

Komplexe Präferenzprofile für intermodale Navigation

Benedikt Loepf, Jürgen Ziegler

Universität Duisburg-Essen

Zusammenfassung

In diesem Beitrag präsentieren wir Aspekte, die für Nutzer im Kontext intermodaler Navigation von Bedeutung sind und durch komplexe Präferenzprofile abgebildet werden können. Neben einer Herleitung und Klassifikation solcher potenzieller Nutzeranforderungen an die Anpassung von Mobilitätsketten – beispielsweise an individuelle Präferenzen wie den energetischen Fußabdruck oder das gewünschte Maß an Komfort – stellen wir einen Prototypen vor, der einen ersten Schritt hin zu einer interaktiven, stark individualisierbaren Unterstützung intermodaler Navigation darstellt.

1 Einleitung

Heutzutage gängige Navigationslösungen (herkömmliche Navigationsgeräte sowie computergestützte Dienste zur Routenplanung im Internet oder per Smartphone-Applikation) sind bezüglich der Unterstützung komplexer, und insbesondere intermodaler Mobilitätsketten bisher nur unzureichend entwickelt: Systeme, die während der Planung einer Route oder unterwegs verschiedene und dabei variierende Verkehrsmittel berücksichtigen, sind bislang selten anzutreffen und unterstützen die Nutzer oft nur unzureichend – weisen jedoch ein beträchtliches Nutzungspotenzial auf (Schelewsky et al. 2013). So werden beispielsweise zunehmend populärere Angebote wie das (E-)Car- und Bike-Sharing meist noch außer Acht gelassen. Auch fehlt es in der Regel an Möglichkeiten zur individuellen Anpassung an bestimmte Situationen, etwa durch Priorisierung der Modalitäten abhängig vom Zweck einer Reise: So kann für einen beruflichen Termin oder bei schlechter Witterung ein Fahrrad weniger geeignet sein als im Kontext eines Familienausflugs bei sonnigen Bedingungen.

Unterdessen vergrößert sich das Angebot an Verkehrsmitteln zunehmend, wobei auch ökologischere Alternativen zum Individualverkehr ermöglicht werden. Aufgrund von steigenden Kraftstoffpreisen, CO₂-Abgaben, Straßenmaut und überlasteten Innenstädten erhöht sich derweil die Bedeutung der Unabhängigkeit vom privaten PKW, vor allem bei jüngeren Personen (Deffner et al. 2014). Eine verbesserte Mobilitätsunterstützung mit Fokus auf der intermodalen Routenplanung spielt daher eine immer wichtigere Rolle.

2 Problemstellung und Forschungsfragen

Während die Bedeutung intermodaler Navigation steigt, wird die vermehrte Unterstützung, die Nutzer im Zuge dessen benötigen, oft nicht beachtet. Dabei konnten für multimodale Verkehrsinformationssysteme bereits allgemeine Voraussetzungen abgeleitet, und nachhaltige Verhaltensveränderungen durch deren Einsatz nachgewiesen werden (Favry et al. 2010; Seebauer et al. 2010). Während es insgesamt noch an Untersuchungen der Effekte speziell von intermodalen Lösungen auf die Verkehrsmittelwahl mangelt, konnten etwa Pieper et al. (2013) bereits die positive Beeinflussung der empfundenen Einfachheit der Nutzung von Car-Sharing-Angeboten durch erhöhte Intermodalität zeigen. Hieraus leiten sie die Notwendigkeit einer verkehrsträgerübergreifenden Informationsplattform ab.

Neben der mittlerweile nicht mehr zugänglichen Smartphone-Anwendung „cairo“ (Schelewsky et al. 2013) existieren bisher nur wenige Navigationslösungen, die eine echte intermodale Routenplanung anbieten (über die Integration von Fußwegen hinausgehend) – und wenn, sind diese oft eingeschränkt: Im Falle von z. B. „Qixxit“¹ werden etwa nur sehr einfache Nutzerprofile unterstützt und die Qualität der Vorschläge erscheint mitunter weniger hoch. Der Hamburger Verkehrsverbund² bietet ebenfalls gezielte Unterstützung intermodaler Routen und erlaubt diese auch zu vergleichen. Dabei werden die Vorteile dieser Routen jedoch kaum hervorgehoben und es liegt eine starke regionale Begrenzung vor.

Diese ist begründet in der eingeschränkten Verfügbarkeit der benötigten Daten. Die daher erforderliche Aggregation aus unterschiedlichen Datenquellen verlangt eine semantische Aufbereitung – doch bisher gibt es kaum umfassende Lösungen, obwohl dies bei der Reichhaltigkeit und Heterogenität der Daten von großer Bedeutung wäre. Es existieren zwar Ontologien, diese bilden allerdings vornehmlich allgemeine Verkehrsinformationen ab (Houda et al. 2010). Umsetzungen hiervon, oder standardisierte Varianten, die einen Austausch zwischen den Anbietern und Systemen ermöglichen würden, lassen sich bisher jedoch kaum finden. Zudem sind die Ansätze meist nicht auf den Einsatz im Zusammenhang mit komplexen Präferenzprofilen und weitreichenden, nutzerabhängigen Informationen ausgelegt, um auf dieser Grundlage individuelle Routenführungen zu ermöglichen.

Nutzer wählen aus Gewohnheit nicht immer das für den Anlass optimale Verkehrsmittel, und sind häufig entweder auf öffentlichen oder auf Individualverkehr fokussiert (Gorr 1997; Schelewsky et al. 2013). Daher sollte es ein Ziel sein, in jeder Situation die Modalität mit den am besten passendsten Eigenschaften zu wählen. Da sich die speziellen Nutzeranforderungen an entsprechende Informationssysteme jedoch als sehr heterogen darstellen, ist eine statische, für alle Nutzer identische Aufbereitung der Informationen durch das System nicht länger ausreichend (Schelewsky 2013): Die Intermodalität wird zu stark durch individuelle Präferenzen und Verhaltensweisen bestimmt. Daher müssen zunächst die für den jeweiligen Nutzer wichtigsten Aspekte identifiziert werden, d. h. welche (auch subjektiven) Faktoren zu beachten sind und wie sie die Verkehrsmittelwahl des Nutzers beeinflussen.

¹ <http://www.qixxit.de>

² <http://www.hvv.de/switchh/>

Entsprechende Informationen können im Anschluss verwendet werden, um individuell zugeschnittene Mobilitätsketten vorzuschlagen. Unter Berücksichtigung der Komplexität verfügbarer Verkehrsangebote führt dies im Zusammenspiel mit den vielfältigen, heterogenen Präferenzen der Nutzer zu einem multikriteriellen Entscheidungs- und Empfehlungsproblem, das im Rahmen dieses Beitrags noch nicht näher betrachtet werden kann. Zunächst beschreiben wir hingegen im Folgenden eine Klassifikation jener Eigenschaften, die für die intermodale Navigation potenziell von besonderer Bedeutung sind.

3 Präferenzprofile für intermodale Mobilität

Um intermodale Navigation bestmöglich zu unterstützen, erscheint die Berücksichtigung individueller Präferenzen von großer Wichtigkeit. Damit die entsprechend benötigten Präferenzprofile umgesetzt werden können, stellen wir zunächst eine Klassifikation der relevanten Aspekte vor. So soll der Nutzer etwa hinsichtlich diverser Kriterien individuelle Vorlieben hinterlegen können, z. B. in Bezug auf bevorzugte Verkehrsmittel (Auto, ÖPNV, Fahrrad, zu Fuß), die maximal gewünschte Dauer um von A nach B zu gelangen, oder auch den ökologischen Fußabdruck. Auf diese Weise wird dem Nutzer erlaubt auszudrücken, dass für ihn etwa die Nutzung eines umweltfreundlichen Leihfahrrads nur dann akzeptabel ist, wenn er zum Erreichen der Leihstation nur einen bestimmten maximalen Fußweg zurücklegen muss. Weiterhin ist es u. a. auch erforderlich, Kraftstoff- und Energieverbrauch der Verkehrsmittel, aber auch Aspekte wie deren Komfort zu berücksichtigen.

Betrachtet man die Nutzeranforderungen an unterstützende Anwendungen, spielen dabei auch Einstellungen gegenüber den Verkehrsmitteln, Faktoren für die Verkehrsmittelwahl sowie bereits vorhandene Angebote zur Vernetzung der Verkehrsarten, deren Mängel und Nutzungspotenziale, eine Rolle. Bisher wurde allerdings meist nur auf recht offensichtliche Aspekte wie die Kostenabhängigkeit eingegangen, und weniger darauf, welche spezifischen, ggf. durch den Kontext bedingten Faktoren für die Nutzer relevant sind: So bestehen zahlreiche Anforderungen an intermodale Navigationslösungen, die sich mit grundsätzlichen Erwartungen an die Benutzerfreundlichkeit decken, und außerdem, dass z. B. keine Kosten anfallen, schnelle und einfache Abfragen abstrahiert von der Verkehrsmittelwahl ermöglicht werden, und Car-/Bike-Sharing berücksichtigt wird (Schelewsky et al. 2013). Bezüglich des allgemeinen Mobilitätsverhaltens konnte wiederum gezeigt werden, dass benötigte Zeit, Kosten und Komfort die Verkehrsmittelwahl entscheidend beeinflussen (Schlaffer et al. 2002; Schelewsky et al. 2013), aber auch Einstellungen und Werte (Schlaffer et al. 2002), wie etwa unter bestimmten Umständen das Umweltbewusstsein (Preisendörfer et al. 1999). Demnach sollten also individuelle Präferenzen, spezielle Anforderungen an intermodale Szenarien und auch die aktuelle Situation gezielt berücksichtigt werden.

Bisherige Sammlungen und Klassifikationen der Nutzeranforderungen sind jedoch eher allgemeiner Natur (Schelewsky et al. 2013) oder recht unspezifisch (Masuch et al. 2013). In diesem Beitrag verfolgen wir das Ziel, eine möglichst umfassende Klassifikation als Grundlage für austauschbare Nutzerprofile sowie eine möglichst stark individualisierbare intermodale Routenplanung zu erstellen, wozu relevante Literatur zu Grunde gelegt wurde

(Taylor & Mahmassani 1996; Tumas & Ricci 2009; Seebauer et al. 2010; Bothos et al. 2012; Diewald et al. 2012; Schelewsky et al. 2013; Schelewsky 2013; Masuch et al. 2013).

Wir unterscheiden dabei statische Profildaten, die sich für einen bestimmten Nutzer nicht oder nur in längeren Zeitspannen ändern, sowie Präferenzen, die sich später abhängig vom situativen Kontext auf die Generierung der Mobilitätsketten auswirken. Letzterer setzt sich aus (mehreren) internalen wie externalen (Haake et al. 2010) Faktoren zusammen: Einerseits endogenen Nutzerzielen, andererseits weiteren exogenen Merkmalen wie z.B. äußeren Umständen, die ebenfalls Einfluss auf die vom Nutzer bevorzugte Route haben können.

- Statische Profildaten
 - Demografische Daten (z. B. Alter und Geschlecht) und Adresse
 - Fortbewegungsmittel
 - Vorhandensein eigener, bzw. Zugriff auf Fortbewegungsmittel
 - Vertrautheit mit den Fortbewegungsmitteln
 - Präferenzen bzgl. Park-/Abstellmöglichkeiten
 - Kundenstatus ggü. Mobilitätsanbietern
 - Vorhandensein von Tickets, Ermäßigungen, etc.
 - Verfügbarkeit von Zahlungsmitteln
 - Einschränkungen (z. B. Behinderungen)
- Statische Präferenzen
 - Fortbewegungsmittel
 - Bevorzugte Verkehrsmittel
 - Bevorzugte Distanzen & Dauer
 - Präferenzen bzgl. Verkehrsmittelwechsel
 - Bevorzugte Gesamtdauer
 - Gewünschter Komfort
 - Gewünschte Attraktivität der Strecke
 - Gewünschte Pünktlichkeit bzw. akzeptable Verspätung
 - Gewünschte Umweltfreundlichkeit
 - Bevorzugte Zahlungsarten und akzeptierte Kosten
- Situativer Kontext
 - Art der Aktivität bzw. Zweck der Reise
 - Datum und Uhrzeit
 - Wetter, Temperatur und Jahreszeit
 - Ortskenntnis und Geo-Position des Nutzers
 - Verkehrslage und aktuelle Fahrpläne
 - Zu beförderndes Gepäck und begleitende Personen

Die statischen Informationen werden im Präferenzprofil des Nutzers festgehalten. Gemeinsam mit den situativen Kontextfaktoren bestimmen sie dann die Ausprägung einer Menge von Zielkriterien, wie z.B. Pünktlichkeit, Umweltfreundlichkeit, Komfort und Attraktivität. Abbildung 1 verdeutlicht, dass Daten über Verkehrsmittel und -verbindungen, die statischen Profil- und Präferenzinformationen, sowie der situative Kontext Einfluss auf den Erfüllungsgrad dieser Zielkriterien haben. Diese können daraufhin individuell vom jeweiligen Nutzer angepasst werden, um für ihn passende intermodale Routenvorschläge zu generieren. Gemäß des aktuellen Ziels, z.B. einer Urlaubsreise oder eines Geschäftstermins, kann dies zu Zielprofilen für die entsprechenden Szenarien führen, bei denen etwa Komfort und Pünktlichkeit eines Verkehrsmittels, die generelle Präferenz eines Nutzers für bestimmte Verkehrsmittel,

aber auch der situative Kontext wie Termine und Wetter die vorgeschlagene Auswahl an Routen bedingen. Deren Anzahl lässt sich somit auf eine überschaubare Menge von Empfehlungen beschränken, so dass der Nutzer trotz der Komplexität des Problems nur mit einem geringen Interaktionsaufwand konfrontiert wird.

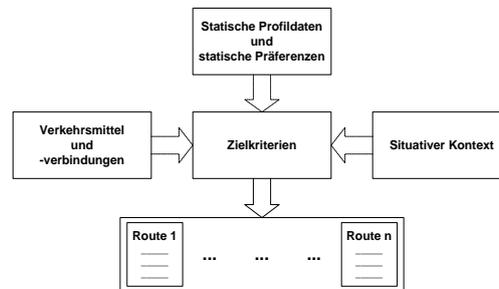


Abbildung 1: Auswirkungen von Präferenzprofil und Kontext auf die Zielkriterien für die Routengenerierung

Die nötigen Informationen können auf unterschiedliche Weise gewonnen werden: Einerseits müssen insbesondere statische Profildaten und Präferenzen vom Nutzer eingegeben, oder aus bestehenden Profilen, etwa aus sozialen Netzwerken, extrahiert werden. Andererseits kann bezüglich der situativen Kontextfaktoren z.B. auf Bewegungsprofile für die Ortskenntnis oder externe Sensoren für Wetterdaten und aktuelle Geo-Position zurückgegriffen werden. Weiterhin lassen sich Datenquellen wie Terminkalender, Aufgabenplaner oder E-Mail-Konversationen mit zu besuchenden Geschäftspartnern ausnutzen, um relevante Kontextinformationen, etwa den Zweck der Reise oder die bevorzugte Dauer, d. h. die gewünschte Ankunftszeit, automatisiert zu schlussfolgern.

Später soll eine vereinheitlichte Informationsdarstellung der Profildaten in Form einer Ontologie u. a. deren Austauschbarkeit fördern. Nur auf dieser Grundlage kann die Generierung von individuell abgestimmten intermodalen Routenvorschlägen unter Berücksichtigung der relevanten Eigenschaften der Verkehrsmittel, die ebenfalls entsprechend hinterlegt werden müssen, erfolgen. Zugleich könnte somit eine Alternative dazu geschaffen werden, die Präferenzen zentral ablegen zu müssen: Wie bisher könnten diese bei den Mobilitätsanbietern verbleiben, wobei durch das geschaffene Datenaustauschformat die Informationen dennoch zusammengeführt werden könnten, um eine Anwendung zu etablieren, die modalitätsübergreifende Navigationsvorschläge anbietet.

4 Prototypische Anwendung

Die Berücksichtigung sämtlicher Merkmale komplexer Nutzerprofile macht die Wahl einer passenden Wegekette durch die hohe Anzahl die Routenempfehlungen beeinflussender Faktoren zu einem multikriteriellen Problem. Diesem zu begegnen, und den Nutzer bei der intermodalen Navigation zu unterstützen, ist Ziel der im Folgenden vorgestellten Anwendung. In einer ersten prototypischen Umsetzung bündelt diese die relevanten Informationen verschiedener Verkehrsmittel aus externen Quellen, um gemäß dem modifizier- und speicherbaren Präferenzprofil Navigationsvorschläge zu generieren.

Als Datenbasis dienen Informationen unterschiedlicher Anbieter, die serverseitig aggregiert werden (Abbildung 2): Dienste von Verkehrsunternehmen werden für Navigationsvorschläge mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Nah- und Fernverkehr, Bus und Bahn) hinsichtlich der vom Nutzer gewünschten Verbindung angefragt. Die Geo- und Routing-Services von Google Maps dienen als Grundlage für die Berechnung von Routenführungen im Individualverkehr (privater oder geliehener PKW), dem Fahrrad oder zu Fuß. Anfragen an die jeweiligen Anbieter erlauben außerdem, das Vorhandensein von (E-)Car- und Bike-Sharing-Stationen zu ermitteln, sowie ggf. die dortigen Verfügbarkeiten abzufragen.

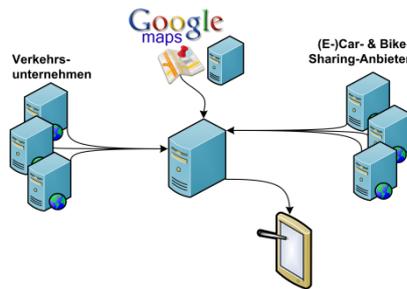


Abbildung 2: Datenaggregation

Die aggregierten Daten können dann unter Berücksichtigung des persönlichen Präferenzprofils verwendet werden, um unterschiedliche Routenführungen vorzuschlagen und dem Nutzer zu präsentieren. Dieser erhält daraufhin die Möglichkeit, die erneute Berechnung der Verbindungen unter Berücksichtigung veränderter Zielkriterien anzufordern und/oder einzelne Abschnitte der Route interaktiv nach Art eines „Relevance Feedbacks“ (Salton & Buckley 1997) seinem Belieben nach anzupassen (Abbildung 3).

Im Zuge der später vollständig zu berücksichtigenden Komplexität der Präferenzprofile gemäß der in Abschnitt 3 vorgestellten Klassifikation, und der daraus resultierenden hohen Anzahl an Optionen zur Routengenerierung, besteht grundsätzlich die Anforderung einer hohen Usability an die Benutzerschnittstelle: Das Interaktionskonzept sieht daher vor, dass der Nutzer nach einmaliger Definition der statischen Profil- und Präferenzdaten (wobei auch eine automatische Aggregation z. B. aus sozialen Netzwerken denkbar ist) ausschließlich eine Gewichtung der Zielkriterien wie Pünktlichkeit, Umweltfreundlichkeit, usw. vornehmen muss, um zur Situation passende Routenvorschläge zu erhalten. Entspricht diese einer ähnlichen Situation in der Vergangenheit, beschränkt sich die notwendige Interaktion sogar auf die Wahl des passenden Zielprofils. Da die Kontextinformationen automatisch gewonnen werden können (s. Abschnitt 3), entsteht dabei kein weitergehender Interaktionsaufwand.

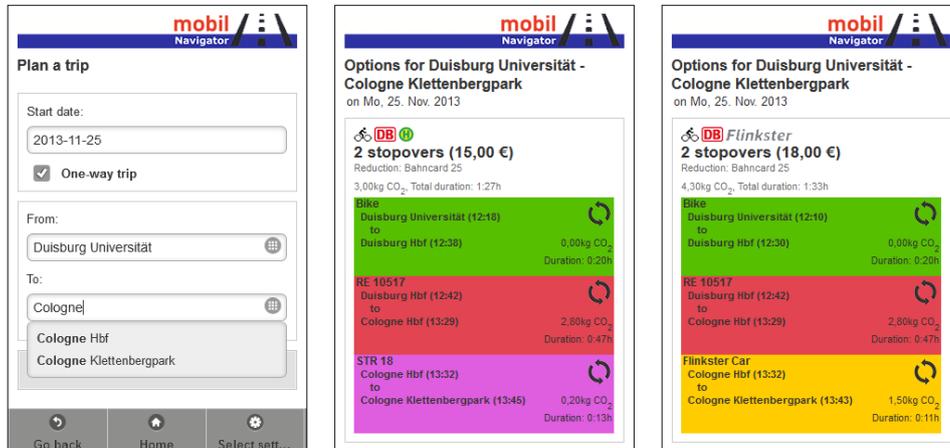


Abbildung 3: Im Prototyp fordert ein Nutzer beispielhaft eine Verbindung an (links) und erhält gemäß seiner Präferenzen als Vorschlag die günstigste Variante (mittig). Im Beispiel wünscht er daraufhin einen längeren Aufenthalt in Duisburg und für den letzten Abschnitt das komfortablere Car-Sharing (rechts).

Die Interaktion mit der Smartphone-Anwendung stellt sich damit wie folgt dar:

1. Erstellung eines komplexen Präferenzprofils
 - Angabe und Gewichtung statischer Profil- und Präferenzdaten sowie deren Speicherung
2. Anforderung von Verbindungen
 - Anpassung von Zielkriterien oder Wahl eines Zielprofils
 - Kontextadaptive Empfehlung intermodaler Mobilitätsketten
 - Bewertung und/oder Austausch von (Teil-)Strecken
3. (Kontextadaptive, personalisierte Unterstützung des Nutzers durch ergänzende Service-Integration)

Eine modifizierte Version des Prototyps konnte bereits in einer ersten Nutzerstudie hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit untersucht werden. Die Erkenntnisse aus dieser ersten Evaluation (11 Teilnehmer im Alter von $M=25.4$, $\sigma 1.49$) deuten darauf hin, dass die Vernetzung der Verkehrsmittel auf diese Weise gelingen kann: Konfrontiert mit unterschiedlichen Aufgaben waren die Probanden effektiv und effizient in der Lage, intermodale Routen zu generieren. Dabei bewerteten sie die subjektiv empfundene Zufriedenheit mit $M=4.33$ ($\sigma 0.68$) auf einer positiv gepolten, fünfstufigen Likert-Skala.

5 Diskussion und Fazit

Dieser Beitrag stellt eine Klassifikation zahlreicher Kriterien vor, welche für die Nutzer bezüglich des Mobilitätsverhaltens insbesondere vor dem Hintergrund intermodaler Navigation von großer Bedeutung sein können. Der gezeigte Prototyp zielt in einem ersten Schritt durch die Integration verkehrsträgerübergreifender Informationen darauf ab, eine auf solche

individuellen Nutzerpräferenzen bestmöglich abgestimmte Route zu finden, bei der sich u. a. auch die Nutzung von Car-/Bike-Sharing-Angeboten einbeziehen lässt.

Für die Zukunft planen wir u. a. eine vollständigere Datenintegration. Um die komplexen Präferenzprofile daraufhin nutzen zu können, erachten wir nicht nur die bereits realisierte Aggregation der Daten für notwendig, sondern auch deren semantische Aufbereitung in einem geeigneten Modell. Nach einer entsprechenden Umsetzung als Ontologie basierend auf der vorgestellten Klassifikation soll die Generierung stark individualisierter, kontextsensitiv angepasster Routen vollumfänglich realisiert werden. Weiterhin planen wir zu untersuchen, ob bestimmte Faktoren – z. B. eine angepasste Darstellung – dazu beitragen können, dass Nutzer sich zugunsten einer intermodalen Route entscheiden, und dabei etwa umweltfreundlichere aber zeitintensivere Mobilitätsketten in Kauf nehmen. Schließlich möchten wir die genannten Merkmale durch eine größere Befragung empirisch absichern.

Literaturverzeichnis

- Bothos, E., Apostolou, D. & Mentzas, G. (2012). Recommending eco-friendly route plans. In *Proc. of 1st Workshop on Recommendation Technologies for Lifestyle Change (LIFESTYLE 2012)*, 12–17.
- Deffner, J., Hefter, T. & Götz, K. (2014). Multioptionalität auf dem Vormarsch? Veränderte Mobilitätswünsche und technische Innovationen als neue Potenziale für einen multimodalen Öffentlichen Verkehr. *Öffentliche Mobilität*, 201–227.
- Diewald, S., Möller, A., Roalter, L. & Kranz, M. (2012). MobiliNet: A social network for optimized mobility. In *Adjunct Proc. of AutoUI 2012*. 145–150.
- Favry, E., Hiess, H. et al. (2010). Die Wirkungen von multimodalen Verkehrsinformationssystemen, untersucht am Beispiel des Routenplaners AnachB.at.
- Gorr, H. (1997). *Die Logik der individuellen Verkehrsmittelwahl*. Focus-Verlag.
- Haake, J., Hussein, T., Joop, B., Veiel, D. & Ziegler, J. (2010). Modeling and exploiting context for adaptive collaboration. *Int. Journal of Cooperative Information Systems*, 19 (1-2), 71–120.
- Houda, M., Khemaja, M., Oliveira, K. & Abed, M. (2010). A public transportation ontology to support user travel planning. In *Proc. of RCIS 2010*, Washington, DC, USA: IEEE. 127–136.
- Preisendörfer, P., Wächter-Scholz, F., Franzen, A., Diekmann, A., Schad, H. & Rommerskirchen, S. (1999). Umweltbewusstsein und Verkehrsmittelwahl. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*, 113.
- Salton, G. & Buckley, C. (1997). Improving retrieval performance by relevance feedback. In *Readings in Information Retrieval*. Morgan Kaufmann. 355–364.
- Schelewsky, M. (2013). Die eierlegende Wollmilch-App – Nutzeranforderungen an mobile Informations- und Buchungssysteme für öffentliche und intermodale Verkehrsangebote und Stand der technischen Entwicklung. *Digitalisierung und Innovation*, 299–324.
- Schelewsky, M., Jonuschat, H., Bock, B. & Jahn, V. (2013). Nutzeranforderungen an Smartphone-Applikationen zur intermodalen Routenplanung. *InnoZ-Baustein*, 13, 1–27.
- Schlaffer, A., Hunecke, M., Dittrich-Wesbuer, A. & Freudenu, H. (2002). Bedeutung psychologischer und sozialer Einflussfaktoren für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung – Vorstudie.
- Seebauer, S., Lederer-Hutsteiner, T., Heier, A., & Hinterreiter, R. (2010). Zielgruppenspezifische Wirkungen von multimodalen Verkehrsinformationen auf individuelles Verkehrsverhalten.
- Taylor, D. & Mahmassani, H. (1996). Analysis of stated preferences for intermodal bicycle-transit interfaces. *Journal of the Transportation Research Board*, 1556, 86–95.
- Tumas, G. & Ricci, F. (2009). Personalized mobile city transport advisory system. In *Information and Communication Technologies in Tourism*. Wien, Österreich: Springer. 173–183.