

## GENDERSENSITIVE ROUTENPLANUNG FÜR FUSSGÄNGER IM URBANEN UMFELD<sup>1)</sup>

Renate STEINMANN, Elisabeth HÄUSLER, beide Salzburg, Manuela SCHMIDT, Wien,  
Karl REHRL, Salzburg, und Georg GARTNER, Wien\*

mit 10 Abb. und 5 Tab. im Text

### INHALT

Summary .....	251
Zusammenfassung .....	252
1 Einführung .....	252
2 Identifizierung relevanter Routenauswahlkriterien .....	256
3 Technische Implementierung des gendersensitiven Routings .....	259
4 Evaluierung.....	263
5 Ausblick.....	270
6 Literaturverzeichnis .....	271

### Summary

#### *Gender-sensitive route planning for pedestrians in urban space*

*This article investigates how route planning systems for pedestrians can be improved by considering gender-relevant contexts of use. Beside route planning systems for car navigation, the rapid development of mobile services supported the emergence of solutions for pedestrians in the last years. However, existing systems just offer a limited set of options to choose a suitable route (usually shortest or fastest route). This contribution explores, which further route choice criteria should be taken into account.*

<sup>1)</sup> Diese Studie wurde vom Forschungsprogramm „FEMtech-FTI-Projekte“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) gefördert.

\* Mag. Renate STEINMANN, Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth HÄUSLER, Dr. Karl REHRL, alle: Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H., Jakob-Haringer-Straße 5/3, A-5020 Salzburg; E-Mail: vorname.name@salzburgresearch.at, <http://www.salzburgresearch.at>; Dipl.-Ing. (FH) Manuela SCHMIDT, Univ.-Prof. Dr. Georg GARTNER, beide Institut für Geoinformation und Kartographie, Technische Universität Wien, Erzherzog-Johann-Platz 1/127-2, A-1040 Wien; E-Mail: vorname.name@tuwien.ac.at, <http://cartography.tuwien.ac.at>

*A field test with 20 test persons was conducted to collect route criteria influencing the psychological route qualities attractiveness, convenience and safety. From the results a data model was developed, that allows to consider these criteria in a routing algorithm. Three profiles (attractive, convenient, and safe) were derived with the aim to cover also gender-relevant contexts of use. In an evaluation 41 persons tested this approach in comparison to the shortest route.*

## Zusammenfassung

*Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit der Routenplanung von Fußgängern unter Berücksichtigung genderrelevanter Nutzungskontexte. Neben Routenplanungssystemen für motorisierte Endbenutzer nimmt die Entwicklung von (mobilen) Lösungen zur Unterstützung von Fußgängern in deren Wegeplanung stetig zu. Diese bieten derzeit jedoch nur wenige Optionen zur Auswahl einer geeigneten Route (zumeist kürzeste oder schnellste Route). Der vorliegende Artikel leistet einen Beitrag zur Frage, welche weiteren Kriterien für die Routenauswahl relevant sind und wie diese genutzt werden können, um mobilitätsunterstützende Routenplanungssysteme für Fußgänger zu verbessern. Hierzu wurde zunächst ein Feldtest mit 20 Testpersonen durchgeführt, um festzustellen, welche Kriterien hierbei entscheidend sind. Der Fokus lag dabei auf den psychologischen Routenqualitäten Attraktivität, Komfort und Sicherheit. Darauf aufbauend wurden drei Profile abgeleitet (attraktiv, komfortabel und sicher), die das Ziel haben, genderrelevante Bedürfnisse zu berücksichtigen. Die Anwendungstauglichkeit der Profile wurde mit 41 Testpersonen evaluiert.*

## 1 Einführung

Web und mobile Anwendungen, die Fußgänger in ihren täglichen Orientierungs- und Navigationsaufgaben unterstützen, gewinnen immer mehr an Bedeutung (ARIKAWA et al. 2007). Neben der Navigationsunterstützung entlang einer Route sind die Auswahlkriterien während der Routenplanung wesentlich (GOLLEDGE 1997, HYODO et al. 2000, HOCHMAIR 2004 sowie GOLLEDGE & GÄRLING 2003). Die Auswahl nach Länge und Zeitaufwand sowie die Definition von Zwischenzielen genügt den Anforderungen von Fußgängern oft nicht (HOCHMAIR 2004b). GOLLEDGE & GÄRLING (2003) schlagen zum Beispiel weitere Kriterien – wie verminderte Richtungswechsel, weniger Hindernisse (z.B. Ampeln), mehr Komfort und die Sicherheit einer Gegend – vor. Solche vom Straßennetz abgeleitete Routenauswahlkriterien sind auch bereits in Routenplanungssystemen zu finden. Beispiele sind die Verfügbarkeit von Liften oder Rolltreppen (z.B. Wienerlinien.at), Vermeidung unbeleuchteter Wege (z.B. BBBike.org) oder bevorzugte Straßentypen/-beläge (z.B. Rollstuhlrouting.de). Routenplaner auf Basis der freien Weltkarte OpenStreetMap (OSM) ermöglichen ebenfalls die Berechnung von Routen für Fußgänger (z.B. OpenRouteService, YOURS, CycleStreets, Cloudmade oder Roadeeno) mithilfe der erfassten Fußwege sowie ausgewählter Wegeigenschaften wie Steigung oder Gehsteighöhe.

PAPINSKI et al. (2009) weisen darauf hin, dass neben Kriterien, die vom Straßennetz abgeleitet werden, auch individuelle Präferenzen zu berücksichtigen sind. Insbesondere der aktuelle Nutzungskontext einer Person ist entscheidend für die Wahl einer bestimmten Route, zum Beispiel ob eine Person geschäftlich unterwegs ist oder ob Freizeitaktivitäten mit Familienmitgliedern oder Bekannten im Vordergrund stehen (DOHERTY & MILLER 2000). Der Nutzungskontext wird vor allem von Aspekten wie beruflicher Status, Versorgungspflichten und Erwerbstätigkeit geprägt (z.B.: Ist eine Person mit Kinderwagen und Einkaufstaschen unterwegs, auf dem Weg zum Arzt, auf einem gemütlichen Stadtrundgang oder auf dem Weg zu einem Geschäftstermin?). Solche genderrelevanten Faktoren (Der Begriff „Gender“ wird hier im Sinne der gesellschaftlichen Rolle verwendet, vgl. Abschnitt 1.1) sind bis dato in Routenplanungssystemen unzureichend berücksichtigt oder fehlen oft ganz.

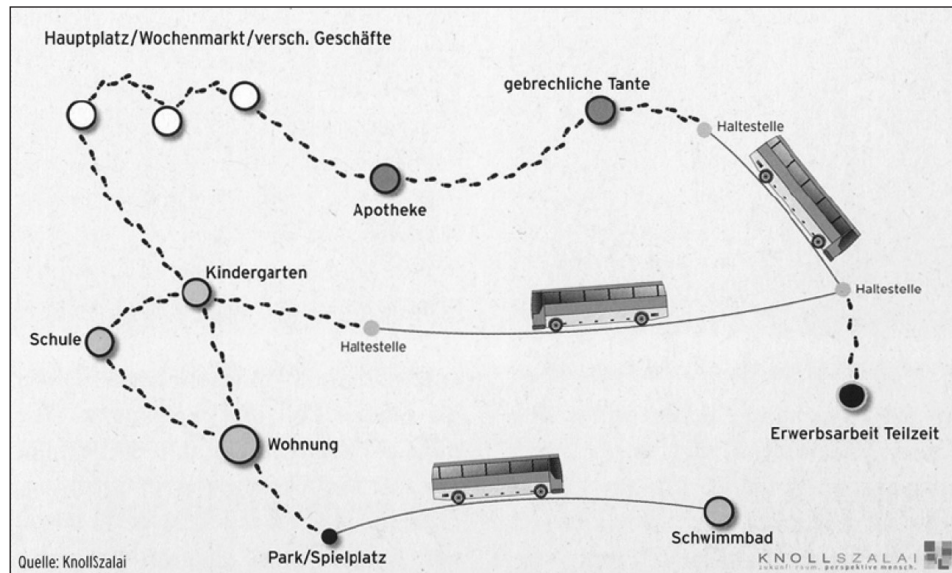
In diesem Beitrag wird daher untersucht, inwiefern genderrelevante Routenauswahlkriterien mobilitätsunterstützende Systeme für Fußgänger verbessern können. Soweit uns bekannt ist, ist dies die erste Studie, die Routenauswahlkriterien von Fußgängern unter Berücksichtigung genderrelevanter Faktoren für den urbanen Bereich identifiziert und daraus resultierende Routenprofile außerhalb des Labors bewertet.

Dazu wird im Abschnitt 1.1 zunächst der Begriff „Gender“ in den Kontext der vorliegenden Arbeit eingeordnet. Abschnitt 1.2 gibt einen Überblick über die Forschungsfragen und die angewandte Methodik. Kapitel 2 stellt die Ergebnisse der Erhebung genderrelevanter Routenkriterien dar. Diese dienen als Input für die technische Umsetzung eines gendersensitiven Routing-Algorithmus, der im Kapitel 3 beschrieben wird. Im Kapitel 4 werden die Ergebnisse der Evaluierung präsentiert und kritisch hinterfragt. Im Kapitel 5 folgen eine Zusammenfassung der Arbeit sowie ein Überblick über weiterführende Fragestellungen.

## 1.1 Gender und Mobilitätsverhalten

Der Genderbegriff wird in der deutschen Sprache oft mit dem biologischen Geschlecht (im Englischen *sex*) gleichgesetzt. Gender impliziert jedoch auch die sozial, kulturell, ökonomisch und politisch definierten Aspekte des Geschlechts, den gesamten Komplex der Geschlechterrollen mit allen entsprechenden Zuschreibungen, Erwartungen und Konnotationen. Gender verweist daher nicht unmittelbar auf die körperlichen Geschlechtsmerkmale, vielmehr umfasst der Begriff alles, was in einer Kultur oder Gesellschaft als typisch für ein bestimmtes Geschlecht angesehen wird (z.B. Kleidung, Beruf, Eigenschaften, aber auch Erwartungen und Handlungsmuster). Betrachtet man ausgehend von dieser Definition den Begriff „Gender“ im Kontext von Mobilitätsverhalten, so zeigt sich, dass die geschlechtsspezifische Arbeitsteilung mit den strukturellen Rollenzuweisungen von Erwerbs-, Versorgungs-, Haus- und Reproduktionsarbeit auch Einfluss auf die Mobilitätsbedürfnisse der Menschen hat (KNOLL 2008).

Studien und Projekte belegen Unterschiede im Mobilitätsverhalten zwischen Männern und Frauen (z.B. KNOLL & SZALAI 2008, KNOLL & SZALAI 2009, NOBIS & LENZ 2005, STADT WIEN 2011). Wesentliche Erkenntnisse daraus sind, dass Frauen kürzere



Quelle: KNOLL & SZALAI 2008, mit freundlicher Genehmigung der Autoren

Abb. 1: Wege einer mobilen Person

Weglängen zurücklegen und insgesamt weniger Zeit unterwegs verbringen. Die Wegketten sind jedoch komplexer als die der Männer. Des Weiteren legen Frauen mehr Wege zu Fuß zurück und nutzen mehr den öffentlichen Nahverkehr.

Werden sozioökonomische Aspekte wie Haushaltsstruktur und Beschäftigungsstatus mitberücksichtigt, so verschwinden viele der angeführten Unterschiede. NOBIS & LENZ (2005) zeigen beispielsweise in ihrer in Deutschland durchgeführten Studie, dass teilszeitbeschäftigte Männer mit Familien ein ähnliches Mobilitätsverhalten aufweisen wie Frauen in der gleichen Situation. Unabhängig vom biologischen Geschlecht wird daher eine Person, die den täglichen Weg vom Arbeitsplatz direkt nach Hause zurücklegt, den schnellsten oder kürzesten Weg bevorzugen, während jemand, der nach der Arbeit sein Kind von der Kinderbetreuung abholt und verschiedene Besorgungen zu erledigen hat, komplexere Anforderungen an Route und Verkehrsmittel stellt (vgl. Abb. 1). Diese Mobilitätsanforderungen entsprechen unterschiedlichen Lebensrealitäten, sind gesellschaftlich notwendig und sollten daher bei der Forschung und Entwicklung von Verkehrssystemen berücksichtigt werden (BESSING 2006).

## 1.2 Forschungsfragen und Methodik

Die vorliegende Arbeit geht mithilfe einer empirischen Studie in Wien und Salzburg mit insgesamt 61 Testpersonen den folgenden zwei Forschungsfragen nach:

- 1) Welche Routenauswahlkriterien sind neben den physischen Qualitäten (Distanz, Dauer) für Fußgänger wichtig? Damit sollen vom Straßennetz abgeleitete Such-

kriterien (z.B. Gehsteigbreiten, Straßenübergänge, Ampeln, Grünflächen, etc.), aber auch psychologische Faktoren wie beispielsweise das Ambiente oder die Belebtheit einer Umgebung eruiert werden. Dazu wurden 20 Testpersonen entlang einer vordefinierten Route in Wien befragt (vgl. Kap. 2).

- 2) Eignen sich aggregierte Routenprofile wie zum Beispiel Profile einer attraktiven, komfortablen und sicheren Route dazu, genderrelevante Bedürfnisse zu berücksichtigen? Damit soll geklärt werden, ob Routenprofile mit zielgruppenspezifischen Kriterien der Routenwahl den Bedürfnissen von Fußgängern besser entsprechen als die schnellsten oder kürzesten Routen wie sie von Routenplanungssystemen üblicherweise berechnet werden. Dazu begingen 41 Testpersonen in Wien und Salzburg jeweils eine attraktive, eine komfortable und eine sichere sowie eine kürzeste Route und bewerteten diese anschließend. Der Untersuchung lag ein Within-Participants-Design zugrunde, d.h. alle Testpersonen begingen alle Routen. Die Reihenfolge der Routen wurde dabei nach einem vorher definierten Schema über die Testpersonen hinweg ausgeglichen verteilt (vgl. Kap. 4).

Die Begehungen wurden unter realen Bedingungen (Feldtests) durchgeführt, wodurch sichergestellt werden sollte, dass sich die Aussagen der Testpersonen auf ein unmittelbares Erleben der Fußwege beziehen. Im Gegensatz zu Labortests ist es bei Feldtests nur schwer möglich, die Testbedingungen (z.B. Temperatur, Wind, Tageszeit, Belebtheit der Straßen) konstant zu halten. Um dies doch weitgehend zu erreichen, wurden die Tests über einen Zeitraum von zwei Wochen nur bei Tageslicht und trockenem Wetter durchgeführt. Dadurch war es allerdings nicht möglich, Rückmeldungen über die Sicherheit bei Nacht zu erhalten. Dies hätte erfordert, dass die Testpersonen die Strecke sowohl bei Tageslicht, als auch bei Nacht begehen, was aus Zeit- und Budgetgründen aber nicht möglich war. Daher wurden Sicherheitsaspekte bei Nacht auch nicht in die Auswertung der Ergebnisse mit einbezogen, da dies zu einer Verfälschung der Auswertung geführt hätte.

Des Weiteren sind temporäre Einflussfaktoren wie beispielsweise Baustellen kritisch zu betrachten. Diese können zu verschiedenen Zeitpunkten zu verschiedenen Ergebnissen führen, obwohl mit gleichen Methoden gearbeitet wird. Eine genaue Beschreibung des Studiendesigns und der Vorgehensweise in den Testabläufen stellt jedoch sicher, dass die Studie wiederholbar ist.

Trotz dieser beschränkten Aussagekraft von Tests im Freien wurden diese Labortests vorgezogen, da Labortests oder Fragebögen auf das Vorstellungsvermögen der Testpersonen angewiesen sind und die „Übersetzung“ eines virtuellen Szenarios in die reale Welt erfordern.

Der Fokus des Studiendesigns lag auf qualitativen Forschungsmethoden (Befragungen), die für einen gendersensitiven Forschungsansatz empfohlen werden (ROMMES 2006). Bei der Auswahl der Testpersonen wurde auf eine heterogene Gruppe geachtet: auf verschiedenes Alter, Gleichverteilung von Männern und Frauen, unterschiedliche Betreuungspflichten, Erwerbstätigkeiten und Familienaufgaben.

## 2 Identifizierung relevanter Routenauswahlkriterien

Um dem Ziel einer gendersensitiven Routenplanung näher zu kommen und damit Fußgänger besser in ihren Mobilitätsbedürfnissen zu unterstützen, sind jene Kriterien zu identifizieren, die für die Routenauswahl ausschlaggebend sind. MILLONIG & SCHECHTNER (2005) teilen die Qualität von Routen für Fußgänger in die folgenden drei unabhängigen Dimensionen ein:

- 1) Topographie (physische Qualität),
- 2) Topologie/Attraktivität (psychologische Qualität),
- 3) Komplexität (mentale Qualität).

Der Topographie werden Routencharakteristika, wie die Länge und Steigung der Route sowie der Schutz vor negativen Umwelteinflüssen wie Regen, Lärm und Verschmutzung, denen Fußgänger im Vergleich zum Kfz-Verkehr unmittelbarer ausgesetzt sind, zugeordnet.

Die mentale Qualität bezieht sich auf das Vorhandensein von Landmarken und die Anzahl und Schwierigkeit von Entscheidungspunkten auf der Route. Man geht davon aus, dass eine Route mit möglichst wenigen Entscheidungspunkten und einprägsamen Landmarken eine hohe mentale Qualität aufweist.

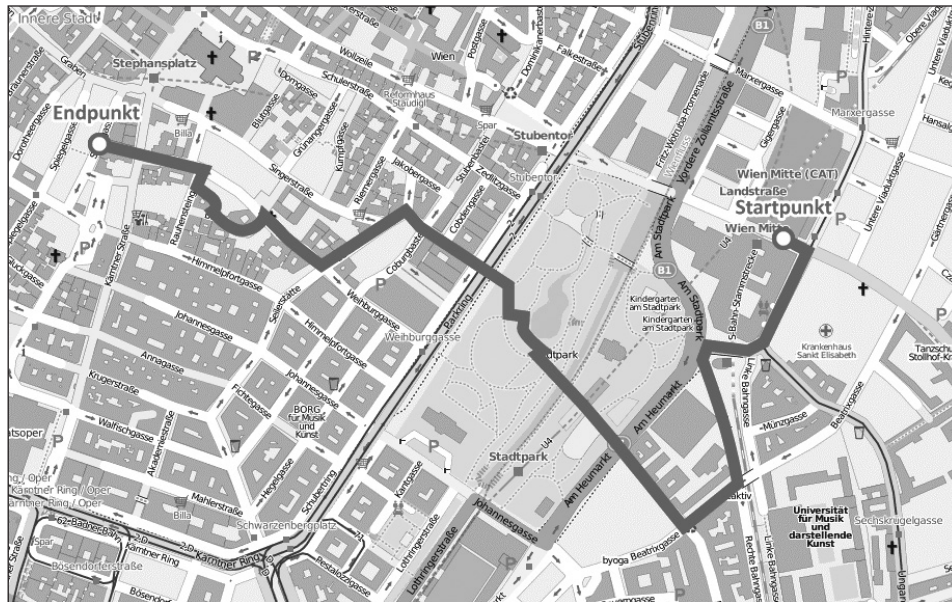
Die psychologische Qualität bezieht sich auf jene Umwelteinflüsse, die bei Fußgängern Wohlbefinden oder das Gegenteil auslösen. Die wichtigsten Faktoren in diesem Zusammenhang sind Attraktivität, Sicherheit und das Vorhandensein von Einrichtungen, die für Fußgänger wichtig sind, wie z.B. von Geschäften, Sitzbänken oder Toiletten. Dieser Aspekt wird hier unter dem Begriff „Komfort“ zusammengefasst. Insbesondere diese Kategorie ist aus der Genderperspektive besonders wichtig.

In der traditionellen Verkehrsplanung wurde den Bedürfnissen von Fußgängern oft wenig Beachtung geschenkt – zum Nachteil der Gruppen mit dem höchsten Fußwegeanteil, also vor allem von Haushaltsführenden, Kindern und Senioren. Sie stellen erhöhte Ansprüche an Sicherheit, Komfort und Attraktivität (STADT WIEN 2011).

### 2.1 Empirische Untersuchung (Routenbegehung)

Die psychologischen Qualitäten „Attraktivität“, „Komfort“ und „Sicherheit“ sowie – im Vergleich dargestellt – die kürzeste Route standen im Mittelpunkt der empirischen Untersuchung. Ziel war es, diejenigen Kriterien zu identifizieren, die bei der Routenplanung für Fußgänger von Bedeutung sind. So sollten Suchkriterien, aber auch nicht verbalisierbare Vorstellungen (CZIFERSZKY & WINTER 2002) eruiert werden. Dazu wurden auf einer vordefinierten Route in Wien 20 möglichst unterschiedliche Testpersonen eingesetzt. Die jüngste Person war 14 und die älteste 64 Jahre alt ( $M=37,2$ ,  $SD=15,3$ ). Es haben neun Männer und elf Frauen teilgenommen. Fünf Personen hatten Versorgungspflichten gegenüber Kindern oder älteren Personen. Drei Personen waren voll erwerbstätig, sechs Personen teilweise erwerbstätig und elf Personen nicht erwerbstätig (davon drei in Pension, sieben in Ausbildung und eine in Karenz).





Karte: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0, Stand: 10.06.2011

Abb. 2: Testroute mit 22 Entscheidungspunkten in Wien

Die Testroute (vgl. Abb. 2) lag in der Wiener Innenstadt und führte durch unterschiedliche urbane Räume. Die Route begann an einem Bahnhof und führte zunächst an einer viel befahrenen Straße entlang. Über einen Fußweg entlang von Bahnstrecken ging es in ein ruhiges Wohnviertel und dann durch den Stadtpark. Nach dem Überqueren einer viel befahrenen Straße gelangte man in einen ruhigeren Teil der Innenstadt, dann aber über zunehmend belebtere und von Touristen besuchte Straßen in eine belebte Einkaufsstraße.

Die Testpersonen trafen sich einzeln mit der Testleiterin am Startpunkt der Route. Sie wurden aufgefordert, in eine festgelegte Richtung bis zum nächsten Entscheidungspunkt zu gehen und währenddessen die Umgebung mit allen Sinnen wahrzunehmen. An jedem Entscheidungspunkt wurden sie mit offenen und geschlossenen Fragen zu ihren Eindrücken bezüglich Attraktivität, Komfort und Sicherheit des zuvor begangenen Routensegments befragt. Sie mussten zudem eine Einschätzung abgeben, wie sie ihren Weg am liebsten fortsetzen würden und warum sie das so tun möchten. Die auf diese Weise gesammelten Kriterien (z.B. Gehsteigbreite, Beleuchtung) wurden gefiltert und entsprechend ihren Qualitäten analysiert. Dazu wurden Kategorien und Subkategorien gebildet und entsprechend der Häufigkeit ihrer Nennung untersucht.

## 2.2 Ergebnisse der Routenbegehung

Das Ergebnis der Routenbegehung zeigt, dass die Routenqualität „Attraktivität“ besonders häufig durch das nicht quantifizierbare Kriterium „Ambiente“ beschrieben wird, gefolgt von Aussagen über Gebäude und den Individualverkehr im Umfeld der Route.

Der Komfort einer Route wird insbesondere durch breite Gehsteige sowie die Bodenbeschaffenheit beschrieben.

Die Sicherheit am Tag wurde zumeist im Sinne körperlicher Unversehrtheit verstanden. Wichtigstes Kriterium für ein Sicherheitsgefühl tagsüber war für die Testpersonen wenig Verkehr auf der Straße. Das zweitwichtigste Kriterium bezog sich hingegen auf das subjektive Sicherheitsempfinden, beeinflusst von der Belebtheit der Straßen durch Passanten.

Psychologische Routenqualitäten	Anzahl der Nennungen
<b>Attraktivität (positiv und negativ)</b>	
Ambiente	126
Gebäude	76
Individualverkehr	60
Geschäfte	47
Belebtheit	47
Gehsteigbreite	41
Straßentyp (Allee, Seitenstraße, Hauptstraße)	36
Straßenlärm	35
Grüngebiete	34
Parks	30
<b>Komfort (positiv und negativ)</b>	
Gehsteigbreite	175
Bodenbeschaffenheit	111
Individualverkehr	61
Hindernisse (parkende Autos, Grünpflanzen, etc.)	40
Ambiente	39
Steigung	33
Zebrastrifen	25
<b>Sicherheit Tag (sicher und unsicher)</b>	
Individualverkehr	40
Belebtheit	13
Hindernisse (parkende Autos, Grünpflanzen, etc.)	12
Gehsteigbreite	11
Oberfläche	10

Tab. 1: Meistgenannte Kriterien der psychologischen Routenqualitäten Attraktivität, Komfort und Sicherheit



Die geringere Anzahl der Nennungen beim Thema „Sicherheit“ im Vergleich zu den Routenqualitäten „Attraktivität“ und „Komfort“ kann damit erklärt werden, dass die Begehung untertags stattgefunden hat und somit der Sicherheitsaspekt eine geringere Rolle gespielt haben dürfte.

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der von den Testpersonen genannten Kriterien (Mehrfachnennungen waren möglich) und außerdem, dass es Überschneidungen der Kriterien innerhalb der Routenqualitäten gibt. So wird zum Beispiel die Gehsteigbreite sowohl für die Attraktivität als auch für Komfort und Sicherheit einer Route als relevant eingeschätzt.

Aufbauend auf den erfassten Routenauswahlqualitäten wurde der Routing-Algorithmus entwickelt, der im nächsten Kapitel beschrieben wird. Die aus dem Algorithmus berechneten Routen wurden als Grundlage für die Bewertung im zweiten Teil der empirischen Studie verwendet.

### 3 Technische Implementierung des gendersensitiven Routings

Um die erhobenen Routenauswahlkriterien in einem Routenplanungssystem nutzen zu können, müssen diese in einer Form vorliegen, die für einen Routing-Algorithmus verwendbar ist. Hierfür wurde OpenStreetMap (OSM) verwendet – eine umfangreiche freie Geodatenbank, die auf dem Prinzip des Crowdsourcing beruht (HOWE 2006). Die Daten werden von einer weltweiten Nutzergemeinde (Mai 2011: 400.000 registrierte Accounts von Benutzern) erfasst und gepflegt. Straßen, Wege, Plätze oder Sehenswürdigkeiten werden direkt am Ort von Freiwilligen (u.a. mithilfe von GPS-Empfängern erfasst) und mit entsprechenden Software-Editoren in die Datenbank eingepflegt. Mit frei definierbaren sogenannten Tags können die Daten annotiert werden.

Zwar gibt es ein empfohlenes Tagging-Schema, jedoch steht es Nutzern frei, auch andere Tags (z.B. für das Kriterium Gehsteigbreite) zu verwenden. Eine Herausforderung ist hierbei allerdings, den vorgestellten Ansatz in der Community zu verbreiten, um das Potenzial einer flächendeckenden Erfassung der notwendigen Geodaten voranzutreiben. Maßnahmen, die bereits bei dieser Studie forciert wurden, sind Diskussionen zu OSM-Tags in Foren und auf Mailinglisten wie auch die Sensibilisierung der OSM-Community, zum Beispiel auf Konferenzen oder bei lokalen Treffen.

Bei Nutzung von OSM ist allerdings auch zu beachten, dass Daten jederzeit geändert oder gelöscht werden können. Es werden jedoch sogenannte Changesets geführt, sodass Daten wiederhergestellt werden können. Eine Möglichkeit, (Forschungs-)Vorhaben nicht von täglichen Datenänderungen abhängig zu machen ist, die Daten der relevanten Testgebiete oder Regionen lokal auf einem Server zu speichern.

Im Gegensatz zu kostenlos nutzbaren Services wie Google Maps oder Bing Maps, bei denen die Nutzer nur auf vorgerasterte Kartenbilder zugreifen können, wird in OSM die gesamte Datenbank von den sie erfassenden Personen unter einer freien Lizenz (derzeit „Creative Commons Attribution Share Alike 2.0“) zur Verfügung gestellt. Damit dürfen die Roh-, Vektor- und Rasterdaten frei genutzt werden, wobei das Eigentumsrecht an den Daten bei den Urhebern bleibt. Jegliche Änderungen an den Daten

müssen wieder unter diesen Lizenzbedingungen zur Verfügung gestellt werden (vgl. auch RAMM & TOPF 2008). So können neu eingeführte Kriterien von einer weltweiten Nutzerbasis erhoben und von entsprechenden Routing-Algorithmen genutzt werden.

### 3.1 Aufbereitung der routingfähigen Geodaten

Um die eruierten Kriterien automatisch an einzelnen Routen evaluieren zu können, wurden diese anhand des OSM-Datenmodells modelliert. Hierfür wurden in den Testgebieten in Wien und Salzburg (vgl. Kap. 4) bestehende Wegelemente mit etablierten OSM-Attributen (sogenannten Tags) sowie mit projektspezifischen Eigenschaften erweitert (vgl. Beispiele in Tab. 2). Die neu erfassten Attribute wurden mit

Bestehende OSM-Tags			
	Kriterium	OSM-Tag	Wert(e)
	Beleuchtung	lit	yes/no
	Sitzbank	amenity	bench
	Park	leisure	park
	Bäckerei	shop	bakery
Projektspezifische OSM-Tags			
	Ambiente	ambience	{very, not} beautiful
	Belebtheit	bustle	{very, not} busy
	Breiter Gehsteig	(right, left, both) footway	{<2, <2.5, >2.5}
	Parkstreifen	parking lane	yes/no
	Fassade	facade	{very, not} attractive

Tab. 2: Beispiel der Formalisierung der genannten Kriterien für das OSM-Datenmodell

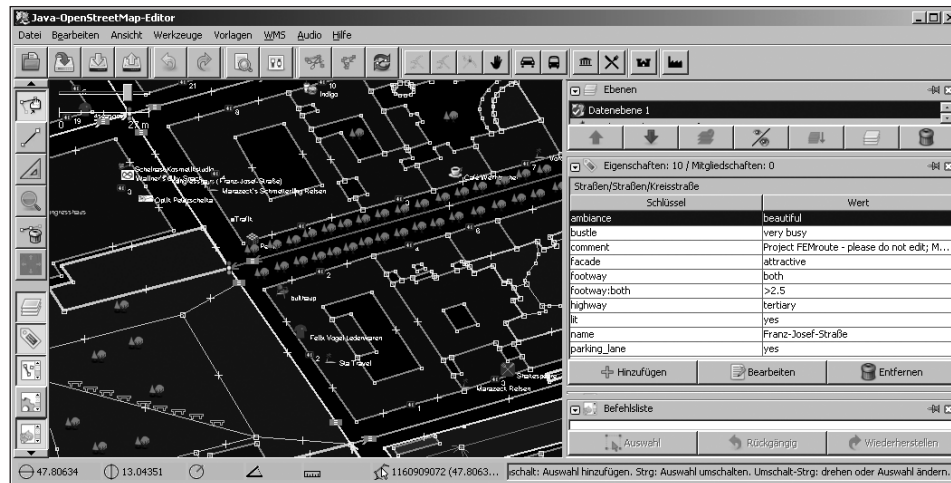


Abb. 3: Erfassung der erhobenen Kriterien mit dem Java-OpenStreetMap-Editor JOSM

einem festgelegten projektspezifischen Namespace-Prefix eingeführt und mit einem Kommentar in der OSM-Datenbank versehen, um die Community über den Zweck der Tags und der Studie zu informieren.

Des Weiteren wurden ausgewählte Attribute wie die Erfassung von Breiten von Gehsteigen mit der OSM-Community diskutiert, da bis dato hierfür keine eindeutige Empfehlung im OSM-Wiki vorliegt. Die vorliegende Studie verwendete als Anhaltspunkt die bei der Stadt Salzburg festgelegten Attribute.

Zusätzlich wurde das bestehende OSM-Fußwegenetz um fehlende Wege erweitert oder wurden bestehende Wege miteinander verbunden, sodass ein für die Testgebiete vollständiges routingfähiges Wegenetz vorliegt. Die Datenerfassung erfolgte mit dem Java-OpenStreetMap-Editor (JOSM).

### 3.2 Konzept der Routengenerierung

Um die Praxistauglichkeit der in Kapitel 2 entwickelten Kriterien für Routenplaner zu bewerten, wurde ein Routing-Algorithmus, der OSM-Daten verarbeitet, implementiert. Es existieren zwar bereits zahlreiche Online-Routenplaner auf der Grundlage von OSM (z.B. OpenRouteService, YOURS, CycleStreets, Cloudmade, Routino, Roadeeno, BBBike World, Transit Routing, MapQuest). Sie bieten jedoch nur ein eingeschränktes Routing für Fußgänger an, bei dem auf der Grundlage der erfassten Fußwege zwischen Start- und Endpunkt der kürzeste und/oder schnellste Weg berechnet wird. Eine Ausnahme bildet der Routenplaner Rollstuhlrouting.de, der spezielle fußgängerrelevante Kriterien – wie Steigungen, Oberflächen und maximale Gehsteighöhe – berücksichtigt.

Wie jedoch von TARAPATA (2007) dargestellt, eignet sich die Einzel-Zielfunktion (single objective optimization) oft nicht zur Berechnung von Routen, und es wird das sogenannte „Multicriteria-Shortest-Path“-Prinzip angewendet. Auch unsere Studie hat zur Berechnung der genderspezifischen Routen das aus der Tourenoptimierung bekannte „Kürzeste-Wege-Problem“ unter Berücksichtigung mehrfacher Zielsetzungen (GRÜNER & IRNICHL 2005) herangezogen und den spezifischen Anforderungen angepasst. Das bedeutet, dass die genderspezifischen Bewertungskriterien in die Zielsetzung des Routing-Algorithmus einfließen, um attraktive, komfortable oder sichere Routen zu generieren. Die Gewichtung der Kanten erfolgte dabei anhand der Ergebnisse der Nennungen der Routenbegehung (vgl. Abschnitt 2.2). Je nach Routenprofil wurden sowohl den einzelnen Haupt- als auch den Subkategorien Prozentwerte zugeordnet (vgl. Tab. 3).

Dieses Verfahren integriert alle relevanten Bewertungskriterien in einen einzelnen Kostenwert für jeden Wegabschnitt. Diese umfassenden Gewichte der Kanten im Wegegraphen wurden als Basis für ein Kürzeste-Wege-Verfahren verwendet. Für individuelle Gewichtungen der Bewertungskriterien können jeweils eigene Berechnungen durchgeführt werden. Diese Vorgehensweise führt zur Auswahl einer für das jeweilige Routenprofil (ausgehend von einem gewählten Start- und Endpunkt) optimierten Route. Die Kosten (vgl. Spalte Kosten in Tab. 4) für das jeweilige Subkriterium, d.h.

Hauptkategorien des Routenprofils Attraktivität	Anzahl der Nennungen	Anteil in %
Gebäude	85	12,18
Infrastruktur	77	11,03
Natur	77	11,03
Straßen, Wege und Plätze	205	29,37
Umgebung	254	36,39

Tab. 3: Gewichtung der Kanten am Beispiel der Hauptkategorien des Routenprofils Attraktivität

die Relevanz des entsprechenden Subkriteriums für das entsprechende Routenprofil, werden wie folgt berechnet:

$$\text{Gewichtung Subkriterium (in \%)} \times \text{Gewichtung Hauptkriterium (in \%)} \times \text{Kantenrelevanz (in \%)}$$

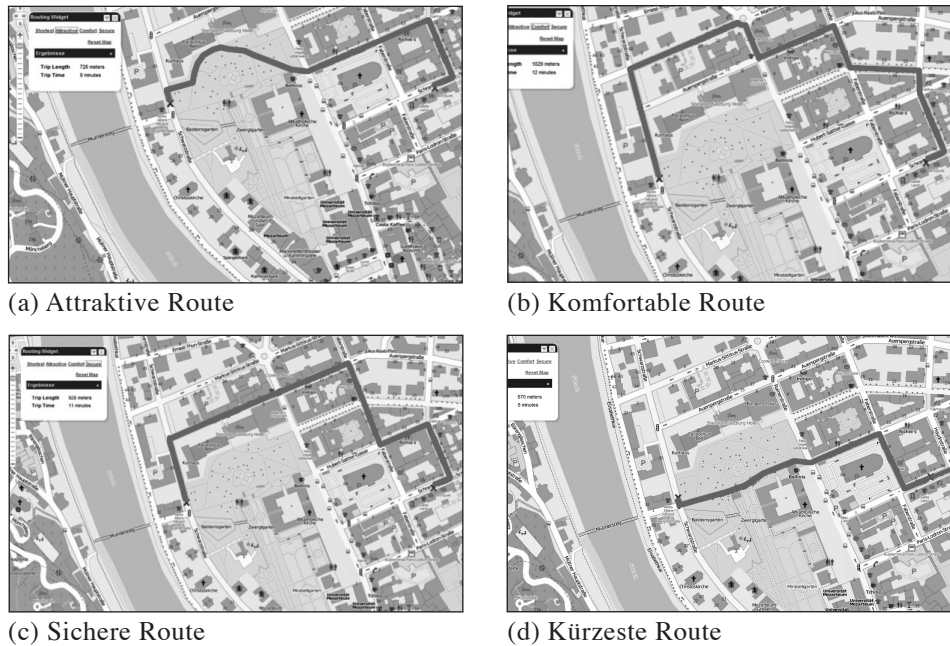
Die Kantenrelevanz wird wie folgt definiert: 100% bedeuten „sehr relevant“ für das Routenprofil und 0% bedeuten „nicht relevant“ (neutral) für das Routenprofil. Erhält eine Kante eine negative Bewertung hinsichtlich eines Kriteriums (z.B. kein schönes Ambiente), so wird sie mit -100% bewertet. In der Berechnung der Kostenwerte der Wegabschnitte hat dies zur Folge, dass die Kosten einer Kante signifikant erhöht werden, und diese Kante in weiterer Folge vom Lösungsverfahren gemieden wird.

Tabelle 4 zeigt ein Beispiel zur Berechnung der Relevanz des Subkriteriums „Ambiente“ (formalisiert im OSM-Datenmodell unter dem Begriff „ambiance“) im Routenprofil „Attraktivität“. Dieses ist dem Hauptkriterium „Umgebung“ zugeordnet, das im Routenprofil „Attraktivität“ mit einer Gewichtung von 36% bewertet ist (vgl. auch Tab. 3). Das Kriterium „ambiance“ hat wiederum eine Gewichtung von 50% im attraktiven Routenprofil.

Abbildung 4 zeigt prototypisch visualisiert die Routen im Testgebiet von Salzburg, die vom Routing-Algorithmus anhand der definierten Charakteristika (Kosten) erzeugt wurden. Die attraktive Route führt durch einen Park sowie durch verkehrsarme und von Fußgängern belebte Straßen. Die komfortable Route ist u.a. durch Wege mit guter Bodenbeschaffenheit (z.B. für Kinderwagen oder Rollstuhlfahrer) sowie breite Wege mit Sitzmöglichkeiten gekennzeichnet. Der Fokus der sicheren Route liegt auf stark belebten, gut einsichtigen Straßen. Im Vergleich dazu ist die kürzeste Route dargestellt.

Werte des Attributs „ambiance“	Kosten (ambiance = 50%, surroundings = 36%)
beautiful	50 x 36 x 100
not beautiful	50 x 36 x (-100)
no value	50 x 36 x 0

Tab. 4: Gewichtung der Kanten am Beispiel des Subkriteriums „ambiance“



Karten: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0, Stand: 10.06.2011

Abb. 4: Ergebnisse der Routenberechnung des entwickelten Routing-Algorithmus

## 4 Evaluierung

Ziel der Evaluierung war es, die Eignung der entwickelten Routenprofile zu testen. Folgende Fragestellungen wurden dabei überprüft: (1) Entsprechen die entwickelten Routenprofile den Bedürfnissen und Anforderungen möglichst vieler Nutzungskontexte? (2) Werden die Bezeichnungen der Routenprofile immer verstanden? (3) Entspricht die Auswahl und Gewichtung der Routenkriterien in den Routenprofilen den Erwartungen der Nutzer?

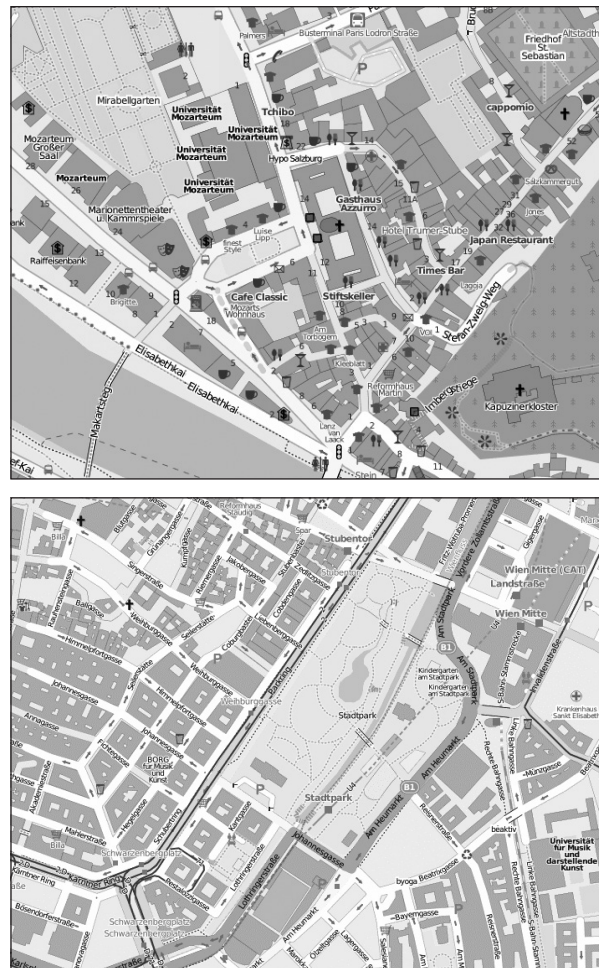
### 4.1 Durchführung des Tests

41 Testpersonen (21 in Wien und 20 in Salzburg) wurden gebeten, entlang vordefinierter und für sie unbekannter Routen zu gehen, die nach den verschiedenen Routenprofilen (attraktiv, komfortabel, sicher) bestimmt wurden. Die Testpersonen in jeder Stadt wurden dabei in drei Altersgruppen geteilt: jünger als 30 Jahre ( $n=17$ ), 30 bis 60 Jahre ( $n=16$ ), älter als 60 Jahre ( $n=8$ ). Die jüngste Person war 15 und die älteste 68 Jahre ( $M=38$ ,  $SD=15,5$ ).



Wie bereits bei der Testbegehung zur Sammlung der Routenauswahlkriterien (vgl. oben) erfolgte eine weitere Klassifizierung der Testpersonen nach Versorgungspflichten und Erwerbstätigkeit: 17 von 41 Personen hatten Versorgungspflichten gegenüber Kindern oder älteren Personen. Davon waren fünf Personen voll erwerbstätig, vier teilweise erwerbstätig und sechs nicht erwerbstätig.

Das Testgebiet umfasste ein innerstädtisches Areal in der Stadt Salzburg („Andräviertel“) sowie das Gebiet um den Stadtpark in Wien (vgl. Abb. 5). Die beiden Gebiete zeichnen sich durch ähnliche Charakteristika wie zum Beispiel Parks, eine innerstädtische Struktur mit Kaffeehäusern und Geschäften sowie verkehrsarme Stra-



Karten: © OpenStreetMap und Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0, Stand: 10.06.2011

Abb. 5: Testgebiet in Salzburg („Andräviertel“) (oben) und Wien (Stadtpark-Gebiet) (unten)



ßen aus. In jedem Testgebiet wurden drei Testrouten definiert: eine attraktive, eine komfortable und eine sichere Route. Die Reihenfolge, in welcher die Testpersonen die Routen begingen, wurde vordefiniert.

Zu Beginn des Tests erfolgte eine standardisierte Befragung der Testperson zu ihren demographischen Daten. Anschließend erhielt jede Testperson die Aufgabe, sich drei Szenarien für Fußwege mit der Dauer von jeweils ca. zehn Minuten vorzustellen, für die ein Routenplaner benötigt wird. Im nächsten Schritt wählte und gewichtete die Testperson für jedes der genannten Szenarien jene Kriterien, die in dieser Situation für sie wichtig sind. Die Liste beinhaltete alle in dieser Arbeit identifizierten Kriterien (vgl. Kap. 2). Es bestand zusätzlich die Möglichkeit, weitere Kriterien zu nennen.

Im nächsten Schritt wurden die drei vorbereiteten unterschiedlichen Routen (attraktive, komfortable, sichere Route) von jeder Testperson begangen. Der Weg wurde anhand von mündlichen Anweisungen durch die Testleiterin vorgegeben. Vor dem Start jeder Route wurden die Teilnehmer zu ihren Erwartungen gegenüber dem jeweiligen Routenprofil befragt. Während der Begehung zeichneten die Testpersonen auf einem Audiogerät auf, was sie entlang der jeweiligen Route als attraktiv, komfortabel oder sicher (je nach Routenprofil) erachteten. Nach jeder Route wurde die Testperson befragt, ob der begangene Weg ihren Erwartungen bezüglich des Routenprofils entsprach. Eine quantitative Bewertung der Eignung der Testroute für das jeweilige Routenprofil mittels einer vierstufigen Skala (z.B. sehr attraktiv/eher attraktiv/eher nicht attraktiv/nicht attraktiv) schloss die Begehung ab.

## 4.2 Ergebnisse der Evaluierung

### 4.2.1 Entsprechen die Routenprofile den Nutzungskontexten?

Die Testpersonen schilderten in der ersten Aufgabe insgesamt 123 für ihre aktuelle Erwerbstätigkeit und/oder Versorgungspflichten relevante Szenarien, in denen sie einen Routenplaner verwenden würden. Wie in Abbildung 6 dargestellt, können diese nach unterschiedlichen Wegzwecken eingeteilt werden. 50% der genannten Szenarien sind einem Nutzungskontext der Freizeit zuordenbar. Die restlichen Szenarien verteilen sich auf Arztbesuch, Alltag, Beruf und Alltag/Versorgungspflichten.

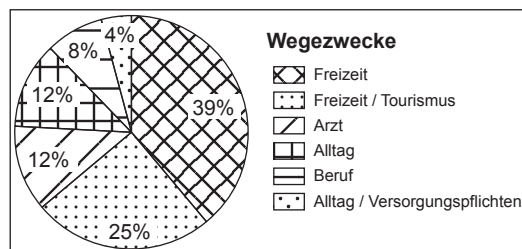


Abb. 6: Einteilung der genannten Szenarien nach Wegzwecken

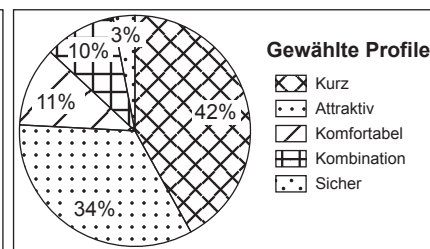


Abb. 7: Zuordnung der genannten Szenarien zu Routenprofilen

Des Weiteren wurden die Testpersonen nach der Begehung der Testrouten gebeten, ihre genannten Szenarien den Profilen „attraktiv“, „komfortabel“ und „sicher“ zuzuordnen. Außerdem bestand die Möglichkeit, für die Szenarien die kürzeste Route oder auch Kombinationen der genannten Profile zu wählen (Ergebnis vgl. Abb. 7). Der Großteil der angegebenen Szenarien (42%) wurde der kürzesten Route zugeordnet. Dann folgten das attraktive (34%) sowie das komfortable (11%) Profil, die Kombination unterschiedlicher Profile (10%) und schließlich das sichere Profil (3%).

Kreuzt man die Wegzwecke und die von den Testpersonen gewählten Profile, so ergibt sich daraus folgendes Ergebnis (vgl. Tab. 5): Als signifikant erweist sich der Wegzweck „Beruf“, bei dem alle Szenarien dem kürzesten Weg zugeordnet sind. Für Szenarien, die dem Wegzweck „Freizeit“ zugeordnet sind, wird ebenfalls der kürzeste Weg bevorzugt. Beim Arztbesuch ist das Ergebnis ähnlich mit Ausnahme von zwei Szenarien, die einer Kombination von Profilen entsprechen. Ein anderes Ergebnis zeigt sich beim Wegzweck „Freizeit/Tourismus“. Fast zwei Drittel der Szenarien werden dort dem attraktiven Routenprofil zugerechnet. Szenarien mit dem Wegzweck „Alltag“ werden allen Profilen zugeordnet, wobei insgesamt lediglich 14 Szenarien mit diesem Wegzweck geschildert wurden (gegenüber 47 Freizeit-Szenarien).

		Wegzweck					
		Freizeit	Freizeit / Tourismus	Arzt	Alltag	Beruf	Alltag / Versorgungspflichten
		Anzahl gewählter Szenarien pro Routenprofil					
Routenprofil	Attraktiv	13	23	0	5	0	1
	Komfortabel	9	2	0	1	0	2
	Sicher	2	0	0	2	0	0
	Kurz	17	3	13	6	10	1
	Kombination von Profilen	6	4	2	0	0	1

Tab. 5: Kreuztabelle gewählter Profile und Wegzwecke

Das Ergebnis zeigt, dass die Testpersonen die kürzeste oder die attraktive Routenauswahl bevorzugten. Deziert komfortable oder sichere Routen wurden selten gewählt. Wie die folgenden Auswertungen jedoch zeigen, spielen Sicherheitsaspekte (z.B. Abstand zur Straße, Beleuchtung) innerhalb der beschriebenen Szenarien für die Testpersonen trotzdem eine große Rolle.

Dass die Szenarien selten einem sicheren Profil zugeordnet wurden, haben die Testpersonen unter anderem damit begründet, dass sie bei einer von einem Routenplaner berechneten Route voraussetzen, dass diese prinzipiell sicher ist (vor allem hinsichtlich Verkehrssicherheit). Dies legt nahe, dass die Bezeichnung von „sicher“ als Alleinstellungsmerkmal einer Route nur bedingt relevant ist. Es muss jedoch

berücksichtigt werden, dass die Tests ausschließlich tagsüber bei voller Helligkeit durchgeführt wurden. Ein Test bei Nacht würde vermutlich andere Ergebnisse liefern.

Bei den durch die Testpersonen geschilderten Szenarien spielte auch das komfortable Profil eine eher untergeordnete Rolle. Hier erwähnten einige Testpersonen, dass sie von einer attraktiven Route erwarten, dass diese auch komfortabel sei. Man kann daher annehmen, dass „komfortabel“ als einziges Merkmal einer Route wenig relevant ist.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass die definierten Routenprofile nicht geeignet sind, allen Nutzungskontexten zu genügen. Zwar werden von den geschilderten Szenarien 42% der kürzesten Route zugeordnet. Betrachtet man sie jedoch im Detail, so zeigt sich, dass die Distanz nie das einzige Routenauswahlkriterium war, sondern immer auch andere Aspekte mitspielten. Es zeigt sich also ein Bedarf nach individueller Zusammenstellung einzelner Routenkriterien je nach Nutzungskontext und persönlicher Präferenz.

In den nächsten Abschnitten wird untersucht, inwieweit sich Auswahl und Gewichtung der Kriterien innerhalb der geschilderten Profile ähneln.

#### 4.2.2 Inwiefern ähneln sich Routenprofile hinsichtlich Auswahl und Gewichtung der Kriterien?

Für jedes der selbstgewählten Szenarien gaben die Testpersonen an, wie wichtig ihnen dabei jeweils einzelne Kriterien sind. Wie in Abbildung 8 dargestellt, bewerteten die Testpersonen über alle Szenarien hinweg öffentliche Verkehrsmittel, Orientierungshilfen sowie Übergänge (Zebrastreifen, Ampeln) als sehr wichtige oder wichtige Routenkriterien (auf einer vierstufigen Skala), gefolgt von den psychologischen Routenqualitäten „Ambiente/Flair“, „Sicherheit“ (keine Gefahren, Abstand zur Straße) und „Beleuchtung“. Diese Variablen können daher als eine Minimalanforderung an ein Routenplanungssystem für Fußgänger angesehen werden. Als am wenigsten wichtig bewerteten die Testpersonen die Kriterien „Ausfahrten“, „Bahnhof“, „Spielplätze“ und „Überwachungskameras“.

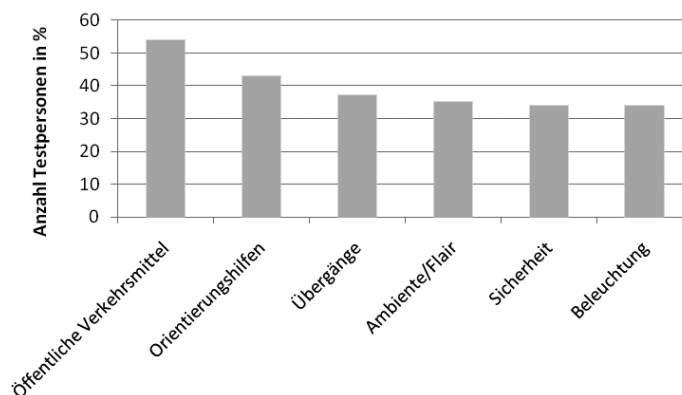


Abb. 8: Die sechs wichtigsten Routenkriterien der selbstgewählten Szenarien

Vergleicht man die Ergebnisse der Auswertung der Szenarien mit der Auswertung der zu Beginn durchgeführten Routenbegehung in Wien, so ergeben sich Unterschiede in der Bewertung der Wichtigkeiten der einzelnen Kriterien. „Öffentliche Verkehrsmittel“ und „Orientierungshilfen“ wurden bei der Routenbegehung in Wien als Kriterien identifiziert, jedoch als viel weniger wichtig eingestuft als bei der Szenario-Auswertung. Die Kriterien „Sicherheit“ und „Beleuchtung“ wurden sowohl bei der Testbegehung als auch bei der Evaluierung als wichtige Kriterien eines sicheren Routenprofils genannt. „Ambiente/Flair“ war das meist genannte Kriterium des attraktiven Routenprofils bei der Routenbegehung und ein sehr wichtiges Kriterium bei der Evaluierung. Während bei der Routenbegehung in Wien „schöne Gebäude/Fassaden“ sowie das Vorhandensein von Restaurants und Geschäften die wichtigsten Kriterien des attraktiven Profils waren und breite Gehsteige ein sehr wichtiges Kriterium des komfortablen Profils bildeten, spielten diese Kriterien bei den geschilderten Szenarien eine untergeordnete Rolle.

Diese Unterschiede können auf die unterschiedlichen Erhebungsmethoden zurückzuführen sein. Während bei der Routenbegehung kein eindeutiger Nutzungskontext vorgegeben war, mussten sich die Testpersonen bei der Szenarien-Aufgabe selbst einen konkreten Nutzungskontext vorstellen und diesbezüglich Anforderungen formulieren.

Es ist festzuhalten, dass die geschilderten Szenarien und die dort angegebene Kombination von Kriterien und deren Wichtigkeit keine Ähnlichkeit mit den entwickelten Routenprofilen (attraktiv, komfortabel, sicher) haben. Aus der Kombination der gewählten Kriterien und deren Wichtigkeit ließen sich keine anderen eindeutigen Profile erschließen. Auch wenn die Testpersonen den gleichen Wegzweck schilderten (z.B. Arztbesuch) und ihn dem gleichen Profil zugeordnet haben (z.B. kurz), variierten die Auswahl der Kriterien und deren Gewichtung stark. Auch das Einbeziehen der Versorgungspflichten hat keine eindeutigen Ergebnisse gebracht.

Man kann also den Schluss ziehen, dass die direkte Ableitung der Profile „Attraktivität“, „Komfort“ und „Sicherheit“ aus den Kriterien der psychologischen Routenqualitäten der Komplexität des Routenauswahlverhaltens nicht gerecht werden.

Insgesamt haben die Testpersonen zu den vorgegebenen Kriterien nur wenige zusätzliche Kriterien genannt. Man kann also annehmen, dass ein Großteil der Kriterien, die für die Auswahl einer Route von Fußgängern im urbanen Umfeld wichtig sind, bereits im ersten Teil der Studie identifiziert wurde.

#### **4.2.3 Entsprechen die Routenprofile den Erwartungen der Nutzer?**

Ziel der Begehung war es zu überprüfen, ob die Testpersonen die vom Routing-Algorithmus berechneten Testrouten (vgl. Kap. 3) mit den zugeordneten Routenprofilen (attraktiv, komfortabel, sicher) assoziieren. Die Testpersonen erhielten die Anweisung, ihre Einschätzungen der Route unmittelbar während der Begehung in ein Audiogerät zu sprechen (Thinking-Aloud-Methode). Nach dem Weg wurden sie mit offenen und geschlossenen Fragen zu ihrer Meinung über die Strecke befragt und ob diese ihren Erwartungen gegenüber einem bestimmten Profil entsprach. Die Auswertung der Testbegehungen in Wien und Salzburg sind in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt.

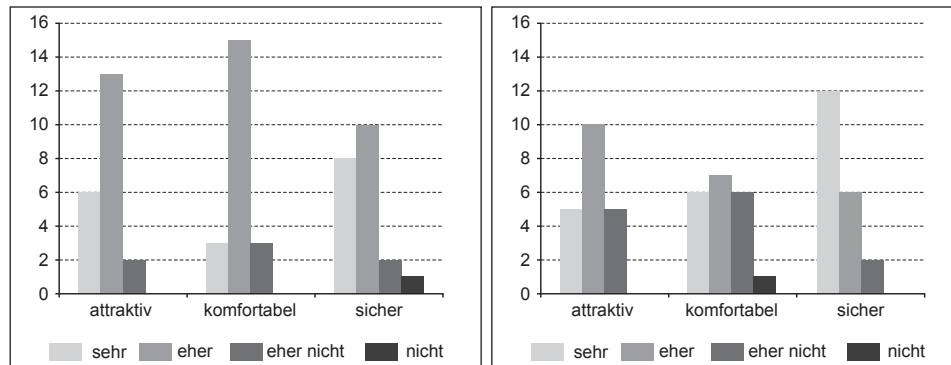


Abb. 9: Ergebnis der Frage "Als wie attraktiv / komfortabel / sicher empfanden Sie die Route insgesamt?" (Ergebnis Wien)

Abb. 10: Ergebnis der Frage "Als wie attraktiv / komfortabel / sicher empfanden Sie die Route insgesamt?" (Ergebnis Salzburg)

#### 4.2.4 Bewertung der Routenprofile in Wien

Das attraktive Routenprofil konnte für Wien bestätigt werden. Fast alle Wiener Testpersonen (19) befanden die zurückgelegte Route als sehr oder eher attraktiv. Nur zwei Testpersonen waren der Meinung, dass die Route eher nicht attraktiv war. Für besonders attraktiv hielten die Testpersonen die schönen Fassaden der Häuser, die Restaurants, Cafes und Lokale, Sitzmöglichkeiten sowie das Grün im Stadtpark. Als weniger oder nicht attraktiv wurden dagegen der Verkehrslärm sowie eine Straßenquerung ohne Fußgängerübergang bewertet.

Auch das komfortable Routenprofil wurde von den Testpersonen als solches bewertet. 18 Testpersonen waren der Meinung, dass die zurückgelegte Route sehr oder eher komfortabel sei. Für drei Testpersonen war die Route eher nicht komfortabel. Komfort zeichnete sich für die Testpersonen vor allem durch breite Gehwege, das Vorhandensein von Fußgängerzonen und durch wenig Kfz-Verkehr aus. Negativ gesehen wurden enge Gehwege, zugeparkte Gehwege und fehlende Zebrastreifen.

Das sichere Profil fand am meisten Zustimmung unter den Testpersonen. Acht Testpersonen befanden die Route als sehr sicher und zehn als eher sicher. Drei Testpersonen waren der Meinung, dass die Route eher nicht oder nicht sicher sei. „Sicher“ oder „nicht sicher“ wurde vor allem mit wenig Kfz-Verkehr, breiten Gehwegen und dem Vorhandensein von Übergängen verbunden.

#### 4.2.5 Bewertung der Routenprofile in Salzburg

Zwei Drittel der Testpersonen in Salzburg ordneten die zurückgelegte attraktive Route der Kategorie sehr oder eher attraktiv zu. Das restliche Drittel bezeichnete die Route als eher nicht attraktiv. Die Attraktivität der Route wurde von den Testpersonen hauptsächlich durch folgende Charakteristika beschrieben: Mirabellgarten mit schö-

nen Statuen, wenig Verkehrslärm, viele Geschäfte, Restaurants und Lokale. Als nicht attraktiv wurde eine Baustelle in einer Gasse eingeordnet.

Beim komfortablen Routenprofil unterschieden sich die Meinungen der Testpersonen. Etwa die Hälfte der Testpersonen bezeichnete die Route als sehr oder eher komfortabel. Sechs Testpersonen befanden die Route als eher nicht komfortabel und eine Testperson als nicht komfortabel. Als komfortabel bezeichneten die Testpersonen breite Gehwege, wenig Verkehrslärm, die Fußgängerzone; als nicht komfortabel den Baustellenbereich sowie enge Gehsteige.

Beim sicheren Routenprofil ordneten 18 Testpersonen die Route als sehr oder eher sicher ein. Für nur zwei Testpersonen war die Route eher nicht sicher. Das sichere Routenprofil zeichnete sich nach den Aussagen der Testpersonen durch Eigenschaften wie breite Gehwege, das Vorhandensein von Ampeln und Zebrastreifen sowie durch eine gute Beleuchtung aus.

Betrachtet man zusammenfassend die Ergebnisse der Routenbegehungen in Wien und Salzburg, so wurden die Charakteristika der vom Routing-Algorithmus berechneten Routenprofile (attraktiv, komfortabel, sicher) von den Testpersonen bestätigt. Auch entsprachen die während der Begehung genannten Routeneigenschaften den bereits in den Routenprofilen berücksichtigten Kriterien.

Die qualitative Befragung am Schluss der Begehung der Testrouten ergab jedoch auch, dass zur Auswahl der psychologischen Routenqualitäten noch eine themenspezifische Auswahl begrüßt würde – wie z.B. eine kinderwagentaugliche Route oder eine touristische Route. Eine touristische Route sollte laut Auskunft der Testpersonen vor allem an wichtigen Points of Interest des jeweiligen Ortes vorbeiführen.

## 5 Ausblick

Diese Studie untersuchte, wie die für Fußgänger relevanten psychologischen Routenqualitäten „Attraktivität“, „Komfort“ und „Sicherheit“ (siehe auch MILLONIG & SCHECHTNER 2005) in die Routenplanung mit einbezogen werden können. Hierzu wurden sowohl vom Straßennetz abgeleitete Kriterien (Ampeln, Geschäfte, Alleen, etc.) als auch psychologische Faktoren wie die Belebtheit oder das Ambiente mithilfe einer Routenbegehung von 20 Personen identifiziert. Die Routenauswahlkriterien dienten in weiterer Folge als Grundlage für die Gewichtung der Kanten in einem adaptierten Multi-Criteria-Routing-Algorithmus, sodass neben der kürzesten Route auch attraktive, komfortable und sichere Routen in zwei Testgebieten in Wien und Salzburg generiert werden konnten.

Das verwendete Verfahren erlaubt die Einbindung und Gewichtung neuer und/oder veränderter Kriterien, deren Auswirkung auf die Routenführung auf einfache Weise am vorgestellten Prototyp visualisiert und getestet werden können. Durch die Nutzung der freien OpenStreetMap-Daten kann die Idee eines gendersensitiven Routing prototypisch umgesetzt und evaluiert werden. Die offene Lizenz der Daten ermöglicht es, die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.



Bezüglich des Genderaspekts lassen sich nur schwer statistisch signifikante Aussagen formulieren. Auswertungen nach Geschlecht, Versorgungspflichten und Beschäftigungsstatus lieferten keine signifikanten Ergebnisse, was Präferenzen bezüglich des Routenauswahlverhaltens betrifft. Der Ansatz, Gender in der Entwicklung mobilitätsunterstützender System zu berücksichtigen, brachte jedoch trotzdem nützliche Erkenntnisse auf qualitativer Ebene und half dabei, Nutzungskontexte besser verstehen und einordnen zu können. Weitere Studien mit einer stärkeren Differenzierung der Nutzungskontexte, sowie homogenere Testgruppen könnten helfen, genauere Aussagen zu treffen.

Ein wichtiges Ergebnis der empirischen Studie ist, dass die Berücksichtigung der psychologischen Routenqualitäten „Attraktivität“, „Komfort“ und „Sicherheit“ von den Testpersonen als geeignetes Mittel angesehen wurde, die Routenauswahl von Fußgängern zu unterstützen. Die zu Beginn erhobenen Kriterien erwiesen sich in der Evaluierung als umfassend und ausreichend für die Beschreibung dieser Routenqualitäten.

Zu hinterfragen ist allerdings, ob aus diesen Qualitäten direkt Routenprofile abgeleitet werden können. In der Evaluierung stellte sich heraus, dass die drei qualitätsbezogenen Routenprofile (attraktiv, komfortabel, sicher) der Komplexität des menschlichen Routenauswahlverhaltens sowie der Fülle verschiedener Nutzungskontexte nicht gerecht werden (Kap. 4.2.1). Weiterführende Forschung muss sich daher damit beschäftigen, wie die erhobenen Routenauswahlkriterien nach Nutzungskontexten und individuellen Bedürfnissen dynamisch zu personalisierten Routenprofilen zusammengeführt werden können. Eine Methode hierfür ist beispielsweise kontextabhängiges kollaboratives Filtern relevanter Routenkriterien (HUANG & GARTNER 2011).

Eine weitere offene Frage betrifft die Erfassung emotionaler und anderer subjektiver Kriterien, wie beispielsweise Ambiente oder Belebtheit. Da diese mit den bisherigen Methoden der Geodatenerfassung nur unzureichend erhoben werden können, sind hier neue Methoden zu entwickeln. In einem Nachfolgeprojekt wird untersucht, inwieweit sich Crowdsourcing, d.h., die direkte Erfassung emotionaler Kriterien durch eine große Menge von Nutzern, eignet.

## 6 Literaturverzeichnis

- ARIKAWA M., KONOMI S., OHNISHI K. (2007), Navitime: Supporting pedestrian navigation in the real world. In: *IEEE Pervasive Computing*, 6, 3, S. 21–29.
- BESSING N. (2006), Gender als reflexionsbedürftiger Begriff. In: SCHRAUDNER M., LUKOSCHAT H. (Hrsg.), *Gender als Innovationspotenzial in Forschung und Entwicklung*. München, Fraunhofer IRB Verlag.
- CZIFERSZKY A., WINTER S. (2002), Automatisches Generieren von Wanderwegen. In: STROBL J., BLASCHKE T., GRIESEBNER G. (Hrsg.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung*, XIV, S. 77–86. Heidelberg, Fraunhofer IRB Verlag, Wichmann.
- DOHERTY S.T., MILLER E.J. (2000), A Computerized Household Activity Scheduling Survey. In: *Journal of Transportation*, 27, 1, S. 75–97.

- GOLLEDGE R.G. (1997), Defining the criteria used in path selection. In: ETTEMA D., TIMMERMANS H.J.P. (Hrsg.), *Activity-based approaches to travel analysis*, S. 151–169. New York, Elsevier.
- GOLLEDGE R.G., GÄRLING T. (2003), Spatial Behavior in Transportation Modeling and Planning. In: GOULIAS K. (Hrsg.), *Transportation Systems Planning: Methods and Applications*, S. 1–27.
- GRÜNERT T., IRNICHL S. (2005), *Optimierung im Transport. Bd. II: Wege und Touren*. Aachen, Shaker Verlag.
- HOCHMAIR H.H. (2004a), Towards a classification of route selection criteria for route planning tools. In: FISHER P. (Hrsg.), *Developments in Spatial Data Handling*, S. 481–492. Berlin, Springer.
- HOCHMAIR H.H. (2004b), Decision support for bicycle route planning in urban environments. In: *Proc. of the 7<sup>th</sup> AGILE Conf. on Geographic Information Science*, S. 697–706. Heraklion, Crete Univ. Press.
- HOWE J. (2006), The Rise of Crowdsourcing. In: *Wired Magazine* 14.06. – <http://www.wired.com/wired/archive/14.06/crowds.html> (Letzter Zugriff: 01.06.2011).
- HUANG H., GARTNER G. (2011), Incorporating Context-Aware Collaborative Filtering into Location Based Services. In: *Proc. of the 25<sup>th</sup> Int. Cartogr. Conf.*, Paris, July 2011, CO-075.
- HYODO T. et al. (2000), Modelling of bicycle route and destination choice behaviour for bicycle road network plan. In: *Transportation Research Record*, 1705, S. 70–76.
- KNOLL B. (2008), *Gender Planning. Grundlagen für Verkehrs- und Mobilitätshebungen*. Saarbrücken, vdm Verlag Dr. Müller.
- KNOLL B., SZALAI E. (2008), *Frauenwege – Männerwege. Entwicklung von Methoden zur gendersensiblen Mobilitätshebung (= Forschungsarb. aus d. Verkehrswesen, 175)*. BMVIT.
- KNOLL B., SZALAI E. (2009), *Gender Gap im Verkehrs- und Mobilitätsbereich. Hintergrundbericht*. Wien, VCÖ.
- MILLONIG A., SCHECHTNER K. (2005), Decision Loads and Route Qualities for Pedestrians – Key Requirements for the Design of Pedestrian Navigation Services. In: WALDAU N. et al. (Hrsg.), *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, S. 109–118. Heidelberg, Springer.
- MONTELLO D.R. et al. (1999), Sex-Related Differences and Similarities in Geographic and Environmental Spatial Abilities. In: *Annals of the Association of American Geographers*, 89, 3, S. 515–534.
- NOBIS C., LENZ B. (2005), Gender Differences in Travel Patterns: Role of Employment Status and Household Structure. In: *TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (Hrsg.), Research on Women's Issues in Transportation*, S. 114–123. Chicago, TRB.
- PAPINSKI D., SCOTT D.M., DOHERTY S.T. (2009), Exploring the route choice decision-making process: A comparison of planned and observed routes obtained using person-based GPS. In: *Transportation Research Part F* 12, 4, S. 347–358.
- RAMM F., TOPF, J. (2008), *OpenStreetMap – die freie Weltkarte nutzen und mitgestalten*. Berlin, Lehmanns Media.
- ROMMES E. (2006), Gender Sensitive Design Practices. In: TRAUTH E.M. (Hrsg.), *Gender and Information Technology*, 1, S. 675–681. Hershey, Idea Group Reference.
- SCHMITZ S. (1999), Gender Differences in Acquisition of Environmental Knowledge Related to Wayfinding Behavior, Spatial Anxiety and Self-Estimated Environmental Competencies. In: JOAN C., CHRISLER J.C. (Hrsg.), *Sex Roles: A Journal of Research*, 41, S. 71–93. New London, Connecticut College.
- STADT WIEN (Hrsg.) (2011), *Geschlechtssensible Verkehrsplanung*. – <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/alltagundfrauen/pdf/verkehr-la.pdf> (letzter Zugriff: 16.05.2011).
- TARAPATA Z. (2007), Selected Multicriteria Shortest Path Problems: An Analysis of Complexity, Models and Adaption of Standard Algorithms. In: *Intern. Journal of Applied Mathematical Computer Sciences*, 17, 2, S. 269–287.