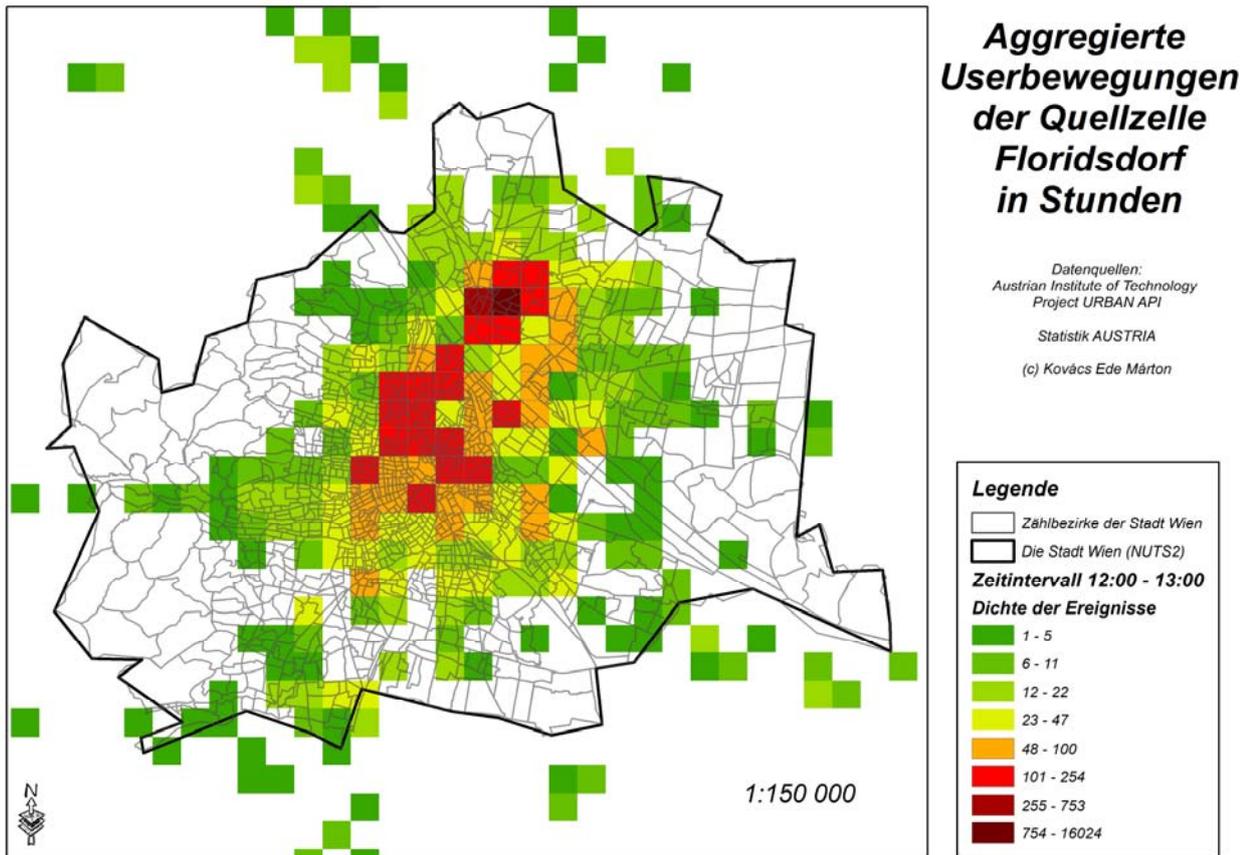
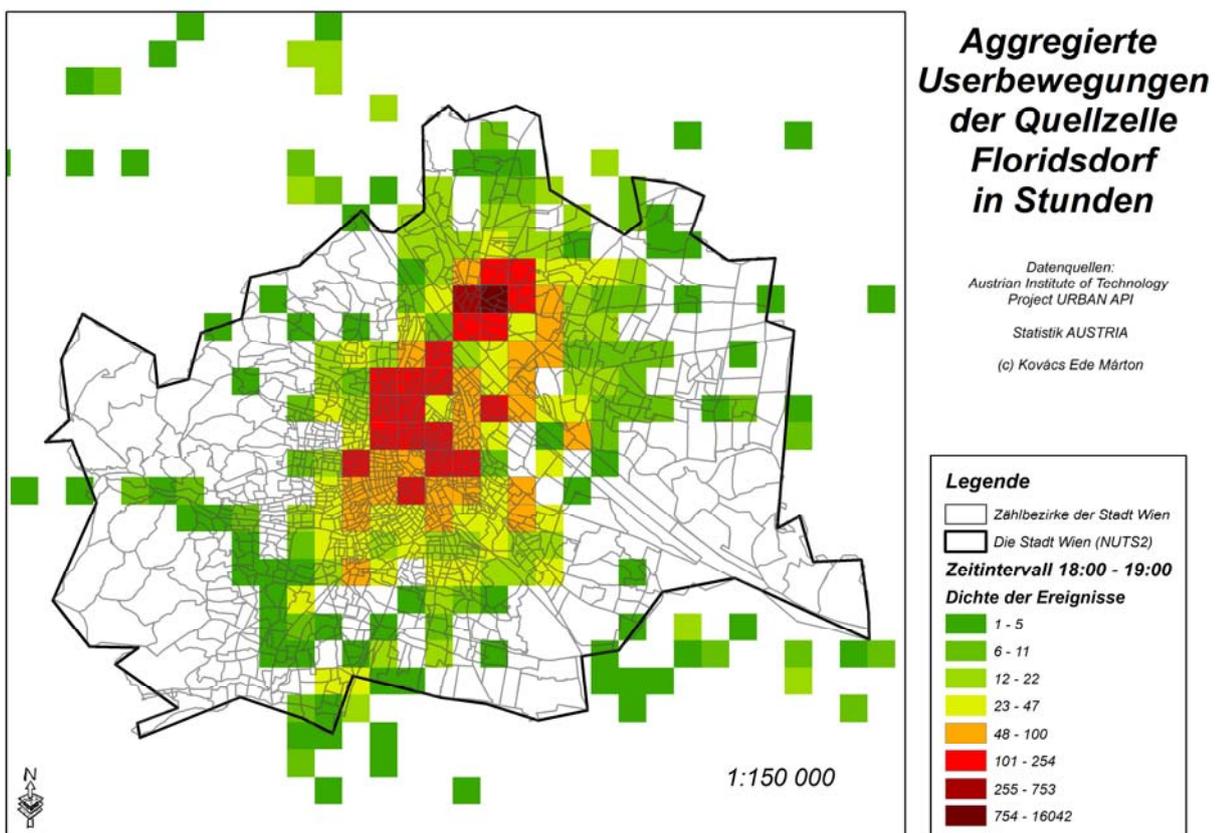


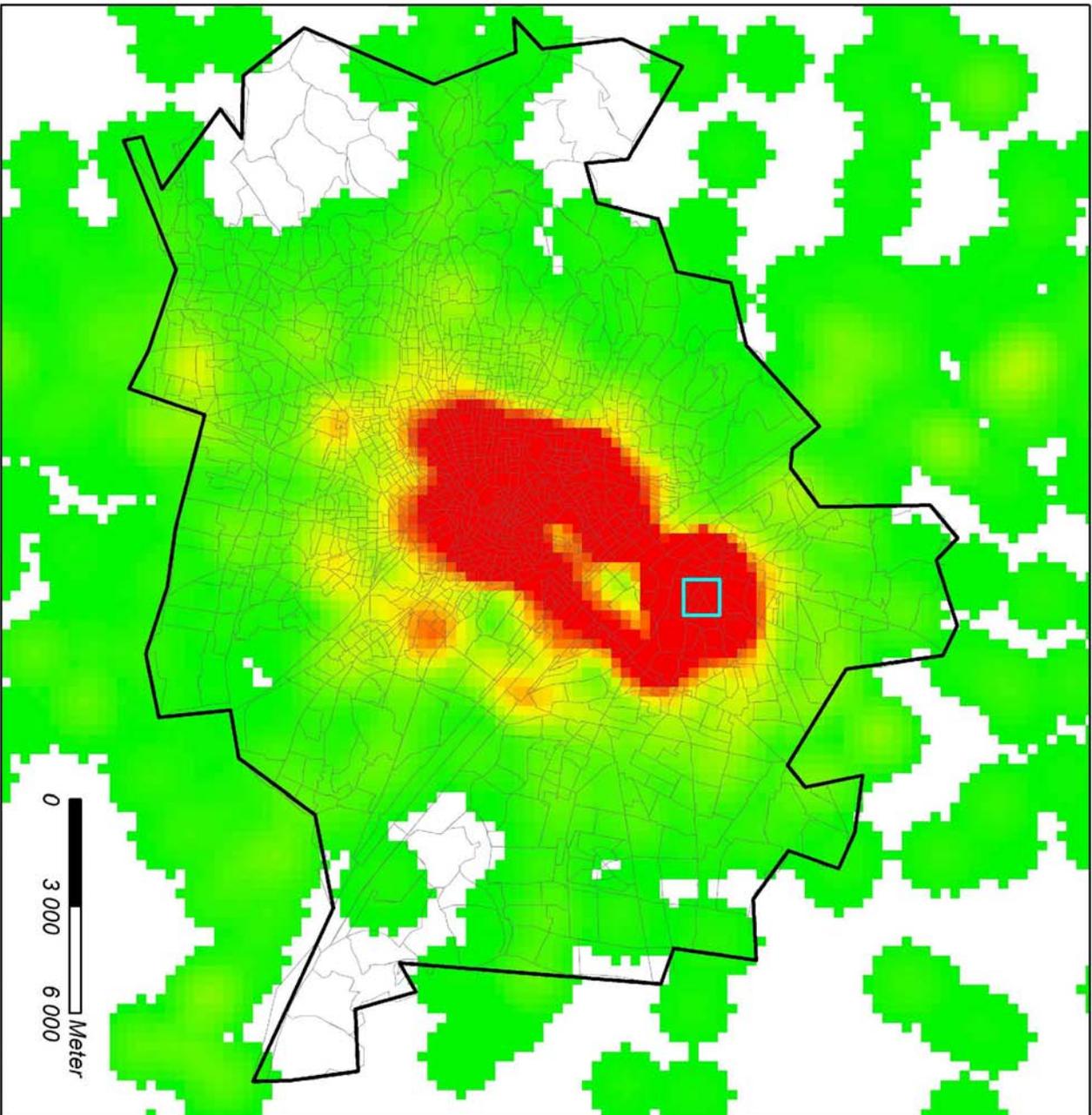
Abbildung 31 - 32: Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 2 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 12:00 – 13:00 bzw. 18:00 und 19:00 Uhr



*Auch die Quellzelle 2, wie die Abbildungen 29 – 32 darlegen, zeigt einen deutlichen Tagesgang in der Mobilität und zeigt schon nach einer ersten Analyse differenzierte Mobilitätsströme gegenüber der Quellzelle in Währing. Hierbei fällt Lage in der Stadt und die Donau als trennender Faktor ins Auge. Die Nutzer aus Floridsdorf legen zwangsläufig weitere Strecken zurück um ins Wiener Zentrum – zu den Arbeitsplätzen oder Einkaufsgelegenheiten - zu kommen, während die Nutzer aus dem 18. Bezirk weniger weite Wege in Kauf nehmen müssen. Im Gegensatz zur Quellzelle Währing, die zentral liegt, ergibt sich, nachdem die floridsdorfer Quellzelle weiter weg von den Arbeitsplatz-Schwerpunkten in Wien liegt, ein bipolare Mobilitätsmuster. In jedem Zeitintervall zeigt sich ein Schwerpunkt um die Quellzelle herum sowie in den (Ziel-)zellen der Wiener Innenbezirke.*

*In folgender Abbildung 33 ist der gesamte Tagesgang der Mobilität der Quellzelle Floridsdorf dargestellt. Die bipolare Struktur der Zielverkehre ist klar zu erkennen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Anzahl der Aktivitäten der Quellzelle Floridsdorf, die doppelt so groß (16.042) ist, als in der Quellzelle Währing (8334) und das obwohl in der Quellzelle Floridsdorf nur halb so viele A1 User wohnen, wie in der Quellzelle in Währing.*

*Andererseits fällt schon auf den ersten Blick auf, dass die Gesamtaktivität der Quellzelle Floridsdorf weit höher liegt, als jene der Quellzelle Währing. Ob dieser Unterschied sich in der Mobilität auswirkt, werden die folgenden Analysen zeigen.*

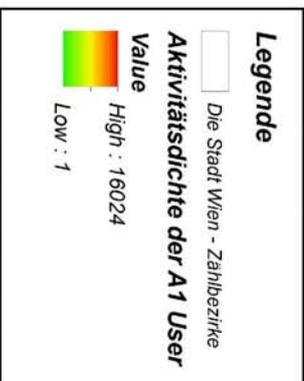


**Aktivitätsdichte der  
Mobifunknutzer  
von A1 - ausgehend  
aus Quellzelle 2 -  
Zeitintervall 24 Stunden**

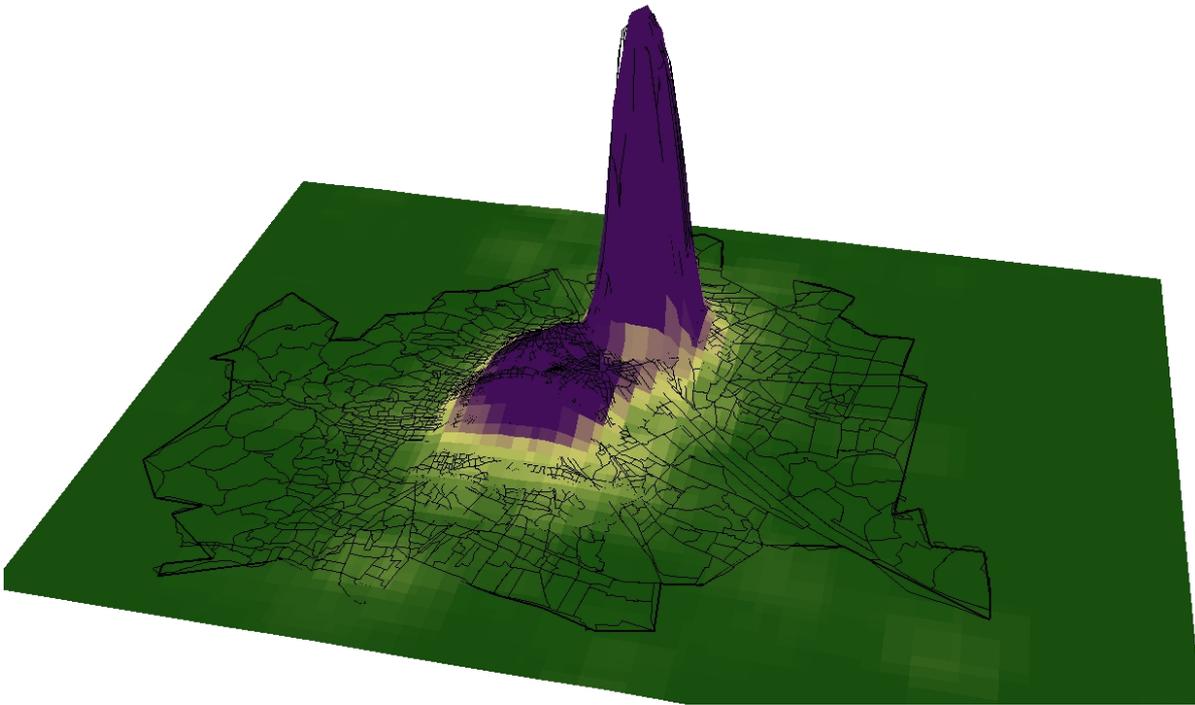
Datenquellen:  
Austrian Institute of Technology  
Project URBAN API

Statistik AUSTRIA

(c) Kovács Ede Marton



**Abbildung 33:** Dichtekarte des Zielverkehrs aus einer Rasterzelle, der Quellzelle Floridsdorf ausgehend - Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen

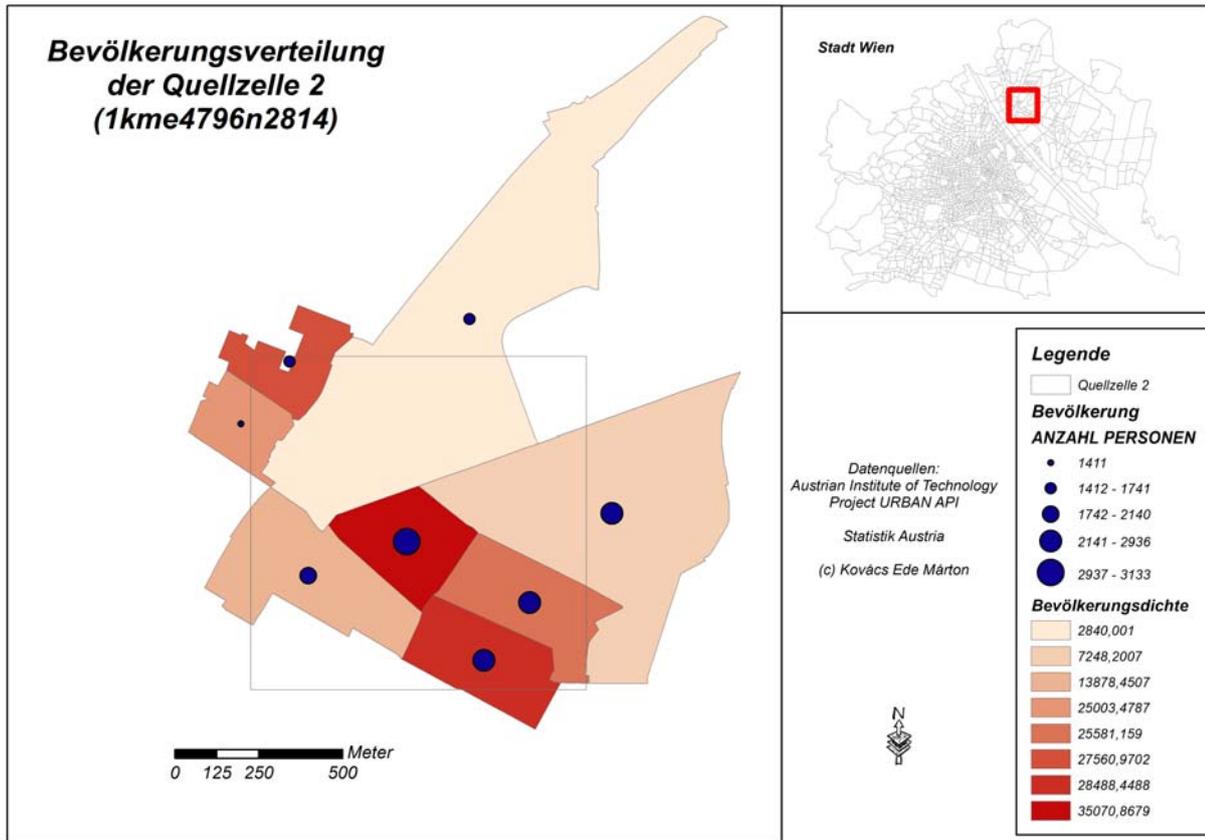


**Abbildung 34:** Dichtekarte der Aktivität der AI User aus der *Quellzelle 2* ausgehend

In den Abbildungen 33 und 34 ist die bipolare Struktur des Mobilitätsverhaltens klar zu erkennen. Wie schon in Kapitel 3.1 sollen obige Abbildungen die Verteilung der AI User im Raum in einem Zeitraum von 24 Stunden darstellen. In vorliegender Quellzelle ist zusätzlich zur hohen Dichte der User im Zentrum, auch eine hohe Dichte in der Quellzelle vorhanden. Diese sticht aufgrund der größeren Entfernung zum Zentrum der Stadt besonders hervor. In Abbildung 34 wurde mittels des Softwarepaketes „ArcScene“ ein 3D Modell derselben Daten erstellt, um die höchste Ausprägung an Aktivität dreidimensional darzustellen und die Relationen genauer aufzuzeigen. Es ist sehr gut erkennbar, dass die meisten Aktivitäten im Fall dieser Zelle an der Quelle passieren, ohne dabei zwangsläufig mobil zu sein. Dies ist einer der wichtigsten Unterschiede im Vergleich mit Quellzelle 1.

Im Folgenden werden nun die demographischen Strukturen der Quellzelle in Floridsdorf dargestellt und versucht Gesetzmäßigkeiten herauszufinden bzw. Unterschiede zur Quellzelle Währing zu identifizieren. Da die Bevölkerungsdaten allerdings auf Basis der Zählbezirke vorliegen, musste, wie in Abbildung 35 ersichtlich ist, die Anzahl der tatsächlich in der Quellzelle 2 wohnhaften Bevölkerung angenähert werden. Wie aber die Ergebnisse der Analyse zeigen werden, wurde der Trend dadurch nicht verfälscht, da die Zählbezirke je nach Bevölkerungsdichte ausgelassen bzw. mitgenommen wurden.

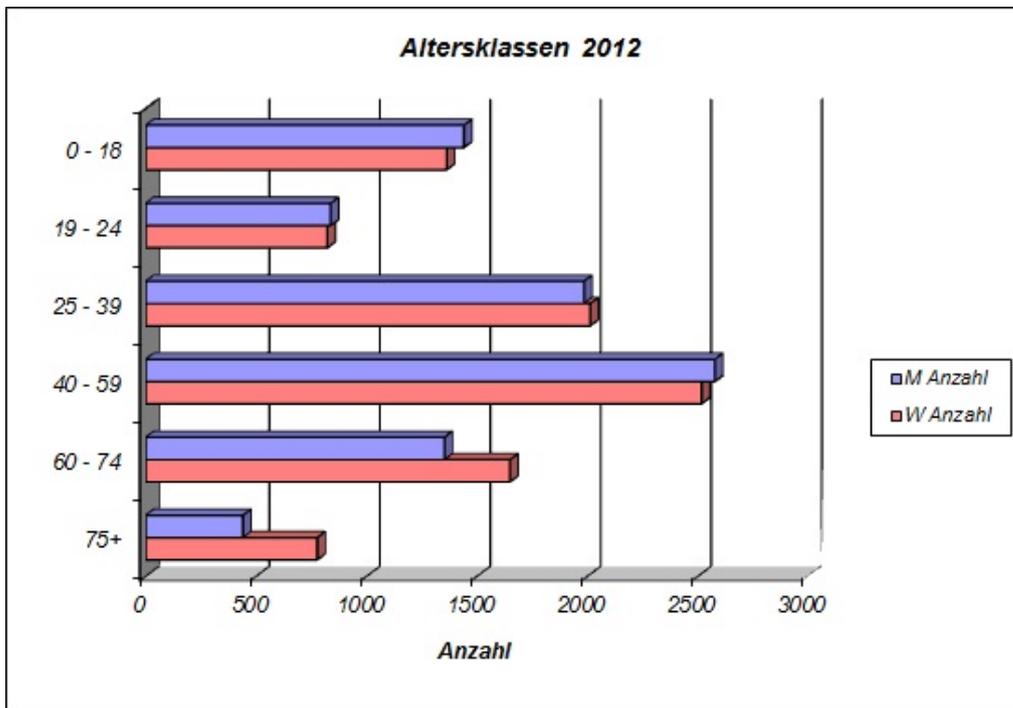
### 3.2.1 Demographische Daten der Quellzelle 2 (1kme4796n2814)



**Abbildung 35:** Bevölkerungszahl und -dichte der Quellzelle Floridsdorf

Obige Abbildung 35 zeigt die Verteilung der Wohnbevölkerung in der Quellzelle in Floridsdorf. Auffallend ist, dass der nördliche Teil der Zelle schwache Ausprägung besitzt. Dieser Umstand ermöglicht die Analyse zwar an räumlich gleich großen, allerdings in ihrer Ausprägung und Verteilung grund verschiedenen Einheiten.

Die Abbildung zeigt die Bevölkerungsdichte der Quellzelle mit einer Flächensignatur und die Anzahl der in einem Zählsprenzel wohnenden Bevölkerung sind als Kreissymbol dargestellt. Dabei entspricht die Farbintensität der Dichte der Bevölkerung, sowie der Radius der Kreise der Anzahl der Bevölkerung. Im Folgenden werden die Altersstrukturen der Quellzelle dargestellt werden, die dann mit den Bewegungsdaten verschnitten, in der Lage sein werden, die Hypothesen zu beantworten.



**Abbildung 36:** Altersstrukturverteilung der Quellzelle Floridsdorf

Abbildung 36 zeigt die Altersverteilung der Quellzelle und macht deutlich, dass augenscheinlich nur sehr wenige Unterschiede zur Quellzelle Währing erkennbar sind. Die Grundgesamtheit der in der Zelle wohnenden Bevölkerung ist um rund 7000 Einwohner geringer in der Quellzelle Floridsdorf, als in der Zelle Währing. Weiters auffällig ist der Frauenüberschuss in nahezu allen Altersklassen, außer in bei der 0 – 18 bzw. 40 – 59 jährigen Bevölkerung. Eine Gegenüberstellung der relativen Ausprägungen in Kapitel 4 wird zeigen, dass die vorliegende Zelle in Floridsdorf eine weitaus ältere Gesamtbevölkerung aufweist, als die Quellzelle 1 in Währing.

Altersklassen	Anzahl
Kinder (-18)	2804
Jung (18 - 24)	1661
Erwachsen (-39)	3998
mittleres Alter (-59)	5094
hohes Alter(-74)	3003
Senioren (75+)	1218

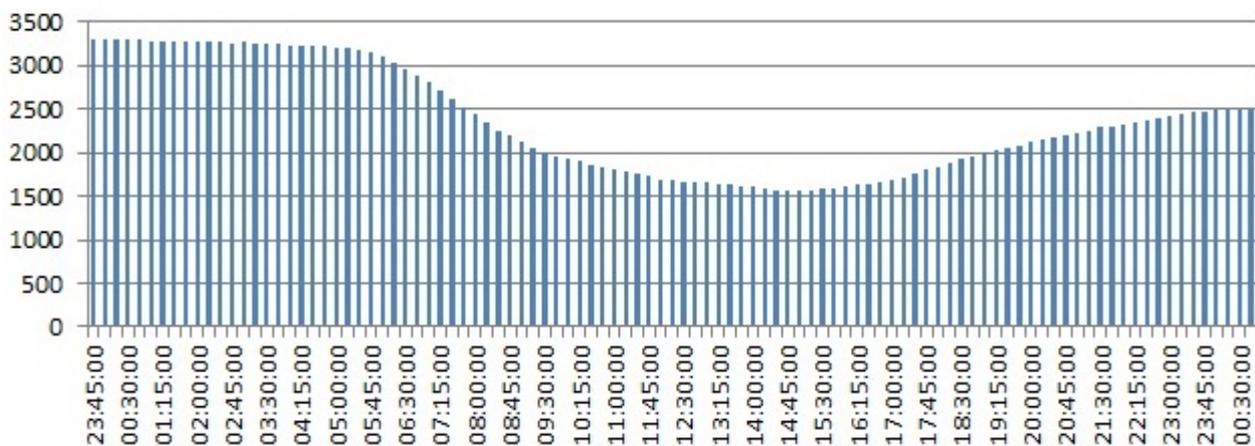
W	M
Anzahl	Anzahl
75+	441
60 - 74	1353
40 - 59	2577
25 - 39	1985
19 - 24	838
0 - 18	1441

SUMME Frauen	SUMME Männer
9143	8635

**Tabelle 4:** Alters – und Geschlechterverteilung der Quellzelle Floridsdorf

In obiger Tabelle 4 ist die Datengrundlage zu Abbildung 36 dargestellt, die den Split zwischen den Altersklassen und der Geschlechterverteilung zeigt.

Auch in der Quellzelle Floridsdorf wurde zusätzlich zur räumlichen Verteilung der Events auch ein Tagesgang der Zellenaktivität (die Summe der User, die in der Zelle über einen Tag aktiv sind) aus dem Hauptdatensatz extrahiert und im Folgenden dargestellt. Es wird sich dabei zeigen, ob sich aufgrund der höheren Entfernung zum Stadtzentrum oder aufgrund der höheren Altersdurchschnittes die Mobilität zeitlich verlagert, oder, ob sich diese Indikatoren überhaupt auswirken.



**Abbildung 37:** Tagesgang der Quellzellenaktivität (Summe der User in der Quellzelle Floridsdorf pro Zeiteinheit)

In Abbildung 37 ist klar ersichtlich, dass die Aktivität der User in den Nacht- und Morgenstunden ihren Höhepunkt erreicht und danach kontinuierlich abnimmt. Diese Verteilung erweist sich als sehr aussagekräftig in Bezug auf die Mobilität der User aus dieser Zelle. Die Zelle ist vor allem eine Quellverkehrszelle, sie wird von den Bewohnern bzw. den AI-Nutzern ab 6:30h verlassen um andere Ziele aufzusuchen. Die Zahl der AI Nutzer welche die Zelle tagsüber als Ziel aufsuchen ist jedenfalls geringer als die Zahl jener welche die Zelle tagsüber verlassen haben.



Anhand den Entitätsbeziehungen in Tabelle 4 kann die Verteilung der Altersklassen und des Geschlechtes kartographisch dargestellt werden. Weiters ist es, wie bereits erwähnt möglich, die Anzahl der AI Kunden in den einzelnen Zellen zu identifizieren und sie mit der Verteilung der Gesamtbevölkerung in Beziehung zu setzen und somit Aufschluss über die Aussagekräftigkeit vorliegender Arbeit, in Anbetracht der Größe der Analysedaten, die nur eine Stichprobe der Grundgesamtheit ist, zu bekommen. Es sollen im späteren Verlauf der Arbeit alters- und geschlechtsspezifische Bewegungsprofile herausgearbeitet werden, um Unterschiede in der Verteilung der Bewegungsmuster herauslesen und mittels statistischen Maßzahlen quantifizieren zu können.

### Schwächen des Datensatzes

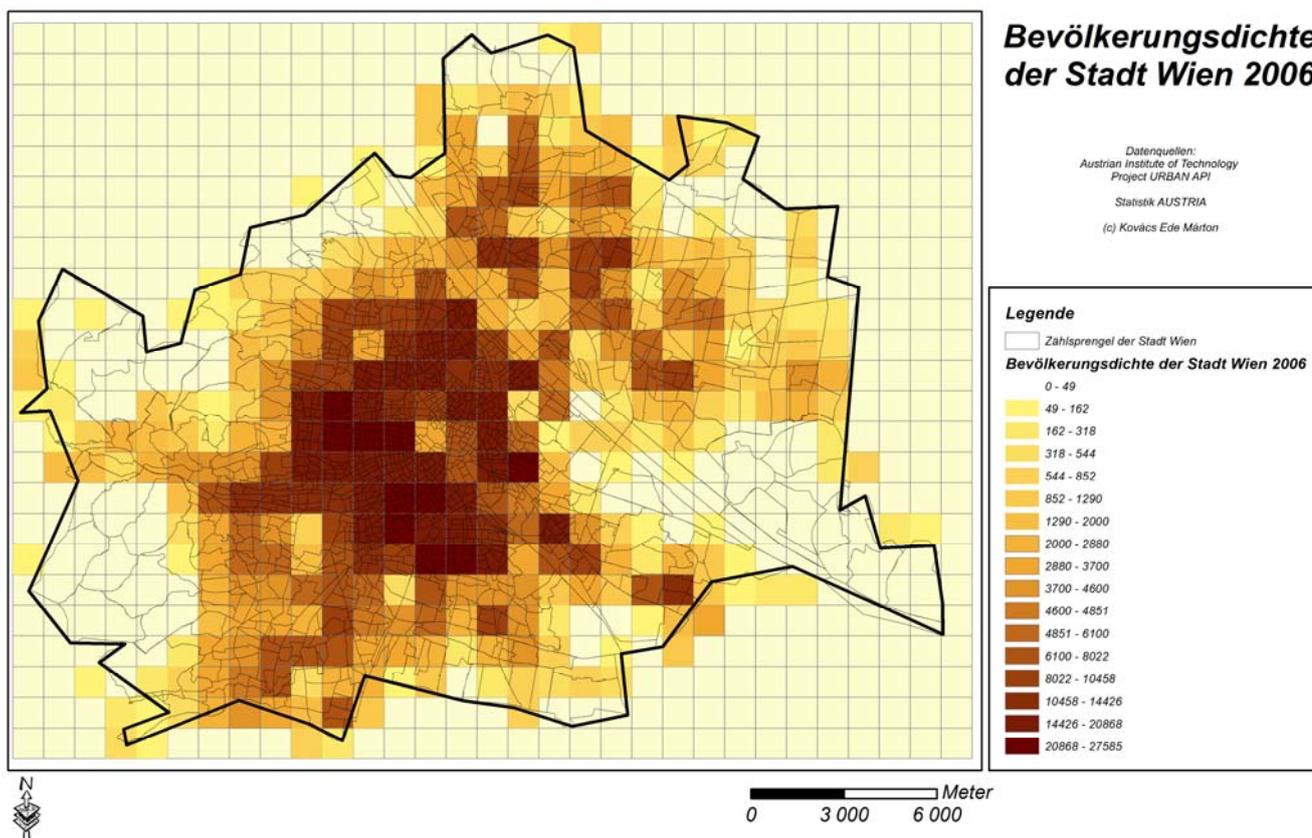
Das Hochrechnen der „Stichprobe“ der AI User auf die gesamte Bevölkerung stößt auf Schwierigkeiten. Die AI User weisen einen „social Bias“ zwischen Bevölkerungsverteilung und AI User-Verteilung auf. In den Bezirken bzw. auch Rasterzellen ist die Dichte der AI User und die Dichte der Bewohner jeweils recht unterschiedlich. Die Auswahl der AI Kunden erfolgt aus einem Datensatz, in dem lediglich die Information steckt, dass eine Menge von Anonymen ID's sich zu einer bestimmten Uhrzeit (Timestamp – Information) in einer Zelle befinden. Ausgehend davon lautet die Hypothese, dass User, die sich zwischen 0:00 und 06:00 in einer Zelle befinden und sich nicht in anderen Zellen aktiv verhalten, dort auch zu Hause sind. Diese Annahme liegt dem Basisdatensatz zugrunde und ist mit dem Nachteil verbunden entweder zu viele oder auch nicht alle User, die besagter Zelle wohnen, auch als solche identifizieren zu können.

FID	Shape *	GID	CELLCODE	EFOFORIGIN	NOFORIGIN	BEV2006	COUNT	A1 bev
339	Polygon	1143	1kmE4801N2806	4801000	2806000	1	47	4700
317	Polygon	1128	1kmE4800N2801	4800000	2801000	1	43	4300
191	Polygon	1045	1kmE4794N2799	4794000	2799000	5	98	1960
59	Polygon	9418	1kmE4786N2811	4786000	2811000	15	153	1020
6	Polygon	8763	1kmE4781N2805	4781000	2805000	6	59	983,333333
404	Polygon	1225	1kmE4807N2810	4807000	2810000	8	67	637,5
348	Polygon	1144	1kmE4801N2815	4801000	2815000	29	201	693,103448
322	Polygon	1129	1kmE4800N2806	4800000	2806000	3	19	633,333333
77	Polygon	9552	1kmE4787N2814	4787000	2814000	2	11	550
287	Polygon	1102	1kmE4798N2809	4798000	2809000	9	41	455,555556
25	Polygon	9030	1kmE4783N2812	4783000	2812000	2	9	450
307	Polygon	1115	1kmE4799N2809	4799000	2809000	199	849	426,633166
364	Polygon	1158	1kmE4802N2816	4802000	2816000	16	53	331,25
338	Polygon	1143	1kmE4801N2805	4801000	2805000	17	51	300
265	Polygon	1088	1kmE4797N2808	4797000	2808000	64	186	290,625
401	Polygon	1212	1kmE4806N2814	4806000	2814000	29	81	279,310345
284	Polygon	1101	1kmE4798N2806	4798000	2806000	192	396	206,25
1	Polygon	8638	1kmE4780N2809	4780000	2809000	94	190	202,12766
58	Polygon	9416	1kmE4786N2809	4786000	2809000	50	101	202
285	Polygon	1101	1kmE4798N2807	4798000	2807000	6	11	183,333333
246	Polygon	1074	1kmE4796N2809	4796000	2809000	369	672	182,113821
304	Polygon	1115	1kmE4799N2806	4799000	2806000	32	54	168,75
234	Polygon	1061	1kmE4795N2820	4795000	2820000	12	19	158,333333
151	Polygon	1018	1kmE4792N2800	4792000	2800000	97	131	135,051546
329	Polygon	1130	1kmE4800N2813	4800000	2813000	164	173	105,487805
318	Polygon	1128	1kmE4800N2802	4800000	2802000	111	117	105,405405
154	Polygon	1019	1kmE4792N2803	4792000	2803000	400	421	105,25
321	Polygon	1129	1kmE4800N2805	4800000	2805000	103	105	101,941748
61	Polygon	9420	1kmE4786N2813	4786000	2813000	156	154	98,717949
93	Polygon	9683	1kmE4788N2814	4788000	2814000	10	9	90

**Tabelle 6:** Datenqualität – Indexwert („AI-Bev“) bezeichnet den Anteil der AI Kunden an der Gesamtbevölkerung

Aus diesem Grund ist der vorliegende Datensatz der Anzahl der AI User in einer Zelle ein Angenäherter, entspricht aber in seiner Tendenz der Anzahl der Statistik von AI, die aus rechtlichen Gründen in vorliegender Arbeit nicht näher erläutert werden kann.

Folgende Abbildungen sollen eben Beschriebenes kartographisch darstellen:



**Abbildung 38:** Bevölkerungsdichte der Stadt Wien 2006 – gerastert auf 1000m

Im Vergleich der Abbildung 38 – 39 mit der Abbildung 40 fällt sofort ins Auge, dass in den Zellen am Stadtrand Wiens, wo laut Statistik tw. 0 – 49 Personen wohnen, gelegentlich eine viel größere Anzahl an AI Kunden zu finden ist. Dieser Umstand entspricht natürlich nicht den Tatsachen und wird im Folgenden einer möglichen Interpretation unterworfen.

Abgesehen von dieser Überrepräsentiertheit einiger Stadtbereiche ist klar zu erkennen, wo sich die Bevölkerung Wiens konzentriert: in den Innenbezirken und den dicht verbauten Grüdnerzeitviertel beiderseits des Gürtels. Abbildung 40 zeigt das Verhältnis der Zahl der AI User (während der Morgenstunden) zur Zahl der Wohnbevölkerung und zeigt somit, in welchen Zellen sich AI als Mobilfunkversorger gut positioniert hat. Dies ist in den Innenbezirken, sowie in den nordwestlichen Randbezirken der Fall – jener Bezirke wo Bewohner mit höherer Bildung und höherem Einkommen wohnen – dem traditionelle Kundenstock der Marke AI.

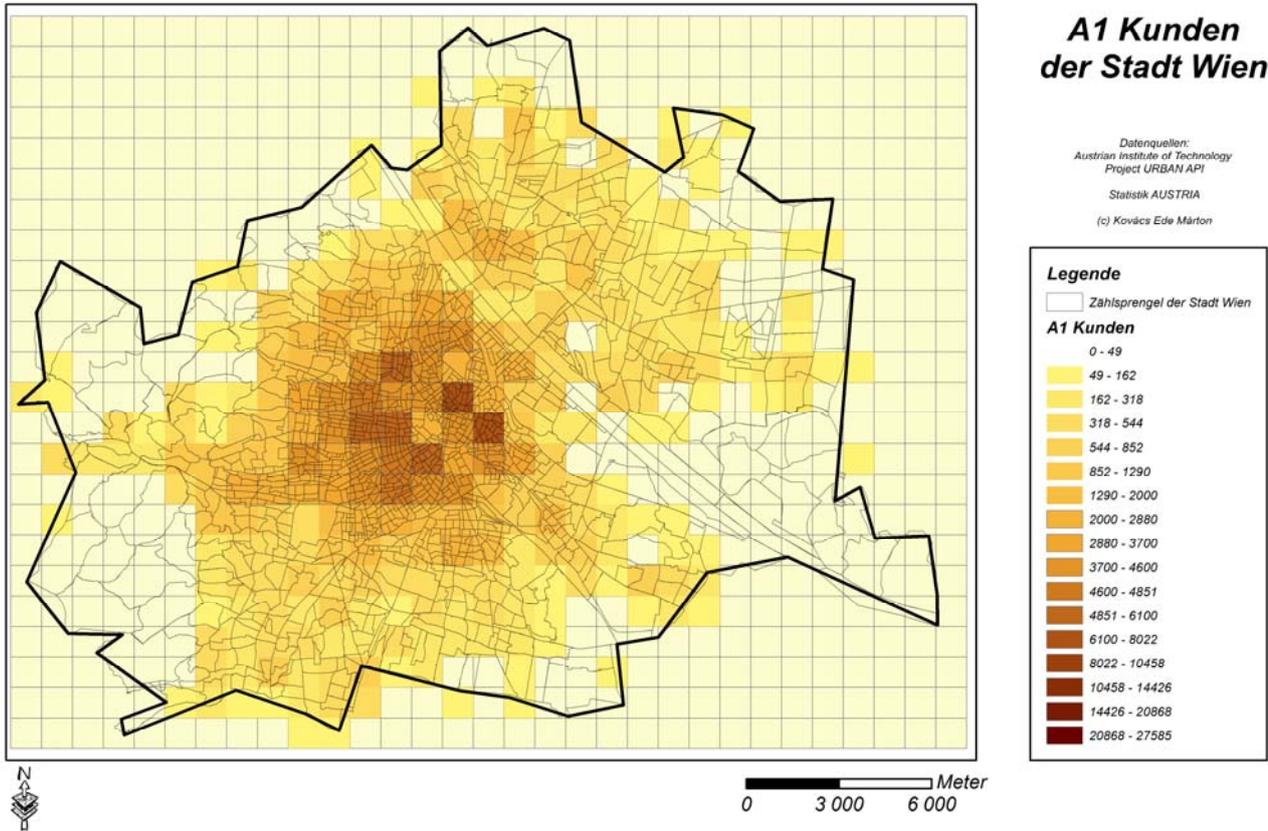


Abbildung 39: A1- Kunden der Stadt Wien – gerastert auf 1000m

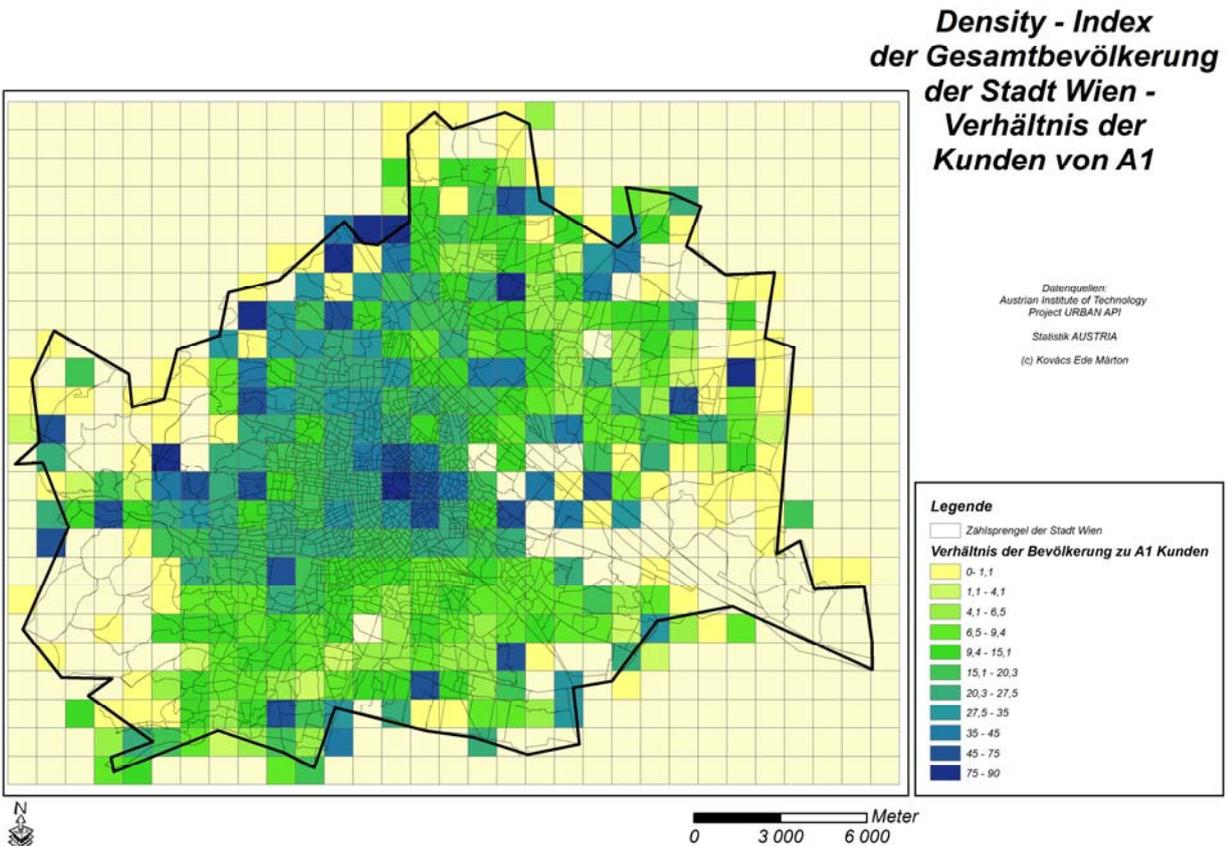
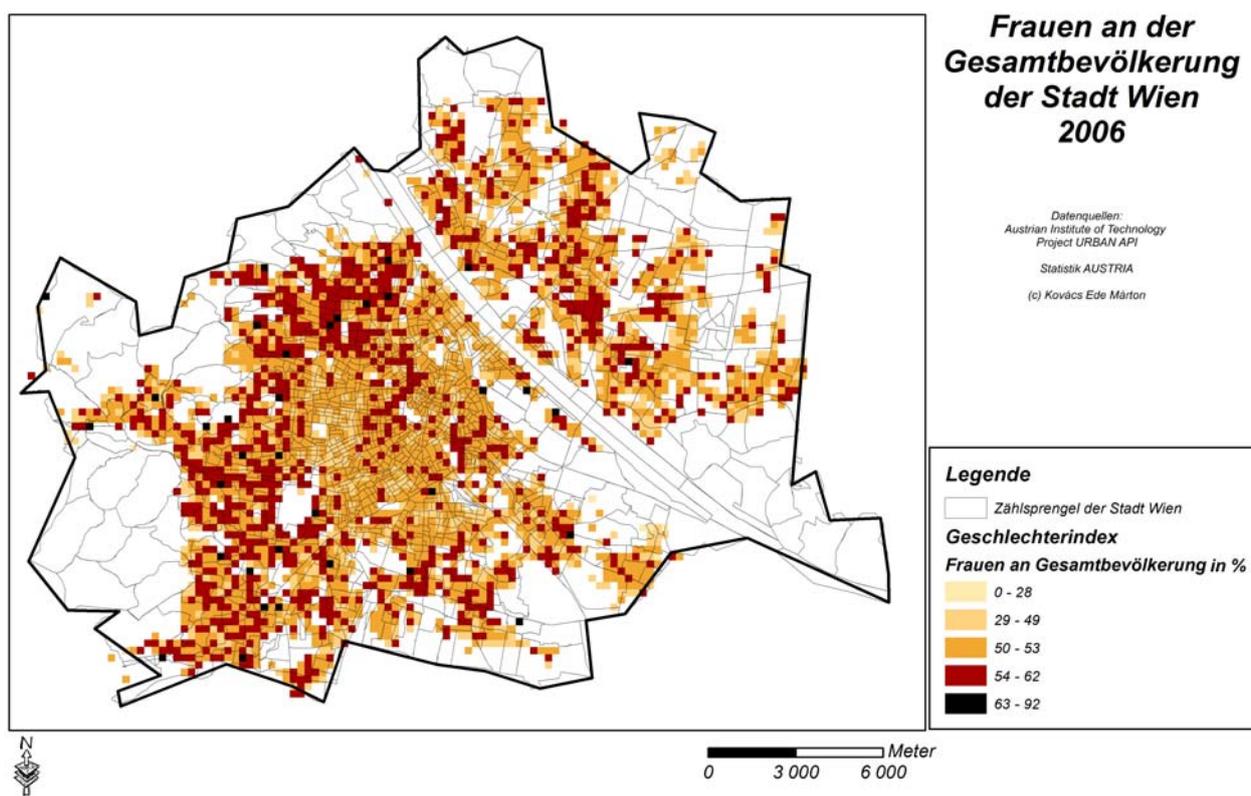


Abbildung 40: Das Vverhältnis der Gesamtbevölkerung in Relation zu den A1 Kunden im Jahr 2006

Deren Summe beträgt rund 450.000 Menschen, wobei die Gesamtbevölkerung der Stadt Wien mit rund 1,7 Millionen zu beziffern ist.

Die Überrepräsentiertheit von AI-Usern in manchen Randzellen der Außenbezirke ist auf einen Aspekt zurückzuführen: Die Rasterzellen am Stadtrand, die hohe AI-Userdichten aufweisen, obwohl die Bevölkerungsdichte dort gering ist, hat etwa die Ursache, dass eine überproportionale Zahl von Usern aus der Stadt auf Mobilfunkantennen am Stadtrand mit gutem Empfang (weil höher gelegen und mit weniger Auslastung) „drauf geschaltet“ wurden, obwohl sie nicht dort wohnen. Somit sind die ausgewiesenen AI-User Anteile eher nur in den Rasterzellen mit dichter Besiedlung repräsentativ.

Die Bevölkerungsstrukturdaten wurden in einem 250m Raster dargestellt um die Verteilung besser interpretieren zu können. Folgende Abbildungen beziehen sich auf das Geschlechterverhältnis der Gesamtbevölkerung der Stadt Wien.



**Abbildung 41:** Frauenanteil der Stadt Wien 2006 – gerastert auf 250m

In Abbildung 41 ist der Anteil der weiblichen Wohnbevölkerung auf der Basis des 250m Rasters dargestellt. Die Datengrundlage wurde aus Gründen der Aussagekräftigkeit getroffen, da im 1000m Raster die Geschlechterverteilung wegen der zu großen Raumeinheiten einer Gleichverteilung gleichkommt. Klare „Hot Spots“ sind die Außenbezirke der Stadt (14. – 18. Wiener Gemeindebezirk),

die allerdings in Zentrumsnähe wiederum einen Frauenanteil von ca. 50% der Gesamtbevölkerung verzeichnen. Auch der 1., 2. und 20. Wiener Gemeindebezirk ist der Anteil der Frauen und der Männer ausgeglichen. In allen anderen Stadtteilen ist, deskriptiv betrachtet, ein Überhang zur weiblichen Bevölkerung zu beobachten.

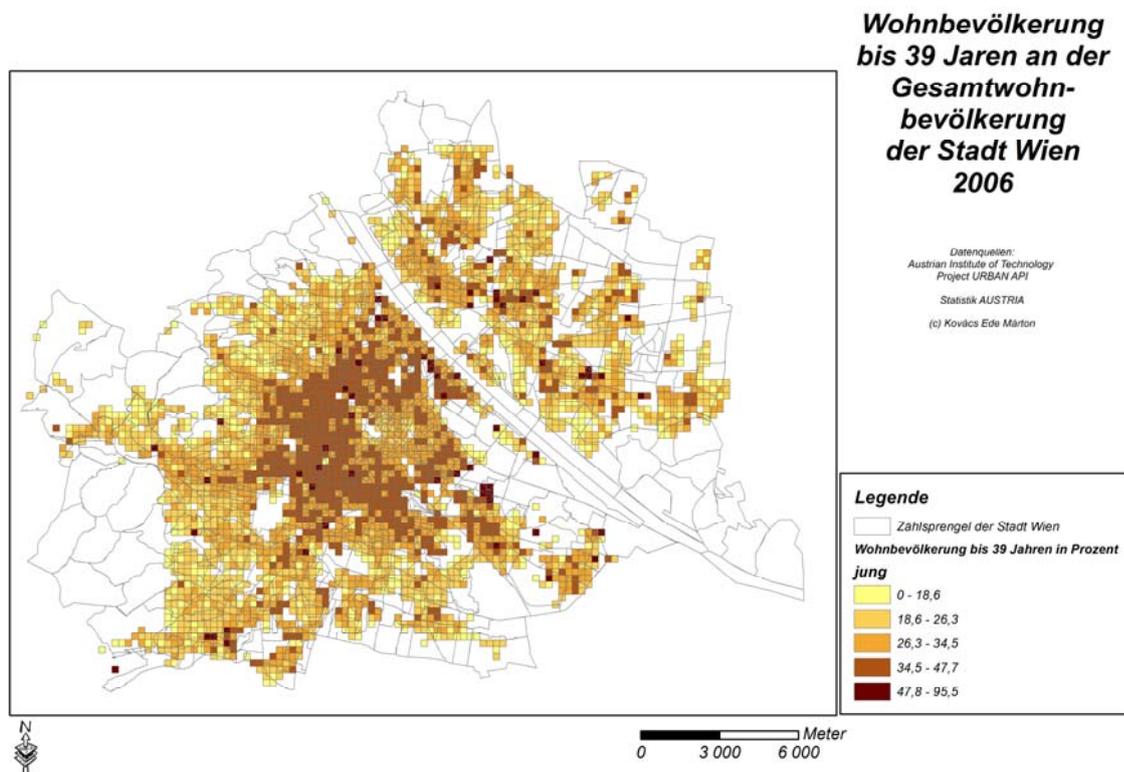


Abbildung 42: Anteil der Wohnbevölkerung bis 39 Jahre an der Gesamtwohnbevölkerung 2006

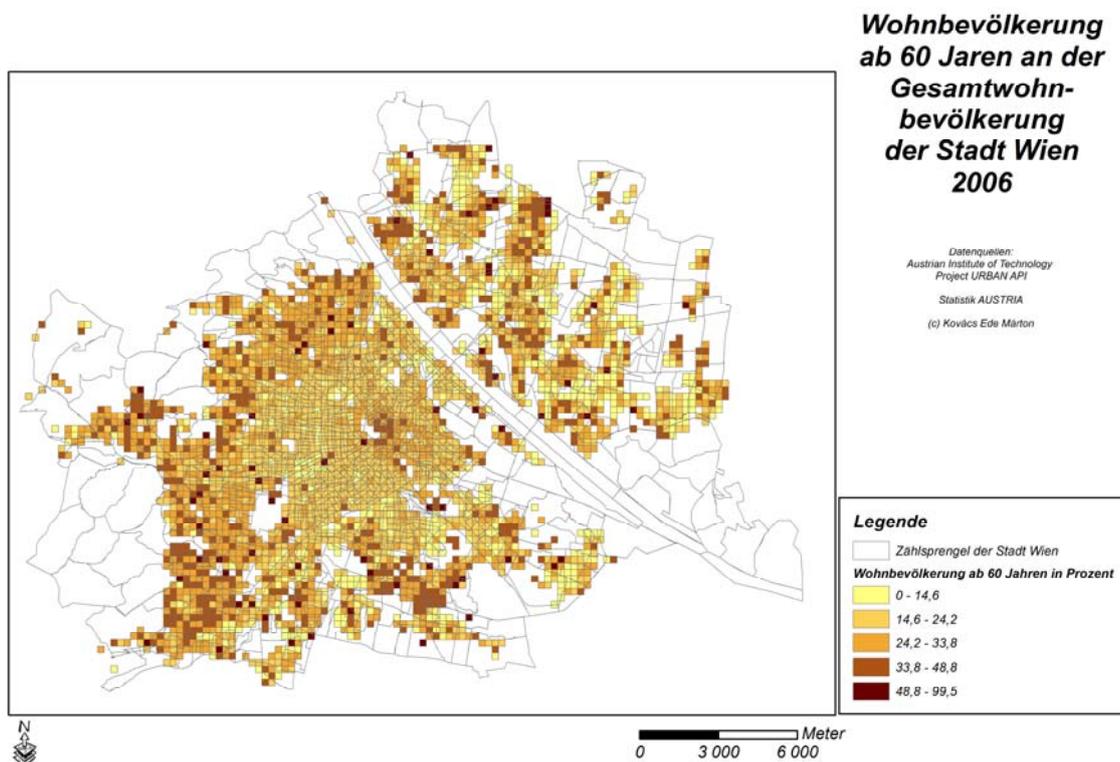


Abbildung 43: Anteil der Wohnbevölkerung ab 60 Jahren an der Gesamtwohnbevölkerung 2006

*Ähnlich sieht die räumliche Verteilung der Bevölkerungsgruppe über 60 Jahren aus. Sie ist am Stadtrand dichter ausgeprägt, als in zentralen Lagen. Dies deshalb, weil dies die Stadterweiterungsgebiete der 60 Jahre waren, wo die damals jungen Familien hinzogen, und heute – als alte Ehepaare oder als Witmen immer noch leben.*

*Das Muster der jungen/jüngeren Bevölkerungsgruppen (18 – 39 Jahre) zeigt ein gegengleiches räumliches Muster und spiegelt die Besiedlungsdynamik der gründerzeitlichen innerstädtischen Zonen sowie einzelner Stadterweiterungsgebiete im 21. und 22. Bezirk in den 1990er und 2000er Jahren wider. Dies ist aus den Abbildungen 43 und 44 ersichtlich.*

*Die Muster der demographischen Struktur (Abb. 41 - 43), werden nun der Verteilung der A1 User gegenübergestellt, um, zwecks der Verifizierung der Hypothesen, die resultierenden Bewegungsprofile auch im Hinblick auf ihre demographischen Ursachen interpretieren zu können.*

*Die Hypothesen gehen von der Annahme aus, dass sich Mobilitätsprofile mit dem Alter ändern bzw. dass das geschlechtsspezifische Mobilitätsverhalten ebenfalls räumlich differenzierbar ist.*

*Folgendes Kapitel der Arbeit wird diese Fragestellung näher beleuchten und versuchen die Unterschiede vergleichend räumlich darzustellen, in dem demographische Indikatoren relativ zur Gesamtbevölkerung dargestellt werden.*

*Im Anschluss werden die Userbewegungen, wie schon in Kapitel 3.1 und 3.2 in bereits vorhandene Zeitintervalle geteilt und diese nach Lage und Zusammensetzung der Zellen anhand der Hypothesen zu interpretieren, um so eine Aussage über die Struktur der A1 Kunden in beiden Zellen machen zu können.*

## **4. Überprüfung der Hypothesen , Beantwortung der Forschungsfragen**

Anhand der Aufarbeitung der Grunddaten und der Analyse ist es nun möglich, die bereits vorliegenden Fragestellungen und Hypothesen statistisch und räumlich zu beantworten. Dazu werden, die in folgendem Kapitel aufgeführten Indikatoren beschrieben und gegenübergestellt. Weiters wird erläutert in welcher Form sie interpretiert und operationalisiert werden-

Die in Kapitel 3 vorgestellten und diskutierten Datengrundlagen haben statistisch gesehen folgende Ergebnisse hervorgebracht:

#### 4.1. Statistische Analyse

Zelle 1	W	M	Gesamt	W	M	Gesamt 1
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anteil	Anteil	Anteil in %
75+	1029	500	1529	7,65	4,18	6,02
60 - 74	1889	1484	3373	14,04	12,42	13,28
40 - 59	3630	3477	7107	26,98	29,10	27,97
25 - 39	3684	3369	7053	27,38	28,19	27,76
19 - 24	1340	1183	2523	9,96	9,90	9,93
0 - 18	1884	1936	3820	14,00	16,20	15,04
<b>Summe</b>	<b>13456</b>	<b>11949</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Geschlechterverhältnis	52,97	47,03				
Verhältnis der M an den W		88,8				
<b>Gesamtbevölkerung</b>		<b>25405</b>				

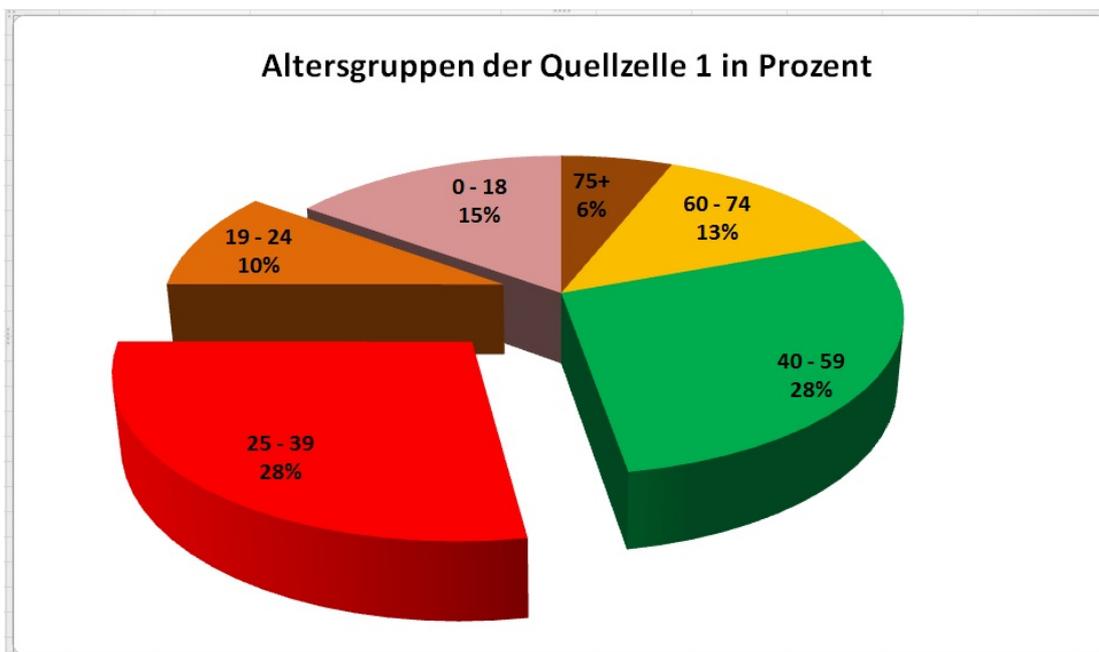
Zelle 2	W	M	Gesamt	W	M	Gesamt 2
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anteil	Anteil	Anteil in %
75+	777	441	1218	8,50	5,11	6,85
60 - 74	1650	1353	3003	18,05	15,67	16,89
40 - 59	2517	2577	5094	27,53	29,84	28,65
25 - 39	2013	1985	3998	22,02	22,99	22,49
19 - 24	823	838	1661	9,00	9,70	9,34
0 - 18	1363	1441	2804	14,91	16,69	15,77
<b>Summe</b>	<b>9143</b>	<b>8635</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Geschlechterverhältnis	51,43	48,57				
Verhältnis der M an den W		94,44				
<b>Gesamtbevölkerung</b>		<b>17778</b>				

**Tabelle 7:** demographische Kennzahlen der beiden Quellzellen

In Tabelle 7 ist klar zu erkennen, dass sich die Altersgruppen in den beiden Zellen ungleich verteilen. Die Quellzelle 1, im Wiener Bezirk Währing ist statistisch gesehen jünger, als die Quellzelle 2, im Wiener Bezirk Floridsdorf. Dies ist auch in den Abbildungen 44 und 45 klar zu erkennen. Die Unterschiede sind vor allem in den Altersgruppen am deutlichsten. Es ist die, laut meiner Hypothese, mobilste Altersgruppe: nämlich die der 19 bis 39 Jährigen. Hier sieht die Verteilung folgendermaßen aus: Die Bevölkerungsgruppe der 60 – 74 jährigen ist in der Quellzelle in Floridsdorf bezogen auf die

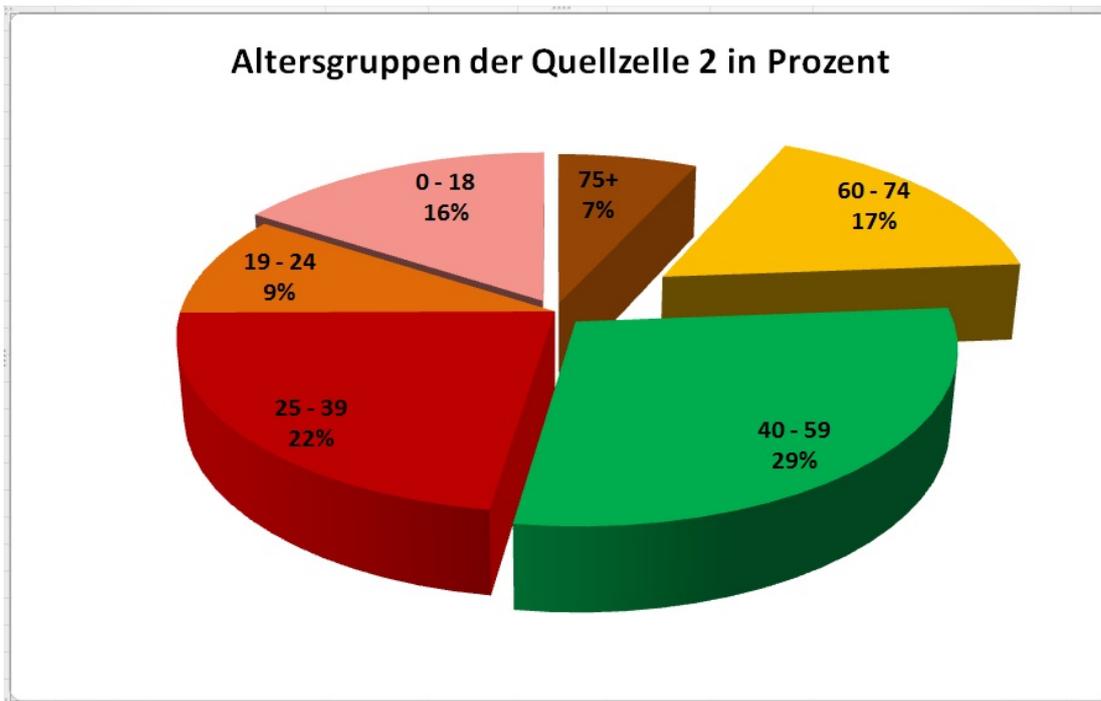
Gesamtbevölkerung der Zelle um 3 % höher, als in der Zelle in Währing. Die absolute Zahl der 60 – 74 Jährigen ergibt in der Zelle in Floridsdorf gegenüber der Quellzelle in Währing einen Überhang von 300 Einwohnern,.

Andererseits ist die Altersklasse der 25 – 39 in der Quellzelle in Floridsdorf bezogen auf die Gesamtbevölkerung der Zelle um 5 %, geringer, als in der Zelle in Währing. Die absolute Zahl dieser Altersklasse ist in der Zelle in Währing um rund 3000 Einwohner größer, als in der Quellzelle Floridsdorf.



**Abbildung 44:** Altersgruppen an der Wohnbevölkerung der Quellzelle Währing - 2006

In Abbildung 44 bzw. 45 ist eben beschriebenes graphisch dargestellt. Es ist die unterschiedliche Verteilung der jungen Altersklassen in den beiden Stadtteilen zu sehen, die auch in den Bewegungsprofilen der User der beiden Zellen, die in Kapitel 4.2 dargestellt sind, markant herausragen. Quellzelle 2, in Floridsdorf zeigt eine stärkere Ausprägung des Alterungsprozesses der Bevölkerung, als die Zelle in Währing. Dies belegen vor allem die Altersgruppen von 40 – 59 bzw. 60 – 74, die in Quellzelle 2 einen höheren Wert aufweisen, als dieselben Altersgruppen in Quellzelle Währing. Welche Faktoren zu dieser Verteilung geführt haben, wird in vorliegender Arbeit nicht diskutiert werden.



**Abbildung 45:** Altersgruppen an der Wohnbevölkerung der Quellzelle Floridsdorf – 2006

Das Geschlechterverhältnis, wie in Tabelle 7 beschrieben, das ebenfalls in den Hypothesen aufgegriffen wurde, ist zwar zugunsten der Frauen ungleich verteilt, allerdings so marginal, dass die räumliche Verteilung keine signifikanten Ergebnisse auf dem 1km Raster ergeben hat. Die Ergebnisse auf dem 250m Raster ließen zwar eine räumliche Differenzierung zu, die Unterschiede blieben allerdings marginal (Abbildung 41).

	WBV 2006	A1 Kunden	Anteil A1	max. Aktivität in Quellzelle)	Aktivität auf alle Zellen
Zelle 1	25405	3888	15,3	8334	34101
Zelle2	17778	1536	8,6	16042	50311

**Tabelle 8:** Bezug der Gesamtwohnbevölkerung zu den A1 Usern

In Tabelle 8 ist parallel zu den Altersklassen, der Anteil der A1 Kunden in den beiden Zellen herausgerechnet dargestellt.

Neben der Bevölkerungszahl sind einige äußerst interessante Parameter zu erkennen, die auf eine sehr starke Differenzierung und Charakteristik der Zellen schließen lassen.

Einerseits ist die Anzahl und das Verhältnis der A1 Kunden zur Gesamtbevölkerung, die in Währing weit höher, auch in Zusammenhang mit der Bevölkerungszahl, liegen, als in Floridsdorf.

*Die Stadt Wien, deren Gesamtwohnbevölkerung bei rund 1,7 Mio. Menschen liegt, beherbergt insgesamt rund aktive 450.000 A1 Kunden. Dies ist ein Verhältnis von 26 % der Gesamtbevölkerung.*

*Die Anzahl und Verteilung der Aktivitäten machen diese beiden Zellen für vorliegende Analyse interessant. Während die Zelle in Währing (Quellzelle1) mit einer Aktivitätendichte von 8.334 Ereignissen in der Quellzelle selbst und insgesamt 34.101 Ereignissen für alle Zellen innerhalb 24 Stunden für diese geographische Lage signifikante Ergebnisse liefert, verhält sich Quellzelle 2 in Floridsdorf gegenteilig.*

*Mit 16.042 Ereignissen in der Quellzelle selbst und insgesamt 50311 Ereignissen in allen betroffenen Zellen der Stadt Wien, liegt die Aktivitätendichte in der eher peripher gelegenen Zelle aus Floridsdorf, um einiges höher, als die eher im Zentrum der Stadt gelegenen Zelle aus Währing.*

*Weiters ist anzumerken, dass die User der Quellzelle Währing über den Zeitraum von 24 Stunden 828 Zielzellen der Stadt Wien angesteuert haben, während die User der Quellzelle Floridsdorf 1.023 Zielzellen.*

*Die eben genannten und in Tabelle 8 dargestellten Indikatoren werden in vorliegender Arbeit wie folgt interpretiert:*

- 1. Die Aktivitätsziffer in der Quellzelle wird als Indikator dafür verwendet, wie sich Aktivitäten in Bezug auf das Verhältnis der Quellzellenaktivität und Aktivität außerhalb der Quellzelle verhalten. In vorliegender Situation liegt dieser Wert in der Quellzelle Floridsdorf bei fast einem Drittel der gesamten Aktivitätsdichte dieser Quellzelle.*
- 2. Die Aktivität ausgehend aus einer Quellzelle in allen Zellen des Wiener Stadtgebietes, interpretiert als Grundgesamtheit der Nutzung mobiler Netze, ergibt im Verhältnis der Nutzung in der Quellzelle das Mobilitätsverhältnis dieser Zelle.*
- 3. Die Anzahl der Zellen, in welchen Aktivität aufgezeichnet wurde, dient als Indikator dafür, wie sich der Aktionsradius zur Quellzelle verhält bzw. wie zentral oder peripher die Zelle liegt. Die Grundgesamtheit des Datensatzes beträgt rund 16.000 Zellen in Wien und Niederösterreich. Die User der Zelle Währing waren in 827 Zellen dieser Grundgesamtheit aktiv, die User der Zelle Floridsdorf hingegen in 1.023 Zellen.*

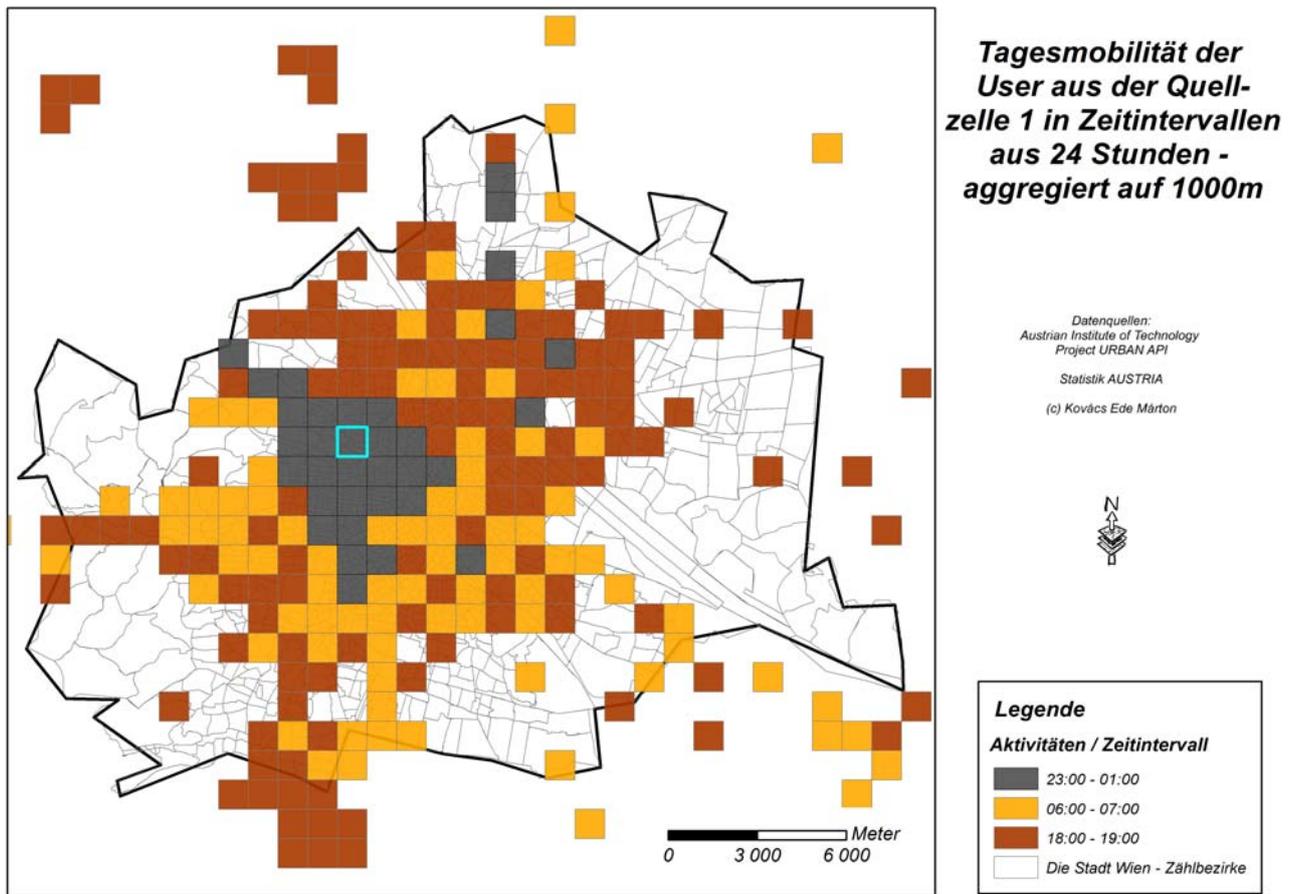
4. Die Länge der Wege, die an einem Tag zurückgelegt werden, wird anhand der Dichtekarte, am Radius der höchsten Dichten, ausgehend von der Quellzelle errechnet. Auch die Anzahl der in Punkt 3 beschriebenen Zellen deutet auf die Weglänge hin, da die Zelle 2 in Floridsdorf, in Bezug auf das Stadtzentrum Wiens peripherer liegt als die Quellzelle 1 in Währing.

Dieser Umstand erklärt, anhand der Hauptzielzellen der Quellzelle 2 (Zentrum der Stadt und Floridsdorf selbst – bipolare Struktur), warum Floridsdorf eine Aktionsradius (Punkt 3) von 1.023 aufweist, Währing hingegen nur 827: Eine potenzielle Erklärung ist, dass aus der Quellzelle Floridsdorf mehrere Zellen durchquert werden müssen, um in das Stadtzentrum zu gelangen, weswegen sich die Anzahl der Zellen erhöht, in denen Aktivität gemessen wurde.

5. Die vorliegenden Altersstrukturen deuten auf Zusammenhänge im Aktionsradius hin. Auf diesen Umstand wird in Hypothese 4 eingegangen. Diese, so die Annahme, sinkt mit steigendem Alter. Operationalisiert bedeutet das, dass wenn eine sehr hohe maximale Quellzellenaktivität, in einer Zelle mit statistisch gesehen mehr Einwohnern höheren Alters verzeichnet wurde (über ein Drittel der Gesamtaktivität in der Zelle Floridsdorf auf alle Zellen der Stadt Wien), man von einem geringeren Aktionsradius sprechen kann. Das bedeutet, dass die User der Zelle zwar aktiv sind, allerdings sich diese Aktivität in einem höheren Maße am Ausgangspunkt, also in der Quellzelle oder im Zentrum der „Lebensbeziehungen“ abspielt, das keine oder nur geringfügige Mobilität nach sich zieht. Diese Annahmen können allerdings nicht belegt werden. Sie sind lediglich Vermutungen, die sich aus der visuellen und deskriptiven Analyse ergeben haben.

6. Die Tagesgänge der Mobilität in beiden Zellen geben Auskunft über die Mobilitätsbereitschaft bzw., geben Auskunft darüber, wie weit die Quelle zentral oder peripher liegt. Dieser Umstand ist damit zu erklären, dass Menschen, die einen weiteren Weg vor sich haben, um Güter und Dienstleistungen des täglichen Lebens einzukaufen, eher einen Ort wählen, an dem sie möglichst viele Bedürfnisse decken, also Güter und Dienstleistungen in Anspruch nehmen, konsumieren können. Dies verringert aber die Mobilitätshäufigkeit in Summe eines Tages von 24 Stunden (Hypothese 5).

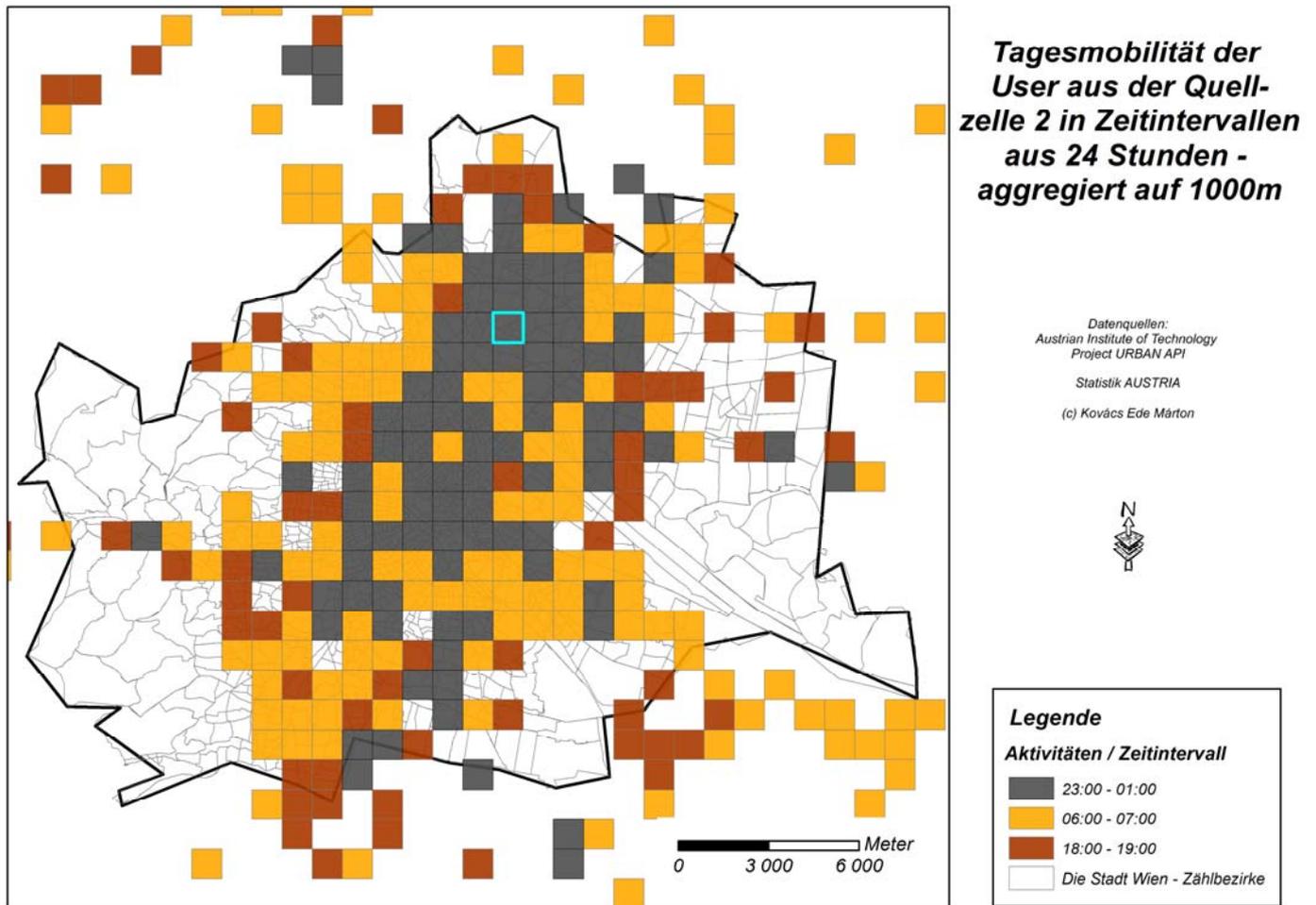
## 4.2. Verteilung der User nach Quelle und Tageszeit



**Abbildung 46:** Tagesmobilität der Quellzelle 1 – Währing - Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen

Vorliegendes Kapitel versucht weiters sich der Frage zu nähern, wie die in Kapitel 4.1 genannten Zusammenhänge, sich zu den einzelnen Tageszeiten verhalten. Obige Abbildung 46 bzw. folgende Abbildung 47 stellt in einer kartographischen Form dar, welche Zellen, ausgehend aus der ebenfalls hervorgehobenen Quellzelle, zu welcher Tageszeit von den Usern der Quellzelle befahren werden.

Diese Abbildungen zeigen keinerlei Dichteangaben in den einzelnen Zellen, sondern haben vielmehr die Aufgabe darzulegen, wie sich die Bevölkerung aus einer Quellzelle, zu den gewählten Tageszeiten, auf das Stadtgebiet verteilt. Dabei ist klar herauszulesen, dass die Bevölkerung aus der Zelle Währing zu allen drei gewählten Tageszeiten aktiv und mobil ist, wohingegen die Bewohner der Zelle in Floridsdorf dem größten Teil ihrer Wege in den Morgenstunden nachgehen. Die AI User in der Zelle Währing zeigen die meiste Aktivität verbunden mit Mobilität in den Abendstunden zwischen 18:00 und 19:00 h, und die geringste in den Nachtstunden zwischen 23:00 und 01:00 h. Dieses Zeitintervall ist in Floridsdorf hingegen ein sehr Aktives.



**Abbildung 47:** Tagesmobilität der Quellzelle 2 – Floridsdorf - Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen

Der Zusammenhang der Abbildungen 47 und 48 mit folgender Tabelle 9 vervollständigt das zahlenmäßige Verhältnis mit der räumlichen Verteilung und wird in Kapitel 4.3 in Zusammenhang mit den postulierten Hypothesen gestellt.

	Anzahl der Zielzellen pro Zeitintervall		Anteil Zelle 1	Anteil Zelle 2
	Quellzelle 1 Währing	Quellzelle 2 Floridsdorf		
23:00 - 01:00	35	101	7,462686567	15,68322981
06:00 - 07:00	129	250	27,50533049	38,81987578
18:00 - 19:00	305	293	65,03198294	45,49689441
<b>Summe</b>	<b>469</b>	<b>644</b>	100	100

**Tabelle 9:** Anzahl der pro Zeitintervall angesteuerten Zielzellen, ausgehend aus der jeweiligen Quellzellen

*Obige Tabelle 9 stellt die Zielzellenaktivität der gewählten signifikanten Zeitintervalle, die nach Bewegungsmustern die größte Abweichung zueinander auszeichnet, im Verhältnis zu den Quellzellen dar und zeigt deutlich, wie sich die Tagesmobilität der User aus den beiden Quellen auf die Stadt Wien verteilt und vor Allem wann wie viele Zellen angesteuert werden.*

*Weiters ist zu erkennen, dass das Mobilitätsmuster der Zelle Währing (Abbildung 47), mit einigen Ausnahmen, allerdings sehr kompakt und nur wenig Streuung zeigt. Hingegen der Zelle in Floridsdorf (Abbildung 47) sehr zerstreut ist und keine klares Zentrum der Ziele, sondern mehrere kleine Destinationen ansteuert, wovon zwei als Hauptziele der Tagesmobilität hervorgehoben werden können: Diese wären Das Zentrum der Stadt selbst und Floridsdorf als Bezirkszentrum.*

*Auffällig in Hinblick auf die fehlende Zentralität der Hauptdestination (Zielzellen) der Tagesmobilität der User aus der Quellzelle in Floridsdorf ist auch, dass die Zellen im unmittelbaren Umland von Wien stärker bereist werden, als von Usern aus der Quellzelle Währing. Dieser Umstand kann mit der peripheren Lage der Quellzelle in Floridsdorf in Bezug auf die Stadt Wien zusammenhängen, da Floridsdorf wie auch der Bezirk Donaustadt in Bezug auf die Geschichte Wiens ein junger Bezirk ist und aus diesem Grund die täglichen Interaktionen, Vernetzungen und sozialen Identitäten sich nicht rein auf das Stadtgebiet beziehen.*

### 4.3. Conclusio

*Vorliegende Arbeit hat gezeigt, welche Möglichkeiten sich technisch aus dem Daten eines mobilen Kommunikationsnetzes ableiten lassen. Diese Daten sind in vielerlei Hinsicht visualisierbar, analysierbar und interpretierbar. Sie können, wie auch in dieser Arbeit versucht wurde, mittels zahlreicher Methoden weiterverarbeitet werden. Dies schafft den Mehrwert dieser Arbeit, da die Rohdaten erst gesichtet, verschnitten und wissenschaftlich einzuordnen sind, bevor die für die Hypothesen relevanten Schlüsse gezogen werden können.*

*Vorliegendes Beispiel der Analyse von Daten aus zwei identischen Raumeinheiten in unterschiedlicher geographischer Lage, hat gezeigt, welche Differenzierungen und Rückschlüsse auf die Mobilität der Einwohner einer Raumeinheit getroffen werden können. Dabei kann quantitativ lediglich von einer Stichprobe gesprochen werden, da die Gesamtwohnbevölkerung des Untersuchungsgebietes, der Stadt Wien, rund 1,7 Millionen Menschen beträgt, vorliegende Datengrundgesamt sich allerdings auf lediglich rund 5.500 A1 Kunden in 2 Zellen von 1 Quadratkilometer Fläche bezieht, deren Gesamtwohnbevölkerung rund 43.000 Menschen zählt. Die Stadt Wien zählt dabei insgesamt rund 450.000 A1 Kunden.*

*Die Schlüsse, die aus der Verarbeitung gezogen werden können, entsprechen in groben Zügen den Erwartungen und sollen in vorliegendem Kapitel zu einer Zusammenfassung kommen:*

*Bezogen auf die Quantität der User ist festzustellen, dass mit der Annahme, der höheren A1 Kundendichte bei höherer Bevölkerungsdichte, die sog. „Counts“ der A1 User den Fall bestätigen. Die Quellzelle Währing ist im Verhältnis 5:3 dichter besiedelt, als die Quellzelle Floridsdorf. Des Weiteren, dem Trend folgend ist die A1 Kundendichte in der Quellzelle Währing im Verhältnis 3:1 dichter, als in der Quellzelle Floridsdorf.*

*Da jede Stadt aufgrund ihrer Entwicklung nicht gleichmäßig aufgebaut ist bestehen Unterschiede in der Verteilung der Bevölkerung. Diese beiden Zellen wurden gewählt, da sie einen unterschiedlichen „Reifegrad“ der Besiedlung zeigen. Quellzelle 1 in Währing gehört zu einem Bezirk, der Nahe des Zentrums liegt und im frühen 20 Jahrhundert bereits duicht bebaut und besiedlet wurde, wohingegen Floridsdorf am linken Donauufer liegend liegend erst in der Zwischenkriegszeit bzw der Zeit nach 1950 intensiver erschlossen, bebaut und besiedelt wurde.<sup>47</sup>*

---

<sup>47</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Floridsdorf>

*In den jeweiligen Besiedlungs-, „epochen“ zogen Bevölkerungsgruppen in der identen Lebenszyklusphase – der Phase der Haushalts- und Familiengründung - in die betreffenden Viertel ein. Heute weisen sie – 100 Jahre oder 3 Generationen bzw 50 Jahren oder 1 ½ Generationen später – naturgemäß eine unterschiedliche Alterstruktur auf.*

*Vorliegende Analyse hatte unter anderem auch zum Ziel, diese Differenzierung aufgrund von Mobilitätsprofilen herauszuarbeiten und zu visualisieren.*

*Schon anhand der Verteilung der Tagesmobilität (Abbildungen 47 und 48) ausgehend aus den beiden Zellen ist ersichtlich, wo die Unterschiede liegen:*

### **Hypothese 1:**

*Betreffend der **Hypothese 1**, der **Aktionsradius** (Anzahl der aktiven Zielzellen pro Quellzelle) der Wege, die an einem Tag zurückgelegt werden, wird der Zusammenhang bereits komplexer. Einerseits kann davon ausgegangen werden, dass anhand der höheren Entfernung zum Stadtzentrum die Weglänge in 24 Stunden zunimmt. Allerdings, wie während der Analyse festgestellt wurde, besteht in den Hauptzielregionen der User eine bipolare Struktur. In diesem Fall (Quellzelle Floridsdorf) gibt es 2 größere Zielregionen. Neben dem Stadtzentrum ist es Floridsdorf selbst, als Subzentrum der Stadt Wien, dessen Aktivitätsdichte, auch wegen der Quelllage für Zelle 2, eine sehr hohe Eventzahl in der Quellzelle aufweist. Somit kann zwar gesagt werden, dass der Aktionsradius der Wege, die die User aus Zelle 2 zurücklegen, größer ist, als die Wege aus Zelle Währing, allerdings gilt diese These nur für die User aus der Quellzelle Floridsdorf, die tatsächlich mobil sind, also die Quellzelle auch verlassen. Dies zeigt auch die Zahl der Zellen, in denen sich User in 24 Stunden einloggen. Dies zählt aus der Quellzelle Währing ausgehend 827, aus der Quellzelle Floridsdorf hingegen 1023. Das Verhältnis kann auf zweierlei Arten interpretiert werden:*

- 1. Die Länge der Wege ist höher, da mehrere Zellen überquert werden müssen, um das Zentrum der Stadt zu erreichen*
- 2. Der Aktionsradius ausgehend aus der Quellzelle Floridsdorf ist, wenn die Quellzelle verlassen wird höher als ausgehend aus der Quellzelle Währing.*
- 3. In der Quellzelle Währing ist der Transitverkehr aufgrund des Gürtels überrepräsentiert und verschiebt die Userdichte bzw. die Hot Spots in den einzelnen Zeitintervallen – Die vermeintliche Quellzelle wird zu einer Transitzelle, in der die User keine dort wohnenden AI Kunden sind, sondern Verkehrsteilnehmer (Abbildung 28 bzw. 37)*

## **Hypothese 2:**

*Andererseits kann mittels der Summe der Events auf das gesamte Stadtgebiet (Kapitel 4.2) im Verhältnis zur Summe der Events in der Quellzelle indirekt angedeutet werden, wie mobil die User von AI, in den beiden Zellen differenziert, sind. Natürlich kann dieses Maß nicht dazu verwendet werden, tatsächliche Unterschiede zu messen. Es soll lediglich aufzeigen, in welchem Verhältnis die Summe der Events des gesamten Stadtgebietes zur Summe der Quellzellevents steht.*

*Dieses Verhältnis ist sehr aussagekräftig. In der Quellzelle Floridsdorf liegt die Aktivität in der Quellzelle bei über einem Drittel der Events Gesamt. D.h., dass die verorteten Ereignisse aus der Quellzelle Floridsdorf zu mehr als einem Drittel in der Quellzelle selbst, also am Wohnort oder in unmittelbarer Nähe dessen aufgezeichnet wurden. Hingegen der Quellzelle Währing, in der lediglich weniger, als ein Viertel der gesamten Events in der Quellzelle selbst gemessen wurde. Aus diesem Zusammenhang kann geschlossen werden, dass die AI User der Quellzelle Währing ihre Aktivitäten in höherem Maße, als die AI User in Floridsdorf, in höherer Entfernung zum Wohnort setzen. Es ergibt sich daraus ein großer Interpretationsspielraum in Bezug auf die Gründe. Zum Einen liegen diese in der Entfernung zum Zentrum, zum anderen in der Altersstruktur, da Menschen höheren Alters weniger mobil sind, als jüngere Menschen.<sup>48</sup> Die Entfernung der Quellzelle Währing zum Zentrum ist weit geringer, als die der Quellzelle Floridsdorf. Die Bevölkerung der Quellzelle Floridsdorf ist statistisch gesehen älter, als die der Quellzelle Währing. Dieser Zusammenhang, der in **Hypothese 2** formuliert wurde, kann somit, zwar nur vage, aber beantwortet werden. Die Anzahl der Aktivitäten der Quellzelle Währing ist zwar in ihrer absoluten Ausprägung weit geringer, als die der Quellzelle Floridsdorf, der Anteil der tatsächlichen Aktivität außerhalb der Quellzelle liegt allerdings höher. Somit kann die Annahme in Hypothese 2 bestätigt werden, dass der Anteil der Events in höherer Entfernung zum Wohnort ausgehend aus der Quellzelle Währing höher ist, als die der Quellzelle Floridsdorf.*

*In absoluten Zahlen gemessen ist sowohl die Anzahl der angesteuerten Zellen, in denen Aktivität gemessen wurde, als auch die Aktivität in den Zellen, ausgehend aus der Quellzelle Floridsdorf höher, als ausgehend aus der Quellzelle Währing.*

*Eine Gegenüberstellung der Userdichte pro Zeiteinheit in den Quellzellen ergibt ein ähnliches Bild, vergleichend mit der Darstellung der Events.*

*Somit sind die AI Kunden der Quellzelle Floridsdorf zwar aktiver in der Nutzung von mobilen Netzen, gleichzeitig sind sie weniger mobil, als die AI Kunden der Quellzelle Währing.*

---

<sup>48</sup> <http://www.butz-stiftung.de/51.htm>

Die bereits erwähnte Transitlage der Quellzelle Währing ist derjenige Umstand, der die Eindeutigkeit und Operationalisierbarkeit der Parameter nicht ermöglicht, da die einzelnen Attributausprägungen sich aus diesem möglichen Grund als nicht signifikant erwiesen haben.

### **Hypothese 3:**

Die in **Hypothese 3** formulierte Behauptung, wonach die **Dauer** der Wege (in Stunden) ausgehend aus der Quellzelle Währing kürzer seien, als diejenigen ausgehend aus der Quellzelle Floridsdorf, kann aus folgendem Grund nicht verifiziert werden:

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass nachdem das Hauptzielgebiet der Tagesmobilität der Quellzelle Währing das Zentrum der Stadt Wien ist, die Wege schon aufgrund der geographischen Lage kürzer sein müssen. Die zentrale Frage ist allerdings, inwieweit sich diese Entfernung auf die tatsächliche Weglänge der zentrumsfernen Quellzelle auswirkt. Diese Hypothese kann nur teilweise bestätigt werden. Die Visualisierungen aus Abbildung 47 und 48 in Verbindung mit Tabelle 9 zeigen in aller Deutlichkeit, dass die Staffelung der Zeitintervalle in drei voneinander unabhängige Stunden eines Tages erhebliche Unterschiede aufzeigen.

Während in der Quellzelle Währing die Anzahl der angesteuerten Zielzellen in den Morgen- und Nachtstunden stets geringer ist, als in der Quellzelle Floridsdorf, ist es im Zeitintervall zwischen 18:00 und 19:00 h vice versa. Zeitgleich ist anzumerken, dass zwischen 23:00 und 07:00 h die User der Quellzelle Währing weniger als die Hälfte der Zielzellen ansteuern, als die User der Quellzelle Floridsdorf im selben Zeitintervall. Es kann aus diesen Darstellungen lediglich die Vermutung aufgestellt werden, wonach sich die Mobilitätsdichte in den Hauptzielzellen der Quellzelle Floridsdorf aufgrund der zentrumsfernen Lage in die Morgenstunden verlagert und in den frühen Abendstunden zwischen 18:00 und 19:00 h daher stagniert, um in den frühen Nachtstunden wieder anzusteigen. Hierbei ist es wichtig anzumerken, dass sich Hypothese 3 nicht auf die Aktivität in den Zellen bezieht, sondern lediglich auf die Anzahl und Verteilung der angesteuerten Zellen in diesem Zeitintervall.

Über die Dauer der einzelnen Wege können aus diesem Datensatz keine Schlussfolgerungen gezogen werden.

#### **Hypothese 4:**

*Dass bei Einwohnern mit höherem **Alter** die Mobilitätsbereitschaft und somit auch die Häufigkeit der Mobilität sinkt <sup>48</sup>, wie in **Hypothese 4** formuliert wurde, kann aus vorliegendem Datensatz nicht signifikant verifiziert werden. Die Einwohner der Quellzelle Floridsdorf sind zwar statistisch gesehen älter, wonach der Schluss naheliegt, dass Ihr Aktionsradius geringer ist, allerdings kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abgeschätzt und auch nicht belegt werden, welche der beiden abhängigen Variablen, Altersdurchschnitt der Bevölkerung oder aber die Entfernung zum Stadtzentrum, stärkeres Gewicht auf die beobachtete Verteilung ausüben.*

#### **Hypothese 5:**

*Als **Zusatzhypothese 5** wurde seitens des Autors postuliert, dass die Tagesmobilität der Einwohner der Quellzelle, die geographisch gesehen von der jeweiligen Hauptzielregion weiter entfernt ist, eine räumlich eher zufällige Verteilung der Aktivitätsdichten aufweist, wohingegen der entgegengesetzte Fall in ein raum-zeitliches Schema eingesetzt werden kann.*

*Dies kann auf die räumliche Stadtstruktur und den damit verbundenen Gegebenheiten in der Funktionalität des Raumes zurückgeführt werden.*

*Walter Christaller (1933) <sup>44</sup> beschreibt dies unter der Annahme des homogenen Raumes wie folgt: Sofern sich der Wohnort in einem Zentrum befindet, sind die Güter und Dienstleistungen des täglichen Gebrauchs (zentrales Gut) in unmittelbarer Nähe zum Wohnort zu finden, ohne, dass große Wege zurückgelegt werden müssen. Es gilt das Prinzip der Gewinnmaximierung. <sup>44</sup>*

*Mit steigender Entfernung sinkt die Wichtigkeit des Gutes bzw. der Dienstleistung für das Alltagsleben. Somit sinkt auch der Preis des Gutes, da in dieser Theorie auch die Transportkosten eine Rolle spielen.*

*Die sog. „Oberzentren“ <sup>44</sup>, in denen die „zentralen Güter“ <sup>44</sup> erworben werden können, versorgen meist sich selbst und die umliegenden Orte mit diesen zentralen Gütern. Vorliegende Verteilung in Abbildung 47, aus Quellzelle Währing, stellt dies approximativ dar.*

---

<sup>44</sup> **Christaller W.:** „Die zentralen Orte in Süddeutschland“, Jena 1933

<sup>48</sup> <http://www.butz-stiftung.de/51.htm>

*Hingegen der Verteilung in Abbildung 47, einem Subzentrum der Stadt Wien, die Quellzelle Floridsdorf,*

*beschreibt dieses Funktionsgeflecht nicht nach eben genanntem Trend.*

*Die raumzeitliche Verteilung der Daten, wie in Abbildung 46 und 47 dargestellt ist zeigt zwei Quellzellen, die aufgrund von unterschiedlichen funktionalen Verflechtungen, unterschiedliche Mobilitätsprofile aufweisen.*

*Die Quellzelle Währing als monopolare Struktur, im Zentrum liegend, musste sich an keine Veränderungen in Bezug auf den Rang ihres zentralen Ortes anpassen.<sup>44</sup>*

*Wohingegen die Quellzelle Floridsdorf, außerhalb der Zentrums liegend, ihr eigenes funktionales Zentrum aufgebaut hat, und erst anschließend in den Stadtverbund Wiens integriert wurde. Somit wurde der zentrale Ort oder das sog. „Oberzentrum“ Floridsdorf durch ein höher gewichtetes Zentrum, nämlich Wien, ersetzt.<sup>47</sup>*

*Dies zeigen die Abbildungen 46 und 47 in der raum-zeitlichen Verteilung der User aus beiden Quellzellen in aller Deutlichkeit. Quellzelle Währing beschreibt eine nahezu konzentrische Struktur der Mobilität je nach Tageszeit, hingegen den gegenteiligen Effekt erkennt man in der Verteilung der Mobilitätsstrukturen der Quellzelle Floridsdorf, die mit ihrer bipolaren Struktur keinem klar erkennbarem Trend folgt. Hypothese 5 kann somit bestätigt werden.*

*Die Aufbereitung der Daten in vorliegender Arbeit unterliegt, nach allen visuellen und auch statistischen Ergebnissen erheblichen Schwächen, die sich allerdings schon in der Datenakkumulation seitens des Netzbetreibers zeigen. Eine dieser Schwächen wäre, dass die verorteten Datenpunkte aus der GSM Ortung zustande gekommen sind. Dies zieht eine gewisse Ungenauigkeit nach sich, vor allem, wenn weiterführend etwa akkumulierte Pfade berechnet werden sollen, um Verkehrsströme besser darstellen und vorhersagen zu können. Diese Art von Analyse wäre nur mit GPS Ortungsdaten möglich, die auf weniger als einen Meter genau orten können.*

---

<sup>44</sup> **Christaller W.:** „Die zentralen Orte in Süddeutschland“, Jena 1933

<sup>47</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Floridsdorf>

Weiters ist zu erwähnen, dass die Datengrundlage nicht in die einzelnen Aktivitäten differenzierbar ist. Sie bietet lediglich die Information, dass ein User der Netzbetreibers eine Aktion in dessen mobilem Netz getätigt hat und somit, mit einem Punkt, geortet werden konnte. Wenn allerdings mehrere Aktivitäten am selben Punkt (am selben Sendemast), über eine bestimmte Zeitspanne festgestellt worden sind, ist es auch möglich, dass ein User an einem bestimmten Sendemasten eingebucht ist, der allerdings dann aktiviert wird, wenn andere Masten überlastet sind. Dies ist beispielsweise am Wilhelminenberg im Nordwesten Wiens der Fall. Dieser Sendemast verfügt über eine höhere Reichweite, und kommt dann zum Einsatz, wenn Menschenansammlungen einen Hot Spot bilden und den betreffenden Sendemasten damit überlasten.

Das Resultat für vorliegende Arbeit wäre eine verfälschte Verortbarkeit der Aktivitäten. Ein weiterer Nachteil, der durch Akkumulation der Rohdaten entstehen kann ist, dass die Anzahl der Aktivität in einer Zelle redundant ist. Das kann bereits bedeuten, dass User, die nicht aus dieser Zelle entstammen, in ihr enthalten sind, und somit den Datensatz verfälschen. Aus diesem Grund war es dem Autor wichtig die Daten mit den demographischen Daten der Stadt Wien und der Statistik Austria zu vergleichen, um die Qualität der Datengrundlage zu gewährleisten.

Eine weitere Problematik ist die Auswahl der User, die in einer bestimmten Zelle wohnhaft sind, die sog. „Nightuser“. Diese werden anhand von empirischen und statistischen Daten, aus dem „Timestampinformationen“ ausgewählt. In vorliegender Arbeit wurde jeder User als „Nightuser“ einer Zelle bestimmt, der im Zeitfenster von 00:00 und 06:00 vorwiegend in dieser Zelle auszufinden ist. Der Nachteil dabei ist, dass dies nur ein approximativer Wert ist. Eine mögliche Verifikation dieses Wertes wären Bevölkerungsdaten der Stadt Wien bzw. der Statistik Austria, denn wenn die Anzahl der gemessenen User höher liegt, als die Bevölkerungsanzahl, wurden eventuell User mit gewertet, die nicht in betreffender Zelle wohnhaft sind.

## **5.Ausblick**

Die Verwendbarkeit vorliegender Ergebnisse ist vielseitig. Einerseits können die Daten vervollständigt mit jenen anderer Netzbetreiber der Stadt Wien helfen zur Identifizierung von Hot Spots der Mobilität. Weiters ist es mittels Internettechnologien und Datenbanksystemen möglich, ein webbasiertes Tool herzustellen, welches auf Knopfdruck auf eine Zelle darstellt, zu welcher Uhrzeit wie viele User in welchen Zellen der Stadt eingeloggt waren, um so ein Mobilitätsbild der betreffenden Zelle zu erhalten. Dieses erhält mittels des Vergleiches mit anderen Quellzellen den Mehrwert das Gesamtbildes über die Stadt Wien und kann für die Verkehrsplanung und zur Identifizierung möglicher Entwicklungsräume entscheidend sein.

*„Using this application it is possible to interactively assess the impact of land use and urban infrastructure as response of population activities. The visualisation is made by means of a 2D/3D web mapping client within the urbanAPI system for full public access to explore the sojourn/activity distribution maps over time. Larger scale explorations will allow monitoring access preferences of public places in detail.“<sup>45</sup>*

Eines der erstgesteckten Ziele dieser Arbeit, die Identifizierung der Verkehrsströme bzw. der Nutzung des öffentlichen Verkehrs konnten aus Gründen des Datenschutzes - der Aggregation der Daten auf das 1km Raster und den teilweise ungenauen GSM Daten - nicht bewerkstelligt werden. Um dieses Ziel zu erreichen ist es notwendig aus den einzelnen User ID's sog. „motion patterns“ zu bilden, die dann linienhaft aggregiert werden und so Strecken und Orte zu bestimmten Tageszeiten aufzeigen und Hotspots verdeutlichen. Anhand dessen kann berechnet werden, welche Verkehrsmittel zu welcher Tageszeit stärker genutzt werden. Vorliegende Daten wurden flächig aggregiert. Diese Datengrundlage ist für Analysen dieser Art zu grobmaschig.

Auf Basis der Verteilung der A1 Kunden auf das gesamte Stadtgebiet ist es ebenso möglich die sog. Kundenpenetration zu berechnen und aus dieser Kennzahl ausgehend potenzielle Kundenneuerschließung zu betreiben. Hierzu wäre es allerdings notwendig mehr Informationen über die Kunden zu erlangen. Die Verteilung von Geschäfts- und Privatkunden ist hierbei ebenso ein wichtiger Indikator.

All diese potenziellen Bestrebungen erfordern die weitere Aufbereitung der Daten und die Standardisierung des Zeitstempels, um Redundanzen zu vermeiden.

---

<sup>45</sup>[http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/city\\_api.html](http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/city_api.html)

*Ebenso ist es Ziel des „Urban API“ Projektes, auf wessen rechtlicher Grundlage vorliegende Arbeit aufbaut, die Daten über einen größeren Zeitraum aufzuarbeiten, um so ein Monitoringsystem für den Organismus Stadt zu etablieren. Dieses soll für die Entscheidungsfindung Prozesse aufzeigen und diese besser interpretierbar bzw. vorhersagbar gestalten.*

*Abschließend ist zu sagen, dass Analysen dieser Art den interdisziplinären Umgang mit sensiblen Daten forcieren, denn neben der datenschutzrechtlichen Problematik bieten sie eine ungemein wichtige Datengrundlage, nicht nur für die Stadtplanung, sondern auch für ökonomische und ökologische Bemühungen. Die technischen Errungenschaften zeigen den Fortschritt. In Zeiten der mobilen Kommunikation, in einer immer schneller werdenden Welt, in der das japanische „Kai-Zen“<sup>46</sup> Prinzip neu entdeckt wird, ist es unumgänglich, wie in einem hermeneutischen Zirkel, die Entwicklungen und Möglichkeiten, die sich bieten, auch im zeitlichen Verlauf immer wieder kritisch zu reflektieren.<sup>46</sup>*

*Dazu dient auch diese Arbeit. Sie verdeutlicht in einfachen Zügen, wie mit sensiblen Daten umgegangen werden soll, ohne, dass dabei die Fragestellung auf der Strecke bleibt. Die kritische Auseinandersetzung mit dem Ergebnis ist ein Prozess, der trotz Allem kontinuierlich geschehen muss, um Datenqualität und Verwendbarkeit im technischen und auch im ethischen Sinne zu gewährleisten.*

*Nach der Einschätzung des Autors konnte der gespannte Bogen dieser Arbeit einen groben Überblick über die Daten des „Motion pattern explorer“ Programms des „Urban API“ Projektes darstellen und auch darauf hinweisen, dass die Entwicklungen noch lange nicht zum Stillstand gekommen sind. Das System wird stetig weiterentwickelt und gewährleistet einen kritischen Umgang der Daten zwischen dem Ziel des Projektes und der rechtlichen Möglichkeiten bzw. Vorstellungen des Netzbetreibers AI.*

---

<sup>46</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Kaizen>

## 6. Quellverzeichnis

- <sup>1</sup> **Hui P., Jon Crowcroft J.**, „*Human mobility models and opportunistic communications system design*“, University of Cambridge, published online 2008: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/>
- <sup>2</sup> **Resch B., Britter R., Ratti C.**, „*Live Urbanism – Towards Senseable Cities and Beyond*“, 2011, Senseable city lab, MIT
- <sup>3</sup> **Küpper A.**, „*Location based services – Fundamentals and operation*“, 2005
- <sup>4</sup> **Castells, M.** (1996) *The Rise of Network Society*. In: Castells, Manuel (1996) „*The Information Age – Economy, Society and Culture*“. vol. 1, Blackwell, Oxford, UK, 1996
- <sup>5</sup> **Krontiris I., Albers A., Rannenber K.**(2010): *W3C Geolocation API calls for Better User Privacy Protection - Chair of Mobile Business and Multilateral Security Goethe University, Frankfurt, Germany*
- <sup>6</sup> **Sauter M.**, „*Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme – UMTS, HSDPA und LTE, GSM, GPRS und Wireless LAN*“, 4. Auflage (2011), Vieweg
- <sup>7</sup> **Roth J.**: *Mobile Computing. Grundlagen, Technik, Konzepte*. Heidelberg: dpunkt-Verl., 2002. ISBN 3-89864-165-1
- <sup>8</sup> **Loibl W., Peters-Anders J.**, „*Mobile Phone Data as Source to Discover Spatial Activity and Motion Patterns*“ *GI\_Forum 2012: “Geovisualisation, Society and Learning – Conference Proceeding”* Wichmann, Seite 524ff, Berlin 2012
- <sup>10</sup> **Paier M.** *Frequenzmanagement in der Mobilkommunikation in Österreich*“ Diss. TU Wien, 2002
- <sup>11</sup> **3GPP TS 23.002**: *Network architecture; Kap. 4*
- <sup>13</sup> **Agar J.**: *constant touch, a global history of the mobile phone*. Icon Books, Cambridge 2003
- <sup>14</sup> **Wuschke M.**: „*UMTS: Paketvermittlung im Transportnetz, Protokollaspekte, Systemüberblick*“ Teubner-Verl., Wiesb.2003
- <sup>24</sup> **3GPP TS 22.071**: *Location Services ; Service description; Stage 1; Chapter 4.; Release 8.1.0* (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>25</sup> **Lehner, F.**: „*Mobile und drahtlose Informationssysteme: Technologien, Anwendungen Märkte*“, Springer-Verlag, 2003, Seite 103ff
- <sup>27</sup> **Losser F.**, „*Position System mit GSM*“, 2006

<sup>28</sup> **Lecke L.**, „Positionierung von Mobiltelefonen“, 2004

<sup>29</sup> 3GPP TS 43.059: Functional stage 2 description of Location Services in GERAN; Release 8.1.0 (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>30</sup> **Chamoni, P.; Gluchowski, P.**, [Analytische Informationssysteme - Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen](#) ,Berlin u. a., 2010, ISBN: 978-3-642-04815-9

<sup>31</sup> **Colliat G.(1996)** "OLAP, Relational, and Multidimensional Database Systems." *ACM SIGMOD Record* 25,64

<sup>32</sup> **Gabriel R.** ; *Data Warehouse & Data Mining*. Herdecke, 2009

<sup>33</sup> **Jensen C.S., Pedersen T.B.,Thomsen C. (2010)** "Multidimensional Databases and Data Warehousing." *Synthesis Lectures On Data, Management, Lecture #9*

<sup>34</sup> **Zhou P., Lv X.** „Online Analytical Processing“, University of Illinois, 2012 (URL: <https://wiki.engr.illinois.edu/display/cs411su12/Team+PX>) (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>35</sup> **Clausen N.**: *OLAP – Multidimensionale Datenbanken*. Addison-Wesley-Longman, Bonn 1998

<sup>40</sup> **Albrecht H.-J. u.a.**: „Schutzlücken durch Wegfall der Vorratsdatenspeicherung?“ Eine Untersuchung zu Problemen der Gefahrenabwehr und Strafverfolgung bei Fehlen gespeicherter Telekommunikationsverkehrsdaten; Gutachten der kriminologischen Abteilung des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht im Auftrag des Bundesamtes für Justiz; Freiburg i.Br., Juli 2011

<sup>41</sup> **Biermann K.**: „Was Vorratsdaten über uns verraten“?Zeit Online. Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG, 24. Februar 2011, URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Vorratsdatenspeicherung#cite\\_note-1](http://de.wikipedia.org/wiki/Vorratsdatenspeicherung#cite_note-1), Zugriff 01.09.2012)

<sup>44</sup> **Walter Christaller**: *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, Jena 1933

## **Onlinequellen:**

- <sup>9</sup> <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0406221.htm>, Zugriff, 13.08.2012
- <sup>12</sup> [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Gsm\\_netzwerk.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Gsm_netzwerk.png) (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>15</sup> [http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&name=utra\\_fdd&contentid=35](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&name=utra_fdd&contentid=35) (Zugr.:23.8.2012)
- <sup>16</sup> [http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&contentid=36](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&contentid=36) (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>17</sup> <http://www.news.at/articles/0317/548/55535/umts-oesterreich-vorreiterrolle> (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>18</sup> [http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea\\_content&name=hsdpa\\_grundlagen&contentid=61](http://www.umtslink.at/3g-forum/vbcms.php?area=vbcmsarea_content&name=hsdpa_grundlagen&contentid=61) (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>19</sup> [www.umts-forum.org/component/option,com\\_docman/task,doc\\_download/gid,1628/Itemid,12/](http://www.umts-forum.org/component/option,com_docman/task,doc_download/gid,1628/Itemid,12/) (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>20</sup> <http://www.umtslink.at/content/f-bandbelegung-80.html> (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>21</sup> <http://www.umtslink.at/content/lte-278.html> (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>23</sup> <http://www.fh-wedel.de/~si/seminare/ss04/Ausarbeitung/8.Doering/tekomp2.htm> (Zugriff: 23.8.2012)
- <sup>26</sup> <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/enhanced-observed-time-difference-E-OTD.html> (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>36</sup> <http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/urbanregion.html> (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>39</sup> <http://www.democraticmedia.org/eu-addresses-mobile-privacy-and-lays-out-new-safeguards-consumers-citizens> (Zugriff: 23.8.2012)

<sup>42</sup> <http://www.qgis.org/> (Zugriff 10.9.2012)

<sup>43</sup> <http://anitagraser.github.com/TimeManager/> (Zugriff 10.9.2012)

<sup>45</sup> [http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/city\\_api.html](http://www.urbanapi.eu/solutions/applications/city_api.html)

<sup>46</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Kaizen>

<sup>47</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Floridsdorf>

<sup>48</sup> <http://www.butz-stiftung.de/51.htm>

## 7. Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** *Verteilung der Mobilfunkteilnehmer in der Stadt Wien, aggregiert auf 500m Rasterzellen Teilnehmerdichte; gesamter Zielverkehr auf Zeitintervalle*<sup>36</sup>

**Abbildung 2:** *Bewegungsmuster bzw. Interaktionen der Mobilfunkteilnehmern im Zentrum der Stadt Wien*<sup>36</sup>

**Abbildung 3:** *Mobilfunkgenerationen mit Übertragungsraten*<sup>9</sup>

**Abbildung 4:** *Aufbau eines GSM Netzes*<sup>12</sup>

**Abbildung 5:** *Verbreitung der einzelnen Mobilfunkstandards in Europa*<sup>19</sup>

**Abbildung 6:** *Globale Verbreitung der HSDPA Erweiterung von UMTS*<sup>19</sup>

**Abbildung 7:** *Mobilfunkanwender in Zahlen*<sup>19</sup>

**Abbildung 8:** *Verfügbarkeit mobiler Netze und Standards in Abhängigkeit zur Mobilität und Datenübertragungsrate*<sup>21</sup> (Unter „System Beyond 3G“ ist der neue Standard LTE zu verstehen)<sup>19</sup>

**Abbildung 9:** *Zellularer Mobilfunkaufbau*<sup>23</sup>

**Abbildung 10:** *Positionsbestimmung mittels E-OTD*<sup>25</sup>

**Abbildung 11:** *Schematische Darstellung von „Timing Advance“ (li.) sowie „E-OTD“ (re.)*<sup>24</sup>

**Abbildung 12:** *Schematische Darstellung von „Angle of Arrival“ (AOA)*<sup>27</sup>

**Abbildung 13:** *Schematische Darstellung von der Teilung der Zelle in Sektoren (CS)*<sup>27</sup>

**Abbildung 14:** *Systemarchitektur A-GPS*<sup>29</sup>

**Abbildung 15:** *Graphische Darstellung der Lage der Quellzellen*

**Abbildung 16:** *Beispielhafte Darstellung der Rohdaten im Maßstab 1: 650.000 – zur Verfügung gestellt von AIT (Austrian Institute of Technology)*

**Abbildung 17:** *Beispielhafte Darstellung des Bewegungsprofils des Autors selbst im Tagesverlauf, mit Hilfe des „Timestamps“, wie in Tabelle 1 ersichtlich - Eigenerhebung; Maßstab 1: 150.000*

**Abbildung 18:** *Die wichtigsten verwendeten Funktionalitäten des „Time Managers“*<sup>43</sup>

**Abbildung 19:** *Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 23:00 und 01:00 Uhr früh*

**Abbildung 20 - 21:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 06:00 bis 07:00 bzw. 12:00 – 13:00 Uhr

**Abbildung 22:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 1 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 18:00 und 19:00 Uhr

**Abbildung 23:** Dichtekarte des Zielverkehrs aus einer Rasterzelle (Abb.24) – Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen

**Abbildung 24:** 3D Darstellung der Useraktivitäten von A1 aus einer Quellezelle ausgehend

**Abbildung 25:** 3D Darstellung der Useraktivitäten von A1 aus einer Quellezelle ausgehend

**Abbildung 26:** Bevölkerungszahl und –dichte der Quellzelle Währing

**Abbildung 27:** Altersstrukturverteilung der Quellzelle Währing

**Abbildung 28 :** Tagesgang der Quellzellenaktivität (Summe der User in der Quellzelle Währing pro Zeiteinheit)

**Abbildung 29 - 30:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 2 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 23:00 und 01:00 bzw. 06:00 – 07:00 Uhr

**Abbildung 31 - 32:** Aggregierte Nutzerbewegung der Quellzelle 2 auf 1km x 1km Rasterzellen im Zeitraum von 12:00 – 13:00 bzw. 18:00 und 19:00 Uhr

**Abbildung 33:** Dichtekarte des Zielverkehrs aus einer Rasterzelle, der Quellzelle Floridsdorf ausgehend – Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell-Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen

**Abbildung 34:** Dichtekarte der Aktivität der A1 User aus der Quellezelle 2 ausgehend

**Abbildung 35:** Bevölkerungszahl und –dichte der Quellzelle Floridsdorf

**Abbildung 36:** Altersstrukturverteilung der Quellzelle Floridsdorf

**Abbildung 37:** Tagesgang der Quellzellenaktivität (Summe der User in der Quellzelle Floridsdorf pro Zeiteinheit)

**Abbildung 38:** Bevölkerungsdichte der Stadt Wien 2006 – gerastert auf 1000m

**Abbildung 39:** *A1- Kunden der Stadt Wien – gerastert auf 1000m*

**Abbildung 40:** *Density Index der Gesamtbevölkerung in Relation zu den A1 Kunden im Jahr 2006*

**Abbildung 41:** *Frauenanteil der Stadt Wien 2006 – gerastert auf 250m*

**Abbildung 42:** *Anteil der Wohnbevölkerung bis 39 Jahre an der Gesamtwohnbevölkerung 2006*

**Abbildung 44:** *Altersgruppen an der Wohnbevölkerung der Quellzelle Währing - 2006*

**Abbildung 45:** *Altersgruppen an der Wohnbevölkerung der Quellzelle Floridsdorf – 2006*

**Abbildung 46:** *Tagesmobilität der Quellzelle 1 – Währing - Die fett umrandete Zelle zeigt die Quellerasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen*

**Abbildung 47:** *Tagesmobilität der Quellzelle 2 – Floridsdorf - Die fett umrandete Zelle zeigt die Quell Rasterzelle der Bewegungen mit der Zahl der Nutzer die Farbcodes der Rasterfelder zeigen die Zahl der Nutzer in den Ziel-Rasterzellen*

## 8. Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1:** *Datentabelle der Rohdaten (Arc GIS 10)*

**Tabelle 2:** *Erste Aggregation der Rasterzellen mit den Datenpunkten*

**Tabelle 3:** *Altersstrukturverteilung der Quellzelle 1*

**Tabelle 4:** *Altersstrukturverteilung der Quellzelle 2*

**Tabelle 5:** *aufsummierte Bevölkerungszahl 2006 („Sum of BEV“), aufsummierte User mit Wohnort („Sum of COU“) in der Quellzelle(Spalte „CellCode“) bzw. die Anzahl, der zu den jeweiligen Altersgruppen zählbaren Einwohner dazwischen*

**Tabelle 6:** *Datenqualität – Indexwert („AI-Bev“) über 100 bezeichnet mehr AI User, als Bevölkerung. Aus diesem Grund ist der vorliegende Datensatz der Anzahl der AI User in einer Zelle ein Angenäherter, entspricht aber in seiner Tendenz der Anzahl der Statistik von AI, die aus rechtlichen Gründen in vorliegender Arbeit nicht näher erläutert werden darf.*

**Tabelle 7:** *demographische Kennzahlen der beiden Quellzellen*

**Tabelle 8:** *Bezug zu den AI Usern*

**Tabelle 9:** *Anzahl der pro Zeitintervall angesteuerten Zielzellen, ausgehend aus den jeweiligen Quellzellen*



## Europass Lebenslauf



### Angaben zur Person

*Nachname(n) / Vorname(n)* **Kovács Ede Márton**  
*Adresse* *Alte Wienerstrasse 40 / 3 / 7*  
*2460 Bruck an der Leitha (Österreich)*  
*Mobil* +43 6765312311  
*E-Mail* *ede.kovacs@tele2.at*  
*Staatsangehörigkeit* Österreich  
*Geburtsdatum* 16/05/1984  
*Geburtsort* Miercurea – Ciuc, Rumänien  
*Geschlecht* Männlich

### Berufserfahrung

*Zeitraum* 01/01/2004 - 01/01/2006  
*Beruf oder Funktion* **Dolmetsch**  
*Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten* *Gemeinderatssitzungen zum Thema Städtepartnerschaften. Wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Austausch in deutscher und ungarischer Sprache. Bruck an der Leitha - Velký Meder (SVK)*  
*Name und Adresse des Arbeitgebers* **Grenzimpulszentrum Bruck an der Leitha (GIZ)**  
*2460 Bruck an der Leitha (Österreich)*  
*Tätigkeitsbereich oder Branche* *Gemeindepolitik*

*Zeitraum* 01/05/2004 - 30/09/2008  
*Beruf oder Funktion* **Tutor**  
*Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten* *Nachhilfestunden für Gymnasiasten der Unterstufe in Mathematik und Geographie*  
*Name und Adresse des Arbeitgebers* **Studienkreis Bruck an der Leitha**  
*Kirchengasse, 2460 Bruck an der Leitha (Österreich)*  
*Tätigkeitsbereich oder Branche* *Ausbildung*

*Zeitraum* 01/05/2004 - 01/08/2011  
*Beruf oder Funktion* **Stagehander, Supervisor, Service**  
*Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten* *Betreuung von Events in der Gastronomie*  
*Name und Adresse des Arbeitgebers* **Eventcompany OPITZ und HASIL - <http://event-company.at/>**  
**2432 Schwadorf**

Tätigkeitsbereich oder Branche	Gastronomie, Eventmanagement
Zeitraum	01/05/2009 - 01/08/2009
Beruf oder Funktion	<b>Praktikum</b>
Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten	Projektangestellter bei der Verarbeitung raumbezogener Daten mithilfe von GIS
Name und Adresse des Arbeitgebers	<b>MS GIS Informationssysteme G.m.b.H.</b> – <a href="http://www.msgis.com">www.msgis.com</a> Bahnhofplatz 1a, 2340 Mödling (Österreich)
Tätigkeitsbereich oder Branche	IT, Dienstleistungen
Zeitraum	01/08/2009 – laufend
Beruf oder Funktion	<b>Projektangestellter</b>
Wichtigste Tätigkeiten und Zuständigkeiten	Teilzeitanstellung - Verarbeitung von raumbezogenen Daten mithilfe von geographischen Informationssystemen in zahlreichen Forschungsprojekten
Name und Adresse des Arbeitgebers	<b>Austrian Institute Of Technology</b> – <a href="http://www.ait.ac.at">www.ait.ac.at</a> 2444 Seibersdorf, 1210 Wien, 3430 Tulln
Tätigkeitsbereich oder Branche	Forschung
Publikationen	Leopold Ph., Draganits E., Heiss G., Kovács E. : “A geotechnical explanation for the transition from creep to slides in the alpine foreland” AIT – Austrian Institute of Technology GmbH, University of Vienna – Published at “World Landslide Forum”, Rome 2011
<b>Schul- und Berufsbildung</b>	
Zeitraum	01/09/1994 - 02/06/2003
Bezeichnung der erworbenen Qualifikation	Reifeprüfung - Matura
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	<b>BG BRG Bruck an der Leitha (Gymnasium)</b> Fischamenderstrasse 23 - 25, 2460 Bruck an der Leitha (Österreich)
Zeitraum	01/09/2004 - 01/04/2005
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	Logistik, HR, Betriebswirtschaft
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	<b>Fachhochschule des BFI (Fachhochschule)</b> Wohlmutterstrasse 22, 1020 Wien (Österreich)
Zeitraum	01/10/2005 →
Hauptfächer/berufliche Fähigkeiten	Raumforschung – Raumordnung, Kartographie
Schwerpunkte	Raumordnung in Osteuropa und europäische Union Kartographische Mittel und Darstellungsformen von Geodaten
Name und Art der Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung	<b>Universität Wien (Universität)</b> Universitätsstrasse 7, 1010 Wien (Österreich)

**Persönliche Fähigkeiten und Kompetenzen**

Muttersprache(n)

**Magyar, Deutsch**

Sonstige Sprache(n)

Selbstbeurteilung

Europäische Kompetenzstufe (\*)

**English**

**Français**

Verstehen				Sprechen				Schreiben	
Hören		Lesen		An Gesprächen teilnehmen		Zusammenhängendes Sprechen			
C2	Kompetente Sprachverwendung	C2	Kompetente Sprachverwendung	C2	Selbstständige Sprachverwendung	C1	Selbstständige Sprachverwendung	C1	Selbstständige Sprachverwendung
B1	Selbstständige Sprachverwendung	B1	Selbstständige Sprachverwendung	B1	Selbstständige Sprachverwendung	B1	Selbstständige Sprachverwendung	B1	Selbstständige Sprachverwendung

(\*) [Referenzniveau des gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen](#)

Soziale Fähigkeiten und Kompetenzen

Offenheit, Selbstständigkeit, Zielstrebigkeit, Menschenkenntnis

EDV-Kenntnisse und Kompetenzen

MS Office, Esri Arc GIS, Quantum GIS, SPSS, Autodesk AUTOCad, gute Hardwarekenntnisse

Führerschein(e)

B

**Wehrdienst**

Grundwehrdienst 09.2003 - 04.2004  
 WkstKp StBb I  
 Burstykaserne 2322 Zwölfaxing