



**Gutachten**  
**über die Dissertation von**  
**Frau M. Sc. Franziska Henkel**  
**zum Thema**  
**„Entwicklung und exemplarische Anwendung eines Verfahrens zur**  
**Quantifizierung von Mobilitätsoptionen“**

**Einordnung des Themas**

Soziale Teilhabe ist ohne Mobilität nicht möglich. Um aushäusige Aktivitäten wie Arbeiten, Einkaufen oder private Erledigungen durchführen zu können, sind Ortsveränderungen zwingend erforderlich. Können Ortsveränderungen nicht durchgeführt werden, z. B. weil Verkehrsmittel nicht zur Verfügung stehen, gesundheitliche Einschränkungen oder mangelnde finanzielle Ressourcen den Ortsveränderungen entgegenstehen, besteht die Gefahr mobilitätsbedingter sozialer Exklusion.

In der Verkehrsplanung spielen daher Untersuchungen der Erreichbarkeit zentraler Orte und von Einrichtungen der Daseinsvorsorge eine wichtige Rolle. Dabei beschreibt die Erreichbarkeit den Zugang zu Zielgelegenheiten und bewertet damit die Qualität des Verkehrsangebots auf Basis der vorhandenen Raum- und Siedlungsstruktur. Als Indikator der Erreichbarkeit wird in der Planungspraxis häufig die Anzahl erreichbarer Zielgelegenheiten innerhalb einer definierten Reisezeit verstanden. Diese objektive Größe vernachlässigt individuelle Merkmale wie die soziale Rolle, vorhandene Ressourcen und Fähigkeiten. Die so genannten Mobilitätsoptionen, d.h., die Möglichkeiten einer Person zur Ortsveränderung, gehen über den objektiven Erreichbarkeitsbegriff hinaus und berücksichtigen zusätzlich individuelle Merkmale, die den Möglichkeitsraum für Ortsveränderungen einschränken.

In diesem Kontext steht die Dissertation von Frau Henkel. In der vorliegenden Arbeit wird ein Verfahren vorgestellt, das die Mobilitätsoptionen von Personengruppen und Individuen quantifiziert und damit die soziale Teilhabe im Ist-Zustand und für Maßnahmen quantitativ beschreiben kann. Das Verfahren berücksichtigt neben der objektiven Erreichbarkeit individuelle Merkmale wie soziale Rolle, Fähigkeiten und Ressourcen. Neben der Entwicklung des Verfahrens bildet dessen Anwendung für typische Planungsaufgaben ein Schwerpunkt der Arbeit. Die Dissertation entstand im Rahmen der vom BMBF geförderten Forschungsprojekte Social2Mobility I und II, bei denen Frau Henkel u. a. für die Entwicklung des Verfahrens und die quantitative Empirie verantwortlich war.



## Inhaltliche Auseinandersetzung

Das **Einführungskapitel** der Arbeit widmet sich der Problemdarstellung und leitet daraus die Motivation für die Forschungsarbeit ab. Basierend auf einem kurzen Einstieg zur Problemstellung stellt Frau Henkel zunächst die Ziele ihrer Dissertation vor. Zum Abschluss des ersten Kapitels wird der Aufbau der Arbeit kurz dargestellt.

In **Kapitel 2** wird der theoretische Hintergrund beschrieben, der die theoretische Basis für die Entwicklung des Verfahrens ist. Dies umfasst auch die Darstellung des aktuellen Stands der Technik und Forschung hinsichtlich der für die Arbeit relevanten Themenfelder. Nach einer Definition zentraler Begriffe erläutert Frau Henkel die für ihre Arbeit relevanten Konzepte im Forschungsfeld Mobilität und soziale Teilhabe (Kapitel 2.3). Sie arbeitet dabei den Zusammenhang zwischen einem Mangel an Mobilitätsoptionen und mobilitätsbezogener sozialer Exklusion heraus. Besonderes Gewicht legt sie auf den Befähigungsansatz von Sen, der in zweifacher Hinsicht das theoretische Fundament der Verfahrensentwicklung darstellt. Einerseits bestätigt der Ansatz, dass die Mobilitätsoptionen als Indikator für soziale Teilhabe deutlich zielführender als das Mobilitätsverhalten sind; andererseits beschreibt er zwei Gruppen von Einflussfaktoren – objektive Erreichbarkeit als externe Rahmenbedingungen und individuelle Merkmale –, die die Mobilitätsoptionen bestimmen. Daran anknüpfend werden in Kapitel 2.5 detailliert die Einflussfaktoren der Mobilitätsoptionen auf Basis einer nationalen und internationalen Literaturanalyse herausgearbeitet und inhaltlich ähnlichen Kategorien zugeordnet. Besonders positiv ist in diesem Zusammenhang die tabellarische Zusammenfassung der Literaturanalyse hervorzuheben (Tabelle 2-4). Die Lesenden können die Strukturierung und Synthese insgesamt sehr gut nachvollziehen, lediglich die Einordnung der recherchierten Einflussfaktoren in die Kategorie „Wahrnehmung“ ist diskussionswürdig, wird aber durch die Autorin selbst später im Text erläutert (S. 39f).

In Kapitel 2.4 werden wesentliche Indikatoren für Mobilität und soziale Teilhabe beschrieben. Nach einem Überblick über die unterschiedlichen Typen von Erreichbarkeitsindices fokussiert sich Frau Henkel auf drei Indices, die trotz ihrer Ungleichheit eine inhaltliche Nähe mit dem von ihr entwickelten Mobilitätsoptionenindex aufweisen. Die insgesamt gute und verständliche Darstellung wird durch einen kleinen Fehler bei der Beschreibung des Mobilitätsindex nach Rammert getrübt (Wertebereich des normalisierten Wertes, S. 23).

Das **Kapitel 3** stellt neben der Anwendung des Verfahrens den methodischen Schwerpunkt der Arbeit dar. In diesem Kapitel wird das Verfahren zur Quantifizierung von Mobilitätsoptionen hinsichtlich des methodischen Vorgehens und des Inhalts detailliert beschrieben. Ausgehend von den Erkenntnissen aus Kapitel 2 entwickelt Frau Henkel das Verfahren in fünf aufeinander aufbauenden Schritten. Da das Verfahren auf normativen Vorgaben der Daseinsvorsorge beruht, werden zunächst diese Vorgaben erläutert und für Deutschland abgeleitet (Kapitel 3.2). Basis für die Ableitung dieser Vorgaben sind Gesetze, politische Beschlüsse der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) und Erkenntnisse aus der Literatur. Die Anzahl zu erreichender Zielgelegenheiten basieren auf begründeten Annahmen, die im späteren Verlauf der Arbeit auf Sensitivität geprüft werden. Frau Henkel gelingt es hervorragend, unterschiedliche Literatur, Gesetze und politische Beschlüsse zu nutzen, um plausibel, verständlich und nachvollziehbar die für die Entwicklung ihres Verfahrens wichtigen Vorgaben zu definieren.



Im ersten Verfahrensschritt wird der Bedarf an Zielgelegenheiten analysiert (Kapitel 3.3). Dabei wird bestimmt, welche Zielgelegenheiten für unterschiedliche Personengruppen von Bedeutung sind. Die Bedeutung der Zielgelegenheiten werden aus Verhaltensdaten der deutschlandweiten Haushaltsbefragung MiD 2017 berechnet. Dabei berücksichtigt die Autorin richtigerweise nur das Verhalten von Personen, die nicht aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen, monetärer Restriktionen oder sehr schlechter Erreichbarkeit von Zielgelegenheiten in ihrer Mobilität eingeschränkt sind. Insgesamt können 18 Personengruppen unterschieden werden, die sich anhand der Personenmerkmale Tätigkeit und Alter abgrenzen lassen. Methodische Grundlage dieser Gruppeneinteilung sind diverse Regressionsanalysen, bei denen die Aktivitätenhäufigkeit je Aktivitätentyp in Abhängigkeit mehrerer Personenmerkmale analysiert wurde. Im zweiten Schritt wird die Anzahl erreichbarer relevanter Zielgelegenheiten auf Basis der maximal zumutbaren Reisezeit differenziert nach Verkehrsmodi berechnet (Kapitel 3.4). Mit Hilfe eines reisezeitabhängigen Gewichtungsfaktors wird berücksichtigt, dass die Attraktivität der Zielgelegenheiten mit steigender Reisezeit abnimmt. In diesem Berechnungsschritt werden sowohl Raum- und Siedlungsstruktur, Verkehrsangebot und Zeitordnungen als objektive Größen als auch Fähigkeiten und Ressourcen als individuelle Merkmale berücksichtigt. Um die gewichtete Anzahl der Zielgelegenheiten je Zielgelegenheitstyp über sämtliche Typen aggregieren zu können, ist eine Normierung der gewichteten Anzahl erforderlich. Diese Normierung (in der Überschrift als Bewertung bezeichnet) findet im dritten Verfahrensschritt statt (Kapitel 3.5). Frau Henkel hat dazu sehr sachgerecht eine Funktion hergeleitet, die das Gossen'sche Gesetz des Grenznutzens berücksichtigt; d.h., je mehr Zielgelegenheiten eines Typs erreicht werden können, desto geringer fällt der Nutzenzuwachs aus. Im vierten Verfahrensschritt wird ein so genannter Einkommenswiderstand ermittelt, der den Einfluss des Einkommens als wichtige individuelle Ressource berücksichtigt (Kapitel 3.6). Dazu hat Frau Henkel die Ausgaben für Verkehr aus der EVS 2018 mit der Anzahl der aushäusigen Aktivitäten aus der MiD 2017 verknüpft, um den Anteil der Ausgaben pro Aktivität für unterschiedliche Einkommensklassen abzuleiten. Erwartungsgemäß sinkt dieser Anteil mit steigendem Einkommen, d.h., einkommensarme Haushalte müssen einen deutlich größeren Anteil am Gesamtbudget für Wege aufbringen als Haushalte mit einem höheren Einkommen. Dieser Zusammenhang wurde mit Hilfe einer Regressionsanalyse in eine Einkommenswiderstandsfunktion überführt, bei dem der Widerstand für eine Ortsveränderung mit steigendem Einkommen sinkt. Zusätzlich zur Ableitung des Einkommenswiderstandes hat die Autorin für zwei Beispiele Ansätze entwickelt, wie preispolitische Maßnahmen in einem Verkehrsmodus bei der Berechnung eines modusspezifischen Einkommenswiderstandes abgebildet werden können. Im fünften Schritt des Verfahrens wird der so genannte Mobilitätsoptionenindex (MOX) berechnet (Kapitel 3.7), der als Kennwert im Wertebereich von 0 bis 10 die mobilitätsbedingte soziale Teilhabe einer Person insgesamt oder für einen Verkehrsmodus je Personengruppe charakterisiert. Frau Henkel gelingt es hervorragend, unterschiedliche theoretischen Grundlagen wie z. B. den Befähigungsansatz und das Gossen'sche Gesetz, normative Vorgaben der Daseinsvorsorge und diverse statistische Zusammenhänge aus unterschiedlichen Datenquellen zielgerichtet und kompetent in ein konkretes Verfahren umzusetzen. Die Dokumentation ihres methodischen Vorgehens ist sehr gut strukturiert und fast ausnahmslos verständlich und nachvollziehbar.



Zum Abschluss des Kapitels werden die erforderlichen Inputdaten inkl. Datenquellen erläutert (Kapitel 3.8). Der Anspruch von Frau Henkel, dass das Verfahren auf vorhandenen bzw. leicht erhebbaren Daten basiert, wird vollständig erfüllt. Das Verfahren nutzt neben Raum- und Netzdaten Ergebnisse aus klassischen Haushaltsbefragungen zum Mobilitätsverhalten (z. B. MiD oder SrV). Lediglich das Personenmerkmal Fahrradfähigkeit wird bei diesen Haushaltsbefragungen i. d. R. nicht erfasst. Dennoch zeigt Frau Henkel einen Weg auf, wie ohne dieses Merkmal das von ihr entwickelte Verfahren nahezu ohne Genauigkeitsverlust genutzt werden kann.

In **Kapitel 4** wird das zuvor entwickelte Verfahren exemplarisch für die Kleinstadt Ronnenberg angewendet. Datengrundlage sind u. a. zwei selbst konzipierte und durchgeführte Haushaltsbefragungen inkl. Wegetagebuch für einen Stichtag. Frau Henkel berechnet sowohl den verkehrsmodusspezifischen MOX für unterschiedliche Personengruppen als auch den personenbezogenen MOX. Anhand unterschiedlicher Auswertungen auf Basis deskriptiver und multivariater Statistik prüft sie das Verfahren auf Validität und Plausibilität. So weist sie u. a. nach, dass der personenbezogene MOX negativ mit empfundenen Erreichbarkeitsproblemen korreliert und signifikant das Mobilitätsverhalten beeinflusst. Für sieben hinsichtlich des Untersuchungsgegenstandes sehr unterschiedliche Personen werden die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen dem MOX und seinen Einflussgrößen nachvollziehbar aufgezeigt. Die Ergebnisse zum MOX zeigen ausnahmslos plausible und nachvollziehbare Ergebnisse. Selbst auf den ersten Blick diskussionswürdige Ergebnisse wie z. B. der geringe ÖV-spezifische MOX der Schüler und Schülerinnen im zentralen Bereich von Empelde wird sehr gut erklärt. Um den Einfluss ihrer eigenen Annahmen zu überprüfen, führt die Autorin Sensitivitätsanalyse hinsichtlich der akzeptablen und optimalen Anzahl der erreichbaren Zielgelegenheiten durch. Diese Analysen zeigen, dass die Variation der optimalen Anzahl nur einen geringen Einfluss auf den MOX hat (aufgrund der Berücksichtigung des Grenznutzens). Wird dagegen die akzeptable Anzahl auf das absolute Minimum von einer erreichbaren Zielgelegenheit gesenkt, erhöht sich besonders der MOX im Radverkehr und ÖV merklich.

Als Interpretationshilfe für die Planungspraxis schlägt Frau Henkel einen (relativen) Grenzwert für den personenbezogenen MOX vor, der bei jeder Person mindestens erreicht werden sollte, damit eine ausreichende soziale Teilhabe gewährleistet ist. Analog zur Armutsgrenze, die als 50 % des Medianeinkommens definiert ist, liegt Mobilitätsarmut vor, wenn der MOX einer Person weniger als 50 % des Medians in Bezug auf alle Personen eines Untersuchungsgebietes beträgt.

Das entwickelte Verfahren kann die Wirkungen von Maßnahmen der Raum- und Siedlungsstruktur und des Verkehrsangebots sowie Maßnahmen, die die Fähigkeiten und Ressourcen der Personen verändern, auf die mobilitätsbedingte soziale Teilhabe anhand des MOX abschätzen. **Kapitel 5** widmet sich daher der Anwendung des Verfahrens im Rahmen der Maßnahmenuntersuchung. Um dies zu veranschaulichen, werden die Wirkungen auf die mobilitätsbedingte soziale Teilhabe für eine fiktive Maßnahme exemplarisch ermittelt. Im Gegensatz zu den o. g. Maßnahmentypen wählt die Autorin dafür eine preispolitische Maßnahme – die Einführung eines Nulltarifs im ÖV – aus, die nicht standardmäßig mit dem Verfahren modelliert



werden kann. Um diese Maßnahme abzubilden, wird der ÖV-bezogene Einkommenswiderstand der Personen auf 1 gesenkt (sofern dieser größer als 1 ist). Die Wirkungen auf die mobilitätsbedingte soziale Teilhabe werden anhand von drei Indikatoren nach dem Mitfall-Ohnefall-Prinzip sachgerecht und nachvollziehbar ermittelt. Wie erwartet, hat die Einführung eines Nulltarifs positive Effekte auf die soziale Teilhabe, und zwar vor allem bei den Personen, die bereits von Armut betroffen sind.

Das abschließende **Kapitel 6** fasst die Ergebnisse der Arbeit sehr gut zusammen und gibt auf der Grundlage einer kritischen Analyse des Erreichten einen kurzen Ausblick auf mögliche Einsatzbereiche des Verfahrens und den zukünftigen Forschungsbedarf. Einsatzbereiche und Forschungsbedarf werden allerdings nur sehr kurz beschrieben (insgesamt 2 ½-Seiten).

### **Bewertung der Arbeit**

Frau Henkel hat mit der vorliegenden Dissertation ein sehr anspruchsvolles Thema aufgegriffen und äußerst erfolgreich bearbeitet. Damit hat sie ihre Befähigung zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit umfassend nachgewiesen. Ihre Forschungsarbeit liefert einen originären und bedeutenden methodischen Beitrag zur integrierten Verkehrsplanung. In der methodisch fundierten Arbeit kam sie zu wichtigen Erkenntnissen, die nicht nur für die Verkehrswissenschaft, sondern gleichermaßen für die Planungspraxis, insbesondere die kommunale Verkehrs- und Sozialplanung, von Bedeutung sind. Das von Frau Henkel entwickelte Verfahren ergänzt die Forschungen zu subjektiven Erreichbarkeitsindikatoren und spannt mit ihrem Fokus auf einkommensschwache Personengruppen einen Bogen zu einer integrierten Verkehrs- und Sozialplanung. Ihr Verfahren legt die Zusammenhänge zwischen mobilitätsbedingter sozialer Teilhabe, Raumstruktur und Verkehrsangebot sowie individuellen Fähigkeiten und Ressourcen offen und erlaubt damit einen umfassenden Vergleich der Mobilitätsoptionen sowohl zwischen unterschiedlichen Personengruppen und Verkehrsmodi als auch zwischen einzelnen Individuen. Dadurch, dass das Verfahren auf verfügbaren und leicht erhebbaren Daten aufbaut, ist ein Transfer in die Planungspraxis ohne größere Probleme möglich. Die Autorin hat bei der Entwicklung des Verfahrens ihre methodischen Kenntnisse der Verkehrswissenschaften und Armutsforschung mit ihren Kompetenzen aus der empirischen Sozialforschung und multivariaten Statistik hervorragend verknüpft und dabei zusätzlich die Anforderungen an die praktische Anwendung eines Planungsinstrumentes berücksichtigt.

Frau Henkel hat sich sehr umfassend in das Forschungsthema eingearbeitet wie die Vielzahl der Quellen zeigen (ca. 180 nationale und internationale Quellen). Sie hat sich als Verkehrsplanerin Fach- und Methodenwissen aus den eher fachfremden Bereichen der Armutsforschung und Sozialwissenschaften angeeignet und dieses vorbildlich, zielgerichtet und sachgerecht auf ihr Forschungsthema übertragen. Die Dissertation entstand zum Großteil während der Corona-Pandemie in den Jahren 2020, 2021 und 2022. Frau Henkel musste nicht nur mit den coronabedingten Arbeitsbedingungen umgehen, sondern insbesondere die Durchführung ihrer empirischen Studien an die wechselnden Corona-Regelungen anpassen.

Die vorgelegte Dissertation folgt einer klaren und übersichtlichen Struktur. Die Arbeit ist verständlich formuliert, der rote Faden ist jederzeit erkennbar. In Form und Sprache weist die



Arbeit kleinere Mängel auf, die im Rahmen einer redaktionellen Überarbeitung vor der Drucklegung korrigiert werden können. Ich empfehle daher die Annahme der vorgelegten Arbeit und die Fortsetzung des Promotionsverfahrens. Die Dissertation von Frau Henkel wird von mir mit der Note

„magna cum laude“ (1,0)

bewertet.

Kassel, 03. September 2024

.....  
(Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer)