

# Altern im räumlichen Kontext – GIS-Analysen zur Longitudinalen Urbanen Kohorten-Alters-Studie

## *Ageing in the Spatial Context – GIS Analyzes of the Longitudinal Urban Cohort Ageing Study*

Jonas Pieper<sup>1</sup>, Ulrike Dapp<sup>2</sup>, Boris Kauh<sup>1</sup>, Jürgen Schweikart<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Labor für Geodatenanalyse und Visualisierung, Beuth Hochschule für Technik Berlin · jpieper@beuth-hochschule.de

<sup>2</sup>Albertinen-Haus, Zentrum für Geriatrie und Gerontologie an der Universität Hamburg

**Zusammenfassung:** Die Studie beschäftigt sich mit dem Wohnumfeld älterer Menschen in der Agglomeration Hamburg. Grundlage ist ein Datensatz der Longitudinalen Urbanen Kohorten-Alters-Studie (LUCAS) mit 1.655 Probanden. Mittels eines netzwerkorientierten Ansatzes werden den Probanden Erreichbarkeitsindizes für insgesamt elf Zielkategorien zugeordnet. Es wird der Frage nachgegangen, inwieweit eine Wechselbeziehung zwischen der funktionalen Einordnung der Probanden auf Basis des LUCAS-Datensatzes und den Erreichbarkeitsindizes besteht.

**Schlüsselwörter:** Ältere Menschen, Funktionsindex, Erreichbarkeit, Regressionsanalysen

**Abstract:** *The study investigates the living environment of elderly persons within the agglomeration area of Hamburg. The data basis came from the Longitudinal Urban Cohort Ageing Study (LUCAS) with 1,655 subjects. Using a network orientated approach, accessibility indices of eleven categories were assigned to the participants. The correlation between the functional ability classification of the LUCAS-participants and the accessibility indices was examined.*

**Keywords:** *Elderly persons, functional ability, accessibility, regression analysis*

## 1 Einleitung und Fragestellung

Der kontinuierliche Anstieg der älteren Bevölkerung in Europa hat erhebliche Auswirkungen auf die Planung der zukünftigen Infrastruktur der Gesundheits- und Sozialsysteme. Mit steigender Lebenserwartung wächst die Wahrscheinlichkeit mobilitätsrelevanter Einschränkungen aufgrund verlorener funktionaler Kompetenz (Böhm et al., 2009). Um individuelle Altersverläufe bei initial selbstständig lebenden älteren Menschen über einen längeren Zeitraum zu erfassen, wurde die Longitudinale Urbane Kohorten-Alters-Studie (LUCAS) für den Raum Hamburg entwickelt. Bei Studienbeginn im Jahr 2000 wurden 3.326 selbstständig lebende ältere Menschen ab 60 Jahren, ohne Pflegestufe und ohne Hinweis auf demenzielle Erkrankungen über ihre behandelnden Hausarztpraxen rekrutiert und in bisher sechs Wellen per Fragebogen zu verschiedenen gesundheitsrelevanten Dimensionen des Alterns befragt. Ein Satz an Kernfragen blieb im Langzeitverlauf unverändert, die jeweiligen Wellen wurden jedoch um verschiedene Forschungsschwerpunkte erweitert, wie Mobilität und Aktivitäten im urbanen Aktionsraum (Dapp et al., 2011).

Zur Erforschung multidimensionaler Faktoren im Altersverlauf wurde der LUCAS-Funktionsindex entwickelt und in allen Erhebungswellen eingesetzt, denn Veränderungen im Bereich von Mobilitäts-Funktionen haben zentrale Bedeutung für das Syndrom der „Frailty“

(Gebrechlichkeit) und damit die Entwicklung von Hilfs- und Pflegebedürftigkeit. Der Funktionsindex erfasst zu gleichen Anteilen FRAIL-Risiken und FIT-Reserven und ermöglicht eine Einteilung der funktionalen Kompetenz der Probanden in die vier Klassen FIT, postFIT, preFRAIL und FRAIL (Dapp et al., 2014). Analysen dazu zeigen hochsignifikante Zusammenhänge zwischen dem Funktionsindex der Probanden und den von ihnen in den Fragebögen definierten Aktionsräumen. Probanden ohne funktionale Beeinträchtigungen (FIT) zeigen größere Aktionsräume als gebrechliche Probanden (FRAIL) und sind auch zu neuen Zielen unterwegs (Dapp et al., 2015).

Mithilfe von GIS-Analysen soll der Frage nachgegangen werden, ob Zusammenhänge auch in der Gegenrichtung bestehen, also nicht nur zwischen dem Funktionsstatus der Probanden und dem Raum, in dem sie sich bewegen, sondern ob kleinräumige Charakteristika des Wohnumfeldes der Probanden einen Zusammenhang mit deren Funktionsindex aufweisen und somit möglicherweise Gebrechlichkeit begünstigen bzw. präventiv wirken. Ausgangspunkt ist die Hypothese, dass sich ein Wohnumfeld, das bspw. ein vielfältiges nahräumliches Versorgungs- und Freizeitangebot bietet und damit zur Mobilität „einlädt“, positiv auf Altersverläufe auswirkt (WHO, 2007).

## 2 Methoden und Datengrundlagen

Für die vorliegende Studie werden die Ergebnisse der vierten LUCAS-Befragungswelle aus den Jahren 2011/2012 verwendet, da sie die bisher detailliertesten raumrelevanten Variablen zur Erreichbarkeit von Zielen im Umfeld beinhalten. Erfragt wurde unter anderem die Erreichbarkeit verschiedener Versorgungs- und Freizeiteinrichtungen im Umfeld, hinsichtlich der Häufigkeit der Nutzung, der Entfernung und der Verkehrsmittelwahl. Der für die GIS-Analysen bereitgestellte LUCAS-Datensatz enthält insgesamt 361 Variablen. Ausgewertet und geocodiert wurden die Daten von 1.655 Teilnehmern, deren Wohnadressen in Hamburg, oder in infrastrukturell verflochtenen und direkt an Hamburg angrenzenden Umlandgemeinden liegen.

### 2.1 Erreichbarkeitsmessungen zur nahräumlichen Versorgung

Um das Wohnumfeld der LUCAS-Teilnehmer hinsichtlich des vorhandenen nahräumlichen Angebotes an Versorgungs- und Freizeitstandorten zu operationalisieren, werden Erreichbarkeitsindizes modelliert. Die vierte Befragungswelle enthält Fragen zur Erreichbarkeit von Zielen im Wohnumfeld der Probanden, unterteilt nach Zielkategorien, die für die vorliegende Studie übernommen werden. Basierend auf im Fragebogen verwendete Entfernungskategorien, innerhalb derer Ziele angesteuert werden, von bis zu 500, 5.000 oder 10.000 Metern, werden den Zielkategorien Einzugsgebietsgrößen zugeordnet, je nachdem bis zu welcher Entfernung die jeweiligen Ziele laut Fragebogen am häufigsten frequentiert wurden. Bei einigen Zielkategorien war diese Einordnung nicht eindeutig, sodass ein Zwischenwert von 1.250 m eingeführt wurde. Ausgehend vom Wohnort der Probanden werden die Einzugsgebiete anhand der Netzwerkentfernung modelliert und die Anzahl der darin erreichbaren Ziele jeder Kategorie werden ausgezählt (vgl. Tabelle 1).

Für jede Zielkategorie wird für jeden Probanden ein individueller Erreichbarkeitsindex berechnet. Dieser basiert auf dem arithmetischen Mittel der Zielkategorie und einer anschließenden Normierung. Ein Proband mit dem Wert 1 entspricht dem Mittel aller Probanden. Studienteilnehmer mit einem Wert unter 1 erreichen weniger Ziele, bei einem Wert über 1 werden mehr als durchschnittlich viele Ziele erreicht.

Für die Einzugsgebietsanalysen und die Versorgungs- und Freizeitstandorte werden Straßen- und Punktdaten von OSM verwendet und mit offenen Daten vom Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg und Informationen aus einer Netzwerkdatenbank des Albertinen-Haus Hamburg abgeglichen und ergänzt.

**Tabelle 1:** Zielkategorien mit der Gesamtzahl an Standorten im Verflechtungsraum, den zugeordneten Einzugsgebieten und der Streuung der Anzahl erreichter Ziele

Zielkategorie	Anzahl Standorte	Einzugsgebiet	Min/Max	arithm. Mittel	Standard-abw.
Bäcker, Kioske	1.212	500 m	0 / 21	1,23	2,01
Supermärkte	613	500 m	0 / 13	0,46	0,93
Bekleidungsgeschäfte	897	1.250 m	0 / 247	4,16	12,52
Apotheken	577	1.250 m	0 / 19	3,96	4,10
Banken, Postfilialen	782	1.250 m	0 / 37	4,04	4,52
Büchereien, Seniorentreffs, Bürgerhäuser, VHS	332	5.000 m	0 / 134	33,69	35,48
Sportstätten, Fitness-Center, Bewegungsangebote	371	5.000 m	1 / 86	32,29	20,52
Schwimmbäder	33	10.000 m	1 / 12	6,77	2,51
Museen, Kinos, Theater	164	10.000 m	2 / 103	49,33	34,30

## 2.2 Untersuchung von Zusammenhängen

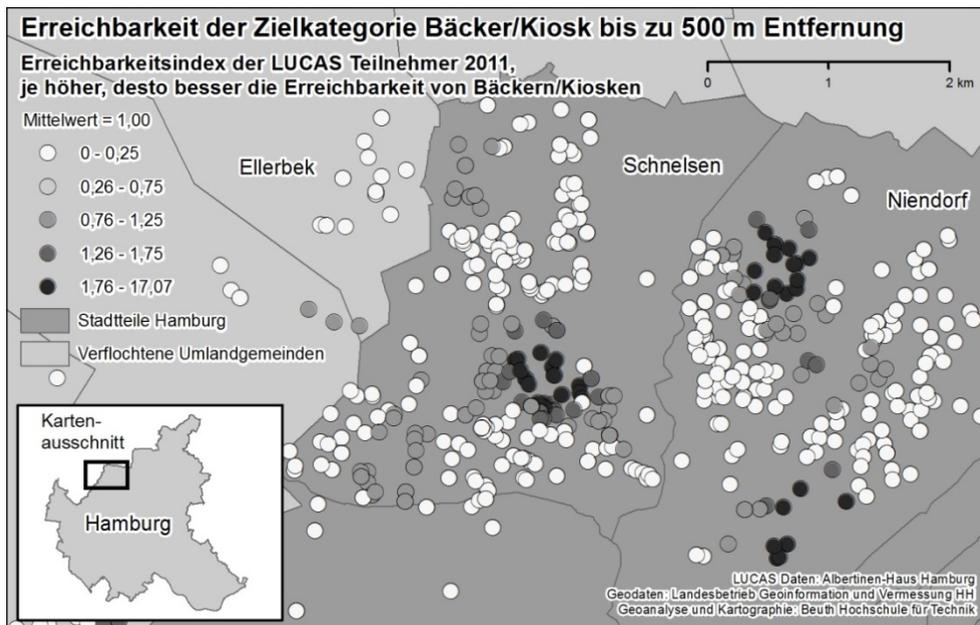
Zunächst wird der Zusammenhang zwischen Funktionsindex und Erreichbarkeitsindizes mithilfe der Spearman-Korrelation und mit Chi-Quadrat-Tests untersucht. Anschließend wird mit geographisch gewichteten logistischen Regressionsanalysen untersucht, ob der Zusammenhang zwischen dem Funktionsindex der Teilnehmer und den verschiedenen Erreichbarkeitsindizes räumlichen Schwankungen unterworfen ist. Geographisch gewichtete Regressionsanalysen erhalten in kleinräumigen Studien derzeit einen immer größer werdenden Stellenwert, da der Zusammenhang zwischen Gesundheit und regionalen Merkmalen oftmals stark vom Wohnort und persönlichen Merkmalen abhängt, die mit globalen Regressionsmodellen nur unzureichend erfasst werden können (Goovaerts et al., 2016). Zusätzlich wird ein Zusammenhang zwischen der Sozialstruktur des Wohnumfeldes der Teilnehmer mit deren Funktionsindex untersucht. Dazu werden Sozialdaten der Hamburger Stadtteil-Profile 2015 verwendet (Statistikamt Nord, 2015).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Erreichbarkeit im Wohnumfeld

Die in den jeweiligen Einzugsgebieten erreichbaren Ziele der Kategorien zeigen unterschiedliche Streuungen der Werte auf (vgl. Tab. 1). Während bei Bäckern im 500 m Einzugsgebiet die Werte zwischen 0 und 21 Bäckereien variieren und durchschnittlich 1,23 Bäcker oder Kioske erreichbar sind, streuen die erreichbaren Ziele in der Kategorie Museen, Kinos, Theater, bei der Auswertung des 10.000 m Einzugsgebietes zwischen 2 und 103 Zielen, die erreichbar sind, bei einem arithmetischen Mittel von 49,33.

Bei der visuellen Auswertung zeigen die Ergebnisse unterschiedliche räumliche Muster auf. Die Erreichbarkeitsindizes der Zielkategorien zu deren Auswertung große Einzugsgebiete von 5.000 oder 10.000 Metern verwendet wurden, zeigen stark ausgeprägte Zentren-Peripherie Gefälle. Je weiter die Teilnehmer im Zentrum von Hamburg wohnen, umso besser ist auch ihr Erreichbarkeitsindex. Bei den Erreichbarkeitsindizes die anhand von kleineren Einzugsgebieten ausgewertet wurden, werden zusätzlich kleinräumige Variationen sichtbar. In Abbildung 1 ist in einem Ausschnitt der Index für die Zielkategorie der Bäcker und Kioske dargestellt, die mit einem 500-m-Einzugsgebiet ausgewertet wurden.



**Abb. 1:** Kartenausschnitt zum Erreichbarkeitsindex „Bäcker/Kiosk“

#### 3.2 Zusammenhang zwischen Gebrechlichkeit und Infrastruktur

Spearman-Korrelationen zwischen dem Funktionsindex und den Erreichbarkeitsindizes zeigen in der überwiegenden Anzahl der Fälle signifikante Zusammenhänge. Die Koeffizienten

sind jedoch niedrig und zeigen, dass die Beziehungen schwach sind. In einem weiteren Schritt werden die Zusammenhänge mittels Kreuztabellenanalyse untersucht. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse für die Zielkategorie der Bäcker und Kioske, wobei der Erreichbarkeitsindex klassifiziert wurde. Der Chi-Quadrat-Test ( $\text{CHI} = 29,14$ ,  $p = 0,001$ ) liefert signifikante Abweichungen von der erwarteten Verteilung. Die Residuen und ein durchgeführter Z-Test zeigen, dass in der Kategorie FIT die Werte für unterdurchschnittliche und mittlere Erreichbarkeit höher als erwartet sind. Bei einer überdurchschnittlichen Versorgungsdichte jedoch niedriger. Fitte Probanden leben also häufiger in Gebieten, in denen nicht so viele Bäcker/Kioske erreichbar sind. Bei den Gebrechlichen ist dies genau umgekehrt. Gebrechliche Probanden leben häufig in Gebieten mit einer überdurchschnittlichen Erreichbarkeit von Bäckern/Kiosken.

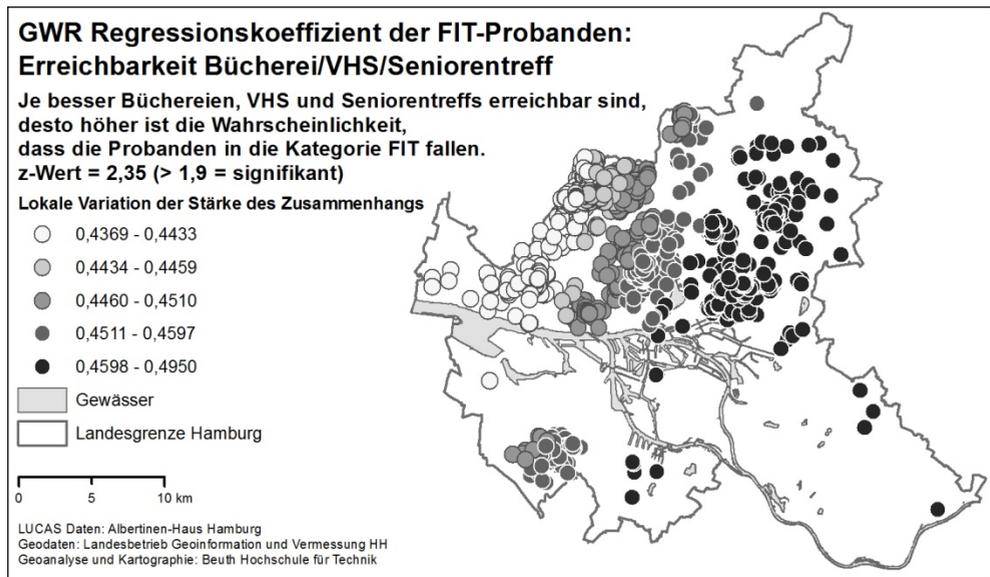
**Tabelle 2:** Kreuztabelle zur Erreichbarkeit von Bäckern/Kiosken und Funktionsindex

			Bäcker/Kiosk Erreichbarkeit nach Klassen				Gesamt
			0-0,75	0,76-1,25	1,26-1,75	1,76-18	
Gebrechlichkeit	FIT	Anzahl	378	137	29	112	656
		Residuen	20,1	12,1	-15,8	-16,4	
	postFIT	Anzahl	80	28	7	20	135
		Residuen	6,3	2,3	-2,2	-6,4	
	pre-FRAIL	Anzahl	189	64	30	65	348
		Residuen	-9	-2,2	6,2	-3,1	
	FRAIL	Anzahl	256	86	47	127	516
		Residuen	-25,5	-12,2	11,8	26,0	
	Gesamt	Anzahl	903	315	113	324	1655

Die geographisch gewichtete logistische Regression wurde für verschiedene Modelle mit Funktionsindizes als unabhängiger Variable und Erreichbarkeitsindizes und Sozialdaten als abhängigen Variablen berechnet. Bei dem Modell mit dem höchsten Signifikanzniveau konnten 17 % der räumlichen Verteilung der FIT-Probanden durch die Sozialdaten Alter und Grundstückspreise und sechs verschiedene Erreichbarkeitsindizes erklärt werden. Das Alter der Probanden hat daran erwartungsgemäß den größten Anteil, sodass die übrigen Variablen vergleichsweise wenig erklären. Trotzdem ist der Zusammenhang auch bei einigen dieser Variablen signifikant. Ein negativer Zusammenhang findet sich bei fast allen Variablen zur Nahversorgung. Je schlechter diese Einrichtungen erreichbar sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Probanden in die Kategorie FIT fallen. Positive Zusammenhänge gibt es vor allem bei den Sozialdaten. Je höher bspw. die Grundstückspreise sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Probanden in die Kategorie FIT fallen. Aber auch mit der Erreichbarkeit von Freizeiteinrichtungen gibt es positive Zusammenhänge. Je besser bspw. Seniorentreffs oder Schwimmbäder erreichbar sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Probanden in die Kategorie FIT fallen. In Abbildung 2 ist die räumliche Variation der Stärke des Zusammenhangs zwischen FIT-Probanden und der Erreichbarkeit von Büchereien, Volkshochschule und Seniorentreffs dargestellt. Dieser Zusammenhang ist mit einem z-Wert von 2,35 signifikant und im Hamburger Osten stärker ausgeprägt als im Westen.

## 4 Diskussion

Die statistischen Analysen zeigen, dass Beziehungen zwischen dem Wohnumfeld der Probanden und dem Funktionsindex bestehen. Um sie eindeutig zu interpretieren, ist es notwendig weitere Analysen durchzuführen, die die Geographie der Probanden stärker in den Mittelpunkt stellen. Vieles deutet darauf hin, dass die kleinräumige Wohnlage deutlichen Einfluss auf den Funktionsstatus der Probanden hat. Probanden, die in Gebieten mit lockerer Bebauung wohnen (bspw. Einfamilienhausgebiete) erreichen Nahversorgung zwar schlechter, bleiben aber länger fit. Für Probanden, die in dichter bebauten Gebieten mit viel Nahversorgungsinfrastruktur wohnen, gilt das Gegenteil.



**Abb. 2:** Darstellung des GWR Regressionskoeffizienten für eine abhängige Variable

## Literatur

- Böhm, K., Tesch-Römer, C., & Ziese, T. (Eds.) (2009). *Gesundheit und Krankheit im Alter*. Berlin: Robert Koch-Institut.
- Dapp, U., Anders, J., Minder, C. E. et al. (2015). Bedeutung funktionaler Kompetenz im Alter für Mobilität, Stürze und Ausübung von Alltagsaktivitäten im urbanen Aktionsraum – ausgewählte Ergebnisse der Longitudinalen Urbanen Kohorten-Alters-Studie LUCAS. *Z Gerontol Geriatr* 48 (Suppl. 1), 39.
- Dapp, U., Anders, J., von Renteln-Kruse, W., Golgert, S., Meier-Baumgartner, H. P., & Minder, C. E. (2012). The longitudinal urban cohort ageing study (LUCAS): study protocol and participation in the first decade. *BMC Geriatrics*, 12, 35.  
doi:10.1186/1471-2318-12-35.

- Dapp, U., Minder, C., Anders, J., Golgert, S., & von Renteln-Kruse, W. (2014). Long-term prediction of changes in health status, frailty, nursing care and mortality in community-dwelling senior citizens – results from the Longitudinal Urban Cohort Ageing Study (LUCAS). *BMC Geriatrics*, *14*, 141. doi:10.1186/1471-2318-14-141.
- Goovaerts, P., Xiao, H., Adunlin, G., Ali, A., Tan, F., Gwede, C. K., & Huang, Y. (2015). Geographical-weighted regression analysis of percentage of late-stage prostate cancer diagnosis in Florida. *Applied Geography*, *62*, 191–200. doi:10.1016/j.apgeog.2015.04.018.
- Statistikamt Nord (2015). *Hamburger Stadtteil-Profile 2015*. Band 17 der Reihe „NORD.regional“. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein.
- WHO – World Health Organization (2007). *Global age-friendly cities: A guide*. Geneva.