

Fussverkehrsaufkommen und Aktivitätsverhalten in und um Bahnhöfe

Projektbericht

Mai 2025



Impressum

Finanzierung

SBB Research Fund c/o SBB Lab, Universität St.Gallen, Dufourstrasse 40a, 9000 St.Gallen

Auftragnehmer

FHNW, HABG, Institut für Bauingenieurwesen (IBAU) und Institut für Geomatik (IGEO)

FHNW, APS, Institut für Marktangebote und Konsumentscheide (IMaK)

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Alexander Erath (IBAU)

Dr. Michael van Eggermond (IBAU)

Kevin Gedik (IBAU)

Lucy Johnson (IMaK)

Prof. Dr. Dorothea Schaffner (IMaK)

Dr. Annalisa Stefanelli (IMaK)

Fiona Tiefenbacher (IGEO)

Begleitgruppe

Corinne Aebischer SBB Immobilien

Joschka Bischoff, SBB, Angebotsplanung Personenverkehr

Ernst Bosina, SBB, Crowdmanagement und PAG

Reto Rieder, SBB Immobilien, Bahnhofskonzepte

Philippe Stadler-Benz, SBB, erste- und letzte Meile

Zitierung

Erath., A., M. van Eggermond, D. Schaffner, A. Stefanelli, L. Johnson, F. Tiefenbacher, K. Gedik (2025) Fussverkehrsaufkommen und Aktivitätsverhalten in und um Bahnhöfe, SBB Research Fund, Schlussbericht.

Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Kontakt

Alexander Erath, FHNW, Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik, Institut für Bauingenieurwesen, Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz, Tel. +41 61 228 54 26, E-Mail: alexander.erath@fhnw.ch

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	5
1 Einführung	7
1.1 Ausgangslage	7
1.2 Ziele	8
1.3 Forschungsfragen	9
1.4 Projektübersicht	9
2 Literaturanalyse	11
2.1 Modellierung von Streckenbezogenen Fussverkehrsmengen	11
2.2 Kaufverhalten	11
3 Bestehende Daten zum Fussverkehr	13
3.1 Automatische Zählstellen	13
3.2 Ein- und Austeigendenzahlen aus SIMBA MOBi	14
3.3 Daten zu Verkaufstransaktionen in Ladengeschäften	14
4 Erstellung der Fusswegnetze	16
4.1 Einführung	16
4.2 Projektarchitektur	16
4.3 Erstellung des Netzwerks	18
4.4 Points of Interest	22
5 Datenerhebung	23
5.1 Fussverkehrszählung	23
5.2 Umfrage zum Kaufverhalten und zur Aufenthaltsnutzung	29
6 Analyse der Umfrageergebnisse	32
6.1 Stichprobe	32
6.2 Bahnhofbesuch	33
6.3 Besuch der Läden	38
6.4 Wartebereiche & Parkings	49
6.5 Zufriedenheit	52
6.6 Fazit	52
7 Datenintegration	54
7.1 Ausgangslage, Ziele und Vorgehen	54
7.2 Fussverkehrsaufkommen: Erzeugung und Anziehung	56
7.3 Querschnittszählungen	71

8	Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen	75
8.1	Ausgangslage und Ziele	75
8.2	Methode und Vorgehen	75
8.3	Modellschätzungen	79
8.4	Fazit	86
9	Fallstudie Uster	88
9.1	Ausgangslage, Ziele & Vorgehen	88
9.2	Weiterentwicklung der Grundlagedaten	88
9.3	Modell zur Vorhersage des Fussverkehrsaufkommens	91
9.4	Modellanwendungen	93
9.5	Veränderung der Fussverkehrsmengen	102
9.6	Struktur des Fussverkehrs	103
9.7	Fazit	105
10	Fazit und Empfehlungen	107
11	Literatur	109
12	Anhang	112

Kurzfassung

Ziele

Bahnhöfe dienen nicht mehr nur als Verkehrsknotenpunkte, sondern entwickeln sich zu Zentren für Einzelhandel, Dienstleistungen und Freizeitaktivitäten. Die Planung der Fussverkehrsinfrastruktur muss daher diese vielfältigen Funktionen berücksichtigen. Das Forschungsprojekt «Fussverkehrsaufkommen und Aktivitätsverhalten in und um Bahnhöfe» zielt darauf ab, Modelle zur Quantifizierung des Fussverkehrs zu entwickeln und die Faktoren zu analysieren, die das Aktivitäts- und Kaufverhalten der Bahnhofbesucher beeinflussen.

Forschungsansatz

Das Projekt gliedert sich in fünf Arbeitspakete:

- **WP1: Literaturrecherche:** Analyse bestehender Literatur zur Modellierung des Fussverkehrs und relevanter Erkenntnisse aus der Konsumentenpsychologie.
- **WP2: Definition von Fallstudien und Datenaufbereitung:** Auswahl der Bahnhöfe Luzern und Uster als Fallstudien und Aufbereitung der dafür relevanten Daten.
- **WP3: Datenerhebung und -analyse zum Aktivitäts- und Kaufverhalten von Bahnhofsbesuchenden:** Untersuchung von Kaufentscheidungen und Besuchsmotiven von Besuchenden der Bahnhöfe Uster und Luzern mittels einer webbasierten Umfrage.
- **WP4: Datenerhebung Fussverkehrsmengen und Entwicklung eines Modells zur Beschreibung und Prognose eines Fussverkehrsmodells:** Entwicklung von Modellen zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens in und um die Bahnhöfe Uster und Luzern auf Basis von manuellen und automatischen Zählungen.
- **WP5: Fallstudie:** Anwendung der entwickelten Modelle zur Analyse verschiedener Entwicklungsszenarien am Beispiel des Bahnhofs Uster.

Ergebnisse WP3: Aktivitäts- und Kaufverhalten in Bahnhöfen

Die Analyse des Aktivitäts- und Kaufverhaltens zeigt deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Geschäftskategorien. Verpflegungs- und Lebensmittelgeschäfte werden in 70% bis 80% der Fälle geplant besucht, während im Non-Food-Bereich nur rund 40% der Besuche geplant erfolgt sind. Spontane Besuche führen seltener zu Käufen.

Verschiedene Motive beeinflussen das Besuchsverhalten. Utilitaristische Motive sind im Lebensmittelbereich wichtiger als im Non-Food-Bereich. Dennoch sind auch im Lebensmittelbereich positive Zusammenhänge zwischen der sensorischen Stimulation und den hedonistischen Motiven nachweisbar. Somit kann schlussgefolgert werden, dass sich die erlebte Attraktivität eines Ladengeschäftes positiv auf die Besuchswahrscheinlichkeit auswirkt und somit das spezifische Personenverkehrsaufkommen beeinflusst.

Der empfundene Zeitdruck der Besuchenden ist moderat und hat keinen signifikanten Einfluss auf die Art der Ladenbesuche. Wartebereiche werden häufig spontan genutzt, wobei die empfundene Sicherheit tagsüber höher ist als nachts. Die Besuchende sind mit den beiden untersuchten Bahnhöfen und deren Angeboten zufrieden.

Ergebnisse WP4: Modellierung des Fussverkehrs

Die Modellierung des Fussverkehrs erfolgte auf Basis von Verkehrsaufkommensdaten und Hektarrasterdaten zur Bevölkerungs- und Arbeitsplatzstruktur in einem Umkreis von 2 Kilometer um den Bahnhof. Die im Arbeitspaket 4 entwickelten statistischen Modelle bilden die relative Verteilung von

Fussverkehrsmengen plausibel ab, berücksichtigen jedoch die Unterschiede in der Popularität einzelner Geschäfte aufgrund von Lage und Angebot nicht vollständig. Daher wurden diese für die Fallstudie Uster diesbezüglich verbessert.

Die Modellentwicklung zeigt, dass der Einbezug der Flächennutzung in die Netzwerk-Kenngrößen sowie eine differenzierte Betrachtung von den Nutzungen nach Wohnen, Arbeiten und Besuche die Ergebnisse verbessert. Es zeigt sich, dass die Wichtigkeit der *Betweenness*-Kenngrößen mit zunehmender Distanz vom Bahnhof abnimmt. Verschiedene Routing-Metriken eignen sich je nach Anwendungs-ort unterschiedlich gut zur Beschreibung von Fussverkehrsmengen. Dementsprechend sind die Modelle nicht ohne Weiteres auf Bahnhöfe mit unterschiedlichen Funktionen und Siedlungsstrukturen übertragbar.

Ergebnisse WP5: Fallstudie Uster

Die Fallstudie in Uster verfeinerte das Modell durch die Anwendung räumlich differenzierter Wegerezeugungs-raten. Damit wird zum Beispiel abgebildet, dass zum Beispiel ein Supermarkt je nach Lage pro Arbeitskraft unterschiedliche viele Kundinnen und Kunden anziehen vermag. Das Modell wurde zusätzlich um Aktivitätsstandorte erweitert, beispielsweise im Stadtpark, die nicht direkt aus Hektar-rasterdaten ableitbar sind. Die verfeinerten Modelle bieten eine höhere Erklärungskraft und zeigen die Relevanz einer räumlich differenzierten Beschreibung von Fussverkehrsaufkommensraten auf.

Die Modellanwendungen zur Abschätzung der erwarteten Fussverkehrsmengen für 2035 verdeutlichen das breite Einsatzpotenzial der Methode. Sie ermöglicht die Beurteilung der Auswirkungen von Gestaltungsszenarien auf die Fussverkehrsmengen. So lassen sich dank der Integration zukünftiger Areal- und Stadtentwicklungsprojekte deren quantitative Auswirkungen auf den Fussverkehr erfassen. Da das Modell zudem nach Wegzweck differenzierte Fussverkehrsmengen ausweist, eignet es sich auch zur Beurteilung der Eignung von Standorten für Erdgeschossnutzungen sowie dem Potenzial von Massnahmen zur Belebung des öffentlichen Raums. Das Modell reagiert sensitiv auf Änderungen im Fussverkehrsnetz und erlaubt somit die Abschätzung von Auswirkungen bei Anpassungen der Netztopologie.

Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Die Forschungsarbeit liefert wertvolle Erkenntnisse zum Aktivitäts- und Kaufverhalten in und um Bahnhöfe sowie zur Modellierung von Fussverkehrsmengen. Die Ergebnisse zeigen, dass das Fussverkehrsaufkommen von der Art und Lage der Geschäfte abhängt und dass Modelle zur Fussverkehrsplanung diese Faktoren berücksichtigen sollten. Die entwickelten Modelle bieten ein breites Anwendungspotenzial für die Planung und Gestaltung von Bahnhöfen und deren Umgebung. Zukünftige Forschung sollte sich auf die Verfeinerung der Modelle konzentrieren, insbesondere auf die Berücksichtigung standortspezifischer Faktoren zur Abschätzung der Fussverkehrsaufkommensraten und die Entwicklung mehrstufiger Modellansätze.

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Bahnhöfe sind nicht nur Orte für den Umstieg zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln, sondern entwickeln sich zunehmend zu Mobilitätshubs und Zielen für verschiedene Aktivitäten wie Einkaufen, persönliche Dienstleistungen und Freizeitgestaltung. Daher sollte die Planung der Fussverkehrsinfrastruktur in und um Bahnhöfe nicht nur auf den Passagierwechsel optimiert werden, sondern auch die Rolle des Bahnhofs als Ziel für verschiedene Aktivitäten berücksichtigen.

Der Fussverkehr kann in zwei miteinander verschränkten Dimensionen beschrieben werden:

- Das Fussverkehrsaufkommen, das von einzelnen Gebäuden, Ladengeschäften, ÖV-Haltestellen und weiteren Aktivitätsstandorten und Points of Interest (POI) erzeugt oder angezogen wird.
- Streckenbezogene Fussverkehrsmengen als die Summe von Fusswegen und -etappen, die während einer bestimmten Zeitperiode über einen Querschnitt im Fussverkehrsnetz führen.

Moderne Modellierungsansätze zur Beschreibung und Vorhersage von solchen Mengen kombinieren Informationen von Ein- und Aussteigenden Passagieren mit Informationen über das Attraktionspotenzial und die Sichtbarkeit von kommerziellen Objekten (Lerman et al., 2014; Porta et al., 2009; Sevtsuk, 2021).

Fussverkehrsnetze und für den Fussverkehr relevante Ziele erstrecken sich in Bahnhöfen und den umliegenden Gebieten über verschiedene Gebäudeebenen. Dabei ist es wichtig, nicht nur die horizontalen und vertikalen Entfernungen zu beschreiben, sondern auch die Winkeländerungen der verschiedenen Routenoptionen zwischen allen Ursprüngen und Zielen (Cooper et al., 2019; Van Eggermond et al., 2022).

Modelle zur Beschreibung von streckenbezogener Fussverkehrsmengen unterstützen die Planung von Fussverkehrsinfrastruktur, da sie eine Abschätzung und Priorisierung von Massnahmen zur Verbesserung oder Ergänzung der Fussverkehrsinfrastruktur ermöglichen. Ein solches Modell ermöglicht es, die zu erwartenden Fussverkehrsmengen für verschiedene Gestaltungs- und Entwicklungsszenarien zu beschreiben. Dies verbessert die Planung von Massnahmen zur Verbesserung der Zugänglichkeit von Bahnhöfen, indem ein Rahmen für quantitative Bewertungen bereitgestellt wird.

Die Abschätzung streckenbezogener Fussverkehrsmengen erlaubt auch Aussagen zur Eignung verschiedener Erdgeschossnutzungen im Ist- und für Plan-Zustände. Ebenso kann damit beschrieben werden, wie belebt der öffentliche Raum ist und inwiefern sich dieser für Aufenthaltsnutzungen eignet.

Für die Modellierung des Fussverkehrs in und um Schweizer Bahnhöfe sind zahlreiche Datengrundlagen verfügbar:

- Das ÖV-Passagieraufkommen kann für einzelne Haltestellen direkt aus Fahrgastzählungsdaten oder der aktivitäts- und agentenbasierten Verkehrsnachfragesimulation SIMBA MOBi der SBB (Bützberger & Scherr, 2020) sowohl für den Ist-Zustand als auch für zukünftige Nachfrage- und Angebots-Szenarien abgeleitet werden.
- Daten zum Fussverkehrsaufkommen von Ladengeschäften innerhalb der Bahnhöfe können aus der Anzahl der dort aufgezeichneten Verkaufstransaktionen ermittelt werden.
- Für verschiedene Zählquerschnitte sind Daten zum streckenbezogenen Fussverkehrsmengen aus automatischen, videobasierten Zählsystemen verfügbar (ASE AG, 2021).
- Die Infrastruktur- und Immobilienabteilungen der SBB haben Zugang zu digitalen Plänen zu Fussverkehr sowie zur Anordnung und Nutzung von kommerziellen Bereichen in Bahnhöfen.

- Informationen über die Art und Intensität der Gebäudenutzung können aus öffentlich verfügbaren Datensätzen wie STATPOP, STATENT und NOGA (Bundesamt für Statistik) abgeleitet werden.
- Informationen zum Fussverkehrsnetzwerk rund um Bahnhöfe sowie zu Gebäudegrundrissen sind ebenfalls aus verschiedenen öffentlich zugänglichen Datenquellen wie OpenStreetMap oder Swisstopo verfügbar.

Obwohl die Datenquellen zur Modellierung von Fussverkehrsmengen in und um Bahnhöfe in der Schweiz äusserst umfangreich und detailliert sind, wurden bislang keine entsprechenden Modelle entwickelt oder deren Potenzial als Planungswerkzeug untersucht.

Die bestehenden Modellierungsansätze unterscheiden in der Regel nicht zwischen dem Fussverkehrsaufkommen von Gebäuden, Ladengeschäften und POIs in Bezug auf deren Lage und Sichtbarkeit. Während das Fussverkehrsaufkommen von ÖV-Haltestellen in oder bei Bahnhöfen unabhängig von deren genauen Standort innerhalb des Bahnhofs ist, hängt das Besuchsaufkommen bei bestimmten Geschäftstypen, wie etwa Bäckereien, stark von der Lage ab. Standorte mit höherem Fussgängerverkehr oder Sichtbarkeit ziehen entsprechend mehr Kunden an.

In der Konsumentenpsychologie wird zwischen rationalen, emotionalen, habitualen und impulsiven Entscheidungsprozessen unterschieden (Babin et al., 1994; Kroeber-Riel & Weinberg, 2019). Diese Unterscheidung kann auf die Frage des Aktivitäts- und Einkaufsverhaltens in und um Bahnhöfe angewandt werden, um Unterschiede des Besuchendenaufkommens verschiedener Einrichtungen und Dienstleistungen zu erklären. Zum Beispiel wird die Entscheidung, Lebensmittel zu kaufen, vor allem von habitualen oder rationalen Entscheidungsprozessen geleitet. Umgekehrt wird der Kauf von Kaffee oder Backwaren stärker von emotionalen Prozessen beeinflusst, die beispielsweise durch olfaktorische und visuelle Reize ausgelöst werden können. Da solche Kaufentscheidungen von unterschiedlichen Aufmerksamkeits- und Motivationsprozessen geleitet werden (Khan et al., 2005) ist davon auszugehen, dass die Nachfrage bei Einrichtungen, die solche Waren anbieten, standortelastisch ist.

Die urbane Handelsliteratur (z.B. Gibbs, 2012) betont die Bedeutung der Interaktion zwischen Anker-Mieter, die Kunden in ein Einkaufszentrum ziehen, und anderen Mietern, die das Einkaufserlebnis interessant machen. Ein Konzept, das diesen Rahmen an Bahnhöfe und deren Umgebung anpasst und dabei sowohl deren Funktion als Umsteigepunkte als auch ihre Rolle als Zielorte für verschiedene Aktivitäten im städtischen Kontext berücksichtigt, fehlt jedoch bislang.

1.2 Ziele

Auf Basis der oben beschriebenen Ausgangslage verfolgt die Forschungsarbeit die folgenden Ziele:

- Erstellen eines Modells zur Quantifizierung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen in und um Bahnhöfe in der Schweiz.
- Überprüfen, ob Verkaufstransaktionen zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens geeignet sind oder je nach Lage und Typ des Ladengeschäfts angepasst werden müssen.
- Aufzeigen, wie gut solche Modelle die beobachteten streckenbezogenen Fussverkehrsmengen reproduzieren können und ob sie auf verschiedene Bahnhöfe übertragbar sind.
- Aufzeigen der Einsatzmöglichkeiten von Modellanwendungen anhand von Fallstudien, z. B. zur Analyse der Wirkung und des Potenzials von Anpassungen der Fussverkehrsinfrastruktur (wie zusätzlichen Personenunterführungen), zur Bewertung der Auswirkungen neuer Immobilienentwicklungen in und um den Bahnhof sowie zur Überprüfung der Lagegunst von Erdgeschossnutzungen.

1.3 Forschungsfragen

Um diese Ziele zu erreichen, sollen folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Wie entscheiden Passagiere und Besuchende, ob und wo sie Zeit verbringen, einkaufen oder Dienstleistungen in und um Bahnhöfe nutzen? Inwieweit hängt der Fussverkehrsaufkommen verschiedener Arten von Geschäften und Dienstleistungen von der Sichtbarkeit und der Lage innerhalb und um Bahnhöfe ab?
2. Wie können bestehende Ansätze zur Modellierung des Fussverkehrs verbessert werden, wenn sie auf Bahnhöfe und deren Umgebung angewendet werden?
3. Auf welchem Niveau der Genauigkeit und Detailtiefe (z.B. nach Reisezweck oder Altersgruppe) kann der Fussverkehr in und um Schweizer Bahnhöfe mit bestehenden Modellierungsansätzen und verfügbaren Datenquellen beschrieben werden?
4. Wie gross ist der Einfluss der Lage für verschiedene Arten von Geschäften und Dienstleistungen auf deren Besuchsfrequenzen unter Berücksichtigung der Anordnung der Haltepunkte des öffentlichen Verkehrs?
5. Wie können Modelle zur Quantifizierung des Fussverkehrsaufkommens angewendet werden, um Gestaltungsszenarien zu bewerten und Bahnhöfe besser in das urbane Gefüge zu integrieren und als Mobilitätshubs zu gestalten?

1.4 Projektübersicht

Das Projekt in fünf Arbeitspakete ist gegliedert:

WP1: Literaturrecherche

Zunächst erfolgte eine Analyse der bestehenden Literatur zur Modellierung des Fussverkehrs in Quartieren und Bahnhöfen. Dabei wurden vorhandene Modellierungsansätze wie Space Syntax, Urban Network Analysis und sDNA vorgestellt. Zusätzlich wurde die für die Fragestellungen relevante Literatur aus der Konsumentenpsychologie zusammenfasst. Diese Analyse der Literatur wird in Kapitel 2 vorgestellt.

WP2: Definition von Fallstudien und Datenaufbereitung

In einem Workshop mit SBB Immobilien und SIMBA MOBi wurden die Anforderungen an die Modellierung und verfügbare Daten diskutiert. Anschliessend wurden mit Luzern und Uster zwei Bahnhöfe unterschiedlicher Grösse und Funktion als Anwendungsfälle definiert. Für diese Bahnhöfe wurden relevante Daten gesammelt und aufbereitet, darunter hochauflösende 3D-Fussverkehrsnetze, Informationen zu Einrichtungen im Bahnhofsumfeld und Daten zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens.

WP3: Datenerhebung- und analyse

Dieses Arbeitspaket untersucht das Aktivitäts- und Kaufverhalten von Bahnhofsbesuchenden. Mit einer webbasierten Umfrage wurden Daten zu rationalen, emotionalen und habitualen Kaufentscheidungen im Bahnhofsgelände erhoben. Die Teilnehmenden wurden direkt in und um die Bahnhöfe rekrutiert, wobei unterschiedliche Aktivitäten und Einrichtungen (z. B. Supermärkte, Bäckereien, Reiseinformationen) berücksichtigt wurden. Ziel war es, den Einfluss der Standortabhängigkeit auf beobachtete Aktivitäten zu quantifizieren. Die Umfrageergebnisse werden in Kapitel 6 präsentiert. Ergänzend

wurden Fussverkehrsflüsse an spezifischen Stellen erfasst. Dieser Teil der Datenerhebung wird in Kapitel 5 vorgestellt.

WP4: Modellentwicklung

Für die Bahnhöfe Uster und Luzern wurde je ein Modell zur Beschreibung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen entwickelt. Dabei wurden die bestehenden Ansätze dadurch erweitert, dass das Fussverkehrsaufkommen teilweise standortspezifisch beschrieben wird. Die Aufbereitung der dazu verwendeten Daten wird in Kapitel 7 vorgestellt, die Modellentwicklung und -auswertung in Kapitel 8.

WP5: Fallstudie

Um die Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen des Modells anhand praktischer Beispiele zu veranschaulichen, wurden verschiedene Fallstudien am Beispiel des Bahnhofs Uster durchgeführt. Diese Fallstudien werden in Kapitel 9 vorgestellt.

2 Literaturanalyse

2.1 Modellierung von Streckenbezogenen Fussverkehrsmengen

Verschiedene Forschungsarbeiten nutzen sogenannte *direct demand* Modellansätze, um streckenbezogene Fussverkehrsmengen als Funktion der Lage und möglichen Quellen und Senken im Fussverkehrsnetz zu schätzen. Cooper et al. (2019), Lerman et al. (2014) und Van Eggermond et al., (2022) listet eine umfassende Reihe von Variablen auf, die typischerweise in solchen Modellansätzen verwendet werden: Bevölkerungs- und Beschäftigungsdichte, möglicherweise differenziert nach Alter oder Beschäftigungsart, Bevölkerungs- oder Beschäftigungszahlen, Landnutzungsmix, Eigenschaften und Lage der einzelnen Fussverkehrsstrecken, Fahrzeugverkehr (z.B. Geschwindigkeit, Zusammensetzung), Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln und Nähe zu Sehenswürdigkeiten.

Netzwerktopologische Indikatoren, welche die Struktur eines Netzwerks beschreiben, können dazu beitragen, Fussverkehrsmengen besser zu verstehen. Dabei lassen sich Ansätze unterscheiden, die ausschliesslich das Fussverkehrsnetzwerk analysieren, und solche, die zusätzlich Faktoren wie Bevölkerungsdaten, Beschäftigungszahlen und Landnutzungsinformationen berücksichtigen.

Ein häufig verwendetes Mass ist die *Betweenness Centrality*, auch als Zentralität bezeichnet. Dieses Mass berechnet für jede Verbindung in einem Netzwerk die Anzahl der kürzesten Wege, die zwischen allen Punkten des Netzwerks verlaufen und über diese Verbindung führen. (Freeman, 1977).

In Routing-Anwendungen können verschiedene Distanzmasse zur Bestimmung des kürzesten Weges herangezogen werden. Die Distanz kann sich auf metrische Grössen beziehen, aber auch auf Winkel-distanzen, also die Summe der Richtungsänderungen entlang einer Route. Letztere wird häufig in Space Syntax (Bafna, 2003) Anwendungen verwendet und entweder als Anzahl der Richtungsänderungen oder als Summe der Gradwerte ausgedrückt.

In der Forschung wurden Analysen kombiniert, die auf unterschiedlichen Arten von Distanzen und/oder Radien basieren, indem die Ergebnisse (d. h. die Netzwerkindikatoren) zusammengeführt wurden. Cooper et al. (2019) führten das Konzept der hybriden Distanz ein, bei dem die Distanz zwischen einem Ursprung und einem Ziel auf einer beliebigen Kombination von metrischer Distanz und euklidischer Distanz basieren kann. Zusätzlich können Faktoren wie Winkeländerungen, das Vorhandensein von Fahrzeugverkehr oder die Verfügbarkeit bestimmter Infrastruktur (Cooper, 2017) als zusätzliche Gewichtungen einbezogen werden, die bei der Schätzung des kürzesten Wegs berücksichtigt werden.

In solchen Fällen werden die Kosten für das Überqueren eines Links in generalisierte Kosten übersetzt – ein in der Verkehrsplanung etabliertes Konzept. Dabei umfasst die Reisezeit verschiedene Komponenten wie Staus, Überfüllung, Fahrzeugzeit, Wartezeit und die Anzahl der Umstiege, die jeweils unterschiedlich gewichtet werden können. Diese Gewichtungen hängen vom Reisezweck sowie von sozio-demografischen Merkmalen ab. Im Fussverkehr wurden zur Beschreibung der generalisierten Kosten Distanz (Guo & Loo, 2013; Muraleetharan & Hagiwara, 2007; Rodriguez et al., 2014), Richtungsänderungen (Lue & Miller, 2019), und zur Beschreibung der Umgebungsqualität das Vorhandensein von Grünflächen (Rodriguez et al., 2014) sowie Ladengeschäften (Rodriguez et al., 2014) verwendet.

2.2 Kaufverhalten

Bei der Analyse des wissenschaftlichen Forschungsstands zum Kaufverhalten an Bahnhöfen wurden verschiedene relevante Aspekte identifiziert. Unterschiedliche Faktoren beeinflussen das Kaufverhalten am Bahnhof, darunter personenbezogene Merkmale, die Gründe für den Bahnhofsbesuch, die Bahnhofsatmosphäre und -infrastruktur, sowie das Zeitbudget (Blanken, 2012; Korn, 2006; Rüger, 2019). Dabei spielen Aspekte wie das Mitführen von Gepäck und das subjektive Zeitempfinden eine

Rolle für das Verhalten (Blanken, 2012; Rüger, 2019). Die Überbrückung von Wartezeiten scheint weniger wichtig (Korn, 2006).

Die Kaufintentionen werden von unterschiedlichen Kaufmotiven gelenkt (Khan et al., 2005; Picot-Coupey et al., 2021):

- *Hedonistische Motive* sehen das Einkaufen als angenehme und bedeutungsvolle Erfahrung, unabhängig von einem konkreten Kauf (Babin et al., 1994; Batra & Ahtola, 1991; Wakefield & Blodgett, 1996)
- *Utilitaristische Motive* beziehen sich auf aufgaben- und zielorientierte Einkäufer, die zufrieden sind, wenn sie ihr Ziel erreichen (van Hagen, 2011).

Weitere Einkaufsmotive bilden Selbstbelohnung und sensorische Stimulation (Attaway, 1989). Die sensorische Stimulation wird insbesondere durch die Ladenatmosphäre und sensorischem Marketing angesprochen (Doucé et al., 2016; Hultén, 2012; Krishna, 2012; Spence et al., 2014).

Die Access Convenience, also die Zugangsbequemlichkeit, ist ein wichtiger Faktor für das Einkaufserlebnis am Bahnhof. Durch die geografische Nähe verschiedener Angebote können Besuchende zeit- und ressourcensparend einkaufen (Otto, 2019; Rittinger, 2013; Schneider, 2019).

Zu beachten ist auch das Phänomen des opportunistischen Kaufverhaltens, bei dem Kund*innen sich in den Fachgeschäften beraten lassen, aber letztendlich online einkaufen. Als Argument wird häufig der Zeitdruck resp. die Zeitersparnis verwendet (Schneider, 2019).

Das Konsumpotenzial an Bahnhöfen wird nicht nur durch die Stärke des Besucherstroms bestimmt, sondern auch durch die Aufmerksamkeit der Passant*innen, die auf den Konsum gelenkt wird (Korn, 2006). Entsprechend sind Optimierungen entlang der Customer Journey entscheidend. Eine fokussierte Customer Journey führt zu höherer Kundenzufriedenheit, Umsatzsteigerung und Kosteneinsparungen. Positive Erfahrungen fördern die Zufriedenheit der Kunden und führen zu wiederholten Käufen (Bueno et al., 2019; Grewal et al., 2009; Lemon & Verhoef, 2016; Rawson et al., 2013).

Nebst diesen Faktoren spielt die empfundene Sicherheit und die wahrgenommene Qualität der Bahnhofsinfrastruktur eine bedeutende Rolle für das Gesamterlebnis am Bahnhof (Abenoza et al., 2017; De Jesus et al., 2010).

In Absprache mit der Begleitgruppe und im Rahmen der Möglichkeiten der Online-Umfrage wurden diese Erkenntnisse aus der Literaturrecherche diskutiert und teilweise in die Umfrage implementiert. Ausserdem wurde der Wunsch der Begleitgruppe eingebracht, auch auf die Aufenthaltsqualität und der subjektiven Sicherheit am Bahnhof, insbesondere in Wartebereichen und im Bereich der Autoparkings, in der Umfrage einzugehen. Eine Übersicht der implementierten Faktoren ist in Kapitel 5.2 zu finden.

3 Bestehende Daten zum Fussverkehr

3.1 Automatische Zählstellen

In den Bahnhöfen Luzern und Uster lässt die SBB 26 respektive 10 automatische Zählstellen zur Erfassung der Personenfrequenzen betreiben. Die Standorte umfassen Querschnitte an verschiedenen Bahnhofszugängen, Eingängen von Ladengeschäften und bestimmten Vertikalverbindungen innerhalb des Bahnhofs (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2).

Daten zu den an diesen automatische Zählstellen erfassten Personenfrequenzen werden richtungsgetreunt in Zeitintervallen von einer Minute gespeichert. Für diese Forschungsarbeit wurden diese Daten aggregiert auf Zeitintervalle von 60 Minuten als Mittelwert und Standardabweichung einer typischen Woche im Monat Mai 2023 sowie als Jahresdurchschnitt über das ganze Jahr 2022 aufbereitet. Aufgrund dieser Daten werden die manuell erhobenen Personenfrequenzen validiert und hochskaliert. Die daraus abgeleiteten für den Monat Mai sowie das gesamte Jahr typische DWV und DTV-Werte bilden dann die Basis für die Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen.

Abbildung 1 Standorte der automatischen Zählstellen in Bahnhof Uster

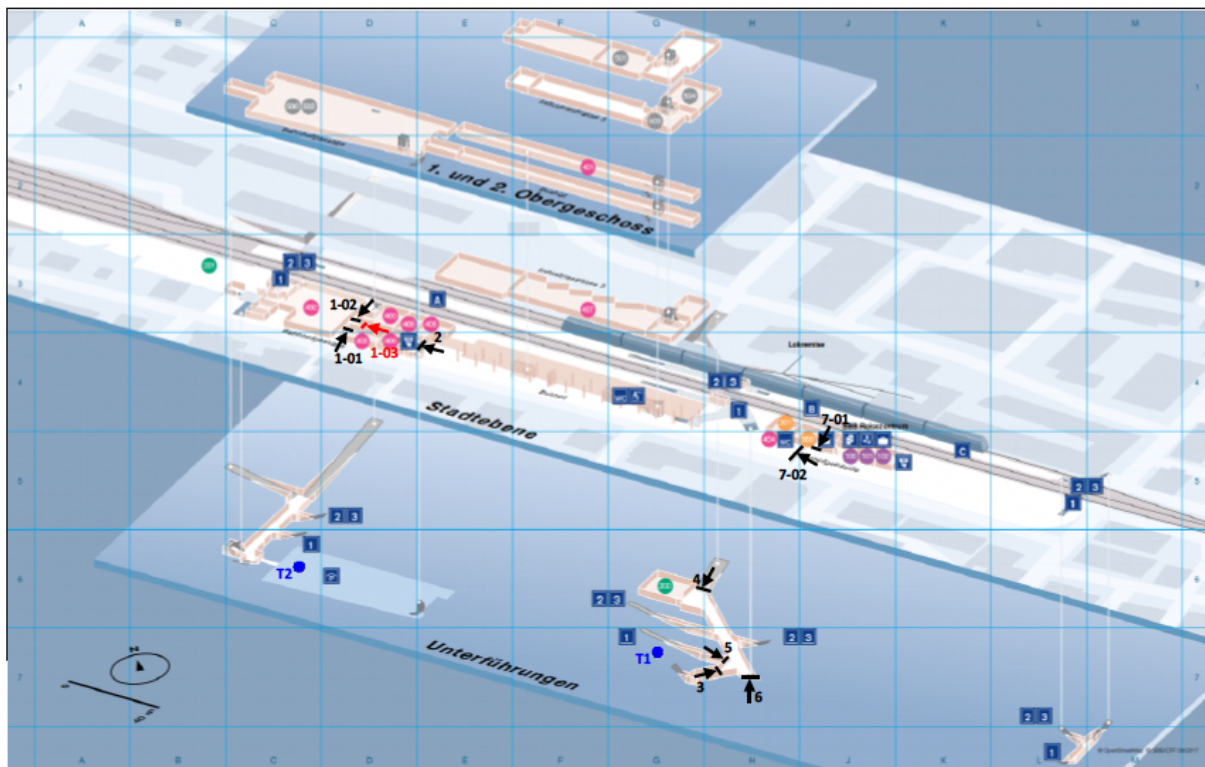
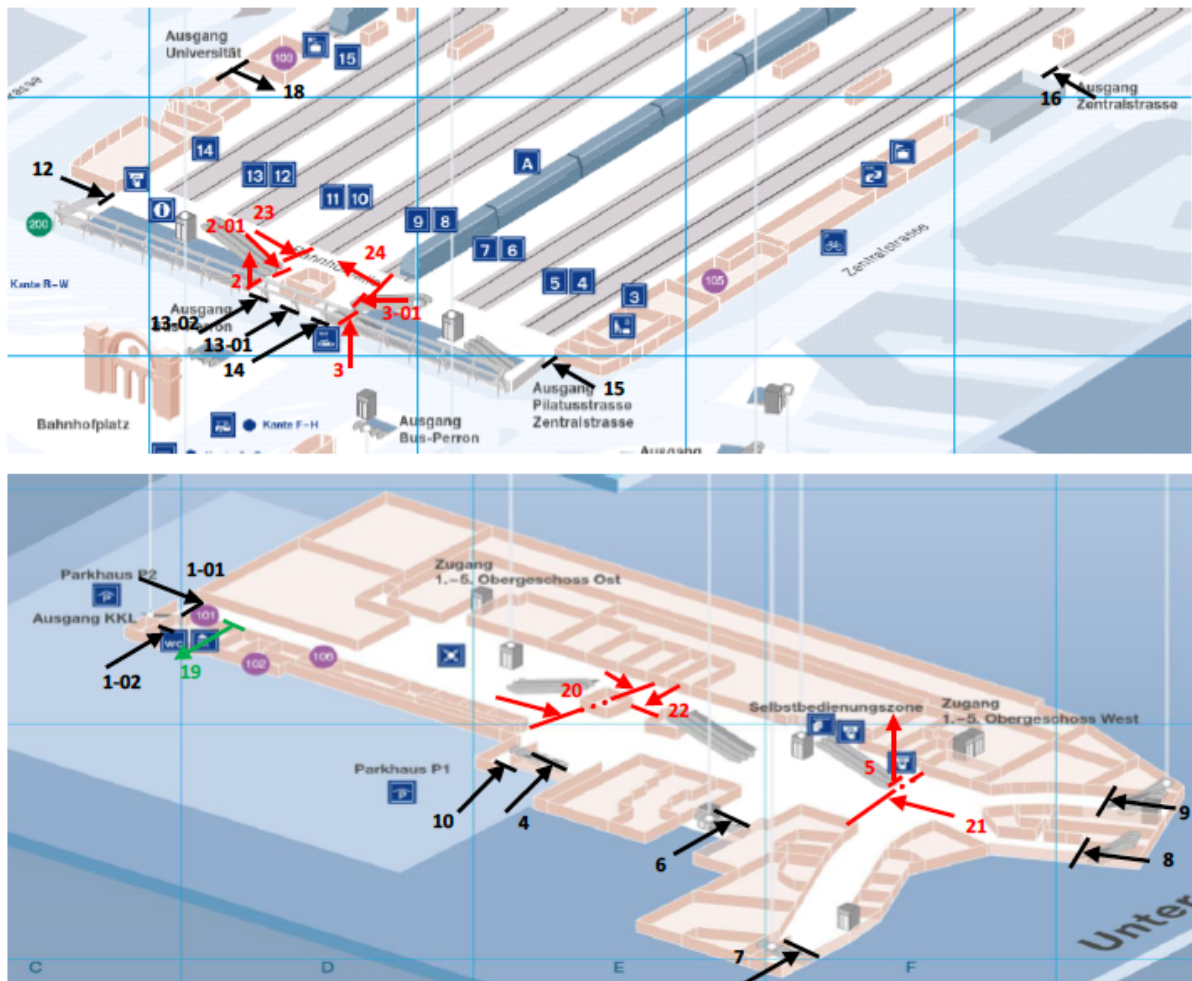


Abbildung 2 Standorte der automatischen Zählstellen in Bahnhof Luzern



3.2 Ein- und Asteigendenzahlen aus SIMBA MOBi

SIMBA MOBi ist ein aktivitäten- und agentenbasiertes Verkehrsmodell der SBB für die ganze Schweiz, das für verschiedene Planungszwecke bei der SBB eingesetzt wird. Aufgrund der etappen-basierten Verkehrssimulation können Angaben zum Herkunfts- und Zielort aller zu Fuss und mit dem Velo zurückgelegten Etappen in und um einen Bahnhof abgeleitet werden. Auf Basis des Modellzustands 2020 wurde für die Bahnhöfe Uster und Luzern je ein Datensatz erstellt, der alle Fuss- und Veloetappen umfasst, die am jeweiligen Bahnhof starten oder enden. Etappen am Anfang oder Ende einer Bahnfahrt sind auf dem gemässen Fahrplan vorgesehenen Perron verortet. Bei allen anderen ÖV-Etappen erfolgt die Verortung auf Ebene einzelner ÖV-Haltestellen.

3.3 Daten zu Verkaufstransaktionen in Ladengeschäften

Daten zu Verkaufstransaktionen in einzelnen Ladengeschäften ergänzen die für Ladeneingänge erhobenen Personenfrequenzen. Aufgrund eines Vergleichs zwischen Personenfrequenzen und Verkaufstransaktionen lässt sich ableiten, inwiefern einzelne Ladengeschäfte auch ohne direkte Kaufabsicht besucht werden.

Daten zu Verkaufstransaktionen einzelner Ladengeschäfte sind der SBB bekannt, die Rechte an den Daten verbleiben aber bei den einzelnen Ladenbetreibenden. Mit Hilfe der Immobilienbewirtschafterinnen der Bahnhöfe Luzern und Uster wurde abgeklärt, ob einzelne Ladengeschäfte von einer Weitergabe der Daten an die Forschungsstelle absehen möchten. Nur wenige Ladengeschäfte haben die Weitergabe der Daten untersagt.

Daten zu den im Monat Mai 2023 verzeichneten Verkaufstransaktionen konnte relativ einfach zur Verfügung gestellt werden. Eine feinere zeitliche Auflösung, zum Beispiel tagesfeine Daten, hätte jedoch einen beträchtlichen Mehraufwand bedeutet, da dazu auf die Zahlungssystem der einzelnen Ladengeschäfte hätte zurückgegriffen werden müssen. Darauf wurde in Absprache zwischen Forschungsstelle und der Begleitgruppe verzichtet.

4 Erstellung der Fusswegnetze

4.1 Einführung

Das Fusswegsnetz stellt die Datenbasis zur Modellierung der steckenbezogenen Fussverkehrsmengen dar. Neben einem routingfähigem Fusswegnetz umfasst das Netz auch Punktinformationen, welche verschiedene Aktivitätsstandorte verorten und deren Eigenschaften beschreiben. Die einzelnen Strecken im Fusswegnetz sind ebenfalls mit verschiedenen Attributen beschrieben. So können zum Beispiel Fusswege, Trottoirs, Treppen, Lifte und Rolltreppen unterschieden und in der Modellierung unterschiedlich berücksichtigt werden.

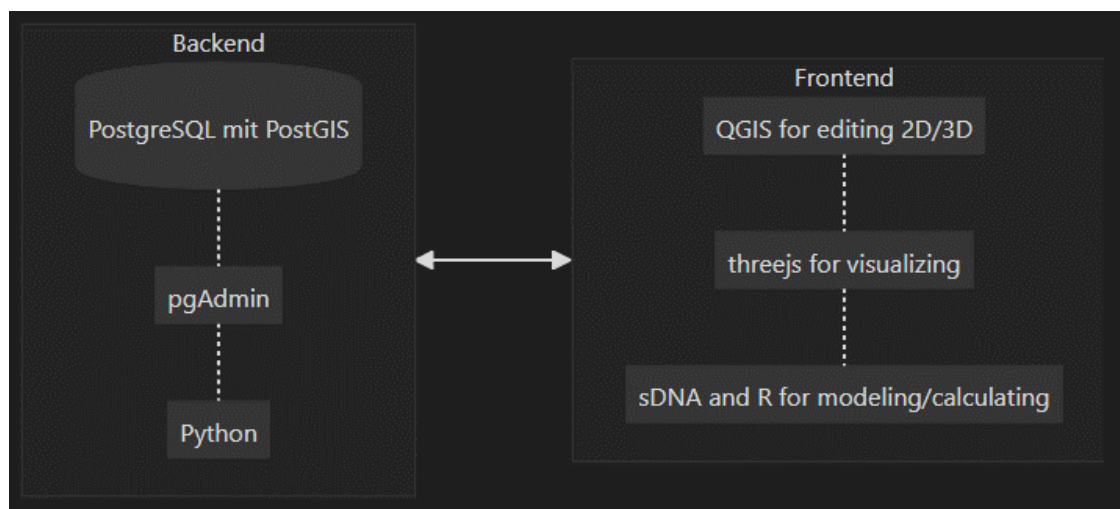
Die Erstellung des Fusswegnetzes erfolgte in folgenden drei Arbeitsschritten:

- Zeichnen eines 3D-Fusswegnetzes für die zwei betreffenden Bahnhöfe
- Kartierung und Beschreibung der Erzeugung- und Anziehungspunkte
- Integration der Daten in räumlicher Datenbank

4.2 Projektarchitektur

Die Projektarchitektur für die räumliche Datenbank inkl. Erfassung, Darstellung und Berechnung ist in Abbildung 3 ersichtlich. Das Backend besorgt die Verwaltung der Geodaten, die im Frontend dargestellt und modelliert werden. Alle verwendeten Softwares sind Open Source wodurch gewährleistet wird, dass bei der Reproduktion durch Dritte keine Lizenzgebühren anfallen und die Architektur erweiterbar ist.

Abbildung 3: Projektarchitektur für die räumliche Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation



Im Folgenden sind die zur Datenverwaltung und Berechnung von Netzwerkkenngrößen verwendeten Softwares aufgelistet:

- PostgreSQL v15 mit PostGIS v3.3.2
- pgAdmin 4 v6.19
- QGIS v3.28.4
- threejs v2.7.1
- sDNA v4.1.0

4.2.1 Abbilden von Niveauunterschiede: 3D vs. 2.5D

In und um Bahnhöfe ist es üblich, dass Fusswegstrecken auf verschiedenen Gebäudeebenen liegen und diese miteinander durch vertikale Verbindungen verknüpft sind. Es gibt verschieden Möglichkeiten, um solche Niveauunterschiede in Fussverkehrsnetzwerken abzubilden:

- 2.5D: Niveauunterschiede werden mittels Streckenattributen abgebildet, aufgrund derer weitere Faktoren abgeleitet werden können, z.B. zusätzliche Distanzwahrnehmung. Dieser Ansatz erlaubt aber keine 3D-Darstellung des Netzwerks. Bei Netzwerken mit wenig Niveauunterschieden, kann es einfacher sein mit 2.5D Netzwerken zu arbeiten.
- 3D: Jeder Knoten hat ein z-Koordinate, zusätzlich zu die üblichen x und y Koordinaten. Dieser Ansatz erlaubt eine 3D Darstellung des Netzwerks. Jedoch unterstützen nicht alle Softwarepakete die Möglichkeit mit 3D-Netzwerken zu arbeiten, oder unterstützen nicht alle entsprechenden Funktionen.

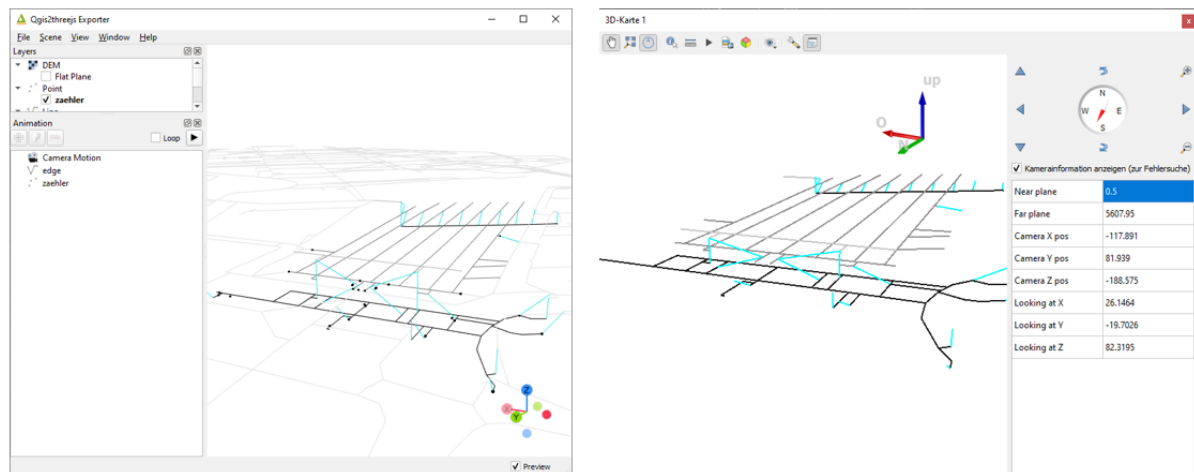
Beide Ansätze wurden im Rahmen dieses Projekts evaluiert. Bei der Evaluation wurde folgenden Fragenstellungen nachgegangen:

- Erkennt QGIS und PostgreSQL mit PostGIS 3D-Koordinaten?
- Werden räumliche Berechnungen mit 3D-Koordinaten im QGIS und PostGIS korrekt ausgeführt?
- Ist eine 3D Darstellung im QGIS möglich?

Mit diversen Testabfragen konnten in PostGIS räumliche Berechnungen mit 3D-Koordinaten durchgeführt werden. Dies zeigt direkt auch, dass PostGIS keine Probleme mit 3D-Berechnungen aufweist.

Eine 3D-Darstellung kann über zwei Arten in QGIS geschehen. Zum einen über das Plugin QGIS2threejs (a) oder dem 3D-Karten-Viewer (b). Beide erlauben es 3D-Objekte zu visualisieren, wie in der ersichtlich ist.

Abbildung 4 Mögliche 3D-Viewer in QGIS



a) 3D- Viewer über Plugin Qgis2threejs

b) 3D-Karten Viewer von QGIS

Die traditionelle Fangfunktion im QGIS funktioniert nicht mit 3D-Koordinaten. Es kann jedoch ohne Probleme mit der Stützpunktbearbeitung und der erweiterten Digitalisierung 3D gearbeitet werden, es braucht lediglich Übung und Konzentration, damit der korrekte Stützpunkt mit der richtigen Höhe verwendet wird und sich sichergestellt wird, dass das Netzwerk routingfähig bleibt.

Da nach einer kurzen Analyse alle Fragen positiv beantwortet werden können und aufgrund der guten Möglichkeiten, in QGIS mit 3D-Koordinaten zu arbeiten, wird das Netzwerk mit 3D-Koordinaten - Punkte / Linien mit X, Y, Z - modelliert. Das Zielprodukt ist ein 3D-Netzwerk, über welches auch 3D-Berechnungen sowie 3D-Visualisierungen gemacht werden können.

4.2.2 Klassendiagramm

Die Erstellung eines erweiterbaren 3D-Netzwerks setzt die Erstellung eines modular angelegten Klassendiagramms voraus. Abbildung 5 stellt die grundlegende Datenstruktur dar. Dabei wird zwischen Netzwerknoten (Edge_Node), Strecken (Edge), Gebäudeebenen (Floor), Aktivitätsstandorte (Node), Points of Interest (POI), Zählstellen (Zaehler) unterschieden. Für jede kategorischen Variablen gibt es entsprechende Liste, welche die vorgesehenen Kategorien definieren.

Abbildung 5 Klassendiagramm für das 3D-Netzwerk



4.3 Erstellung des Netzwerks

Für die Netzanalyse wird ein Netz benötigt, das sich bis zu 2000 Meter von der Station erstreckt. Bei der Erstellung des Netzwerks wird einen Unterschied gemacht zwischen drei Bereichen:

1. Innerhalb des Bahnhofs
2. 300 m Radius um Bahnhof Haupteingang
3. 2000 m Radius um Bahnhof Haupteingang

Die Anforderungen an die Auflösung des Netzwerks variieren in diesen drei Bereichen.

- **Innerhalb des Bahnhofs**
Das Netzwerk muss alle relevanten Routen zwischen Quellen und Zielen innerhalb des

Bahnhofs sowie zu den Bahnhofs-Ausgängen präzise abbilden. Dies gewährleistet eine realistische Darstellung der Bewegungsströme im Bahnhof, beispielsweise von Perrons zu Ladengeschäften oder Ausgängen.

- **Anbindung des Netzes innerhalb und ausserhalb des Bahnhofs**

Es ist essenziell, dass das Netzwerk eine nahtlose Verknüpfung zwischen Quellen und Zielen innerhalb des Bahnhofs (z. B. Perrons, Ladengeschäfte) und ausserhalb (z. B. Gebäude, Arbeitsplätze) ermöglicht.

- **Bereich bis 300 Meter um den Bahnhof**

Im Umkreis von 300 Metern um den Haupteingang des Bahnhofs sollte die Netzwerktopologie detailliert erfasst werden. Dies umfasst insbesondere die Berücksichtigung von Strecken (Trottoirs und Fusswegen) sowie Überquerungsmöglichkeiten von Strassen, um eine genaue Analyse der Fussgängerverbindungen zu gewährleisten.

- **Bereich bis 2000 Meter um den Bahnhof**

In diesem weiteren Umkreis ist das Ziel, ein umfassendes Netzwerk zu erstellen, das die grossräumige Erreichbarkeit des Bahnhofs realistisch abbildet.

Die unterschiedlichen Detailanforderungen in den Bereichen gewährleisten eine präzise und zugleich effiziente Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen.

4.3.1 Innerhalb des Bahnhofs

Als Grundlage zum Zeichnen der Fusswegnetze innerhalb der Bahnhöfe wurden die bei den SBB bestehende 3D-Pläne der Bahnhöfe benutzt. Beim Zeichnen der Pläne wurden in QGIS jeweils auch OpenstreetMap Daten überlagert, um sicherzustellen, dass die Anschlüsse an das umliegende Fusswegnetz gewährleistet werden.

Im Erdgeschoss wurden Bahnsteige und Bahnhofseingänge als Ausgangspunkte genutzt. Zwischen diesen Punkte ist das Netzwerk eingezeichnet. Das Erdgeschoss ist mit anderen Ebenen über Treppen und/oder Rolltreppen verbunden. Sind an einem Ort sowohl Treppen als auch Rolltreppen nebeneinander verfügbar, werden diese zu einer einzigen Kante zusammengefasst. Über entsprechende Attribute der Kante wird beschrieben, ob die Kante eine Treppe und/oder Rolltreppe ist.

Im Unter- und Obergeschoss wurden die Korridore zu einer Linie vereinfacht und mit den Ein- und Ausgängen des Bahnhofs verbunden. Die Lage der Bahnhofsein- und -ausgänge wurde mit Openstreet-Map lokalisiert. Bei grösseren Flächen (z. B. die Halle im Untergeschoss des Bahnhofs Luzern) wurden zusätzlich direkte Querverbindungen als Fusswege ergänzt. Aufgrund der Erkenntnisse einer örtlichen Begehung wurden am Netzwerk des Bahnhofs Luzern Detailverbesserungen vorgenommen. Abbildung 6 zeigt wie das Fusswegnetz im Untergeschoss der Bahnhofs Luzern dargestellt ist, das gesamte Fusswegnetz dieses Bahnhofs ist in Abbildung 7 dargestellt.

Abbildung 6 Untergeschoss Bahnhof Luzern. Oben: Netzwerk. Unten: Plan (Quelle: SBB)

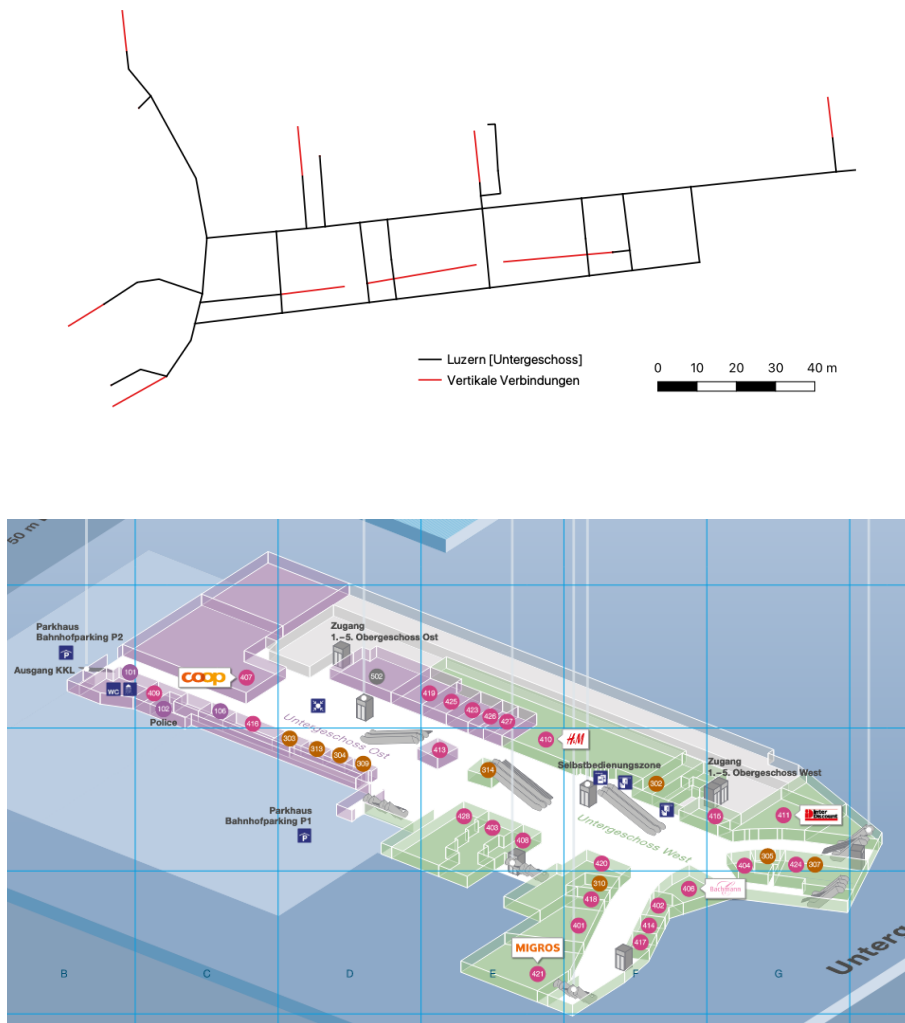
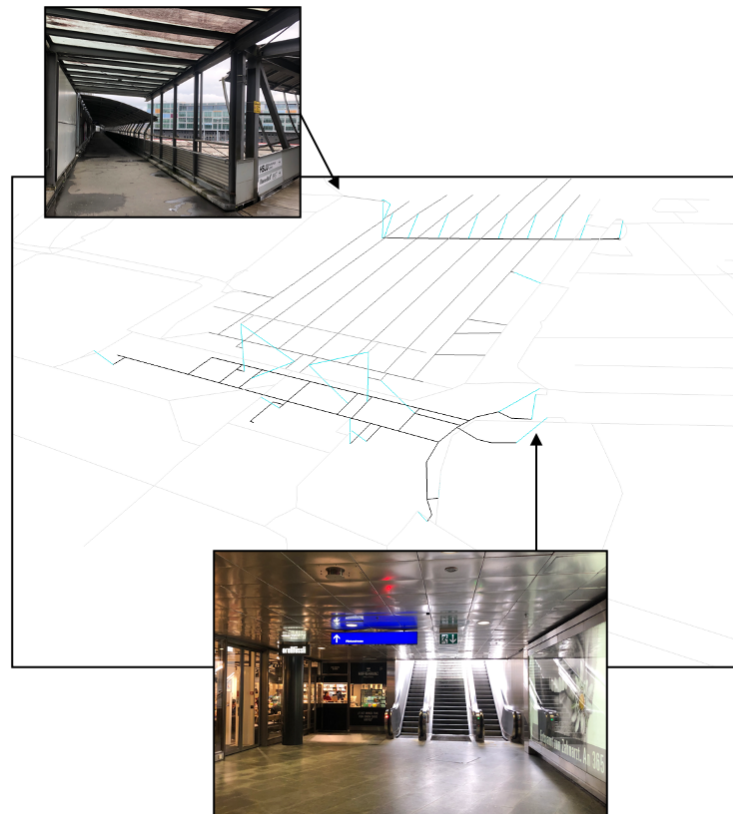


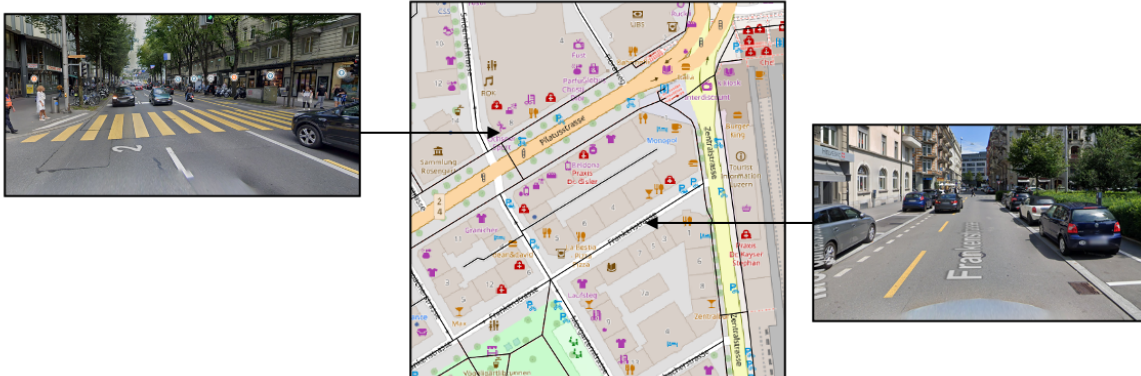
Abbildung 7 Beispiel des Netzes an der Hand vom Bahnhof Luzern



4.3.2 Innerhalb eines Radius von 300 m

Im Umkreis von 300 m um den Haupteingang der Bahnhöfe basiert auf den Daten von OpenstreetMap. Da OpenstreetMap jede Strasse als eine Kante abbildet (Centerline-Ansatz), kann der Aufwand zum Überqueren eine Strasse nicht abgebildet werden. Ebenso ist es in der Modellierung nicht möglich die Fussverkehrsflüsse spezifisch für eine bestimmte Seite der Strasse abzubilden. Daher wurde wie in Abbildung 8 ersichtlich entlang von grösseren Strassen (Luzern z.B. Pilatusstrasse, Zentralstrasse; Uster z.B. Bankstrasse) das Netzwerk von Hand neu gezeichnet und dabei Trottoirs und Zebrastreifen als einzelne Strecken berücksichtigt.

Abbildung 8 Beispiel des innerhalb 300 Meter um den Bahnhof händisch erstellten Netzes



4.3.3 Innerhalb eines Radius zwischen 300 m und 2000 m

Im Umkreis von 300 m bis 2 km um den Haupteingang der Bahnhöfe wird das Fußwegnetz direkt aufgrund der in OpenstreetMap verfügbaren Strassen- und Fußwegnetzes erstellt (Centerline-Ansatz). In diesem Bereich werden keine Trottoirs und Überquerungen ergänzt. Demgemäß ist eine Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen auch nur auf Ebene einzelner Strassenseiten nicht möglich. Da Openstreetmap auch Strecken umfasst, die nur für den Fussverkehr zugänglich sind (z.B. Fußwege durch Parks), werden auch solche Strecken bei der Modellierung berücksichtigt.

4.4 Points of Interest

Mit Points of Interest (kurz POI) werden mögliche Quellen und Ziele von einzelnen Fussetappen beschrieben. Beispiele dafür sind Perrons, Ladengeschäfte innerhalb des Bahnhofs sowie die Lage einzelner Gebäude ausserhalb des Bahnhofs.

Innerhalb des Bahnhofs wird jeder POI mit dreidimensionalen Koordinaten georeferenziert und mit bestimmten Merkmalen (Typ, Fläche, Quell-/Zielpotenzial) versehen. Perrons werden als eine Reihe von Punkten im Abstand von rund 40 Meter abgebildet, um auf einem Perron ein- und aussteigenden Personen über das Perron verteilen zu können. Je nach Datenlage kann dabei auch berücksichtigt werden, wie lange die Zugskompositionen einzelner Verbindungen sind.

Ausserhalb des Bahnhofs werden alle POI als mit zweidimensionalen Koordinaten georeferenziert und ebenfalls mit bestimmten Merkmalen versehen (z.B. Grundrissfläche des Gebäudes, Quell-/Zielpotenzial). Zur Beschreibung des Quell-/Zielpotenzials werden Hektarrasterdaten zur Wohnbevölkerung und Arbeitsplatzstruktur zugespielt. Mittels eines GIS-Verfahrens wird das Quell-/Zielpotenzial einzelner Gebäude aufgrund der im Hektarraster verfügbaren Daten unter Berücksichtigung der Grundrissfläche des Gebäudes und der jeweiligen Bauzone bestimmt. Details zu diesem Verfahren sind in Kapitel 7 verfügbar.

5 Datenerhebung

5.1 Fussverkehrszählung

5.1.1 Wahl der Zählquerschnitte und Zählmethode

Die Zählung des Fussverkehrs an verschiedenen Querschnitten im und um die beiden Bahnhöfe bildet zusammen mit den Daten der automatischen Zählstellen und der Ein- und Aussteigendenzahlen die Basis für die statistische Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen. Der Fussverkehr wird dabei manuell erhoben, da der Aufwand für die Installation und die Kalibration von automatisierten Zählgeräten den Aufwand für eine manuelle Zählung überstiegen würde.

Manuelle Fussverkehrszählungen sind organisatorisch anspruchsvoll und personalintensiv. Um Fussverkehrsmengen mit beschränktem Personalaufwand an möglichst vielen Zählquerschnitten zu erheben, wurde aufgrund der Erfahrung mit ähnlich gelagerten Projekten entschieden an einzelnen Querschnitten zu verschiedenen Zeitpunkten für eine Periode von 10 bis 15 Minuten zu zählen (Pestalozzi et al., 2022). Auf Basis dieser Zähldaten kann mit Hochrechnungsfaktoren und Typenganglinien die über einen Tag zu erwartende Fussverkehrsmenge je Querschnitt generalisiert werden. Der dazu am besten geeignete Erhebungszeitraum erstreckt sich für Montag bis Freitag für alle Verkehrszwecke zwischen 16h bis 19h. Dementsprechend wurde die Zeitperiode für die Erhebung auf 15:30h bis 19:00h festgelegt.

In Uster wurde an 51 Zählquerschnitten, in Luzern an 50 Zählquerschnitten gezählt. Diese Anzahl entspricht einem Kompromiss zwischen einer möglichst hohen Anzahl an Zählquerschnitten, dem zur Verfügung stehenden Budget und der Anzahl Zählpersonen, die durch eine Leitungsperson im Vorfeld und während der Feldarbeit betreut werden kann.

Die Wahl der Zählquerschnitte erfolgte auf Basis der mit dem Fusswegnetz für einzelne Strecken berechneten Netzkenngrossen (*Betweenness* und *Integration*) und der Lage der Dauerzählstellen. Zudem wurde darauf geachtet, dass die konzentrisch zum Bahnhof gerichteten Fussverkehrsflüsse in unterschiedlichen Distanzen zum Bahnhof möglichst gut abgedeckt werden können.

Neben den Fussverkehrsmengen entlang von Strecken wurden in Uster an sechs und in Luzern an sieben Standorten auch die Anzahl von Besuchenden an Eingängen einzelner Ladengeschäfte sowie Gebäude erfasst. Diese Daten werden zur Validierung und Ergänzung der vorliegenden Transaktionsdaten von Verkaufsgeschäften verwendet.

5.1.2 Vorbereitung der Zählung

Im Vorfeld der Zählung wurde ein Handbuch zur Zählung erstellt, welches für jede Zählperson die Lage der ihr zugewiesenen Zählstandorte mit Karten und Fotos beschreibt und ein auf diese Standorte spezifisches Zählformular umfasst (Abbildung 9). Gemäss der Lage der zugewiesenen Zählquerschnitte wurden die Zählpersonen zu sogenannten «Teams» zusammengefasst, deren Standorte im Handbuch auf vergrösserten Kartenabschnitten dargestellt sind.

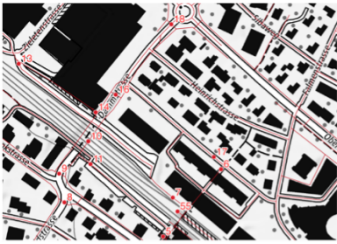
Zur Erstellung des Handbuchs wurden beide Zählstandorte rekognosziert und dabei Fotos der einzelnen Zählquerschnitt erstellt.

Abbildung 9 Beispiel der spezifisch für einzelne Zählpersonen vorbereiteten Unterlagen

Team Orange

Instruktionen

Zählperson	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
1 Leonardo	13	14	16	18
2 Nicola	8	9	11	10
3 Zoe	17	6	7	5



Team Orange

Team Orange

P1: Leonardo
Zählquerschnitt


Legende

1446 Positionnummer

Zählquerschnitt


A ← → B Zählrichtung

13




Zielstrasse: FussgängerInnen, die über die Strasse kommen und gehen

14




Unterführung, Bahnweg
Nur die FussgängerInnen

16



Zebrastrassen: Dammstrasse

18



Kreisel: Oberlandstrasse

Team Orange

Team Orange

P1: Leonardo
2023-05-25 15:15-19:15

Zeit	Standort	Richtung A → B Fussg.	Richtung B → A Fussg.	Bemerkungen
15:00	15:10			Besammlung
15:15	15:27			
15:30	15:42			
15:45	15:57			
16:00	16:12			
16:12	16:27	Pause		
16:30	16:42			
16:45	16:57			
17:00	17:12			
17:15	17:27			
17:30	17:42			
17:45	17:57			
18:00	18:12			
18:12	18:27	Pause		
18:30	18:42			
18:45	18:57			
19:00	19:12			

Name : _____

Team Orange

Das Handbuch enthält für jede Zählperson ein Erhebungsformular. Pro Zählquerschnitt und Zählperiode umfasst dieses je eine Spalte, in der die Anzahl beobachteter Fussverkehrsmengen richtungsgetrennt als Fussverkehrsströme notiert werden. Eine weitere Spalte wurde für Bemerkungen vorgesehen, beispielsweise um zu notieren, falls die tatsächliche Zählperiode von den angegebenen Uhrzeiten abweicht. Die einzelnen Zählperioden erstrecken sich über 12 Minuten. Für den Wechsel zwischen zwei Standorten sind jeweils 3 Minuten vorgesehen. Pro Zählperson wurden zwei Pausen von 15 Minuten vorgesehen. Die Pausen wurden gestaffelt um sicher zu stellen, dass über die ganze Zählperiode Zähl Daten erhoben werden. Zwischen 17:00 und 18:30 wurden keine Pausen vorgesehen, da dieser Zeitraum als der repräsentativste erachtet wurde.

5.1.3 Rekrutierung und Einweisung des Zählpersonals

Im ersten Schritt wurde anfangs April eine Stellenausschreibung erstellt und auf den Jobportalen der Universität Basel, der Universität Zürich sowie den Fachhochschulen Zürich und Luzern veröffentlicht. Ebenso wurden alle Bauingenieur-Studierenden der FHNW auf die Stellenausschreibung hingewiesen. Insgesamt konnten so 12 Zählpersonen rekrutiert werden, die jeweils an beiden Zähltagen mitarbeiteten.

Am 23.05.2023, also zwei Tage vor der ersten Zählung, fand die Online-Schulung statt, an der 10 Zählpersonen teilnahmen. Im Vorfeld der Schulung erhielten alle Zählpersonen das Handbuch zur Zählung im pdf-Format per E-Mail zugestellt. Den beiden Abwesenden wurde im Anschluss an die Schulung eine Aufzeichnung zur Verfügung gestellt. In der einstündigen Schulung wurde der Zweck der Erhebung, die Standorte und das genaue Vorgehen erläutert. Um die Kommunikation für die Feldarbeit zu vereinfachen, wurde eine WhatsApp-Gruppe erstellt, die alle Zählpersonen umfasste.

An den Zähltagen fand vor der Zählung eine kurze Besprechung statt, an der die Teilnehmenden über den Ablauf informiert wurden und die Zählunterlagen ausgehändigt bekamen. Zu Beginn der Zählung wurden die Zählpositionen der Teilnehmenden überprüft, um sicherzustellen, dass sie sich am richtigen Ort befanden. Dabei konnten auch Fragen der Teilnehmenden beantwortet werden, die während der Zählung auftraten.

Am Ende jedes Zähltages versammelten sich alle Teilnehmenden wieder am Treffpunkt und übergaben ihre ausgefüllten Unterlagen. Falls während der Zählung besondere Vorkommnisse auftraten, wurden diese ebenfalls mitgeteilt und besprochen.

Durch die gute Organisation der Rekrutierung, die Durchführung der Online-Schulung und die koordinierte Zählung wurde eine reibungslose und präzise Erfassung der Daten gewährleistet. Die Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb des Teams trugen dazu bei, dass die Zählung erfolgreich und effizient durchgeführt werden konnte.

5.1.4 Feldbericht Uster

Die Zählung in Uster wurde am Donnerstag, 25.5.23 durchgeführt. Das Wetter war schön bei 19 Grad, ohne Regen.

Da es auf dem Weg nach Uster einen Unfall auf der Autobahn gab, verzögerte sich die Anfahrt des Zählungsleiters und die Zählung konnte statt wie geplant um 15:15h erst um 15:30 Uhr gestartet werden. Aus diesem Grund wurde das Briefing auf das Austeilen der Unterlagen und die Abklärung, ob allen die Zählstandorte klar sind, verkürzt. Nur eine Zählperson benötigte während der Zählung Hilfe, um zu überprüfen, ob die Zählstelle korrekt ist.

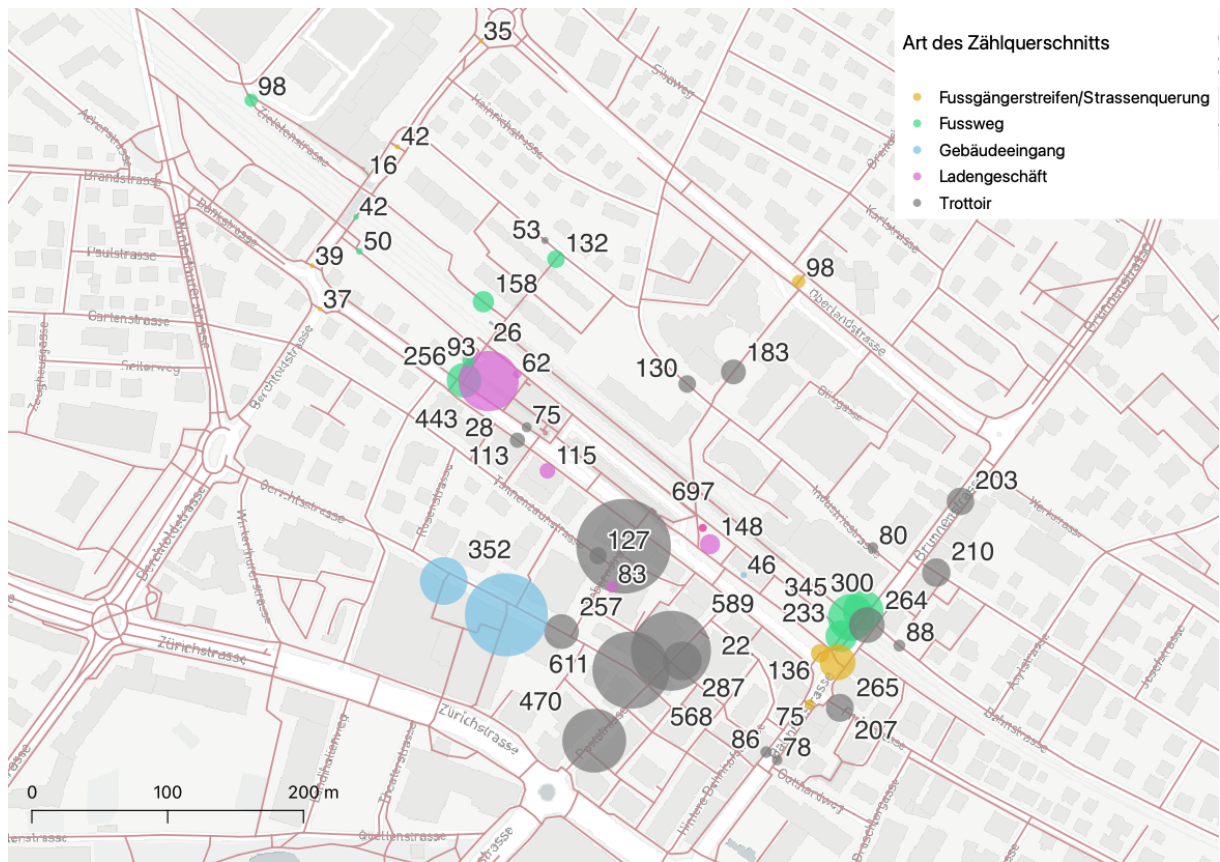
Die zu Fussgehenden, vor allem um den Bahnhof herum, kamen immer in Wellen im Rhythmus mit den Zugankünften. Dies kann dafür sorgen, dass für ein Standort in einem 15-minütigen Zählintervall ein grosses und bei einem weiteren Intervall ein geringes Fussverkehrsaufkommen registriert wurde. Dieser Umstand ist bei der Hochrechnung auf ein Tagesverkehrsaufkommen zu berücksichtigen. Weiter wurde bemerkt, dass das Bahnhofsgelände auch als Treffpunkt bzw. Aufenthaltsort genutzt wird. Gewisse Geschäfte schlossen bereits um 19:00 Uhr und konnten deshalb nicht zweimal gezählt werden.

Zur Validierung der erhobenen Daten stellt Abbildung 10 die erhobenen Fussverkehrsströme an den manuellen Zählstellen in Uster dar. Um eine Vergleichbarkeit der Daten der verschiedenen Zählstellen zu gewährleisten, wurden die streckenbezogenen Fussverkehrsmengen gemäss der untenstehenden Formel umgerechnet:

$$M = \frac{\sum_i^n M_{R1,i} + M_{R2,i}}{\sum_i^n d_i}$$

M bezeichnet den durchschnittlichen Personenfluss in der Einheit Personen pro Stunde über den gesamten Erhebungszeitraum. $M_{R1,i}$ beschreibt die in Zeitperiode i in Richtung 1 gezählten Personen und d_i die Dauer, während der in Zeitperiode i gezählt worden ist. Da ein Tagesdurchschnittswert durch die Aggregation der nach Richtungen differenzierten Zähldaten geht der Richtungsbezug verloren. Dies vereinfacht die Modellierung, die darauf abzielt den Tagesdurchschnittswert der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen zu beschreiben.

Abbildung 10 Durchschnittlicher Personenfluss (Personen pro Stunde über beide Richtungen) gemäss der in Uster erhobenen Zählraten



Die in Abbildung 10 nach Art des Zählquerschnitts dargestellte durchschnittliche Personenfluss erscheint für alle Querschnitte als plausibel. Mit knapp 700 Personen pro Stunde (beide Richtungen) wird der grösste Personenfluss für die Zählstellen in der Webernstrasse ausgewiesen, welches die direkteste Verbindung zwischen Bahnhof und dem gemischt genutzten Einkaufszentrum Illuster ist. Die Zugänge zum Einkaufszentrum weisen mit knapp 500 resp. rund 350 Personen pro Stunde ebenfalls hohe Personenflüsse auf.

Im Bereich des Bahnhofs ist die Zählstelle mit dem höchsten Personenfluss der Zugang zum Coop mit rund 450 Personen pro Stunde. Aufgrund der im Mai 2023 verzeichneten Anzahl Verkaufstransaktionen und der Annahme, dass in der Zeitperiode von 16h bis 19h pro Stunde 9% des Tagesverkehrsaufkommens entspricht und 90% der Personen etwas einkaufen, ergibt sich ein Personenfluss von 627 Personen pro Stunde. Es zeigt sich also, dass die Zählraten und Art der Umrechnung von Verkaufstransaktionen auf Personenfluss grundsätzlich plausibel sind, am Zähltag aber unterdurchschnittlich viele Personen am Eingang des Coops gezählt wurden.

5.1.5 Feldbericht Luzern

Die Zählung in Luzern wurde am Dienstag, 30.5.23 durchgeführt. Das Wetter war schön bei 25 Grad, ohne Regen.

Am Morgen des Zähltags, erhielt der Leiter der Zählung die Meldung, dass eine Zählperson krank war. Aus diesem Grund mussten die Zählpositionen angepasst werden. Zwei peripher gelegene

Zählquerschnitte wurden gestrichen und der Leiter der Zählung hat zwei zusätzliche Zählpositionen übernommen. Zudem wurden die Zuweisung der Zählstandorte für zwei Personen angepasst, um die Wegdistanzen zwischen den einzelnen Zählstandorten zu minimieren. Demgemäss wurden Daten an 48 der geplanten 50 Querschnitte erhoben.

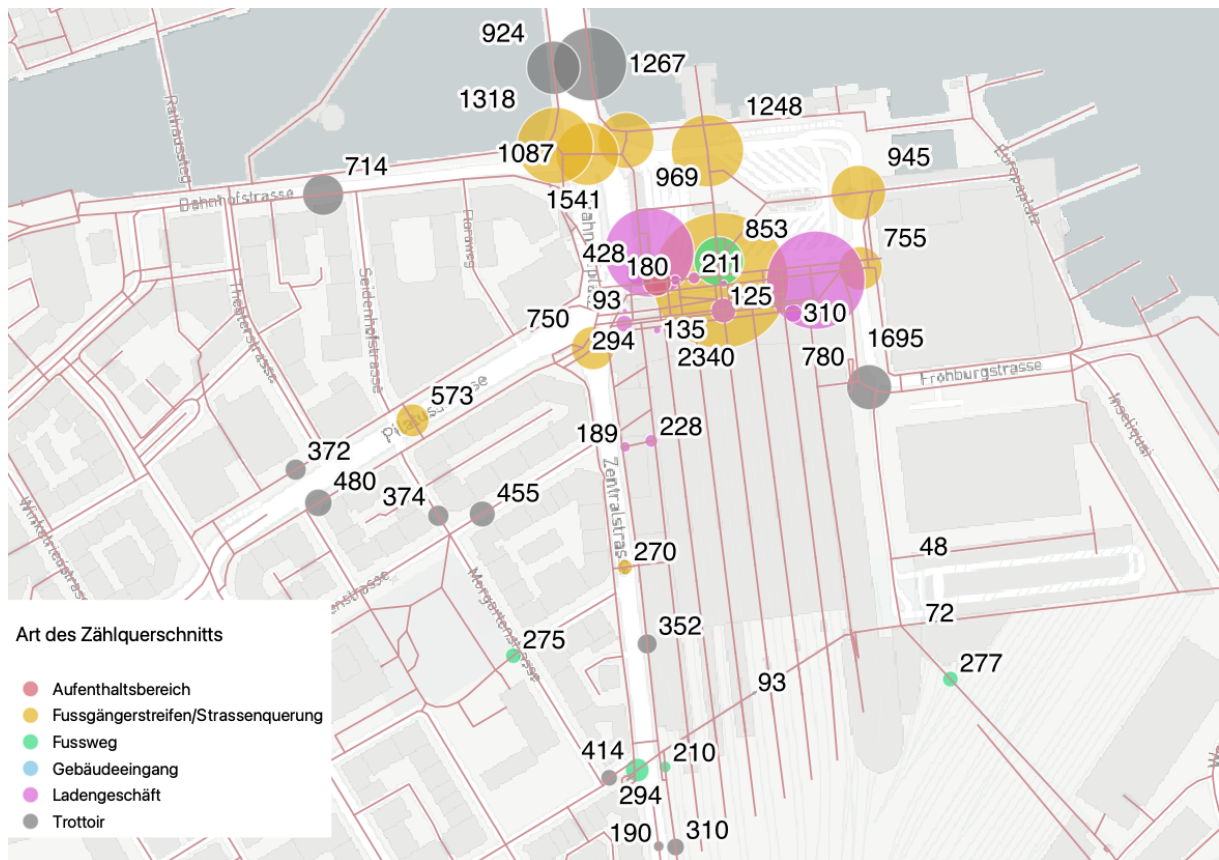
Die Zählperson, die in Uster ihren Standort nicht fand, kam an diesem Zähltag 30 min früher zur Zählung, damit ihre Standorte im Voraus gezeigt werden konnten. Danach verlief alles wie geplant. Beim Briefing wurden die angepassten Zählstandort den betreffenden Personen nochmals genau erklärt. In einem Fall wurde bei der ersten Zählperiode an einem falschen Querschnitt gezählt. Auf Hinweis durch den Leiter der Zählung wurde aber für die weiteren Zählperioden am korrekten Querschnitt gezählt. Daher sind in diesem Fall Zählwerte nur für drei statt der geplanten vier Zählperioden vorhanden.

Im Bahnhof und bei den Busstationen wurden immer wieder Wellen an Passanten beobachtet, die von den Aussteigenden der ankommenden Züge, Busse und Schiffe ausgegangen sind.

Von den vier Imbissständen im Untergeschoss war nur das «Little Istanbul» geöffnet. Bei den Zählstellen 1 und 3, welche beide breite Zebrastreifen auf dem Bahnhofplatz abdecken, waren es aufgrund der grossen Fussverkehrsmengen für das Zählpersonal sehr anspruchsvoll zu zählen. Daher ist zu erwarten, dass die gezählten Fussverkehrsmengen leicht unter dem tatsächlichen Mengen liegen. Bei Zählstelle 3 (Zebrastreifen direkt vor dem Bahnhof) bietet sich ein Vergleich mit den von den SBB mittels Dauerzählstelle erhobenen Fussverkehrsmengen am nebenan gelegenen Bahnhofseingang an.

Der Eingang zu den Fahrradständern am Standort 14 wurde um ca. 19:00 Uhr geschlossen, für Personen mit Badge war der Zugang aber weiterhin möglich.

Abbildung 11 Durchschnittlicher Personenfluss (Personen pro Stunde über beide Richtungen) gemäss der in Luzern erhobenen Zähldaten



Die in Abbildung 11 dargestellten Personenflüsse wurden in der gleichen Art ermittelt, wie in Uster. Wiederum erscheinen die angegebenen Personenflüsse für alle Querschnitte als plausibel. Mit 2340 Personen pro Stunde (beide Richtungen) wird der grösste Personenfluss für den Zebrastreifen direkt vor dem Bahnhofgebäude ausgewiesen. Die auf der Seebrücke gezählte Menge von rund 2'200 Personen pro Stunde (Trottoirs auf beiden Strassenseiten über beide Richtungen) deckt sich gut mit dem im Jahr 2012 mittels Dauerzählstellen für die Zeitperiode zwischen 16h-19h durchschnittlichen Personenfluss pro Stunde von rund 2'300 Personen pro Stunde (Tiefbauamt Stadt Luzern, 2012). Auch die Aufteilung der Personenflüsse je Trottoir von 42% auf der westlichen und 58% auf der östlichen Brückenseite stimmt mit den aus aufgrund der Dauerzählstellen ermittelten Werten von 41% vs. 59% gut überein. Dies zeigt, dass die Methode der Erhebung über vier kurze Zeitperioden von 12 Minuten und anschliessender Hochrechnung zu validen Ergebnissen führt.

Unter den Ladengeschäften im Bahnhof wurden für die Zugänge zum Coop mit 1'695 und Migros mit 1'541 Personen pro Stunde die höchsten Personenflüsse gemessen. Aufgrund der im Mai 2023 verzeichneten Anzahl Verkaufstransaktionen und der Annahme, dass in der Zeitperiode zwischen 16h und 19h pro Stunde 9% des Tagesverkehrsaufkommens verzeichnet werden und 90% der Personen etwas einkaufen, ergibt sich ein Personenfluss beim Coop von 1'623 Personen pro Stunde und beim Migros von 1'390. Es zeigt sich also auch hier, dass die Zählmethoden und Art der Umrechnung von Verkaufstransaktionen auf Personenfluss plausibel sind.

5.2 Umfrage zum Kaufverhalten und zur Aufenthaltsnutzung

In diesem Abschnitt werden die zwei Arbeitsschritte für die empirische Datenerhebung näher beschrieben: (1) die Entwicklung des Online-Fragebogens und (2) die Rekrutierung von Studienteilnehmenden.

5.2.1 Entwicklung Online-Fragebogen

Als Grundlage für die Entwicklung des Online-Fragebogens dienten die zentralen Erkenntnisse aus der Literaturanalyse (vgl. Kap. 2.2). Der web-basierte Fragebogen wurde mit der Software Tivian erfasst.

Der Fragebogen umfasste folgende Abschnitte:

1. *Bahnhofsbesuch*: Häufigkeit und Dauer des Bahnhofsbesuchs, Besuchsgründe, besuchte Läden und Bereiche, allgemeine Zufriedenheit mit dem Besuch.
2. *Konsumverhalten*: Geplante und spontane Käufe, hedonische Motive und utilitaristische Motive der Käufe (Babin et al., 1994; Picot-Coupey et al., 2021), Zeitdruck (Herrington & Capella, 1996), Selbstbelohnung und sensorische Stimulation (Attaway, 1989), Zufriedenheit (Maxham & Netemeyer, 2002) mit den Läden
3. Parkings, und Wartebereiche: Sicherheit und Qualität der Bereiche (Abenzoa, Cats & Susilo, 2017; De Jesus et al., 2010), Zufriedenheit (Maxham und Netemeyer, 2002) mit den Bereichen.
4. Soziodemografische Angaben

Interne Pretests wurden durchgeführt, um die inhaltliche und methodische Eignung des Fragebogens zu überprüfen und sicherzustellen.

5.2.2 Rekrutierung der Teilnehmenden

Die Rekrutierung der potenziellen Studienteilnehmenden erfolgt über die Verteilung von Flyern (siehe Anhang). Um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen, wurden folgende Elemente in die Rekrutierung integriert:

- Kleines Schöggeli als Dankeschön für die Teilnahme.
- Verlosung von drei Galaxus Gutscheinen im Wert von je CHF 50.
- Hervorhebung des Beitrags der Teilnehmenden an die Forschung.

Für die Rekrutierung der Studienteilnehmenden wurde geschultes Hilfspersonal eingesetzt. Vorab wurde mit den Bahnhofsbeamtinnen eine Absprache für die erforderliche Erlaubnis getroffen. In dieser Erlaubnis wurde auch festgehalten, an welchen Orten die Rekrutierung in den beiden Bahnhöfen Luzern und Uster stattfinden sollte. Eine Rekrutierung der potentiellen Studienteilnehmenden direkt vor den Läden war nicht möglich. In Luzern konnten durch die Beamtin jedoch vier Läden (Orell Füssli, Tschümperlin, PazoBowl, The Body Shop) dazu motiviert werden, die Rekrutierungsaktion zu unterstützen, indem die Flyer bei den Kassen während der Rekrutierungswoche aufgelegt wurden.

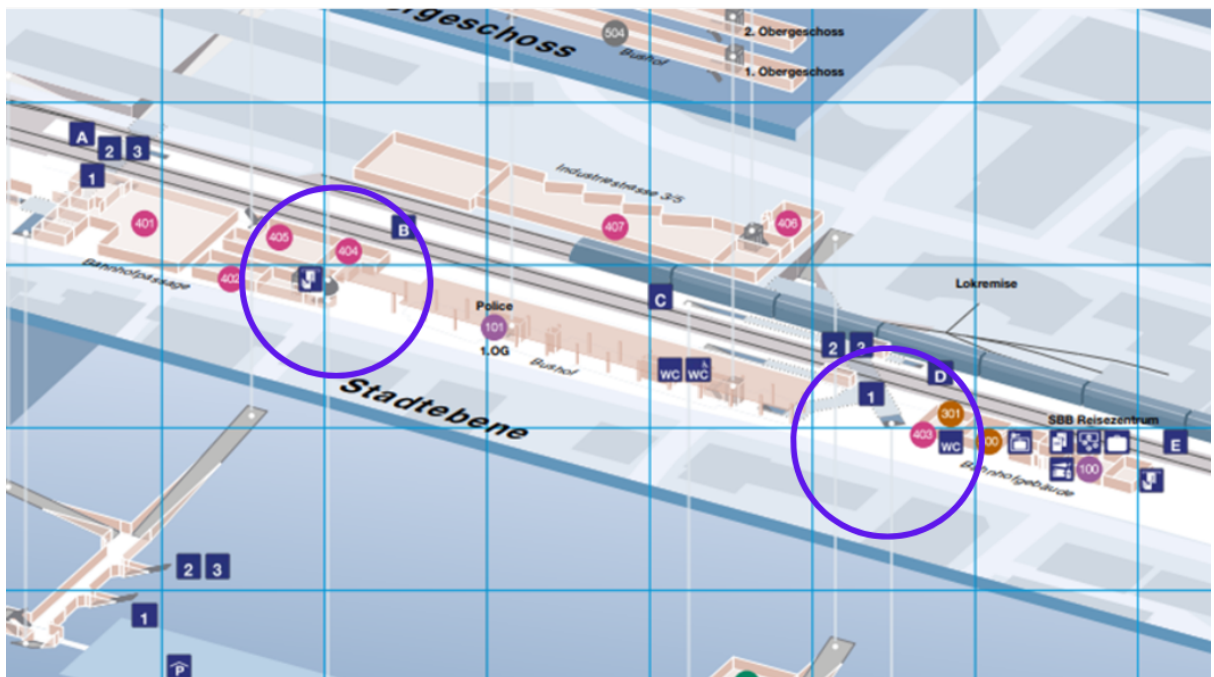
In Luzern fand die Rekrutierung im Untergeschoss statt. Die Flyer wurden um die Rolltreppen in den beiden Zonen «Untergeschoss West» (links) und «Untergeschoss Ost» (rechts) (siehe Abbildung 12) verteilt.

Abbildung 12 Standorte der Rekrutierung in Luzern



In Uster fand die Rekrutierung auf Stadtebene statt. Die Flyer wurden vor dem Eingang (links) sowie vor dem Kiosk (rechts) verteilt.

Abbildung 13 Durchführungsstandorte der Rekrutierung in Uster



Eine Woche vor dem Start der Rekrutierung fand am Bahnhof Luzern ein Pretest statt, um die Rekrutierenden zu schulen und um die unterstützenden Läden in Luzern zu instruieren.

Die Rekrutierung der Studienteilnehmenden fand über vier Tage statt, wobei jeweils zwei Tage am Bahnhof Luzern (Montag, 22. und Donnerstag, 25. Mai 2023) und zwei Tage am Bahnhof Uster (Dienstag, 23. und Mittwoch, 24. Mai 2023) rekrutiert wurde. Die Rekrutierenden verteilten von 07:00 – 19:00 Uhr die Flyer mit den Informationen zur Studie und dem Link und QR-Code zur Teilnahme an der Umfrage.

Insgesamt standen 5000 Flyer zur Verfügung. Erwartet wurde eine Rücklaufquote von 12 %, was bei einer Verteilung aller 5000 Flyer einer angestrebten Teilnehmerzahl von 600 Personen entsprach. Verteilt wurden 2'954 Flyer. Die Aufteilung der verteilten Flyer zwischen den Bahnhöfen Luzern und Uster wurde nicht separat erfasst. Bis zum Ende der möglichen Teilnahme an der Umfrage (ca. 10 Tage nach dem letzten Rekrutierungstag) haben 438 Personen den Fragebogen vollständig ausgefüllt, was einer Rücklaufquote von 14 % entsprach.

6 Analyse der Umfrageergebnisse

In diesem Kapitel erfolgt die Analyse der Umfrageergebnisse zum Bahnhofsbesuch im Allgemeinen (Kapitel 6.2), dem Besuch der Läden und der Kaufmotive (Kapitel 6.3), den Wartebereichen und Parkings (Kapitel 6.4) sowie der Zufriedenheit (Kapitel 6.5), bevor am Schluss ein Fazit (Kapitel 6.6) gezogen wird.

Bei der Betrachtung der erhobenen Daten ist wichtig zu beachten, dass die Studienteilnehmenden an verschiedenen Wochentagen (vgl. Kapitel 5.2.2) rekrutiert wurden. Dies könnte die Zusammensetzung der Studienteilnehmenden und deren Verhalten beeinflusst haben, welche an Wochentagen anders sein könnte als an Wochenende.

Es sei angemerkt, dass im Rahmen dieses Kapitels ein Vergleich mit den Ergebnissen der Erhebung «Kundenwissen NUKO» (nachfolgend: NUKO) der SBB durchgeführt wurde. Es ist wichtig zu betonen, dass aufgrund der unterschiedlichen Rekrutierungsmethoden eine direkte Vergleichbarkeit nicht gewährleistet und somit eine umfassende Validierung nicht möglich ist. Trotz dieser Einschränkung zeigt der Vergleich übereinstimmende Tendenzen in Bezug auf die Bahnhofnutzung. Diese werden am Ende des Kapitels 6.2.1 und 6.2.2 verdeutlicht. Wichtig anzumerken ist, dass aufgrund der Stichprobenziehung beide Erhebungen, sowohl die NUKO als auch die vorliegende (PAIRS), nicht als repräsentativ für alle Bahnhofbesuchenden betrachtet werden können. Dennoch zeichnet die PAIRS-Erhebung durch ihre spezifische Methodik eine etwas realistischere Repräsentation der Bahnhofbesuchenden an zwei spezifischen Bahnhöfen ab.

6.1 Stichprobe

Nach Bereinigung des Datensatzes besteht die Stichprobe aus $n=438$ Befragten, welche den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Gesamtstichprobe sowie der Substichproben Luzern mit 234 Personen (53%) und Uster mit 204 Personen (47%). Die Gesamtstichprobe teilt sich in 259 Frauen (59%), 170 Männer (39%), 3 Divers (< 1%) und 6 (1%) ohne Angabe auf. Der Altersdurchschnitt beträgt 39.4 Jahre ($SD=19.32$), mit einer Altersspanne von 12 bis 90 Jahren. 46 Teilnehmende waren minderjährig, 65 über 65 Jahre alt. Weitere soziodemographische Informationen zur Stichprobe sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 Beschreibung der Stichprobe hinsichtlich Demografie

Merkmale	Ausprägung	Anzahl gesamt		Anzahl Personen Luzern		Anzahl Perso- nen Uster	
		n	%	n	%	n	%
Gesamt		438	100%	234	53%	204	47%
Geschlecht	Männlich	170	39%	83	35%	87	43%
	Weiblich	259	59%	148	63%	11	54%
	Divers	3	<1%	1	0	2	1%
	Keine Angabe	6	1%	2	1	4	2%
Alter	<18 Jahre	46	11%	24	10%	22	11%
	18–29 Jahre	130	30%	69	29%	61	30%
	30–49 Jahre	119	27%	62	26%	57	28%
	50–64 Jahre	77	18%	41	18%	36	18%
	>65 Jahre	65	15%	37	16%	28	14%

	Keine Angabe	1	0%	1	0%	-	0%
Schulabschluss	Obligatorischer Schulabschluss	51	12%	28	12%	23	11%
	Berufliche Grundausbildung	98	22%	55	2%	41	20%
	Allgemeinbildende Ausbildung	71	16%	38	16%	33	16%
	Höhere Berufsbildung	98	22%	52	22%	46	23%
	Hochschulabschluss	111	25%	57	24%	54	26%
	Keinen Schulabschluss	11	3%	4	2%	7	3%
Haushaltseinkommen (brutto)	<20'000	28	6%	16	7%	12	6%
	20'001-50'000	41	9%	24	10%	17	8%
	50'001-80'000	79	18%	42	18%	37	18%
	80'001-120'000	104	24%	53	23%	51	25%
	120'001-200'000	62	14%	26	11%	36	18%
	>200'000	24	5%	10	4%	14	7%
	Keine Angabe	64	15%	40	17%	24	12%
	Weiss nicht	36	8%	23	10%	13	6%

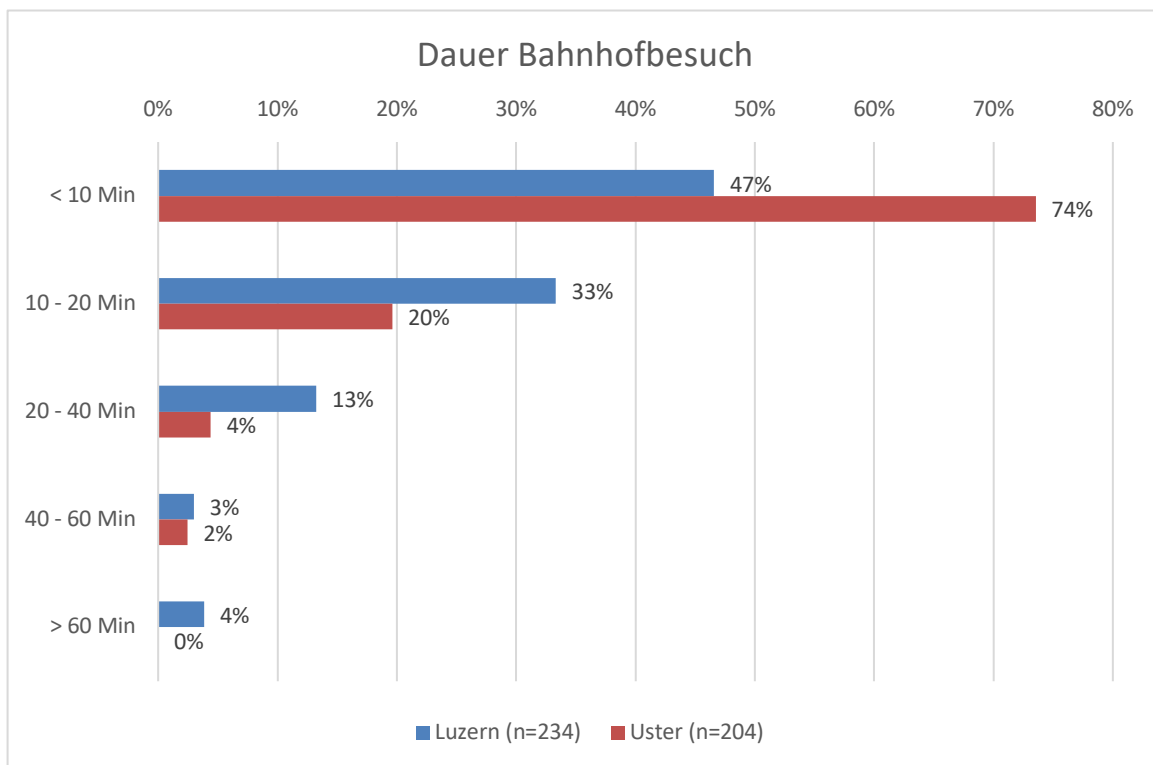
6.2 Bahnhofbesuch

Dieses Kapitel widmet sich dem Verhalten der Bahnhofbesuchenden und bietet grundlegende Erkenntnisse darüber, was die Gründe für den Bahnhofbesuch sind und wie die Besuchenden ihre Zeit am Bahnhof verbringen.

6.2.1 Dauer des Bahnhofbesuchs

Abbildung 14 zeigt die Dauer des Bahnhofbesuchs. Die Besuchsdauer ist tendenziell kurz und beträgt in 80% (Luzern) resp. 94% (Uster) der Fälle unter 20 Minuten. In Uster ist die Zahl der Besuche unter 10 Minuten mit 74% höher als in Luzern mit 47%. Dies könnte mit der Bahnhofsgrosse sowie dem im Luzern grösseren Einkaufs- und Verpflegungsangebot zu tun haben. Zudem könnten diese Unterschiede mit den Rekrutierungsstandorten in einem Zusammenhang stehen. In Luzern wurde im Untergeschoss in der Nähe von Ladengeschäften rekrutiert, in Uster hingegen nahe an den Hauptzugängen. In Luzern dauern die Besuche bei 20% der Befragten länger als 20 Minuten (6% in Uster), was wiederum in Zusammenhang mit der Bahnhofsgrosse, dem Angebot und den Rekrutierungsstandorten stehen könnte.

Abbildung 14 Die Dauer des Bahnhofbesuchs

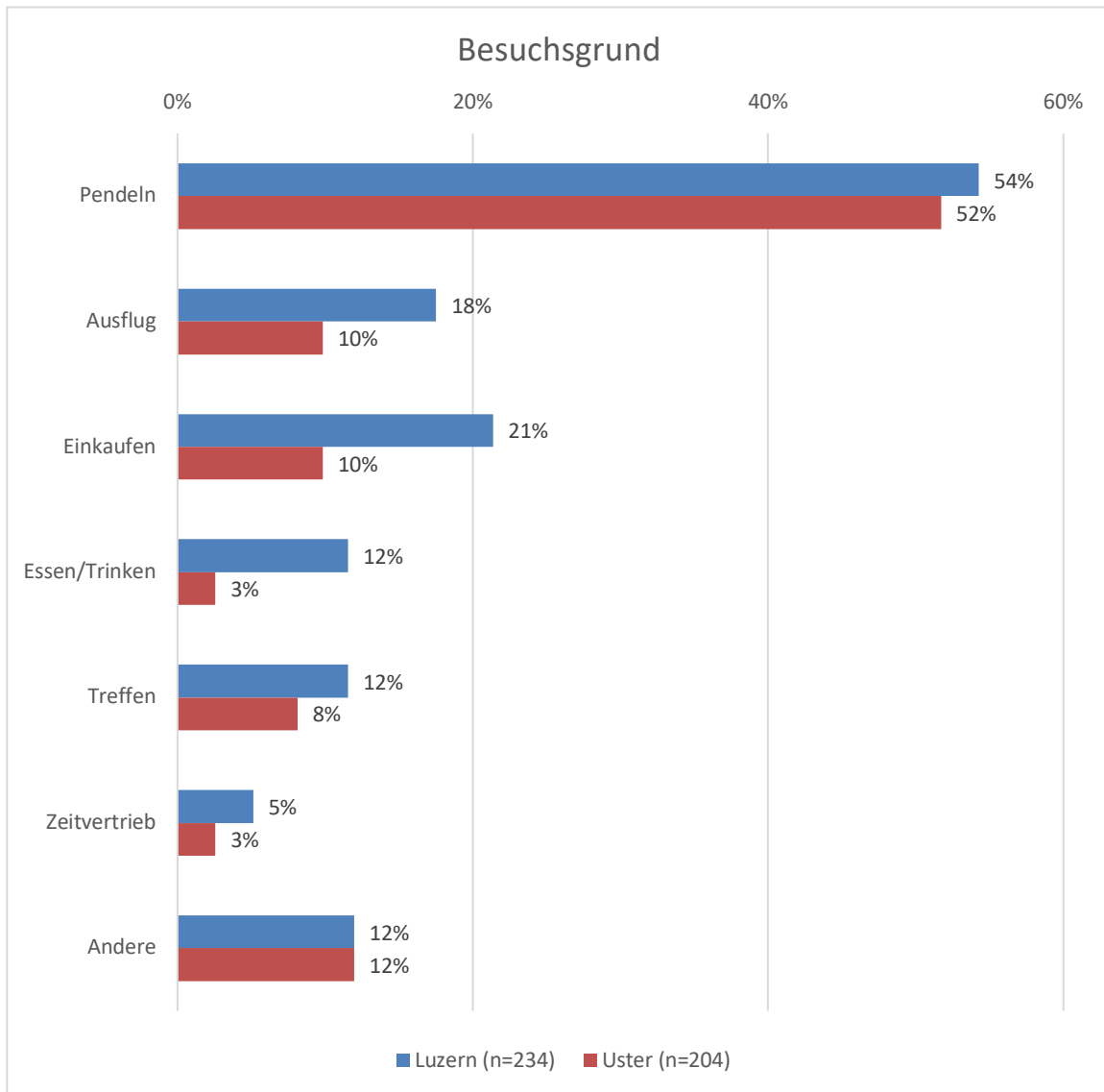


In Bezug auf die Dauer des Aufenthalts zeigt sowohl die PAIRS-Erhebung wie auch die NUKO-Erhebung übereinstimmend, dass eine längere Aufenthaltsdauer am Bahnhof Luzern verzeichnet wird. Allerdings weist die Analyse der PAIRS-Erhebung im Allgemeinen kürzere Aufenthaltsdauern im Vergleich zur NUKO-Erhebung.

6.2.2 Gründe für den Bahnhofbesuch

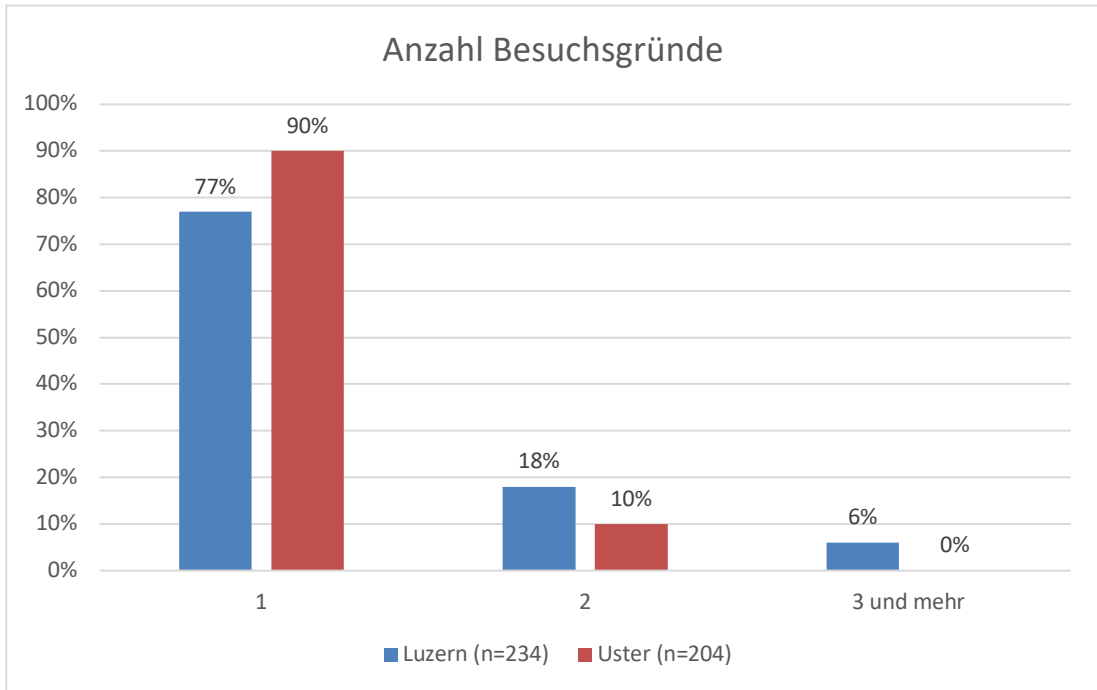
Die Gründe für den Bahnhofbesuch sind in Abbildung 15 aufgeführt. Bei den Antwortoptionen waren Mehrfachnennungen möglich. Über die Hälfte der Bahnhofsbesucher*innen in Luzern und in Uster geben das Pendeln zur Arbeit oder Ausbildung als Grund an. In Luzern werden andere Gründe wie Ausflüge (17%), Einkaufen (21%) und Verpflegung (12%) häufiger genannt als in Uster 10% (Ausflüge), 11% (Einkaufen) und 3% (Verpflegung). Dies könnte einerseits in Zusammenhang mit der geografischen Lage und den jeweiligen Angeboten am Bahnhof stehen. Andererseits ist es denkbar, dass die Rekrutierung der Studienteilnehmenden am Bahnhof Luzern in unmittelbarer Nähe der Einkaufs- und Verpflegungsangeboten (Kapitel 5.2.2) möglicherweise einen Einfluss auf die Resultate in Bezug auf die Häufigkeit der angegebenen Besuchsgründe sowie Besuchsorte gehabt haben. Zudem könnte - im Einklang mit den zu Beginn des Kapitels dargelegten Überlegungen - der Erhebungszeitpunkt an Wochentagen potentiell die genannten Besuchsgründe beeinflusst haben.

Abbildung 15 Gründe für den Bahnhofbesuch



Bei der Betrachtung der Anzahl Gründe für den Bahnhofbesuch pro Person ist auffällig, dass der Grossteil der Teilnehmenden (77% in Luzern, 90% in Uster) jeweils nur einen Besuchsgrund angegeben haben (Abbildung 16). Zwei Gründe wurden jeweils von 41 Teilnehmenden (18%) in Luzern und 20 (10%) Teilnehmenden in Uster genannt. Lediglich 13 Personen (6%) in Luzern nannten mehr als drei Gründe für ihren Besuch.

Abbildung 16 Anzahl Besuchsgründe pro Person

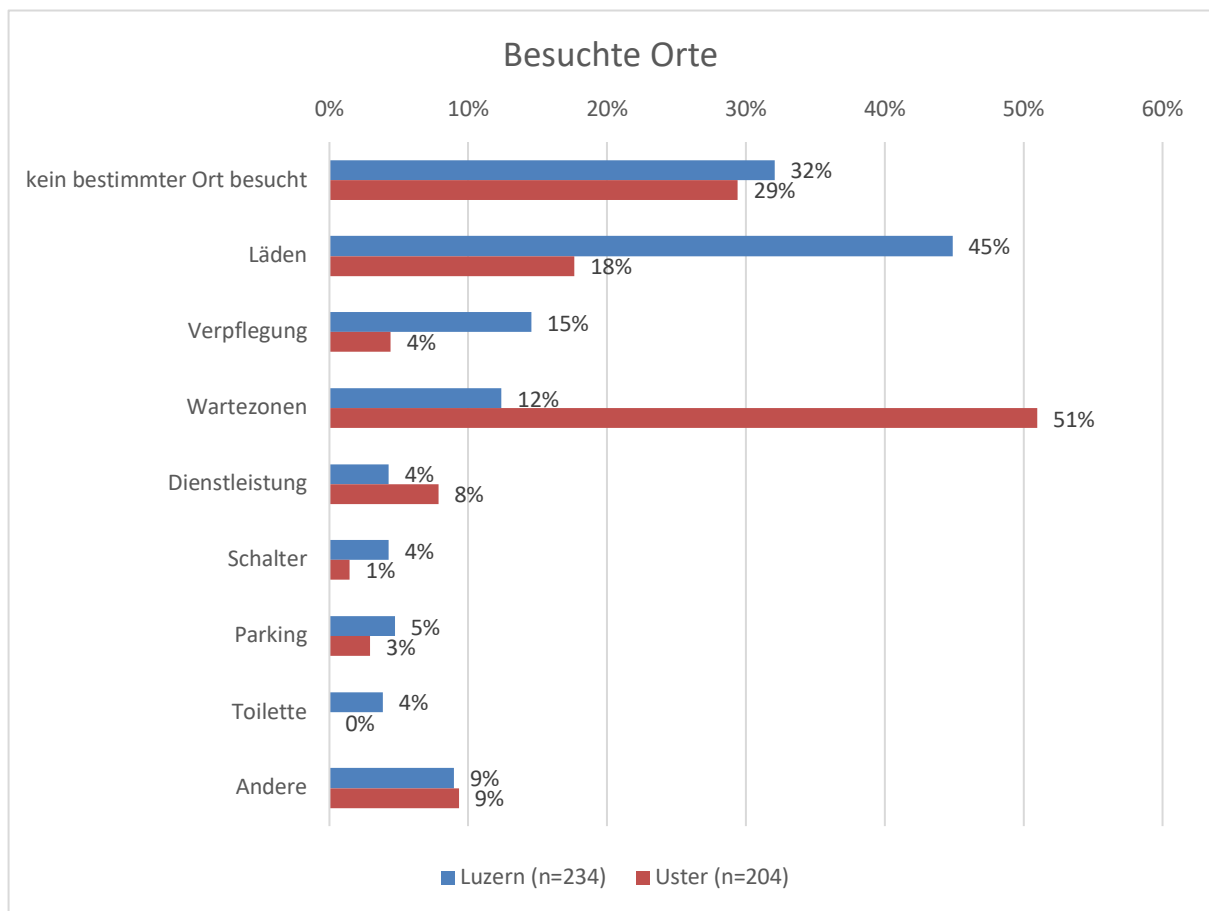


Beim Vergleich mit der NUKO-Erhebung zeigen sich bei den Besuchsgründen weitere Parallelen. Während in der NUKO-Erhebung von «Besuchertypen» gesprochen wird, identifizierten dennoch beide Untersuchungen einen höheren Anteil an Freizeitnutzung in Luzern im Vergleich zu Uster. Die Unterschiede zwischen den beiden Erhebungen zeigen sich durch einen erhöhten Pendleranteil in der PAIRS-Erhebung für beide Bahnhöfe.

6.2.3 Besuchte Orte während des Bahnhofsbesuchs

Abbildung 17 zeigt die während des Bahnhofsaufenthalts besuchten Orte. Auch hier waren Mehrfachnennungen möglich. 31% (Luzern) resp. 26% (Uster) der Befragten gaben an, direkt von den Gleisen zum Ausgang gegangen zu sein. In Luzern werden die Läden (44%) und Verpflegungsangebote (14%) einiges häufiger genannt als in Uster (18% Läden und 3% Verpflegungsangebote). Wie bei den genannten Besuchsgründen ist nebst dem breiteren Angebot für Einkaufen und Verpflegung am Bahnhof Luzern der Einfluss des Rekrutierungsstandorts (Kapitel 5.2.2) auf diese Ergebnisse nicht auszuschliessen.

Abbildung 17 Besuchte Orte



Auffällig ist, dass 51% der Befragten in Uster angaben, sich in einer Wartezone aufgehalten zu haben im Gegensatz zu 12% der Teilnehmenden in Luzern. Dies, obschon am Bahnhof in Uster keine direkt ausgewiesenen Wartezonen vorhanden sind. Jedoch befinden sich beim Bushof Bereiche, in denen viele Reisende auf ihre Anschlüsse warten (Abbildung 18). Der Bushof in Uster ist im Gegensatz zu dem in Luzern so gelegen, dass er praktisch in den Bahnhof integriert ist. Dies ist eine relevante Erkenntnis für die künftige Definition der Aktivitätsorte an den Bahnhöfen, da Bushaltestellen und Wartezonen differenziert werden sollten.

Im Erhebungsinstrument fehlte die genauere Umschreibung der Wartezonen. Entsprechend wird vermutet, dass die beim Bushof vorhandenen Wartezonen mit denen des Bahnhofs gleichgesetzt wurden und die häufige Nennung der Wartezonen in Uster begünstigte. Ein weiterer Grund dafür, dass die Wartezone im Bahnhof Uster häufiger als besuchter Ort genannt wurde, liegt darin, dass im Bahnhof Luzern aufgrund der längeren Haltezeiten der Züge Direkteinstiege möglich sind und daher weniger Zeit auf dem Perron verbracht wird – ein Bereich, den ein Teil der befragten Personen ebenfalls als Wartezone eingestuft haben dürften.

Abbildung 18 Der Bushof in Uster



6.3 Besuch der Läden

Dieses Kapitel wirft einen Blick auf die Einkaufsgewohnheiten der Bahnhofbesucher*innen. Es untersucht, welche Läden sie besuchen, wie spontan ihre Besuche und Einkäufe sind und welche Motive hinter ihren Einkäufen stehen.

6.3.1 Art der besuchten Läden

Bei den Auswahlmöglichkeiten der besuchten Läden sowie der Verpflegungsangebote war wiederum eine Mehrfachauswahl möglich. Entsprechend übersteigt die Anzahl Nennungen die Anzahl der Teilnehmenden der jeweiligen Teilstichproben. Die besuchten Läden wurden jeweils in Ladenkategorien zusammengefasst, die wiederum in die Hauptkategorien «Non-Food» sowie «Lebensmittel» eingeteilt werden konnten. Mit den in der Hauptkategorie «Verpflegung» zusammengefassten Verpflegungsangeboten ergeben sich drei Hauptkategorien.

In Luzern haben 104 Personen (44% der Teilstichprobe Luzern) 214 Besuche in den Läden gemacht und 33 Personen (14% der Teilstichprobe Luzern) 39 Besuche eines Verpflegungsangebots (Abbildung 19).

Die Hauptkategorie **Lebensmittel** wurden 138-mal besucht. Die Lebensmitteläden sind in folgende Kategorien eingeteilt. In Klammer ist die Anzahl Besuche aufgeführt.

- Lebensmittel/Getränke/Kiosk (92): Coop, Drinks of the World, K Kiosk, Markthalle, Migros, Migros Daily
- Bäckerei/Konditorei (46): Bäckerei Hug, Bachmann, Läderach.

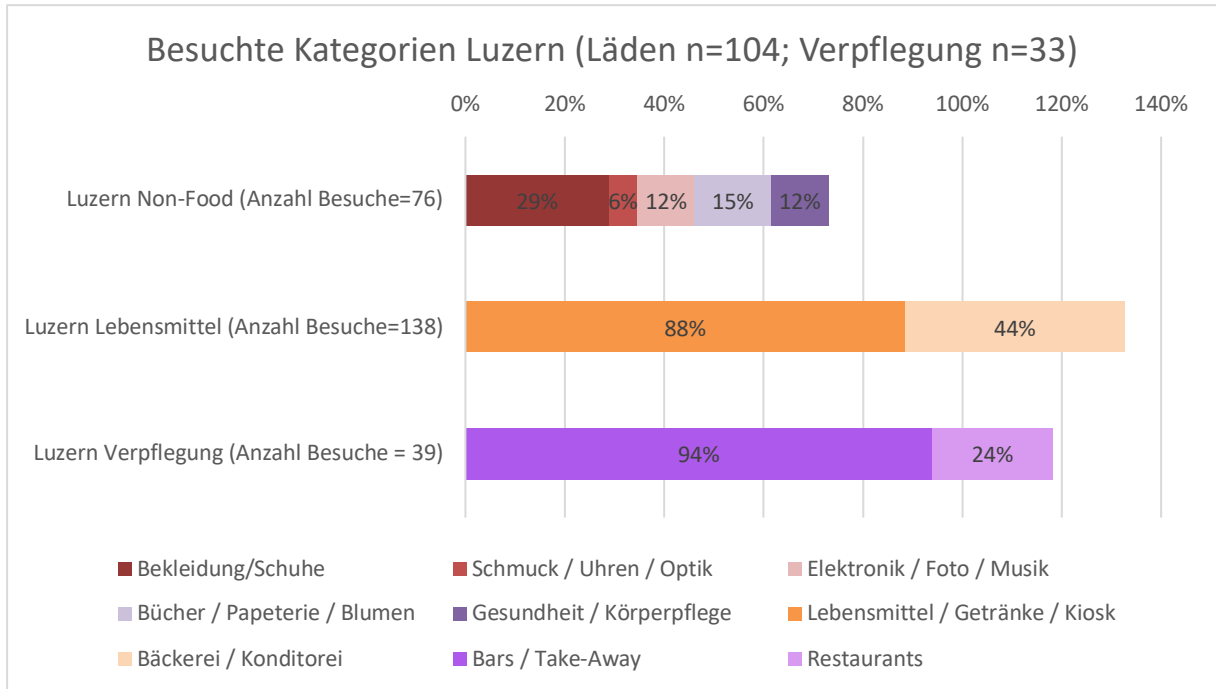
Die Hauptkategorie «**Non-Food**» wurde 76-mal besucht. Die Non-Food Läden sind in folgende Kategorien eingeteilt. In Klammer ist die Anzahl Besuche aufgeführt.

- Bekleidung/Schuhe (30): H&M, Chicorée, Tschümperlin
- Schmuck/Uhren/Optik (6): Claire's, Lens 4 you, Lovisa
- Elektronik/Foto/Musik (12): Interdiscount, Mobile Zone, Salt.
- Bücher/Papeterie/Blumen (16): Orell Füssli, Blume 3000
- Gesundheit/Körperpflege (12): Benu Apotheke, Rituals, The Body Shop, Marionnaud.

Die Hauptkategorie «**Verpflegung**» in Luzern wurden von der Teilstichprobe ($n=33$) 39-mal besucht. Die Verpflegungsangebote sind in folgende Kategorien eingeteilt:

- Bars/Take-Away (31): Brezelkönig, Spettacolo, Holy Cow, Italia, Joe & The Juice, Kaffeekranz, La Bestia, Little Istanbul, Scent of Bamboo, PazOBowl, Urban Kitchen, Yooji's
- Restaurants (8): Burger King, Tibits.

Abbildung 19 Besuchte Ladenkategorien in Luzern



In Uster haben 36 Personen (18% der Substichprobe Uster) 45 Besuche in den Läden gemacht (Abbildung 20) und 2 Personen (%) ein Verpflegungsangebot besucht.

Die Hauptkategorie «**Lebensmittel**» wurde 41-mal besucht. Die einzige Lebensmittelkategorie in Uster umfasst:

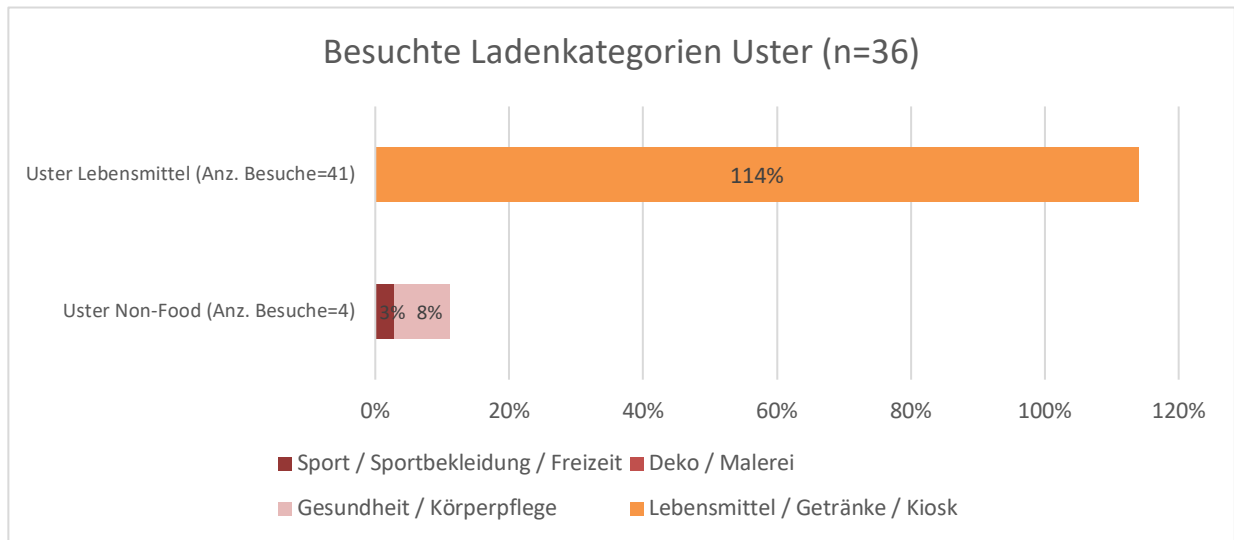
- Lebensmittel/Getränke/Kiosk (41): Coop, Avec, K Kiosk

Besuche der Hauptkategorie «**Non-Food**» fanden 4-mal statt. Die Non-Food Läden sind in folgende Kategorien eingeteilt:

- Sport/Sportbekleidung/Freizeit (1): MyWay, Sports Village
- Deko/Malerei (0): Au Bijou
- Gesundheit/Körperpflege (3): Medbase, Apotheke.

In der Hauptkategorie «**Verpflegung**» mit der Kategorie Bars/Take-Away (Brezelkönig) in Uster wurde lediglich 2-mal besucht und ist entsprechend nicht in der Abbildung aufgeführt.

Abbildung 20 Besuchte Ladenkategorien in Uster



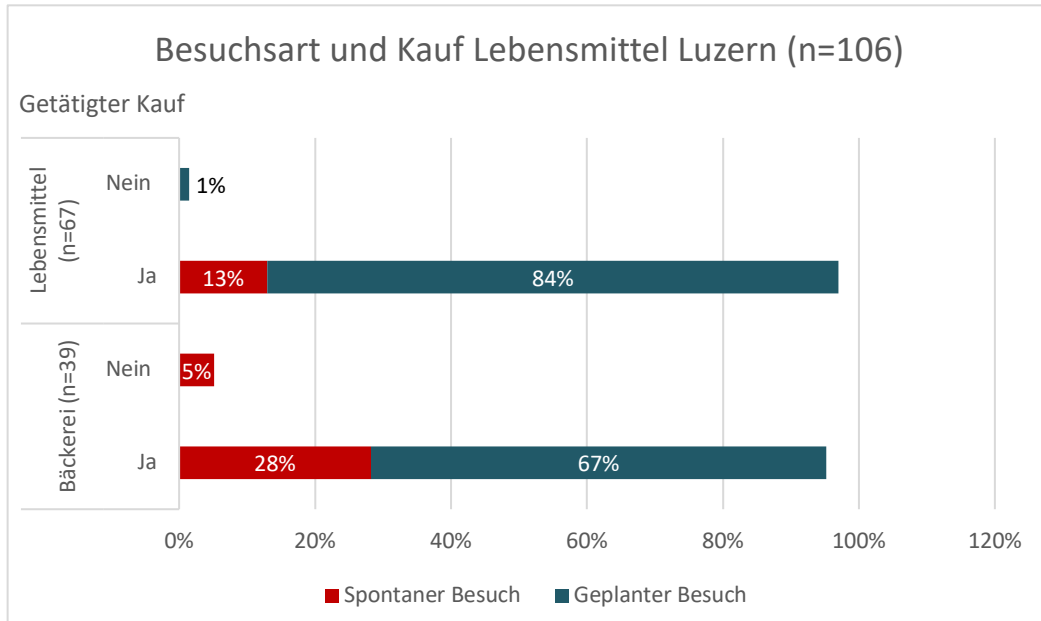
6.3.2 Planung von Besuch und Kauf

Folgender Abschnitt beleuchtet die Planung von Besuch und Kauf auf Hauptkategorieebene (Luzern und Uster) und Kategorieebene in Luzern. Die Auswertung auf Kategorieebene ist aufgrund der spärlichen Datenlage in Uster nicht möglich.

6.3.2.1 Geplante vs. spontane Besuche

Abbildung 21 zeigt die Aufteilung der getätigten Käufe nach spontanem oder geplantem Besuch beider Lebensmittel-Kategorien in Luzern. Aus den Daten ist ersichtlich, dass die Besuche in beiden Kategorien überwiegend geplant sind. Die meisten Käufe haben im Rahmen eines geplanten Besuches stattgefunden. Käufe während eines spontanen Besuchs wurden in den Kategorien Lebensmittel/Getränke/Kiosk in 13% der Fälle, und in Bäckerei/Konditorei in 28% der Fälle getätigt.

Abbildung 21 Geplanter vs. spontaner Besuch sowie getätigte Käufe nach Lebensmittel-Kategorien in Luzern

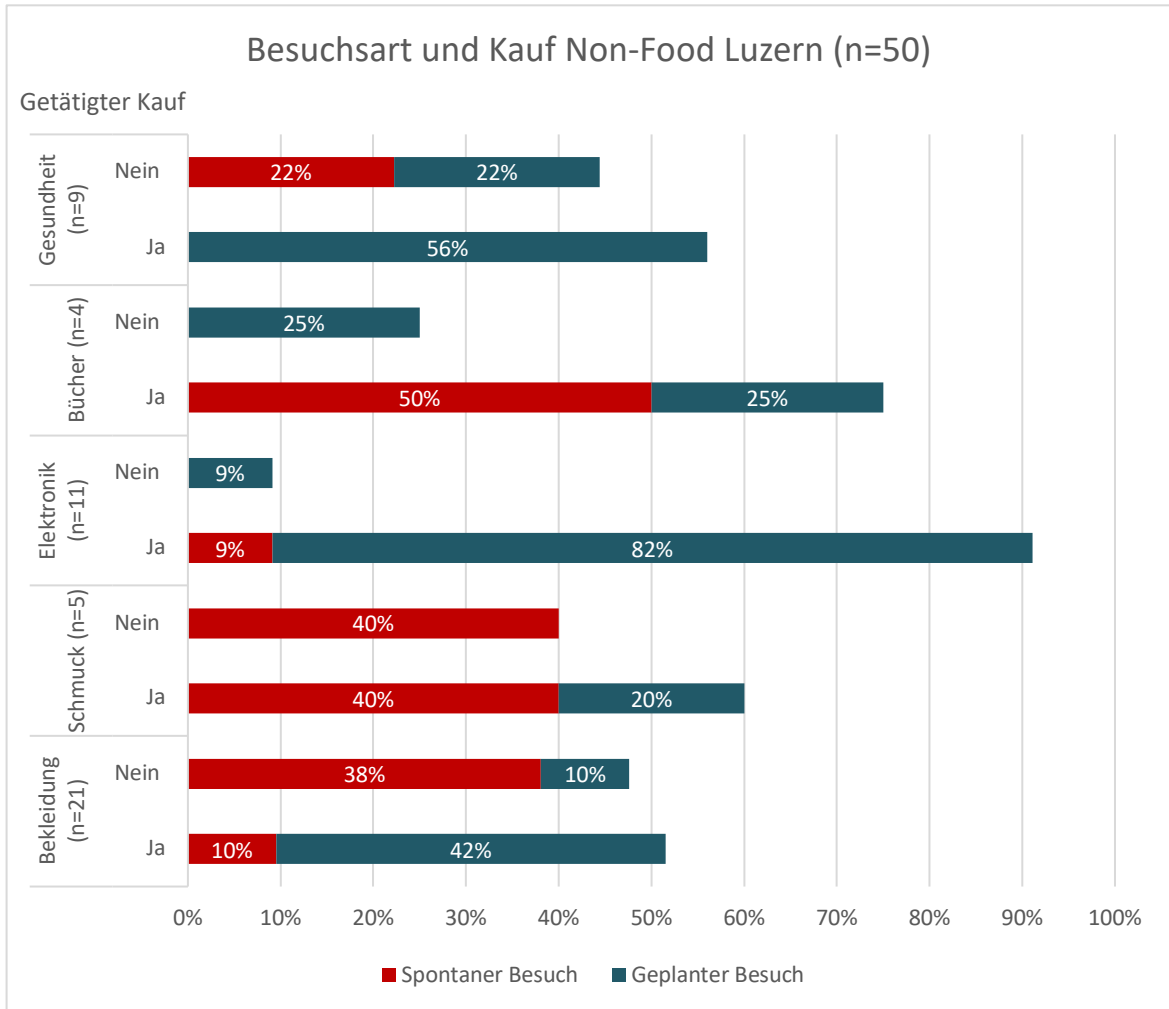


Anmerkungen: Fehlerspanne (E) für Lebensmittel (E=5%) und Bäckerei (E=12%)

In Abbildung 22 sind die Non-Food Ladenkategorien aufgeführt. Besuche in Gesundheit/Körperpflege und Elektronik/Foto/Musik sind vorwiegend geplant. Etwa die Hälfte der Besuche in Bücher/Papeterie/Blumen und Bekleidung/Schuhe sind geplant. Mehr Spontanität ist bei den Besuchen in der Kategorie Schmuck/Uhren/Optik ersichtlich.

Die Daten zeigen, dass in den Kategorien Gesundheit/Körperpflege, Elektronik/Foto/Musik und Bekleidung/Schuhe keine oder nur wenige Käufe während eines spontanen Besuchs erfolgten. Bei Schmuck/Uhren/Optik und Bücher/Papeterie/Blumen wird nach einem spontanen Besuch eher was gekauft.

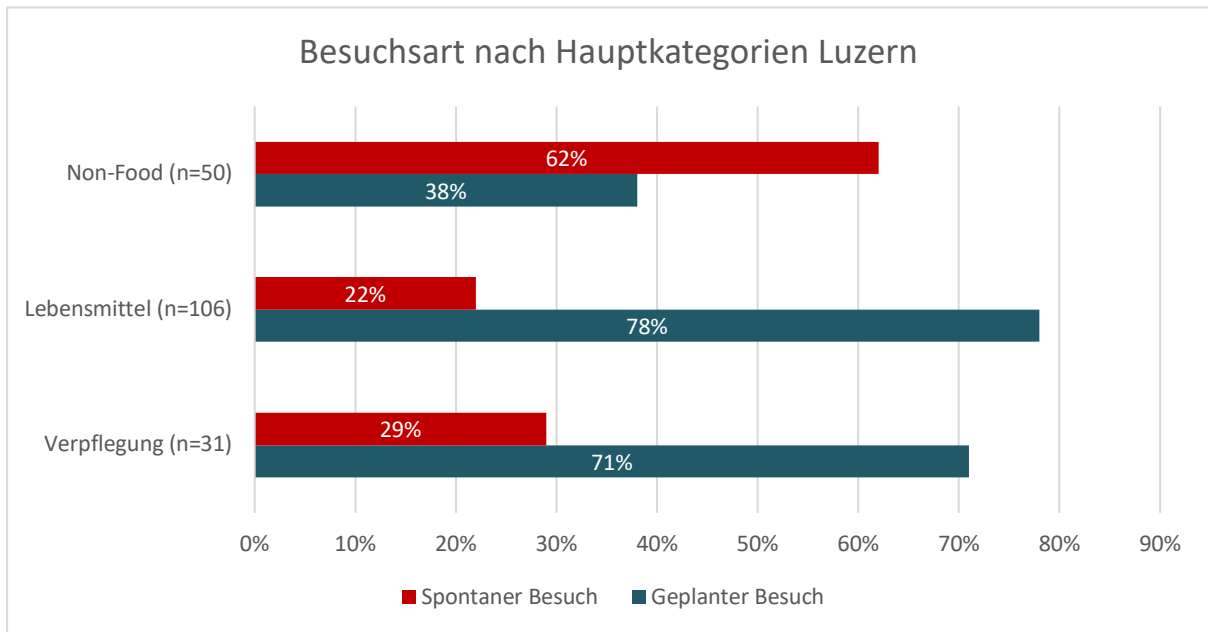
Abbildung 22 Geplanter vs. spontaner Besuch sowie getätigte Käufe nach Non-Food Kategorien in Luzern



Fehlerspanne bei 95% Konfidenzintervall für Gesundheit +/-26%, Bücher +/-48%, Elektronik 16%, Schmuck +/-34% und Bekleidung +/-19%

Beim Vergleich der drei Hauptkategorien Lebensmittel, Non-Food und Verpflegung (Abbildung 23) ist deutlich, dass der Besuch von Lebensmittelläden und Verpflegungsgeschäften mit 78% resp. 71% stärker geplant ist als dies bei Non-Food der Fall ist. Dort werden 62% der Läden spontan besucht. Die Analyse der Käufe in den Hauptkategorien erfolgt im Kapitel 6.3.2.2.

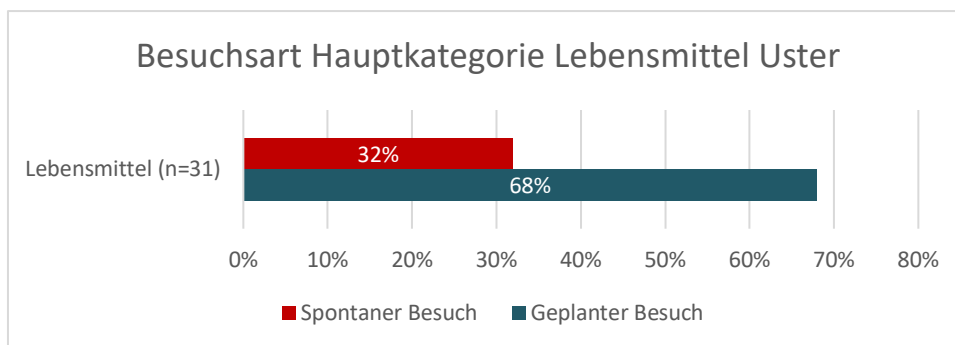
Abbildung 23 Geplanter vs. spontaner Besuch nach Hauptkategorien in Luzern



Fehlerspanne bei 95% Konfidenzintervall für Non-Food +/-10%, Lebensmittel +/-4% und Verpflegung +/-8%

Für Uster konnte aufgrund der geringen Anzahl von besuchten Läden nur die Hauptkategorie Lebensmittel ermittelt werden. Hier waren 68% der Besuche geplant (Abbildung 26). Auch hier, ähnlich wie für Luzern, werden die meisten Käufe (68%) während eines geplanten Besuchs getätigt, 29% während eines spontanen Besuchs. (Abbildung 24). Keine Käufe wurden in 3% der spontanen Besuche getätigt.

Abbildung 24 Geplanter vs. spontaner Besuch sowie getätigte Käufe nach Hauptkategorie Lebensmittel in Uster

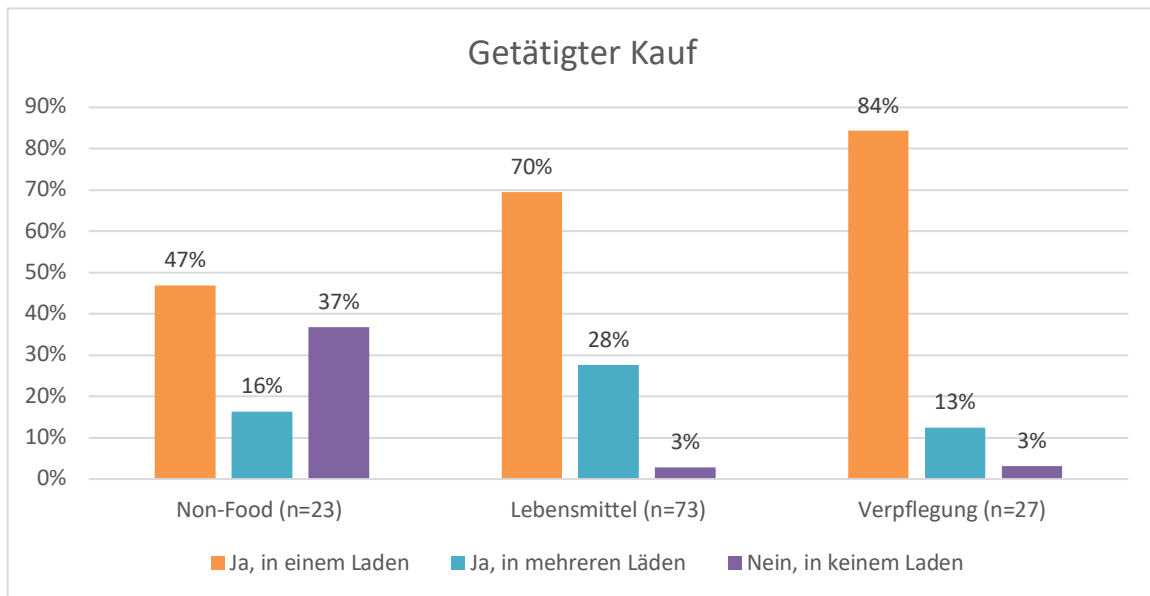


Fehlerspanne bei 95% Konfidenzintervall für Lebensmittel +/- 6%

6.3.2.2 Geplante vs. spontane Käufe

In den besuchten Läden in Luzern wurde, unabhängig davon, ob der Besuch geplant war oder nicht (Abbildung 23), je nach Hauptkategorie unterschiedlich oft auch tatsächlich ein Kauf getätigt (Abbildung 25). In Non-Food wurde in 63% der Fälle in mindestens einem Laden etwas gekauft. Bei Lebensmitteln waren es 98%, und bei Verpflegung 97%.

Abbildung 25 Getätigte Käufe in den Hauptkategorien in Luzern.

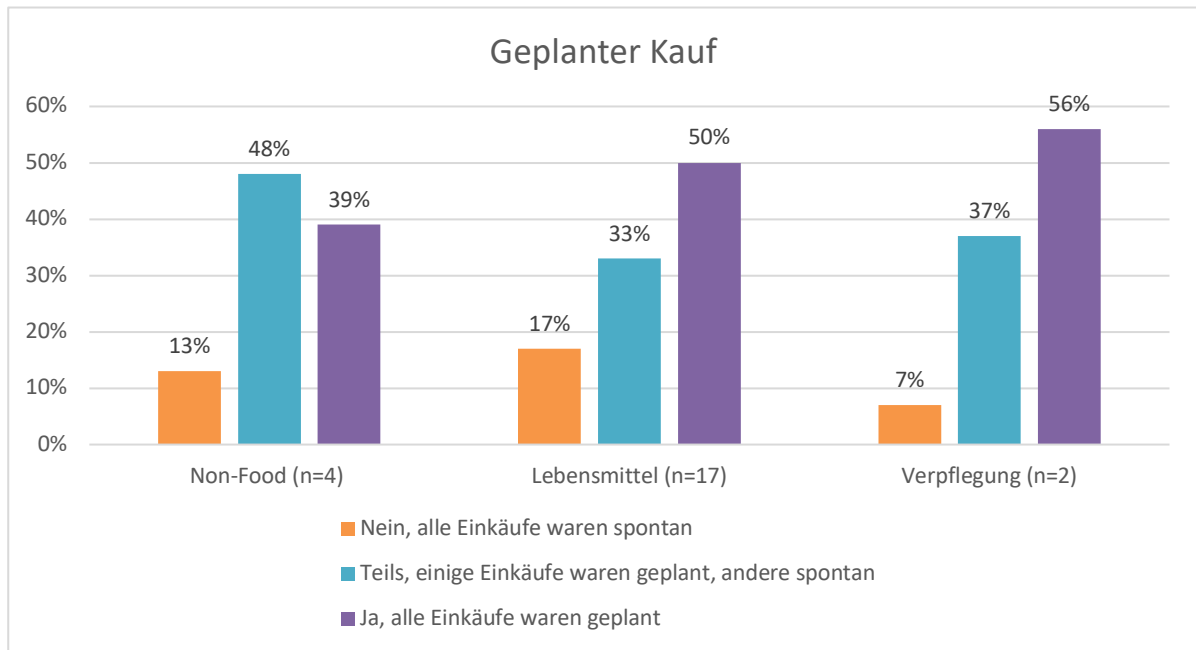


Fehlerspanne bei 95% Konfidenzintervall für Non-Food +/-18%; +/-13%; +/-17%), Lebensmittel (+/-6%; +/-6%; +/-2%) und Verpflegung (+/-12%; +/-11%; +/-6%)

In Uster haben in der Hauptkategorie Lebensmittel 74% mindestens in einem Laden etwas gekauft, 23% hat in mehreren Läden etwas gekauft und 3% kaufte nichts ein.

Bei der Frage, ob die Käufe geplant oder spontan getätigt wurden, zeigt sich, dass in Luzern die Einkäufe in allen Kategorien stärker geplant als spontan waren (Abbildung 26). Jeweils rund ein Drittel bis knapp die Hälfte gaben an, dass einige Einkäufe spontan und andere geplant waren. In Uster in der Hauptkategorie Lebensmittel waren 43% der Einkäufe geplant, 40% der Einkäufe waren teils geplant und teils spontan und lediglich 13% haben angegeben, dass alle ihre Käufe spontan waren.

Abbildung 26 Geplanter vs. spontaner Kauf nach Hauptkategorien in Luzern



Fehlerspanne bei 95% Konfidenzintervall für Non-Food (+/-32%; +/-48%; +/-38%), Lebensmittel (+/-16%; +/-21%; +/-22%) und Verpflegung (+/-35%; +/-67%; +/-68%)

6.3.3 Einkaufsmotive

Tabelle 2 zeigt die sechs hedonistischen Motive für die Hauptkategorien Lebensmittel und Non-Food. Sowohl bei den Lebensmitteln als auch bei Non-Food wurde mit dem höchsten Wert (Lebensmittel: $M=3.69$; $SD=1.112$; $n=115$); Non-Food: $M=3.95$; $SD=1.01$; $n=36$) angegeben, dass die in den Läden verbrachte Zeit im Vergleich zu anderen Dingen, die man am Bahnhof hätte tun können, angenehm war.

Die tiefsten Werte liegen bei den Lebensmitteln und Non-Food bei unterschiedlichen Motiven: Es genossen zu haben, in aufregende neue Produkte und Angebote einzutauchen, war bei den Lebensmitteln ($M=2.75$; $SD=1.36$; $n=116$) der tiefste Wert. Bei Non-Food wurde die willkommene Ablenkung mit ($M=3.37$; $SD=1.42$; $n=35$) am tiefsten bewertet.

Beim Motiv der Ablenkung gab es einen statistisch marginal signifikanten Unterschied zwischen den Hauptkategorien Lebensmittel und Non-Food ($t(98)=-1.949$, $p=063$).

Tabelle 2 Hedonistische Motive der Hauptkategorien Lebensmittel & Non-Food

Motiv	Kategorie	n	M	SD	SF	Sig.
Im Vergleich zu anderen Dingen, die ich hätte tun können, war die Zeit, die ich am Bahnhof in diesen Läden verbracht habe, <i>angenehm</i> .	Lebensmittel	115	3.69	1.11	0.10	.628
	Non-Food	36	3.95	1.01	0.17	
Der Besuch dieser Läden war wirklich eine <i>Freude</i> .	Lebensmittel	116	3.53	1.02	0.95	.391
	Non-Food	35	3.81	1.06	0.18	
Ich hatte eine gute Zeit, weil ich <i>spontan</i> etwas anschauen/kaufen konnte.	Lebensmittel	115	3.34	1.33	0.12	.838
	Non-Food	36	3.67	1.42	0.24	
Ich habe den Besuch dieser Läden <i>um seiner selbst willen genossen</i> , nicht nur wegen den angebotenen Produkten.	Lebensmittel	114	3.13	1.36	0.13	.853
	Non-Food	34	3.53	1.03	0.18	
Der Besuch dieser Läden war eine willkommene <i>Ablenkung</i> .	Lebensmittel	115	3.23	1.33	0.12	.063*
	Non-Food	35	3.37	1.42	0.24	
Ich habe es genossen, in aufregende neue Produkte und Angebote <i>inzutauchen</i> .	Lebensmittel	116	2.75	1.36	0.13	.372
	Non-Food	35	3.45	1.29	0.22	

Anmerkungen: M=Mittelwert; SD= Standardabweichung; SF=Standardfehler; Sig.=Signifikanz; *marginal signifikant.

Die hedonistischen Motive wurden erhoben auf einer Zustimmungsskala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz.

Tabelle 3 zeigt die fünf utilitaristischen Motive für die Hauptkategorien Lebensmittel und Non-Food.

Genau das erreicht zu haben, was man wolle, erzielt bei den Lebensmitteln den höchsten Wert ($M=4.52$, $SD=0.91$, $n=120$). Dass es praktisch war, beim Einkauf die wichtigsten Läden nah beieinander zu haben, wurde in der Non-Food Kategorie am höchsten bewertet ($M=4.35$, $SD=0.85$, $n=36$).

Die Praktikabilität der Ladennähe erzielte bei den Lebensmitteln den tiefsten Wert ($M=4.37$, $SD=0.79$, $n=117$). Im Non-Food Bereich war der Wert am tiefsten bei der Angabe, genau das gekauft haben zu können, was man brauchte ($M=3.56$, $SD=1.55$, $n=265$).

Bei den Motiven zur Erreichung des Ziels ($t(25)=-3.678$, $p=0.001$) und das Benötigte gekauft haben zu können ($t(24)=-2.598$, $p=0.016$), sind die Unterschiede zwischen den Hauptkategorien Lebensmittel und Non-Food statistisch signifikant.

Tabelle 3 Utilitaristische Motive der Hauptkategorien Lebensmittel & Non-Food

Motiv	Kategorie	n	M	SD	SF	Sig.
Bei meinem Besuch in diesen Läden habe ich genau das <i>erreicht</i> , was ich wollte.	Lebensmittel	120	4.52	.81	.074	.001**
	Non-Food	35	3.85	1.26	.212	
Ich konnte genau die Produkte kaufen, die ich <i>brauchte</i> .	Lebensmittel	120	4.45	.85	.078	.016**
	Non-Food	34	3.56	1.55	.265	
Ich finde, dass mein Einkauf am Bahnhof <i>erfolgreich</i> war.	Lebensmittel	119	4.47	.86	.079	.098
	Non-Food	31	3.85	1.36	.234	
Ich konnte meinen Einkauf <i>effizient</i> erledigen, weil ich sowie Zeit hatte bis zur Zug- oder Busabfahrt.	Lebensmittel	117	4.48	.93	.086	.102
	Non-Food	36	4.20	1.04	.188	
Weil am Bahnhof die wichtigsten Läden nah beieinander sind, war mein Einkauf <i>praktisch</i> .	Lebensmittel	117	4.37	.79	.073	.239
	Non-Food	36	4.35	.85	.142	

Anmerkungen: M=Mittelwert; SD= Standardabweichung; SF=Standardfehler; Sig.=Signifikanz; **signifikant.

Die utilitaristischen Motive wurden erhoben auf einer Zustimmungsskala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz.

Beim Vergleich der aggregierten Skalen der Motive in Tabelle 4, ist ersichtlich, dass die hedonistischen Motive in beiden Kategorien weniger stark ausgeprägt sind als die utilitaristischen Motive. Der Mittelwert der hedonistischen Motive ist bei den Lebensmitteln tiefer als im Non-Food, während bei den utilitaristischen Motiven in der Hauptkategorie Lebensmittel der Mittelwert höher ist.

Statistisch signifikant sind die Unterschiede zwischen Lebensmittel und Non-Food bei den utilitaristischen Motiven ($t(25)=-3.076, p=0.005$).

Tabelle 4 Zusammengefasste Motive Hauptkategorien Lebensmittel & Non-Food

Motiv	Kategorie	n	M	SD	Sig.
Hedonistische Motive	Lebensmittel	119	3.28	.99	.689
	Non-Food	36	3.63	0.93	
Utilitaristische Motive	Lebensmittel	120	4.46	.64	.005**
	Non-Food	36	3.95	1	

Anmerkungen: M=Mittelwert; SD= Standardabweichung; SF=Standardfehler; Sig.=Signifikanz; **signifikant.

Die utilitaristischen Motive wurden erhoben auf einer Zustimmungsskala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz, 6 = Weiss nicht. Hier sind die Skalen jeweils aggregiert aufgeführt.

6.3.4 Weitere Motive: Selbstbelohnung und sensorische Stimulation

Weitere Motive, welche in Zusammenhang mit den hedonistischen und utilitaristischen Motiven stehen können, sind die Selbstbelohnung und die sensorische Stimulation. Letztere beinhaltet die Aufmerksamkeit von interessanten oder attraktiven Auslagen in den Läden, die Ladenatmosphäre, eine geschmacksvolle Einrichtung sowie das Gefühl, dass der Laden den eigenen Wünschen und Bedürfnissen entspricht.

Selbstbelohnung

In der Hauptkategorie Non-Food sind marginal signifikante, positive Zusammenhänge zwischen der Selbstbelohnung und den hedonistischen Motiven des Eintauchens ($r=0.36$; $p=.034$), der Spontaneität ($r=0.405$; $p=.014$) und der Ablenkung ($r=0.386$; $p=.022$) zu finden. In der Hauptkategorie Lebensmittel finden sich für fast alle hedonistischen Motive (marginal) signifikante, positive Zusammenhänge (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5. Korrelationen zwischen Selbstbelohnung und hedonistische Motive (Hauptkategorie Lebensmittel)

Motiv	Hedonische Motivation	n	r	Sig.
Selbstbelohnung	Im Vergleich zu anderen Dingen, die ich hätte tun können, war die Zeit, die ich am Bahnhof in diesen Läden verbracht habe, <i>angenehm</i> .	115	0.197	0.035*
	Der Besuch dieser Läden war wirklich eine <i>Freude</i> .	116	0.255	0.006**
		115	0.233	0.012*
	Ich hatte eine gute Zeit, weil ich <i>spontan</i> etwas anschauen/kaufen konnte.	114	0.26	0.005**
	Ich habe den Besuch dieser Läden <i>um seiner selbst willen genossen</i> , nicht nur wegen den angebotenen Produkten.	116	0.285	0.002**
	Ich habe es genossen, in aufregende neue Produkte und Angebote <i>inzutauchen</i> .			

Anmerkungen: r=Korrelationskoeffizient; Sig.=Signifikanz; *marginal signifikant; **signifikant

Sowohl für die Hauptkategorie Non-Food, als auch für die Hauptkategorie Lebensmittel gibt es einen Zusammenhang mit nur einem utilitaristischen Motiv: Der Praktikabilität (Non-Food: $r=-0.36$; $p=.034$; Lebensmittel: $r=0.275$; $p=.003$).

Sensorische Stimulation

In der Hauptkategorie Non-Food ist ein signifikanter, positiver Zusammenhang zwischen der Sensorischen Stimulation und dem hedonistischen Motiv bezogen auf den Besuch zu finden ($r=0.443$; $p=.009$). In der Hauptkategorie Lebensmittel finden sich für alle hedonistische Motive (marginal) signifikante, positive Zusammenhänge (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6. Korrelationen zwischen Sensorische Stimulation und hedonische Motive (Hauptkategorie Lebensmittel)

Motiv	Hedonische Motivation	n	r	Sig.
Sensorische Stimulation	Im Vergleich zu anderen Dingen, die ich hätte tun können, war die Zeit, die ich am Bahnhof in diesen Läden verbracht habe, <i>angenehm</i> .	115	0.35	0.00**
	Der Besuch dieser Läden war wirklich eine <i>Freude</i> .	116	0.241	0.009**
		115	0.234	0.012*
	Ich hatte eine gute Zeit, weil ich <i>spontan</i> etwas anschauen/kaufen konnte.	114	0.272	0.003**
	Ich habe den Besuch dieser Läden <i>um seiner selbst willen genossen</i> , nicht nur wegen den angebotenen Produkten.	115	0.247	0.008**
	Der Besuch dieser Läden war eine willkommene <i>Ablenkung</i> .	116	0.344	0.00**
	Ich habe es genossen, in aufregende neue Produkte und Angebote <i>inzutauchen</i> .			

Auch für die sensorische Stimulation scheinen utilitaristische Motive keine grosse Rolle zu spielen, ausser wieder für die Praktikabilität, aber nur in der Hauptkategorie Lebensmittel ($r=0.371$; $p=.000$).

6.3.5 Zeitdruck

Bezüglich des Zeitdruckes, welches die Teilnehmenden bei ihrem Besuch der jeweiligen Bahnhöfe empfunden haben, gibt es für den Fall von Luzern negative Zusammenhänge im Bereich der utilitaristischen Motive in der Hauptkategorie Lebensmittel. Je höher der Zeitdruck, desto weniger stark sind das Motiv, das eigene Ziel in Bezug auf den Einkauf zu erreichen ($r=-0.267$; $p=.011$), das Motiv, die gebrauchten Produkte zu kaufen ($r=-0.363$; $p=.000$) und das Motiv, einen erfolgreichen Besuch der Läden gehabt zu haben ($r=0.36$; $p=.001$).

Im Allgemeinen ist der empfundene Zeitdruck an den beiden Bahnhöfen im mittleren Bereich (Luzern: $M=2.37$; $SD=1.37$; Uster: $M=2.62$; $SD=1.26$).

6.4 Wartebereiche & Parkings

In diesem Kapitel wird analysiert, welche Bereiche besonders häufig besucht werden und wie die wahrgenommene Qualität und Sicherheit dieser Bereiche aussieht.

6.4.1 Wartebereiche

Designierte Wartebereiche der SBB am Bahnhof Uster sind keine vorhanden (vgl. Kapitel 0), weshalb die Auswertungen der Wartebereiche sich jeweils auf den Standort Luzern beziehen.

Die Wartesäle bei den Gleisen wurden am häufigsten besucht (45%), gefolgt vom Treffpunkt mit 31% und den Wartesälen auf Stadtebene mit 14%. Die Planung des Besuchs eines Wartebereichs wurde von 48% der Befragten bejaht. Bei 41% passierte der Besuch spontan (Tabelle 7).

Tabelle 7 Wartebereiche in Luzern (n=29)

Merkmal	Ausprägung	Anzahl Aufenthalte	% der Gesamtstichprobe (n=234)
Wartebereich	Wartesaal (Stadtebene)	4	2%
	Wartesaal (Gleis)	13	6%
	Treffpunkt (UG)	9	4%
Merkmal	Ausprägung	Anzahl Aufenthalte	% von n=29
Besuch geplant	Ja, Besuch geplant	14	48%
	Nein, Besuch spontan	12	41%
	Weiss nicht	3	10%

Während die Wartebereiche in Bezug auf die attraktive Gestaltung einen Mittelwert von 3.21 ($SD=0.98$) aufweisen, werden sie in Bezug auf die Sauber- und Gepflegtheit etwas höher mit einem Mittelwert von 3.48 ($SD=0.89$) eingestuft. Das Sicherheitsempfinden tagsüber ist mit einem Mittelwert von 4.33 ($SD=0.87$) eindeutig höher bewertet als in der Nacht mit einem Sicherheitsempfinden von 3.00 ($SD=1.25$).

Tabelle 8 Qualität & Sicherheit der Wartebereiche in Luzern (n=29)

Merkmal	n	M	SF	SD
Attraktive Gestaltung	24	3.21	0.2	0.98
Sauber & gepflegt	27	3.48	0.17	0.89
Sicherheitsempfinden tagsüber	27	4.33	0.17	0.87
Sicherheitsempfinden in der Nacht	28	3.00	0.24	1.25

Anmerkungen. M=Mittelwert; SF=Standardfehler SD= Standardabweichung; Qualität & Sicherheit wurden erhoben auf einer Zustimmungsskala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz

6.4.2 Parkings

Die Besuche der unterschiedlichen Parkmöglichkeiten in Luzern fielen zu 73% auf das Parkhaus Bahnhofparking und zu 27% auf die Veloparkmöglichkeiten. In 91% war der Besuch geplant.

Tabelle 9 Parkings in Luzern (n=11)

Merkmal	Ausprägung	Anzahl Aufenthalte	% der Gesamtstichprobe (n=234)
Parking	Parkhaus Bahnhofparking	8	3%
	Velostation	2	1%
	Veloparkplatz Unterführung	1	0.4%
Merkmal	Ausprägung	Anzahl Aufenthalte	% von n=11
Besuch geplant	Ja, Besuch geplant	10	91%
	Nein, Besuch spontan	1	9%
	Weiss nicht	0	0%

Die Parkings in Luzern werden als sehr positiv in der Qualität und der wahrgenommenen Sicherheit bewertet.

Tabelle 10 Qualität & Sicherheit der Parkings in Luzern (n=11)

Merkmal	n	M	SF	SD
Attraktive Gestaltung	11	4.55	0.37	1.21
Sauber & gepflegt	11	4.64	0.24	0.81
Einfaches Finden der Einfahrt	11	4.82	0.12	0.41
Einfaches Finden eines Parkplatzes	11	4.45	0.31	1.04
Sicherheitsempfinden tagsüber	11	4.73	0.2	0.65
Sicherheitsempfinden in der Nacht	11	4.10	0.23	0.74

Anmerkungen. M=Mittelwert; SF=Standardfehler SD= Standardabweichung; Qualität & Sicherheit wurden erhoben auf einer Zustimmungsskala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz

Die Parkings in Uster wurden lediglich von fünf Teilnehmenden besucht und bewertet. Die Resultate werden daher hier nicht näher erläutert.

6.5 Zufriedenheit

Die Zufriedenheit mit dem Bahnhofsbesuch im Allgemeinen sowie auf die unterschiedlichen Orte (Läden, Wartebereiche, Parking) im Spezifischen fällt generell positiv aus. Am höchsten ist die Zufriedenheit in Bezug auf das Parking in Luzern, am tiefsten bei den Wartebereichen in Luzern. Es gibt keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Zufriedenheit zwischen Luzern und Uster.

Tabelle 11 Zufriedenheit

Zufriedenheit in Bezug auf...	Standort	n	M	SF	SD
Bahnhofbesuch	Luzern	226	4.34	-	0.72
	Uster	193	4.25	-	0.83
Läden	Luzern	103	4.34	0.07	0.77
	Uster	35	4.17	0.13	0.75
Verpflegung	Luzern	31	4.55	0.13	0.72
Wartebereiche	Luzern	28	4.00	0.1	0.54
Parking	Luzern	11	4.73	0.27	0.91
	Uster	5	4.2	0.2	0.45

Anmerkungen. M=Mittelwert; SF=Standardfehler; SD= Standardabweichung. Zufriedenheit wurde erhoben auf einer Skala von 1 = Gar nicht, 2 = Eher nicht, 3 = Teils-teils, 4 = Eher, 5 = Voll und Ganz.

6.6 Fazit

Planung von Besuch und Kauf

- Anteile geplanter und nicht geplanter Besuche unterscheiden sich deutlich zwischen den Hauptkategorien «Non-Food», Lebensmittel und Verpflegung, aber auch zwischen einzelner Unterkategorien im Bereich «Non-Food».
- Im «Non-Food»-Bereich erfolgt nach einem Besuch eines Geschäfts in rund 60% der Fälle ein Kauf, im Bereich Lebensmittel in über 97% der Fälle. Spontane Besuche führen in den meisten Fällen weniger zu einem Kauf als geplante Besuche.
- Dies legt nahe, dass und die Sichtbarkeit des Ladengeschäfts mögliche weitere Faktoren, die bei der Abschätzung der beobachteten Fussverkehrsaufkommen zu berücksichtigen sind.

Motive

- Die Relevanz verschiedener Motive für den Besuch von Ladengeschäften der Kategorien Lebensmittel, Verpflegung und «Non-Food» unterscheidet sich statistisch signifikant. Utilitaristische Motive sind für die Kategorien Lebensmittel und Verpflegung deutlich wichtiger als im Bereich «Non-Food».
- Die Selbstbelohnung steht in Zusammenhang mit den hedonistischen Motiven und begünstigt sie, vor allem in der Kategorie der Lebensmittel.
- Die sensorische Stimulation hat einen ähnlichen Einfluss auf die Motive wie die Selbstbelohnung. Auch hier sind positive Zusammenhänge nachweisbar zwischen der sensorischen

Stimulation und den hedonistischen Motiven in der Kategorie der Lebensmittel. Daher kann geschlussfolgert werden, dass die erlebte Attraktivität eines Ladengeschäftes das spezifische Personenverkehrsaufkommen beeinflusst.

Zeitdruck

- Der empfundene Zeitdruck an den Bahnhöfen Luzern und Uster ist vergleichbar und im mittleren Bereich. Dies, obwohl die meisten Besucher*innen nicht länger als 20 Minuten am Bahnhof sind (Luzern = 80%; Uster = 94%). Der Zeitdruck weist einen negativen Zusammenhang auf einige utilitaristische Motive in der Kategorie der Lebensmittel auf, hat aber keinen statistischen Einfluss auf die Art der Ladenbesuche (ob spontan oder geplant), daher ist dieser Faktor für die Modellierung nicht relevant.

Wartebereiche und Parkings

- Wartebereiche werden zu rund 50% spontan aufgesucht. Dies ist bei der Modellierung der Fussverkehrsmengen zu berücksichtigen.
- Bei den Wartebereichen gibt es deutliche Unterschiede der empfundenen Sicherheit nach Tageszeit. Am Tag ist die empfundene Sicherheit und damit die Nutzungsbereitschaft deutlich höher als in der Nacht.
- Die Parkings werden fast ausschliesslich geplant aufgesucht. Die wahrgenommene Qualität der Parkings ist sehr hoch und die empfundene Sicherheit ist deutlich höher als für die Wartebereiche.
- Aus den Resultaten leitet sich ein neuer Forschungsbedarf: Wichtig für die Definition der Aktivitätsorten sollte die Differenzierung der Wartezonen und Bushaltestellen berücksichtigt werden.

Zufriedenheit

- Die Besucher*innen sind mit beiden Bahnhöfen zufrieden bis sehr zufrieden, sowie auch mit ihren Läden und Angeboten.

7 Datenintegration

7.1 Ausgangslage, Ziele und Vorgehen

Die in diesem Projekt angewandte Methode zur Abschätzung streckenbezogener Fussverkehrsmengen basiert auf der Integration drei verschiedener Arten von Datensätzen:

- **Räumliche Entitäten:** Räumliche Daten zum Standort von Points of Interest (POI) und Gebäuden, welche (Fuss-)Verkehr erzeugen oder anziehen.
- **Verkehrserzeugung und -anziehung:** Daten, welche beschreiben, wie viele (Fuss-)Wege von einem POI oder Gebäude ausgehen oder angezogen werden.
- **Fussverkehrsmengen auf dem Wegnetz:** Durch manuelle oder automatische Zählung für bestimmte Streckenquerschnitte erhobene Fussverkehrsmengen. Diese Daten dienen als abhängige Variablen eines statistischen Modells, das eine Schätzung der erwarteten Fussverkehrsmengen für alle Strecken im Fusswegnetz ermöglicht..

Das Modell zur Abschätzung streckenbezogener Fussverkehrsmengen soll dabei folgende Eigenschaften erfüllen:

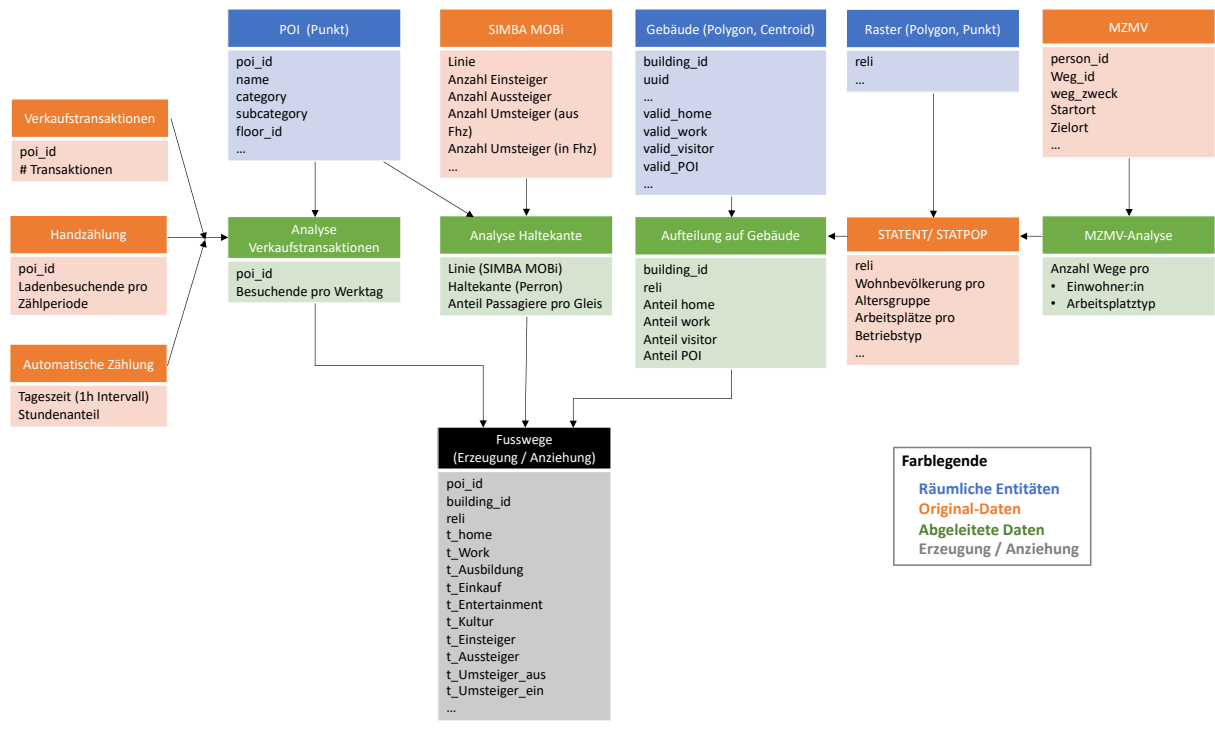
- Prognosefähiges *direct demand* Modell zur Beschreibung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen an einem typischen Werktag (DWV) in und um die Bahnhöfe Luzern und Uster.
- Eine Modellstruktur aufweisen, welche für diesen Verwendungszweck möglichst einfach aufgebaut und gleichzeitig auf verschiedene Bahnhöfe in der Schweiz übertragbar ist.
- Die Möglichkeit bieten, dass möglichst viele Informationen aus den verschiedenen Datenquellen für diesen Modellschritt integriert werden können.
- Auf einem Datenmodell basieren, das für Weiterentwicklungen die Möglichkeit bietet, Fussverkehrsmengen auch richtungs- und tageszeitabhängig und zu beschreiben.

Die zu diesem Zweck verwendeten Datenquellen sind in Tabelle 12 aufgeführt. Darauf basierend wurde ein Datenmodell entwickelt, das die oben aufgeführten Ziele erfüllt und aufgrund der verfügbaren Daten angelegt und attribuiert wird. Das verwendete Datenmodell unterscheidet dabei zwischen zwei Gebieten: innerhalb und ausserhalb des Bahnhofsperimeters und ist als Komponenten-Diagramm in Abbildung 27 dargestellt. In den folgenden Unterkapitel wird das Vorgehen der einzelnen Schritte bei der Datenintegration erläutert und kritisch beurteilt.

Tabelle 12 Übersicht der zu integrierenden Datenquellen

Datenbezug	Objekt / Kenngrösse	Innerhalb des Bahnhofs	Ausserhalb des Bahnhofs
Räumliche Entität	Fusswegnetz	Projektspezifisch erstelltes 2.5D Netz	Basierend auf OpenStreetMap
	Point of Interest (POI)	Position von Haltekante ÖPNV, Perronabschnitt, Ladengeschäft	Händisch ergänzte POI, die nicht an einem Gebäudegrundriss verortbar sind
	Gebäude	Gebäudegrundrisse aus Swiss TLM, attribuiert.	
	Räumliches Raster	BFS-Hektarraster (STATENT und STATPOP)	
Verkehrserzeugung und -anziehung	Besuchende von Ladengeschäften, anderen kundenorientierten Angeboten und Auszubildende (Beschäftigte im Bildungssektor)	Verkaufstransaktionen; eigene Schätzung	Anzahl Wege pro Arbeitsplatztyp basierend auf Auswertung Mikrozensus Verkehr und Mobilität 2021
	ÖV: Ein-, Aus- und Umsteiger	SIMBA Mobi	
	Wohnbevölkerung	Anzahl Fusswege pro Person basierend auf Auswertung Mikrozensus Verkehr und Mobilität 2021	
	Arbeitskräfte	Anzahl Fusswege pro Arbeitsplatz basierend auf Auswertung Mikrozensus Verkehr und Mobilität 2021	
Streckenbezogene Fussverkehrsmengen	Anzahl zu Fuss Gehende (DWV)	Automatische Zählstelle SBB, manuelle Zählung	Manuelle Zählung, historische Zählung, automatisch Zählstelle (falls vorhanden)

Abbildung 27 Komponenten-Diagramm der Datenintegration



7.2 Fussverkehrsaufkommen: Erzeugung und Anziehung

7.2.1 Ein-, Aus- und Umsteiger aus SIMBA MOBi

Aus SIMBA MOBi sind für alle in den Bahnhöfen Luzern und Uster und den im Umkreis von 1000 Metern gelegenen ÖV-Haltestellen pro aus- oder einsteigenden Passagier ein Datenpunkt mit folgenden Informationen ausgeschrieben:

- trip_id
- ID der Haltestelle beim Aussteigen
- from_mode
- from_line
- Koordinaten des Startortes des Weges
- ID der Haltestelle beim Einsteigen
- to_mode
- to_line
- Koordinaten des Zielorts des Weges

Für die Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen wird daraus abgeleitet, wie viele Passagiere pro Haltestelle in ein Fahrzeug ein- oder aussteigen. Dabei wird unterschieden, ob eine Person dabei von oder zu einer Aktivität geht oder zwischen zwei ÖV-Linien umsteigt. Da in SIMBA MOBi nur Haltestellen, aber keine Haltekanten oder Perrons abgebildet werden, diese Information aber für die Modellierung von Relevanz ist, bedarf es einer weiteren Aufteilung der Ein- und Aussteigendenzahlen.

Für die Modellierung der Fussverkehrsmengen wird aus den SIMBA MOBi Daten abgeleitet, wie viele Passagiere pro Haltestelle in ein Fahrzeug ein- oder aussteigen. Dabei wird unterschieden, ob eine

Person von oder zu einer Aktivität geht oder zwischen zwei ÖV-Linien umsteigt. In SIMBA MOBi werden lediglich Haltestellen, jedoch keine Haltekanten oder Perrons abgebildet. Die genaue Information über den Ein- oder Aussteigeort ist jedoch entscheidend für die Modellierung der Fussverkehrsmengen.. Daher ist eine zusätzliche räumliche Aufteilung der Ein- und Aussteigendenzahlen erforderlich.

Für Bahnangebote erfolgte diese Aufteilung aufgrund der für der Jahr 2023 veröffentlichten Ankunfts- und Abfahrtstabelle, wobei jeweils die Tage der manuellen Fussverkehrserhebung als Stichtage verwendet wurden. Dazu wurden den in SIMBA MOBi Daten verfügbaren Bahnlinien gemäss einer Übersetzungstabelle um die in den Ankunfts- und Abfahrtstabellen aufgeführte Identifikation einzelner Linien ergänzt (z.B. SBB_2020_009-D-11656 → S14). Bestimmte Linien nutzen im Tagesverlauf verschiedene Perrons. In solchen Fällen wurde die Anzahl der ein- und aussteigenden Passagiere pro Perron prozentual aufgeteilt. Diese Aufteilung basiert auf der Nutzungshäufigkeit der Perrons durch die jeweilige Linie sowie der für den gesamten Bahnhof beobachteten Stundenganglinie. Bezüglich der Verteilung der ein- und aussteigenden Passagiere wird vereinfacht angenommen, dass diese sich gleichmässig über die gesamte Perronlänge verteilen.

Für Bus-, Schiff- und weitere Angebote des öffentlichen Verkehrs wurden eine Liste zur Zuordnung der in SIMBA MOBi verwendeten Linien-ID mit den im Bahnplan gekennzeichneten Haltepunkte erstellt. Für Linien, die je nach Fahrtrichtung zwei unterschiedliche Haltekanten bedienen, wurde das Fahrgastaufkommen jeweils hälftig aufgeteilt.

Gemäss der in Abschnitt 7.1 dargelegten Ziele wurde zur Erfassung der Ein-, Aus- und Umsteiger ein für die Beschreibung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen als DWV möglichst einfaches Datenmodell erstellt. Eine Erweiterung, welche eine richtungs- und tageszeitabhängige Beschreibung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen zulässt und dabei auch unterschiedliche Zuglängen und Verteilung der Passagiere berücksichtigt, liesse sich ich aber folgendermassen umsetzen:

- Aufteilung der ein- und aussteigenden Passagiere auf einzelne Perrons aufgrund des zur jeweiligen Tageszeit tatsächlich bedienten Perrons. Dies würde ein Matching der SIMBA MOBi Daten und des Gleisbelegungsplans auf Ebene einzelner Linienfahrten bedingen, was einen Zusatzaufwand nach sich zöge.
- Aufteilung der pro Perron ein- und aussteigenden Passagiere aufgrund Informationen zur Zuglänge und Passagierverteilung im Zug.

7.2.2 POI und Gebäude innerhalb des Bahnhofs

Die Abschätzung des Fussverkehrsaufkommen je POI innerhalb des Bahnhofs erfolgte aufgrund von Angaben zu den im Mai pro Ladengeschäft verzeichneten Verkaufstransaktionen, eigenen Erhebungen zum Fussverkehrsaufkommen einzelner Ladengeschäfte und, falls erforderlich, weiteren Annahmen.

Die Summe der im Monat Mai verbuchten Verkaufstransaktionen liegen für alle Ladengeschäfte innerhalb des Bahnhofs vor. Der Anteil an einem typischen Dienstag verzeichneten Transaktionen wurde ermittelt, indem die Passagierfrequenzen aus den automatischen Fussverkehrszählstellen im Zeitraum von September 2022 bis August 2023 analysiert wurden. Dabei wurden ausschliesslich Zählzeiten zwischen 6 und 22 Uhr (den Ladenöffnungszeiten) berücksichtigt..

Je nach Art des Ladengeschäfts unterscheidet sich das Verhältnis der Anzahl der Ladenbesuchenden und der Anzahl der dort verzeichneten Verkaufstransaktionen. Die in Tabelle 13 aufgelisteten Faktoren, welche die Anzahl Besuchende pro Verkaufstransaktion nach Art des Ladengeschäfts beschreiben, basieren auf den Ergebnissen der Befragung zum Besuch- und Kaufverhalten (Kapitel 6) und manuellen Zählungen des Fussverkehrsaufkommen einzelner Ladengeschäfte und POI an den beiden Zähltagen.

Für 15 Points of Interest in Luzern und 16 in Uster liegen weder Verkaufstransaktionen noch Zählzeiten vor. Diese umfassen zum Beispiel Bankomaten, Polizeischalter, das SBB Reisezentrum, WC-Anlagen,

Mobility-Standorte, sowie VBL Kundenshalter in Luzern. Für diese wurde die Anzahl Besuchende aufgrund der in Tabelle 14 dargelegten Annahmen abgeschätzt.

Fussverkehrsaufkommen, das im Bahnhofsgelände von Wohn- und Geschäftsflächen ohne Kundenorientierung ausgeht (z.B. Wohnungen, Arbeitsplätze und Bildungseinrichtungen), werden auf die im Bahnhofsgelände vorhandenen Gebäudegrundrisse gemäss des im Unterkapitel 0 beschriebenen Vorgehens auf Basis der STATPOP und STATENT Daten ermittelt und verteilt.

Tabelle 13 Anzahl Besuchende je Verkaufstransaktion

Kategorie	Besuchende je Verkaufstransaktion	Begründung
accessoires	1.7	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 22
car_parking	1.5	Durchschn.Besetzungsgrad gemäss MZMV 2023
books_magazines	1.3	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 22
clothing_shoes	4.6	Vergleich manuelle Zählung und beobachtete Transaktionen für H&M in Luzern (6.8) und Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 22 (Bekleidung) unter Annahme einer Gruppengrösse von 1.2 (2)
convenience_store	1.1	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 21 (Lebensmittel) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.1
drinks	1.2	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 21 (Lebensmittel) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.2
electronics	1.2	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 22 (Elektronik) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.2
fastfood	1.2	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 23 (Verpflegung) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.2
health_wellness	1.8	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 22 (Gesundheit) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.2
medical	1.2	1 Transaktion pro Besuch mit Gruppengrösse von 1.2 (Apotheke)
kiosk	1.0	1 Transaktion pro Besuch mit Gruppengrösse von 1
medical_clinic	1.3	1 Transaktion pro Besuch mit Gruppengrösse von 1.3 (Arztpraxis)
restaurant	1.3	Gruppengrösse von 1.3
supermarket	1.1	Anteil Transaktionen pro Besuch gemäss Abbildung 21 (Lebensmittel) und Annahme einer Gruppengrösse pro Transaktion von 1.1

Tabelle 14 Abschätzung der Anzahl Besuchende für POI ohne Zähl- oder Verkaufstransaktionsdaten

Luzern		Uster	
POI	Besuchende	POI	Besuchende
SBB Reisezentrum	1000	Coop Parking	850
Tourist Information Luzern	350	SBB-Reisezentrum	250
Extrawurscht (Verpflegungsstand)	300	Sports Village	200
Sammelpunkt	250	Helvetia Versicherungen (Besuchende)	50
Scent of Bamboo (Verpflegungsstand)	200	Gynosense (Besuchende Arztpraxis)	50
Billetautomaten	200	M-Way (Fahrradhandel)	50
InfoPoint SchweizMobil	150	Augenarzt (Besuchende)	50
Permanence Bahnhof Luzern	120	Randstad (Besuchende Temporärstellenvermittlung)	50
Kaffeekranz	80	WC	30
My Post 24 Paketautomat	60	Kantonspolizei	30
Bankautomat	60	Pfister Treuhand	30
Verkehrsbetriebe VBL	50	Chibu Studio GmbH	20
Luzerner Polizei	40	Mobility Car Sharing	20
Salt (Telekommunikationsdienstleister)	25	Hairfactory (Besuchende Coiffeurgeschäft)	15
Mobility Car Sharing	20	Qnet Services (Besuchende Webdesign Agentur)	10

7.2.3 Wohnbevölkerung und Arbeitskräfte ausserhalb des Bahnhofs

Erzeugung und Anziehung von Fussetappen je Hektarraster

Die Anzahl $n_{i,k}$ der von einem Arbeitsplatz oder einer Person am Wohnort i erzeugten oder angezogenen Fussetappen des Wegzwecks k werden gemäss folgender Formel berechnet:

$$n_{i,k} = w_i \cdot a_{i,k} \cdot p_{F,k}$$

wobei die Erzeugungsraten w_i die Anzahl pro Arbeitsplatz oder Person am Wohnort generierten Wege, $a_{i,k}$ der Anteil des Wegzwecks k und $p_{F,k}$ der Fussverkehrsanteil der am Standort startenden oder endenden Etappen darstellt.

Die Erzeugungsraten auf Basis des Für die Berechnung wurden nur Daten von Wohn- und Arbeitsorten des Raumtyps «Agglomerationskerngemeinde (Kernstadt)» verwendet. Die in Abbildung 28 dargestellten und nach Raum- und Standorttyp differenzierten Erzeugungsraten basieren auf einer schweizweiten Analyse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV 2021) (Bundesamt für Statistik / Bundesamt für Raumentwicklung, 2023). In Kernstädten beginnen am Wohnort pro Person und Tag 1.56 Wege. Vom Arbeitsplatz beginnen pro erwerbstätige Person und Tag 1.29 Wege. Unter der Annahme einer neutralen Bilanz zwischen erzeugten und angezogenen Wege, wird für die hier dargestellte Anwendung davon ausgegangen, dass jeweils auch gleich viele Wege angezogen werden.

Abbildung 28 Anzahl Wege pro Person in verschiedenen Raumtypen

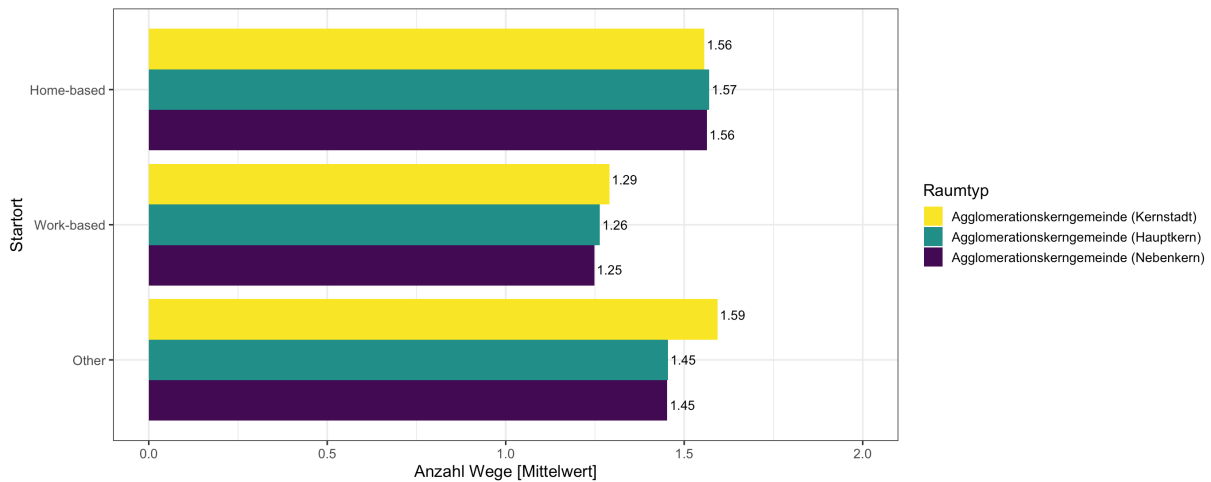


Tabelle 15 zeigt den Anteil der Etappen nach Wegzweck ($a_{i,k}$) und der Fussverkehrsanteil ($P_{F,k}$) aller Etappen mit Start in Kernstädten ab Wohnort. Mit einem Anteil von über 44% aller Etappen ist «Freizeit» der mit Abstand relevanteste Wegzweck. Der höchste Fussverkehrsanteil wird mit über 71% für den Wegzweck «Ausbildung, Schule» ausgewiesen.

Tabelle 15 Etappen mit Start Wohnort: Etappenanteile und Fussverkehrsanteile nach Wegzweck

Zweck	Anteil der Etappen $a_{i,k}$ [%]	Fussverkehrsanteil [%]
Freizeitaktivität	44.3	62.6
Einkaufen	18.5	57.4
Arbeiten	14.7	40.6
Ausbildung, Schule	9.7	71.7
Besorgungen und Inanspruchnahme von Dienstleistungen	6.7	54.5
Begleitweg (nur Kinder)	3.2	48.8
Begleitweg/Serviceweg (Andere, z.B. Behinderte)	0.9	21.8
Rückkehr nach Hause bzw. auswärtige Unterkunft	0.9	60.2
Anderes	0.5	45.7
Dienstfahrt	0.4	47.5
Geschäftliche Tätigkeit	0.2	23.7

Tabelle 16 zeigt den Anteil der Etappen nach Wegzweck ($a_{i,k}$) und der Fussverkehrsanteil ($P_{F,k}$) aller Etappen mit Start in Kernstädten ab Arbeitsorts. Mit einem Anteil von über 44% aller Etappen ist «Nach Hause» der mit Abstand relevanteste Wegzweck. Der höchste Fussverkehrsanteil wird mit über 62% für den Wegzweck «Einkaufen» ausgewiesen.

Tabelle 16 Etappen mit Start Arbeitsort: Etappenanteile und Fussverkehrsanteile nach Wegzweck

Zweck	Anteil der Etappen $a_{i,k}$ [%]	Fussverkehrsanteil [%]
Nach Hause	56.9	42.8
Einkaufen	19.7	62.5
Freizeitaktivität	15.3	58.1
Besorgungen und Inanspruchnahme von Dienstleistungen	3.8	50.2
Ausbildung, Schule	1	68
Begleitweg (nur Kinder)	0.9	23.8
Geschäftliche Tätigkeit	0.9	23.8
Anderes	0.4	66.1
Begleitweg/Serviceweg (Andere, z.B. Behinderte)	0.4	20.9
Dienstfahrt	0.4	19.4
weiss nicht	0.2	100
Rückkehr nach Hause bzw. auswärtige Unterkunft	0.1	10

Durch Multiplikation der Erzeugungsrate $n_{i,k}$ mit den pro Hektarrasterzelle ausgewiesenen Bevölkerungs- respektive Arbeitsplatzzahl ergibt sich pro Hektarrasterzelle die Anzahl der pro Person (Wohnort) respektive Arbeitsort ausgehenden sowie endenden Fusssetappen.

Die resultierende Anzahl Fusssetappen werden proportional zur Fläche der Gebäude auf alle Gebäude innerhalb des jeweiligen Hektarrasters verteilt. Dabei wurde für jedes Gebäude im Voraus festgestellt, ob dort Arbeits- und / oder Wohnorte vorhanden sind. Bahnhofsgebäude wurden von der Zuweisung ausgeschlossen, die das Fussverkehrsaufkommen hier aufgrund der Verkaufstransaktionen, Zählraten bei Geschäftseingängen respektive den Zahlen zu ein- und aussteigenden Passagieren ermittelt wird (siehe Kapitel 7.2.2).

7.2.4 Besuchende (weitere Wegzwecke)

Arbeitsplätze generieren neben den Fusssetappen der dort arbeitenden Personen auch Fusssetappen von Besuchenden. Um das von diesen Besuchenden generierte Fussverkehrsaufkommen B_i zu beschreiben, werden nach Arbeitsplatztyp differenzierte Aufkommensraten gemäss untenstehender Formel verwendet.

$$B_i = VZA_{i,k} \cdot w_k$$

Wobei $VZA_{i,k}$ die Anzahl Vollzeitäquivalente am Standort i des Arbeitsplatztyps k und w_k die Erzeugungsrate von Fussverkehrsetappen von Besuchenden des Arbeitsplatztyps k beschreibt.

Tabelle 17 weist die für verschiedene Arbeitsplatzkategorien verwendeten Erzeugungsraten aus, welche auf eigenen Abschätzungen der Anzahl pro Arbeitsplatz generierten Besuchenden basieren.

Tabelle 17 Anzahl Besuchende je Statentkategorie

Kategorie	STATENT Kategorie	Ka- Fussverkehrsetappen VZA pro Tag (w_k)	pro
Bildung (edu)	b0885vza		40
Gesundheit (health)	b0886vza		10
Einzelhandel (shop)	b0847vza		80
Friseurdienstleistungen (hair)	b0896vza		10
Sozialwesen (social)	b0888vza		10
Reisebüros (travel)	b0879vza		10
Copyshops (copy)	b0882vza		10
Hotels (hotel)	b0855vza		18
Gastronomie (gastro)	b0856vza		46
Vereine, Sport und Erholung (vereine)	b0893vza		20
Kinos und Unterhaltung (kino)	b0859vza		24
Bibliotheken, Archive, Museen (library)	b0891vza		24
Kirche und religiöse Vereinigungen (church)	b0894vza		10

Die Zuweisung der pro Hektarraster ermittelten erzeugten und angezogenen Fussverkehrsetappen erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie oben in Abschnitt 7.2.3 beschrieben.

7.2.5 Räumlich verortete Fussverkehrserzeugung und -anziehung in Luzern und Uster

In diesem Unterkapitel wird die Fussverkehrserzeugung und -anziehung pro POI im Bahnhofsgebiet respektive pro Gebäude im Stadtgebiet von Luzern und Uster kartographisch dargestellt. Aufgrund von jeweils einer Karte, welche das Bahnhofsgebiet und dessen unmittelbare Umgebung respektive das ganze Stadtzentrum zeigt, werden im Rahmen eines Fazits die Möglichkeiten und Grenzen des verwendeten Datenmodells und Berechnungsverfahrens zur Beschreibung der Fussverkehrserzeugung und -anziehung in und um Bahnhöfe sowie dessen Weiterentwicklungspotenzial beschrieben.

7.2.5.1 Luzern

Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigen wie die im gezeigten Kartenausschnitt (Abbildung 29) rund 140'000 pro Tag erwarteten und an POI sowie Gebäuden verorteten Fusswege räumlich und in Bezug auf verschiedene Wegzwecke verteilt sind.

Die Fussverkehrserzeugung und -anziehung ist stark durch ÖV-Ein- und Aussteigende geprägt, welche knapp 50% der modellierten Mengen ausmachen. Weitere knapp 30% entfallen auf Einkaufsaktivitäten, wobei hier der grösste Teil auf die innerhalb des Bahnhofs aufgrund der vorliegenden Verkaufstransaktionen entfallen. Etwas mehr als jeder zehnte Fussweg beginnt oder endet bei einer Ausbildungsaktivität. Somit gehen von Ausbildungs- gegenüber Arbeitsaktivitäten fast dreimal so viele Fusswege aus.

Rund 2% der Fussverkehrsmenge im betrachteten Gebiet ist der Kategorie Kultur zugeordnet, wobei ein grosser Teil beim KKL verortet ist. Unterschiede der von Kulturinstitutionen erzeugten Fussverkehrsmengen nach Wochentag (z.B. am Wochenende) werden nicht abgebildet, da das Modell darauf abzielt die Fussverkehrsmengen an einem durchschnittlichen Werktag abzubilden.

Im betrachteten Gebiet wohnen rund 1700 Personen. Die von der Wohnbevölkerung ausgehende Fussverkehrsmenge ist jedoch gegenüber den anderen Kategorien von untergeordneter Bedeutung.

Die geringen Ein- und Aussteigendenzahlen bei der Schiffanlegestelle ist auf die Methodik zur Berechnung der Verkehrsnachfrage von SIMBA MOBi zurückzuführen. Die Nachfrage für Verkehrsangebote des Freizeit- und Tourismusverkehrs, bei welchen der Weg Teil der Aktivität ist, werden methodenbedingt von SIMBA MOBi nicht berücksichtigt und deren Fahrgastzahlen daher deutlich unterschätzt. Im Kontext der in und um den Bahnhof Luzern insgesamt anfallenden Fussverkehrsmengen dürfte dies aber nur lokal zu relevanten Abweichungen zum tatsächlichen Aufkommen führen.

Östlich von der Schiffanlegestelle umfasst das TLM Gebäudegrundrisse für welche STATPOP und STATENT keine Strukturdaten umfassen. Östlich des Bahnhofs befinden sich Gebäude, wie zum Beispiel das Parkhaus, die bei der Verteilung der für diese Rasterzellen errechneten Fussverkehrsmengen nicht berücksichtigt werden sollen. In beiden Fällen werden daher diese als "Gebäude ohne Strukturdaten" identifiziert und werden somit bei der Modellierung nicht als Fussverkehrserzeuger berücksichtigt.

Abbildung 29 Modelliertes Fussverkehrsaufkommen je POI und Gebäude in und um den Bahnhof Luzern

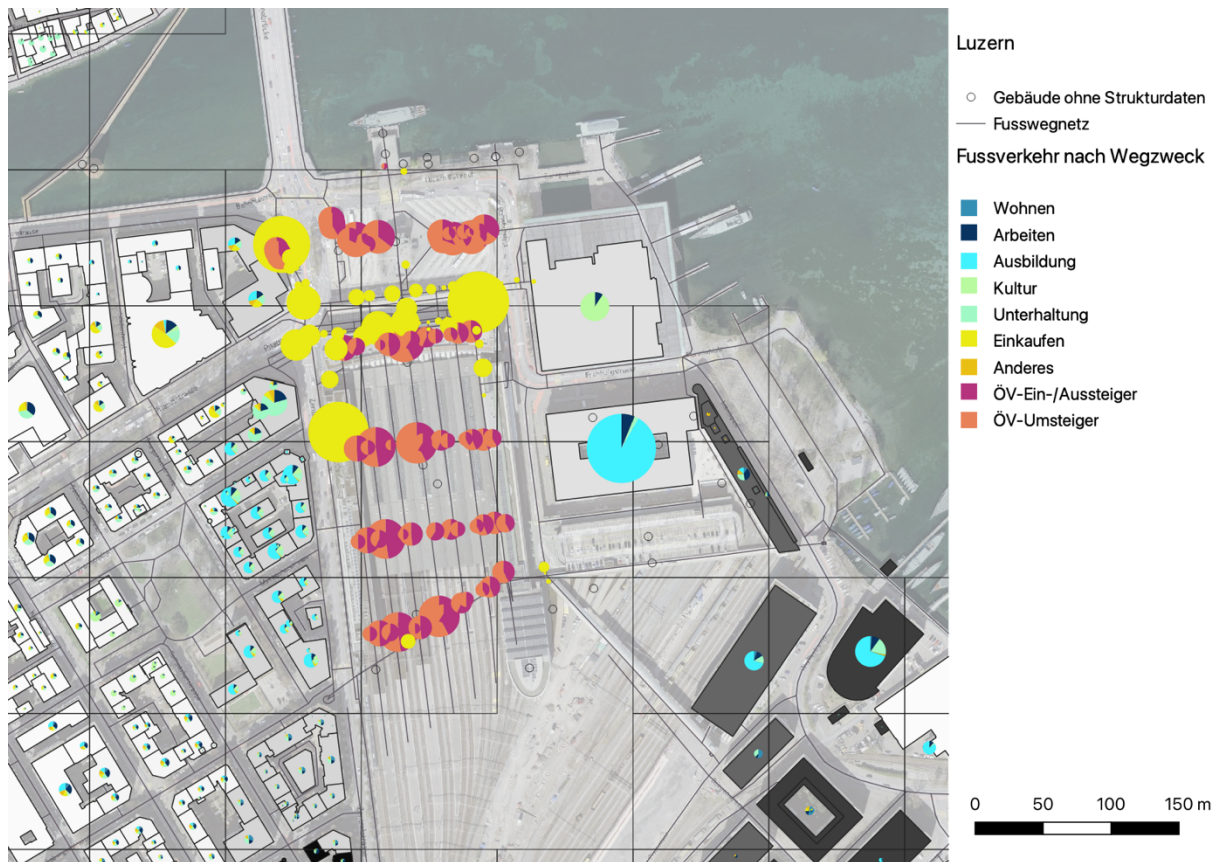
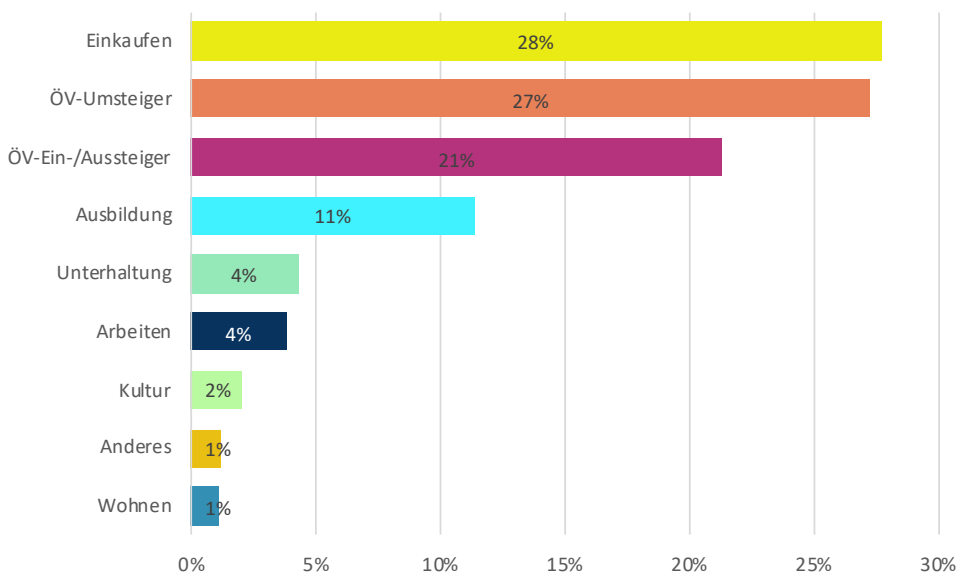
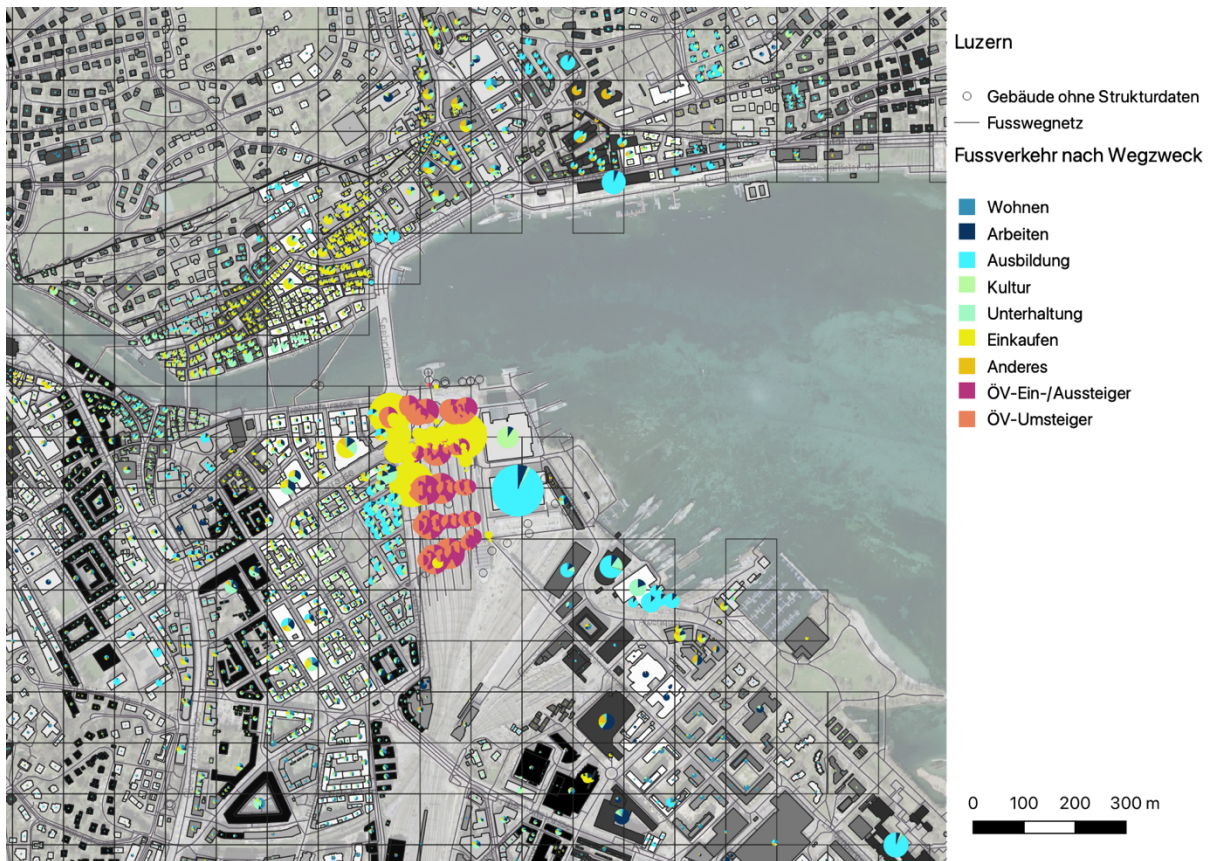


Abbildung 30 Anteile des modellierten Fussverkehrsaufkommens in und um den Bahnhof Luzern



Die in Abbildung 31 dargestellte räumliche Verteilung der modellierten Fussverkehrsmengen je POI und Gebäude im Zentrum der Stadt Luzern zeigt, dass mit der angewandten Methodik die in den unterschiedlichen Quartieren für Fusswege vorherrschenden Wegzwecke gut erkennbar sind. In der Altstadt ist entlang der Ladenstrassen das Einkaufen prägend, weiter südlich am Ufer der Reus Unterhaltung (u.a. Restaurantbesuche) und Kultur. Im gemischt genutzten Hirschmatt-Quartier direkt westlich des sind alle Wegzwecke von ungefähr gleicher Relevanz.

Abbildung 31 Modelliertes Fussverkehrsaufkommen je POI und Gebäude im Zentrum der Stadt Luzern



7.2.5.2 Uster

Abbildung 32 und Abbildung 33 zeigen wie die im gezeigten Kartenausschnitt die rund 37'000 modellierten und an POI sowie Gebäuden verorteten Fusswege räumlich und in Bezug auf verschiedene Wegzwecke verteilt sind.

In Uster wird der Fussverkehr in und unmittelbar um den Bahnhof (Kartenausschnitt der Abbildung 32) mit einem Anteil von 62% noch stärker von Ein- und Aussteigenden des öffentlichen Verkehrs geprägt als in Luzern. Auf Einkaufsaktivitäten sind rund 20% der Fusswege zurückzuführen, wobei auch hier der grösste Teil auf die Landgeschäfte innerhalb des Bahnhofs entfallen, die aufgrund der vorliegenden Verkaufstransaktionen modelliert sind. Das Einkaufszentrum «Illuster» fällt als zweiter Schwerpunkt von Einkaufsaktivitäten auf. Obschon dieses Einkaufszentrum über eine deutlich grössere Verkaufsfläche und einen mindestens gleich grossen Supermarkt wie der Coop beim Bahnhof verfügt, ergibt die angewandte Berechnungsmethodik eine geringe Anzahl dort endenden oder startenden Fussetappen. Dies zeigt die Problematik der für Gebiete innerhalb und ausserhalb des Bahnhofs unterschiedlichen Berechnungsmethodik auf.

Mit je rund 5% sind die Aktivitäten Wohnen, Arbeiten und Ausbildung in Bezug auf die daraus abgeleiteten Fussverkehrsmengen etwa von gleicher Relevanz.

Abbildung 32 Modelliertes Fussverkehrsaufkommen je POI und Gebäude in und um den Bahnhof Uster

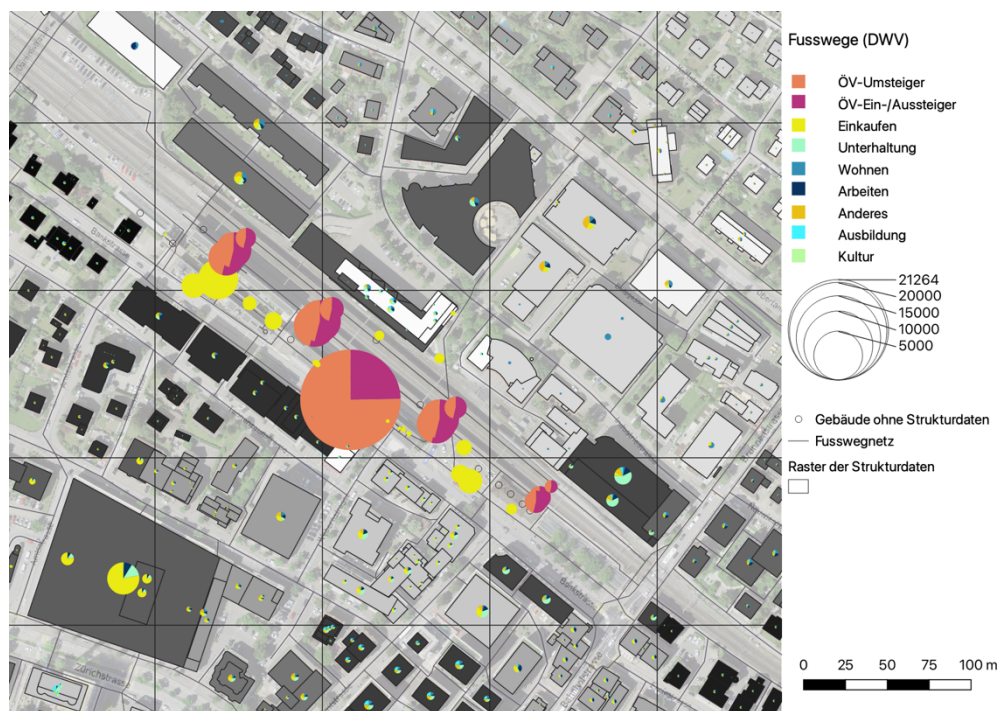


Abbildung 33 Modelliertes Fussverkehrsaufkommen je POI und Gebäude in und um den Bahnhof Uster

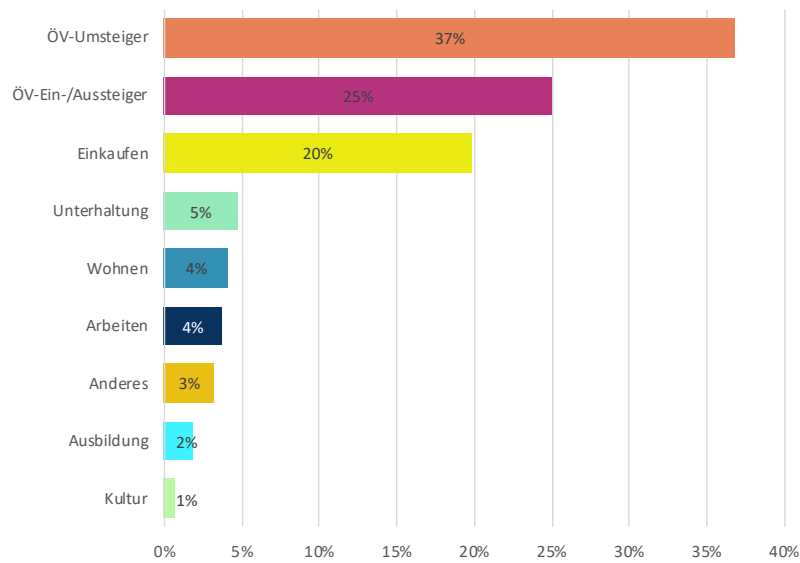
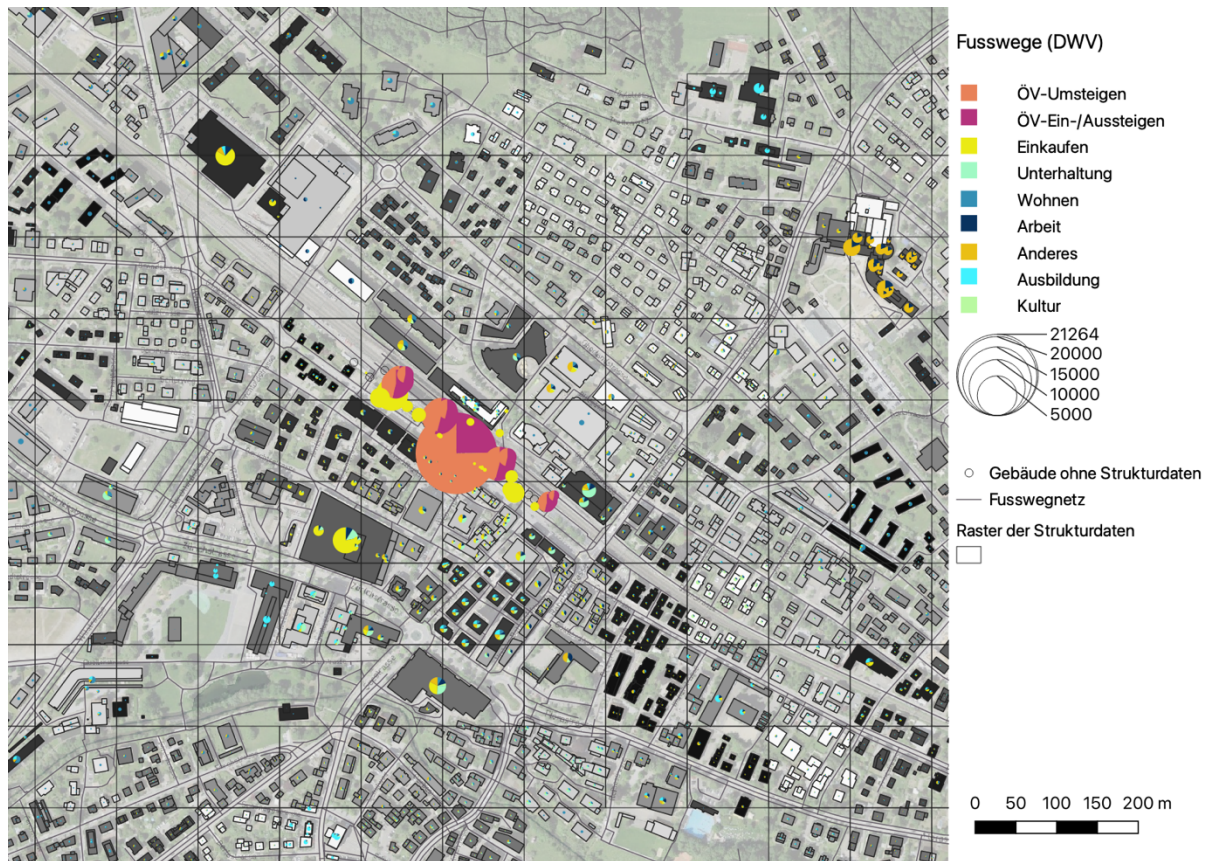


Abbildung 34 zeigt, dass mit der angewandten Methode weitere Schwerpunkte des Fussverkehrsaufkommen identifiziert werden. Der Nordwesten des Kartenausschnitts sichtbare Schwerpunkt ist auf den Migros Supermarkt und Sport X zurückzuführen. Die dort modellierte Fussverkehrsmenge umfasst knapp 40% der für das zentral gelegenen «Illuster» Einkaufszentrum erwartete Menge. Gemäss der angewandten Methodik wird für beide Einkaufszentren vom gleichen Fussverkehrsanteil aller dort startenden oder enden Wegen ausgegangen. In Realität dürfte der Fussverkehrsanteil beim «Illuster» aufgrund der zentralen Lage aber höher sein.

Im Nordosten ist das Spital Uster als weiterer Fussverkehrsschwerpunkt sichtbar. Ein wesentlicher Anteil des dort modellierten Fussverkehr entfällt auf die Kategorie «Anderes», welche auf Patienten und Besuchende von Arbeitsplätzen im Bereich «Gesundheit und Soziales» zurückzuführen sind.

Abbildung 34 Modelliertes Fussverkehrsaufkommen je POI und Gebäude im Zentrum der Stadt Uster



7.2.6 Fazit

Die ausserhalb der Bahnhöfe modellierten Fussverkehrsmengen basieren auf aus dem Mikrozensusverkehr abgeleiteten Verkehrsaufkommensraten und Strukturdaten. Die daraus resultierende, relative Verteilung der Wegzwecke und Fussverkehrsmengen erscheint für die Fallbeispiele als plausibel. Methodenbedingt werden dabei aber Unterschiede der Popularität einzelner Ladengeschäfte, z.B. aufgrund von Mikrolage und Sichtbarkeit der Gebäude sowie des Angebots (Supermarkt vs. Metzgerei) respektive Preisstruktur (McDonalds vs. Sternerestaurant) der Verkehrserzeuger bei der Modellierung nicht abgebildet und basieren, anders als innerhalb des Bahnhofsgebiets nicht auf beobachteten Transaktionsdaten. Ebenso wird für das ganze Gebiet der gleiche Fussverkehrs- und ÖV-Anteil angenommen. In Realität dürften sich diese Anteile aber je nach Mikrolage der einzelnen Gebäude unterscheiden.

Daher sind die ausserhalb des Bahnhofs absoluten Zahlen der modellierten Fussverkehrsmengen mit einer deutlich grösseren Unsicherheit verbunden als diejenigen für POI innerhalb des Bahnhofs. Um hier einen Schritt weiterzukommen, müssten in zukünftiger Forschung das Fussverkehrsaufkommen verschiedener Verkehrserzeuger erhoben und im Kontext der Mikrolage und des Angebots modelliert werden. Für der Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen in und um Bahnhöfe bietet es sich aber an, bei der Berechnung der Netzwerkindikatoren zu berücksichtigen, zu welchen Teilen das Fussverkehrspotenzial von Verkehrserzeugern ausserhalb oder innerhalb des Bahnhofs aus geht. So kann das statistische Modell zur Erklärung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen den methodischen Unterschieden bei der Beschreibung der Verkehrserzeuger Rechnung tragen.

Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Modellierung von Fussverkehrsmengen in und um Bahnhöfe. Daher wurden nur direkt beim Bahnhof gelegene ÖV-Haltestellen als Fussverkehrserzeuger berücksichtigt. Aufgrund der in SIMBA MOBi vorliegenden Daten, liesse sich die Methodik aber auch problemlos für alle Haltestellen ausweiten. Eine andere Möglichkeit böte die Verwendung von Zählraten zu Ein- und Aussteigenden je Haltestelle, welche bei ÖV-Betreibern in der Regel vorliegen.

7.3 Querschnittszählungen

Zur Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen werden als abhängige Variablen Daten von Querschnittszählungen benötigt. In diesem Projekt wird dabei auf Daten der im Auftrag der SBB innerhalb des Bahnhofsareals betriebenen, 3d-Video-basierten Dauerzählstellen und an je einem Zähltag im Mai 2023 in und um die Bahnhöfe Luzern und Uster manuell erhobenen Daten (siehe Kapitel 5.1) zurückgegriffen.

Für die Dauerzählstellen sind Daten in Stundenintervallen für den Zeitraum September 2022 bis August 2023, sowie Daten für die beiden Zähltag in Intervallen von 5 Minuten verfügbar. Die manuell erhobenen Zählraten sind jeweils nur für drei bis vier Intervalle von 12 Minuten verfügbar, welche zwischen 15:30 und 19:00h erhoben wurden.

Für die Modellierung wird als abhängige Variable das für den Tag der manuellen Zählung ermittelte Fussverkehrsvolumen je Zählstelle verwendet. Bei den automatischen Zählstellen entspricht die der Summe der über alle 5-Minuten Intervalle am jeweiligen Tag (25.4.23 in Uster, 30.4.23 in Luzern) erfassten Werte. Für die manuellen Zählstellen wurde aufgrund der verfügbaren Zählintervalle und der mittels der automatischen Zählstellen an diesem Tag beobachteten Tagesganglinie ein Tageswert hochgerechnet.

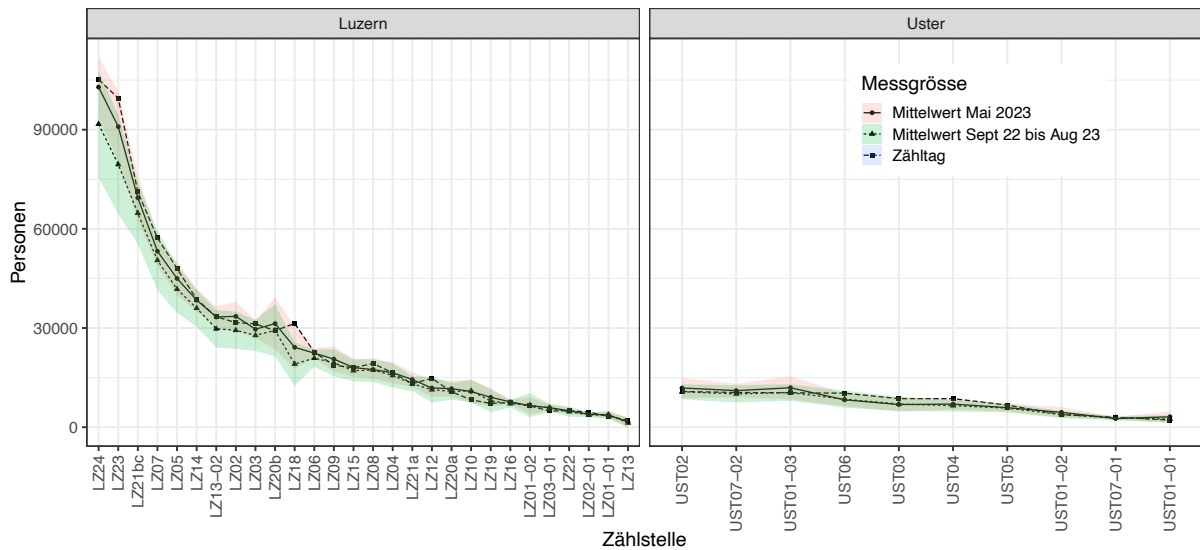
Mit dem Ziel, dass das Modell streckenbezogene Fussverkehrsmengen für einen im Jahr 2023 durchschnittlichen Werktag (DWV) beschreibt, wurde zusätzlich analysiert, inwiefern die mit den automatischen Zählstellen an den beiden Zähltagen ermittelten Werte von dem über das ganze Jahr ermittelten DWV abweichen. Darauf basierend werden Umrechnungsfaktoren abgeleitet, die es erlauben basierend auf den Modellergebnissen streckenbezogene Fussverkehrsmengen als DWV für die Periode September 2022 bis August 2023 anzugeben.

7.3.1 Automatische Zählstellen

Abbildung 35 zeigt die Mittelwerte und deren Standardabweichung der an den verschiedenen Zählstellen pro Tag (nur Mo-Fr, ohne Feiertage) im Mai 2023 (rot hinterlegt), respektive zwischen 1.9.2022 und 31.8.2023 (grün hinterlegt) ermittelten Fussverkehrsmengen. Ebenso sind die am Do., 25.4.23 in Uster und Di., 30.4.23 in Luzern aufgezeichneten Fussverkehrsmengen (naturgemäss ohne Standardabweichung) in der Datengrafik aufgeführt.

Für Luzern zeigt sich, dass im Mai überdurchschnittlich hohe Fussverkehrsmengen aufgezeichnet wurden, insbesondere bei Zählstellen mit hohem Fussverkehrsaufkommen. Über alle Zählstellen übersteigt das am Di., 30.5. ermittelte Fussverkehrsaufkommen den für den Monat Mai ermittelten Mittelwert um 2.0%. Im Vergleich zum über den ganzen Zeitraum von 1.9.2022 bis 31.8.2023 ermittelten Mittelwert liegt der Wert sogar 10.7 % höher. Dementsprechend muss bei der Anwendung des auf den Tageswert des 30. Mai kalibrierten statistischen Modells (Kapitel 8) eine Reduktion der damit ermittelten Fussverkehrsmengen um 10.7% eingerechnet werden.

Abbildung 35 Mittelwerte (Linien) und Standardabweichung (Farbbereiche) der automatisch aufgezählten Fussverkehrsmengen in Luzern und Uster



Die über die einzelnen Zählstellen in Uster ermittelten Fussverkehrsmengen unterscheiden sich weniger stark als in Luzern. Zudem weichen die für den Stichtag am 25.4.23 ermittelten Werte weniger stark vom für Mai 2023 ermittelten Mittelwert ab. Der Unterschied beträgt im Mittel nur 0.5%. Es zeigt sich aber auch hier ein deutlicher Unterschied zwischen den im Mai 2023 und im über 12 Monate ermittelten Durchschnittswerte. Der Mittelwert für Mai 2023 übersteigt den für das ganze Jahr ermittelten Wert um 8.7%.

7.3.2 Manuelle Zählung

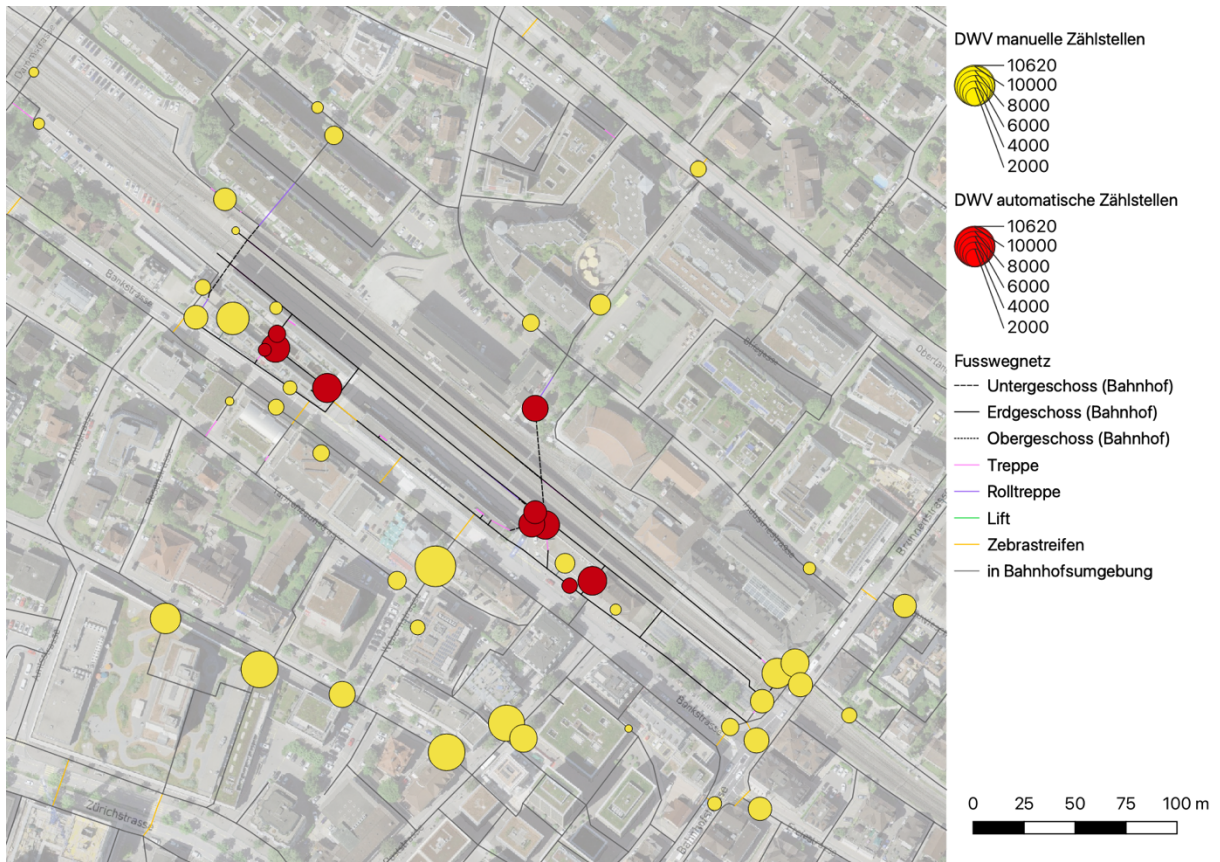
Um basierend auf den mittels manueller Zählung für Intervalle von 12 Minuten erhobenen Fussverkehrsmengen auf einen DWV-Wert hochzurechnen, wurde zunächst für den basierend auf den automatischen Zählzeiten eine Tagesganglinie der Zählzeiten in Uster und Luzern erstellt. Für jeden Zählintervall und Zählstelle wurde so eine Hochrechnung des dort zu erwartenden DWV ermittelt. Der für die weitere Modellierung verwendete DWV wurde dann als gewichtetes Mittel der so hochgerechneten Werte ermittelt, wobei die pro Zählintervall beobachtete Fussverkehrsmenge als Gewicht berücksichtigt wurde. Somit wird sichergestellt, dass ein Zählintervall mit höherer Fussverkehrsmenge bei der Ermittlung des DWV eine höhere Aussagekraft hat.

7.3.3 Fazit

In Abbildung 36 und Abbildung 37 sind die für den jeweiligen Stichtag und verschiedenen Zählstellen in um die Bahnhöfe Uster und Luzern ermittelten DWV-Werte kartiert.

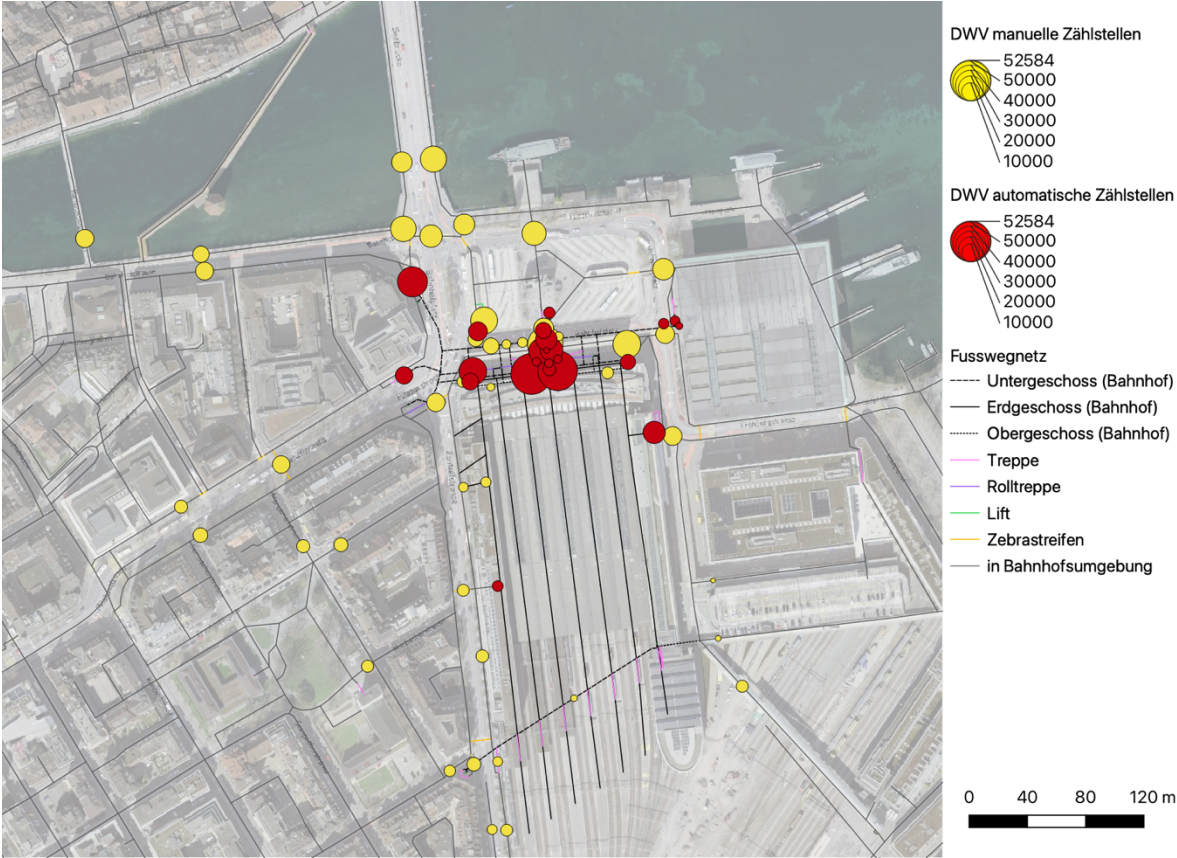
Für Uster ist ein direkter Vergleich der für die manuellen Zählstellen hochgerechneten DWV-Werte mit automatischen Zählstellen beim Eingang zur Gleisunterführung zwischen der alten Lokremise und dem M-Way-Ladenschäft nördlich der Gleise möglich. Der aufgrund der Summe der beiden dort gelegenen, manuellen Zählstellen hochgerechnete DWV-Wert entspricht der dortigen automatischen Zählstelle ermittelten Werten insgesamt sehr gut und übersteigt diesen um nur knapp 8%.

Abbildung 36 Karte der für den Stichtag vom 25.4.23 an den verschiedenen Zählstellen ermittelten strecken bezogenen Fussverkehrsmengen (als DWV) in und um den Bahnhof Uster



In Luzern ist ein direkter Vergleich der für die manuellen Zählstellen hochgerechneten DWV-Werte mit einer automatischen Zählstelle direkt beim zentralen Haupteingang des Bahnhofs möglich. Der aufgrund der manuellen Zählung hochgerechnete DWV-Wert entspricht der Summe mit den drei dort angebrachten automatischen Zählstellen ermittelten Werten insgesamt sehr gut und übersteigt diesen um nur knapp 7%.

Abbildung 37 Karte der für den Stichtag vom 30.4.23 an den verschiedenen Zählstellen ermittelten Fussverkehrsmengen (als DWV) in und um den Bahnhof Luzern



8 Modellierung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen

8.1 Ausgangslage und Ziele

Die in den vorherigen Kapiteln präsentierten Arbeiten werden in diesem Kapitel zusammengeführt. Die Fussverkehrszählungen werden als abhängige Variable genutzt, um ein statistisches Modell zu schätzen zur Beschreibung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen. Als unabhängige Variablen werden verschiedener *Betweenness*-Indikatoren verwendet. Ziel dieses Kapitels ist es, aufzuzeigen welche Distanzmetriken hilfreich sind, um Fussverkehrsmengen zu erklären und welche dieser Metriken die in Uster und Luzern erhobenen Fussverkehrszählungen am besten erklären. Dazu wird zunächst die verwendete Regressionsmethode näher erläutert und die berechneten Netzwerk-Kenngrößen beschrieben.

8.2 Methode und Vorgehen

8.2.1 Regression

In diesem Projekt werden die erhobenen und auf einen DWV hochgerechneten Fussverkehrsmengen als abhängige Variable eines linearen Regressionsmodells verwendet. Die folgende Formel beschreibt dieses Regressionsmodell:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \varepsilon$$

Die Variable Y (Fussverkehrsmenge pro Strecke) kann als Funktion der Parameter β und der unabhängigen Variablen X beschrieben werden. Der geschätzte Parameter β_0 stellt den Achsenabschnitt (Intercept) dar, während der geschätzte Parameter β_1 den Einfluss der Variablen X_1 auf die abhängige Variable widerspiegelt.

Eine häufig verwendete Methode ist die OLS-Regression, bei der Multikollinearität problematisch sein kann, wenn die unabhängigen Variablen stark korreliert sind. Netzwerkmasse weisen oft Korrelationen auf, beispielsweise zwischen verschiedenen Distanzbändern oder Nutzungsarten (z. B. Einzelhandel und Büros).

Ridge-Regression hilft Multikollinearität zu reduzieren. Die Methodik wird am besten erklärt, indem zuerst die Verlustfunktion der OLS und anschliessend die Verlustfunktion der Ridge-Regression dargestellt wird. Die Verlustfunktion der OLS wird unten gezeigt.

$$L_{OLS}(\hat{\beta}) = \sum_{i=1}^n (y_i - x_i^j \hat{\beta})^2 = \|y - X\hat{\beta}\|^2$$

Die Parameter β werden so geschätzt, dass der Unterschied zwischen der abhängigen Variable Y und dem Effekt von β multipliziert mit X minimiert wird: Die Summe der Quadrate der Residuen soll so klein wie möglich sein.

Ridge-Regression fügt der Verlustfunktion einen zusätzlichen Regularisierungsterm λ hinzu, um den Einfluss einzelner Parameter zu verringern.

$$L_{ridge}(\hat{\beta}) = \sum_{i=1}^n (y_i - x_i^j \hat{\beta})^2 + \sum_{j=1}^m \hat{\beta}_j^2 = \|y - X\hat{\beta}\|^2 + \lambda \|\hat{\beta}\|^2$$

Der Parameter λ , die Regularisierungsterm, beeinflusst die Schätzung: Ein kleiner λ -Wert entspricht OLS, ein grosser λ -Wert führt zu Parametern nahe null. Der Wert von λ wird mittels Kreuzvalidierung

und Holdout-Proben gewählt. Da nur eine begrenzte Anzahl von Beobachtungen vorhanden ist (etwa 50 pro Standort), ist es wichtig zu beachten, dass das Modell auf einer begrenzten Anzahl von Beobachtungen geschätzt wird. Wird beispielsweise die Partition des Modells in sechs Teile gewählt, gibt es 60 Beobachtungen in der Schätzprobe und zwölf Beobachtungen in der Evaluierungsprobe. Es könnte sein, dass diese zwölf Beobachtungen nicht repräsentativ für die gesamte Probe sind. Aus diesem Grund wird die Wahl von λ auf mehreren Iterationen basieren: Der Prozess der Partitionierung, Schätzung und Evaluierung wird mehrmals durchgeführt.

Wie bereits erwähnt, wird die Ridge-Regression angewendet, wenn Multikollinearität zwischen den unabhängigen Variablen vorliegt. Der Regularisierungsterm verändert die Verteilung der Koeffizienten, wodurch die üblichen Methoden zur Berechnung von Standardfehlern (die zur Ableitung von t-Werten verwendet werden) ungültig werden.

Die Schrumpfung und die Anpassung an die Multikollinearität in der Ridge-Regression bedeuten, dass:

- Die Koeffizientenschätzungen verzerrt sind.
- Die Standardfehler (und damit die t-Werte) im Kontext der penalisierten Regression nicht klar definiert sind. Daher werden keine Standardfehler angegeben.

8.2.2 Netzwerk-Kenngrößen

Verschiedene Netzwerkkenngrößen werden berechnet. Diese unterscheiden sich in der verwendeten Distanzmetrik für die Routenführung und den Gewichtungen für die Segmente. Es wird zwischen den folgenden Distanzmetriken unterschieden:

- **Strecke:** Die Länge eines Links wird als Distanzmetrik gezählt.
- **Winkel-Distanz:** Jede Winkeländerung wird als Distanz gezählt. Ein Winkel von 90 Grad wird beispielsweise mit 90 Metern gerechnet.
- **Kombination aus Winkel- und metrischer Distanz:** In diesem Fall werden die metrische und die Winkel-Distanz kombiniert und beide mit 50 Prozent gewichtet. Eine Route mit einer Winkeländerung von 90 Grad und 90 Metern metrischer Länge würde zum Beispiel mit 90 Metern in der Routenberechnung gewichtet, eine Route von 90 Metern metrischer Länge ohne Winkeländerung hingegen mit 45 Metern.
- **Zufällige Wahrnehmung der Distanz:** Die Linkkosten werden leicht variiert, um die Suche nach leicht unterschiedlichen Routen zu ermöglichen. Diese Methode geht davon aus, dass zu Fussgehende unterschiedliche Präferenzen haben und möglicherweise nicht über vollständiges Wissen des Netzwerks verfügen. Sie ist besonders hilfreich, wenn es mehrere ähnliche Alternativen zwischen einem Ursprungs- und einem Zielpunkt gibt.

Es wird auch zwischen den verschiedenen Gewichtungen unterschieden:

- **Länge eines Links:** Die Länge des Links wird als Repräsentation der Aktivitäten entlang eines Links angenommen: Dadurch wird implizit angenommen, dass entlang von längeren Streckenstücken mehr Wege generiert und angezogen werden.
- **Vorhandensein eines Links:** Jeder Link wird als 1 gezählt
- **Aggregierte Erzeugungsraten:** Die generierten Wege über alle Wegzwecke hinweg werden als Fussverkehrsaufkommen angenommen. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass weniger Netzwerkkenngrößen berechnet werden müssen. Der Nachteil ist, dass der relative Unterschied zwischen den Reisezwecken im Modell nicht aufgeschlüsselt werden kann.

- **Disaggregierte Erzeugungsraten:** Hier werden Erzeugungsraten für Wege von «ÖV-Nutzenden», «Besuchenden», «Arbeitenden» und der «Wohnbevölkerung» differenziert. Der Vorteil dieser Methode ist, dass Unterschiede zwischen den Wegzwecken im Modell aufgeschlüsselt werden können. Der Nachteil ist, dass zusätzliche Netzwerkkenngrossen berechnet und weitere Parameter geschätzt werden müssen.

Alle Netzwerk-Kenngrossen werden für verschiedene Distanzkategorien berechnet (bis 200 m, 200–400 m, 400–800 m, 800–1200 m). Das bedeutet, dass für jedes Streckenstück Netzwerk-Kenngrossen berechnet werden, welche als unterschiedliche unabhängige Variablen genutzt werden und beschreiben wie viele Wege der Distanzklassen bis zu 200 Metern, von 200 bis 400 Metern und von 400 bis 800 Metern über dieses Streckenstück führen. Die Annahme ist, dass um das Fussverkehrsaufkommen vorherzusagen längere Trips weniger wichtig, da seltener sind. Mit nach Distanzklassen differenzierten Netzwerkkenngrossen kann dieser Effekt im statistischen Modell dargestellt werden.

Zur Veranschaulichung der disaggregierten Generierungsraten zeigt Abbildung 38 wie in Uster die Gewichte «ÖV-Nutzende» (grün) und «Wohnbevölkerung» (rot) auf die einzelnen Streckenstücke verteilt sind. Dabei werden jeweils alle POI dem nächstgelegenen Streckenstück zugeordnet. Somit beschreibt das Gewicht die Anzahl der entlang eines Streckenstücks startenden und endenden Fussstapfen.

Eine ähnliche Visualisierung wird für Luzern in Abbildung 39 gezeigt. In diesem Fall werden die Gewichte «ÖV-Nutzende» und «Besuchende», welche auch Einkaufsaktivitäten umfassen, dargestellt. Im Fall von Luzern erweisen sich insbesondere die Busplattformen sowie die Gebäude der HSLU auf der Ostseite des Bahnhofs als relevante Anziehungspunkte bzw. Quellen für Fussverkehr.

Abbildung 38 Netzwerk-Kenngrossen Uster: Gewichte «ÖV-Nutzende» (grün) und «Wohnbevölkerung» (rot)

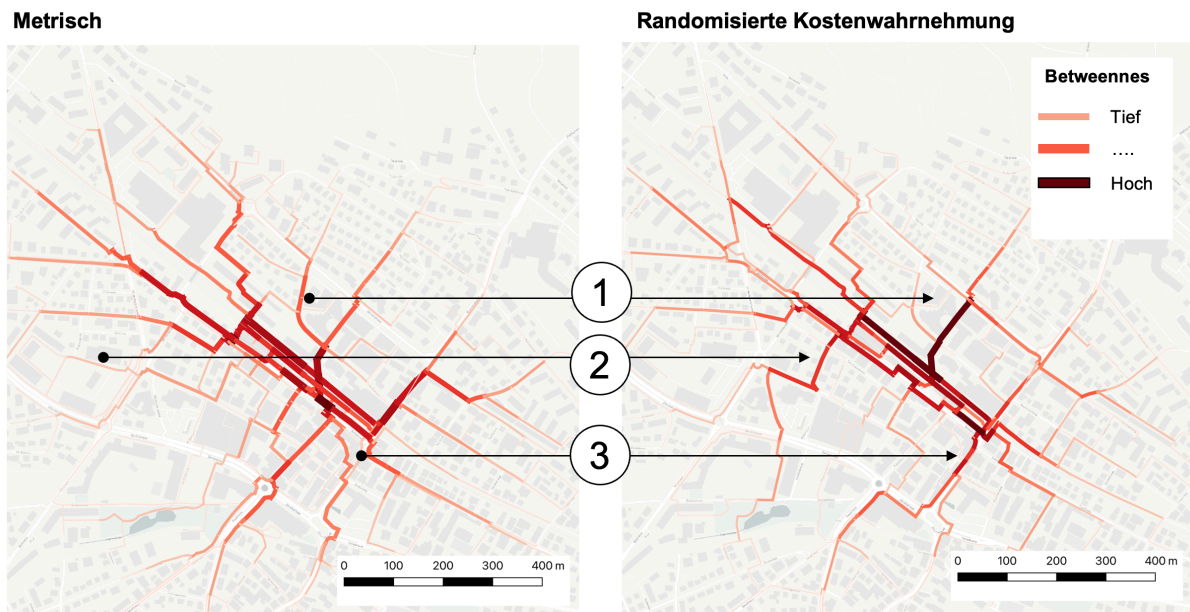


Abbildung 39 Netzwerk-Kenngrössen Luzern: Gewichte «ÖV-Nutzende» (grün) und Wege von «Besuchenden» (blau)



Um Unterschiede der verschiedenen Distanzmetriken aufzuzeigen, stellt Abbildung 40 die Netzwerk-kenngrössen «metrische Distanz» und «randomisierte, metrische Winkeldistanz» gegenüber. In beiden Fällen wird das gleiche Gewicht zur Beschreibung der Anziehungspunkte bzw. Quellen für Fussverkehr zu verwendet. Das bedeutet, dass die Unterschiede der Streckengewichte ausschliesslich auf die verschiedenen Distanzmetriken zurückzuführen sind. Die Berücksichtigung von Winkeländerungen und der randomisierten Kostenwahrnehmung (rechts) führt im Vergleich zur Verwendung der metrischen Distanz (links) dazu, dass eher geradeaus führende Routen, die man sich einfacher merken kann, stärker gewichtet werden. Dagegen minimieren die mit einer rein metrischen Distanz ermittelten Streckengewichte mögliche Umwege bei der Verbindung von Quellen und Zielen des Fussverkehrs.

Abbildung 40 Netzwerk-Kenngrößen Uster: Unterschiede bei der Verwendung von metrischen Distanzen und randomisierten Metrischen-Winkel-Distanz



8.3 Modellschätzungen

Für Uster und Luzern werden in einem ersten Schritt jeweils vier unterschiedliche spezifizierte Ridge-Regressionsmodelle geschätzt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Berechnung der *Betweenness*-Indikatoren darin welches Gewicht zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens verwendet wird.

Modell 1: Als einfachstes Modell wird für alle Streckenstücke das Gewicht 1 berücksichtigt.

Modell 2: Das Fussverkehrsaufkommen pro Strecke wird aufgrund der dort ein- oder aussteigenden ÖV-Passagiere sowie als Summe der Fusswege, die an den POI von der Wohnbevölkerung, den dortigen Arbeitsplätzen und den Besuchenden ausgehen, beschrieben. Auf eine Differenzierung der verschiedenen Arten von Verkehrsaufkommen an den POI wird verzichtet.

Modell 3: Es werden nur *Betweenness*-Indikatoren zwischen ein- oder aussteigenden ÖV-Passagieren und verschiedenen Arten von POI (Wohnbevölkerung, Arbeitsplätzen sowie Besuchenden) berücksichtigt. Es werden aber keine *Betweenness*-Indikatoren zwischen POI berücksichtigt.

Modell 4: Der vierte Modellansatz berücksichtigt alle *Betweenness*-Indikatoren und differenziert diese jeweils nach den verschiedenen Arten des Verkehrsaufkommens.

In allen vier Modellansätzen werden die *Betweenness*-Indikatoren jeweils für die Distanzklassen 0 – 200 Meter, 200 – 400 Meter sowie 400 – 800 Meter aufgrund der metrischen Distanz berechnet. Die Auswahl der in den verschiedenen Modellen berücksichtigten Variablen erfolgt automatisiert aufgrund deren Erklärkraft, wobei nur statistisch signifikante Variablen berücksichtigt werden.

In einem zweiten Schritt wird untersucht, ob durch eine Berücksichtigung anderer Distanzmetriken, die Modellgüte verbessert werden kann.

8.3.1 Luzern

Für den Anwendungsfall des Bahnhofs Luzern führten die vier Modellansätze zu folgenden Resultaten:

Modell 1: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.51. Die Streckendichte innerhalb und ausserhalb des Bahnhofs erweist sich als gute Proxy für streckenbezogene Fussverkehrsmengen, was darauf hinweist, dass die Dichte der Verbindungen zwischen den Knoten einen wichtigen Einfluss auf das Modell hat.

Modell 2: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.5. Die wichtigsten *Betweenness*-Indikatoren, die das Modell beeinflussen, basieren auf den ÖV-Umsteigevorgänge sowie POI innerhalb von 200 - 400 m und zwischen 400-800 m. Diese Variablen spielen eine wesentliche Rolle bei der Bestimmung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen in diesem Modell.

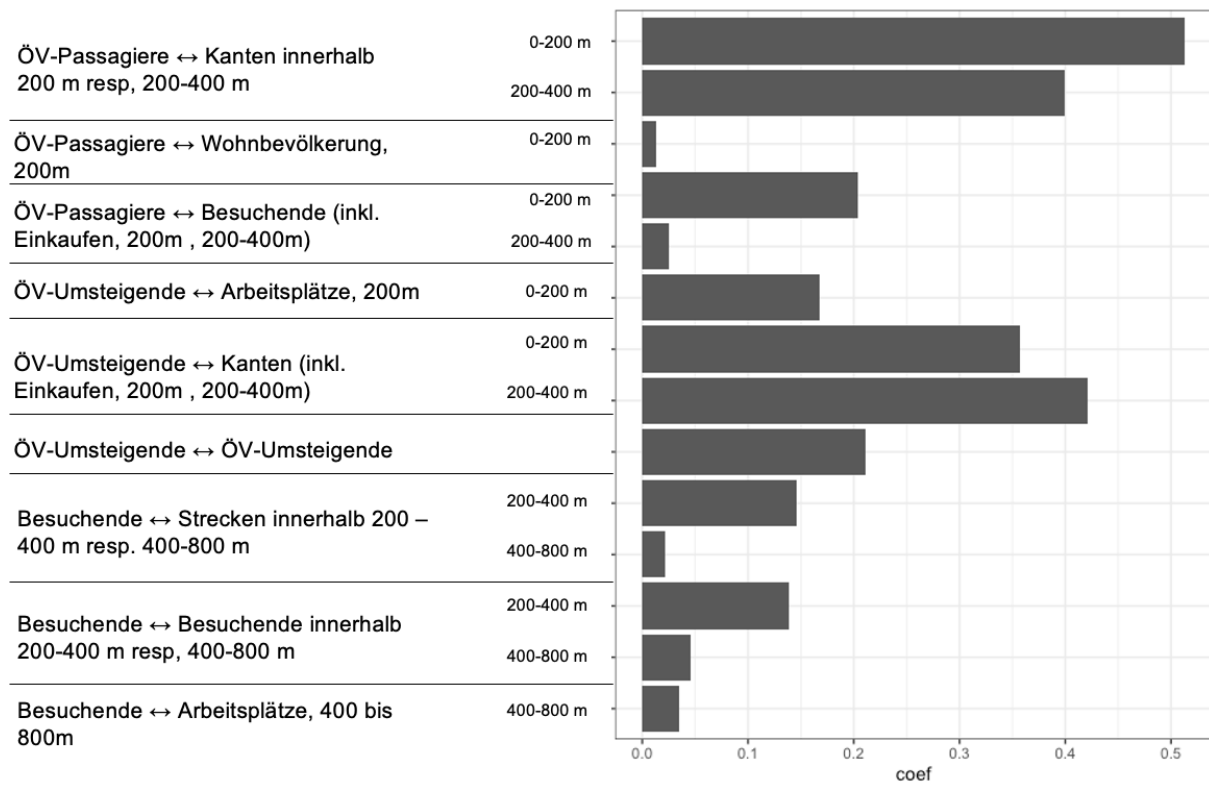
Modell 3: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.56. Wie bei Modell 2 sind die *Betweenness*-Indikatoren der ÖV-Umsteigevorgänge und die Wege innerhalb von 200 - 400 m sowie zwischen 400-800 m die wichtigsten Variablen.

Modell 4: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.6. Die umfassendere Berücksichtigung der *Betweenness*-Indikatoren führt zu einer höheren Modellgüte, was auf eine verbesserte Vorhersagegenauigkeit hinweist.

Die Verwendung einer rein metrischen Distanz führt zur besten Modellgüte. Bei Verwendung einer randomisierten Kombination aus Winkel- und metrischer Distanz sinkt die Modellgüte des Modells 4 auf einen Wert von 0.43. Diese geringere Modellgüte deutet darauf hin, dass die zufällige Variation der Winkel und die Kombination mit der metrischen Distanz weniger präzise ist, um die Fussverkehrsmengen im Netzwerk zu modellieren.

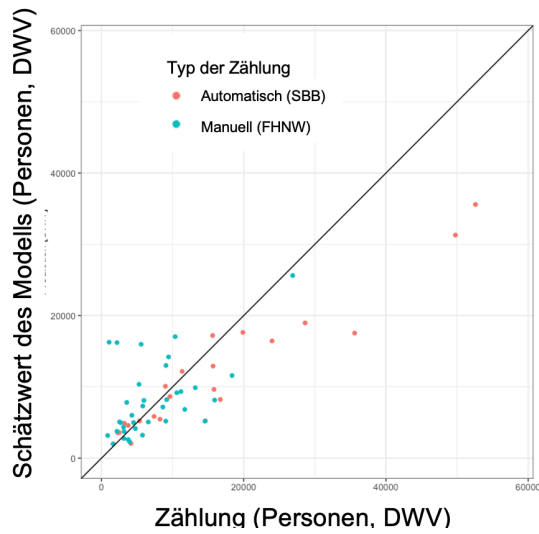
Die normalisierten Modellkoeffizienten des Modell 4 mit Berücksichtigung von metrischen Distanzen sind in Abbildung 41 dargestellt. Die wichtigsten Variablen zur Erklärung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen sind ÖV-Passagiere und die Streckendichte: Im Bahnhof gibt es viele Kanten ohne zugeordnete POI (Aktivitäten), aber eine hohe Fussverkehrsdichte (gekennzeichnet von «ÖV-Passagiere ↔ Strecken innerhalb 200 m resp, 200-400 m»). Die zweitwichtigsten Variablen zur Erklärung der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen sind das ÖV-Umsteigen und die Streckendichte («ÖV-Umsteige ↔ Strecken (0-200 m, 200-400 m)»). Weitere wichtige Variablen sind Geschäfte und Besucherströme innerhalb und um den Bahnhof herum («ÖV-Passagiere ↔ Besuchende 0 - 200m, 200-400m»).

Abbildung 41 Statistisches Modell Luzern: Normalisierte Modelparameter



Das Modell wird angewendet, indem die Koeffizienten mit den Netzwerkkenngrößen multipliziert werden. Dadurch können die Unterschiede zwischen gezählten und vorhergesagten Strömen evaluiert werden. Abbildung 42 zeigt einen Vergleich zwischen den Zählwerten und den mit dem Modell prognostizierten Schätzwerten. Das Gütemass R^2 von 0.6 beschreibt, dass 60% der beobachteten Varianz der Zählwerten durch das Modell beschrieben werden kann. Bei grossen Zählwerten, die von automatischen Zählstellen erfasst wurden, unterschätzt das Modell die beobachteten Fussverkehrsmengen. Im Bereich von weniger stark belasteten Strecken mit bis 12'000 zu Fussgehenden pro Tag stimmt das Modell recht gut mit beobachteten Zählungen überein, wobei aber für vier Zählstellen deutliche zu hohe Fussverkehrsmengen prognostiziert werden.

Abbildung 42 Modellanwendung Luzern: Vergleich Zählung und Schätzwert des Modells



Karten mit den durch das Modell prognostizierten Fussverkehrsmengen sowie vergleichenden Angaben zu Zählungen sind in Abbildung 43 für den Bereich innerhalb des Luzerner Bahnhofs und den Bereich rund um den Bahnhof in Abbildung 44 verfügbar.

Die Analyse der Abweichungen zwischen den Zählungen und den geschätzten Werten zeigt, dass weder innerhalb noch ausserhalb des Bahnhofs ein eindeutiges räumliches Muster erkennbar ist.

Abbildung 43 Vergleich Zählungen (SBB) und Modellvorhersage: Fokus auf Bahnhofsbereich

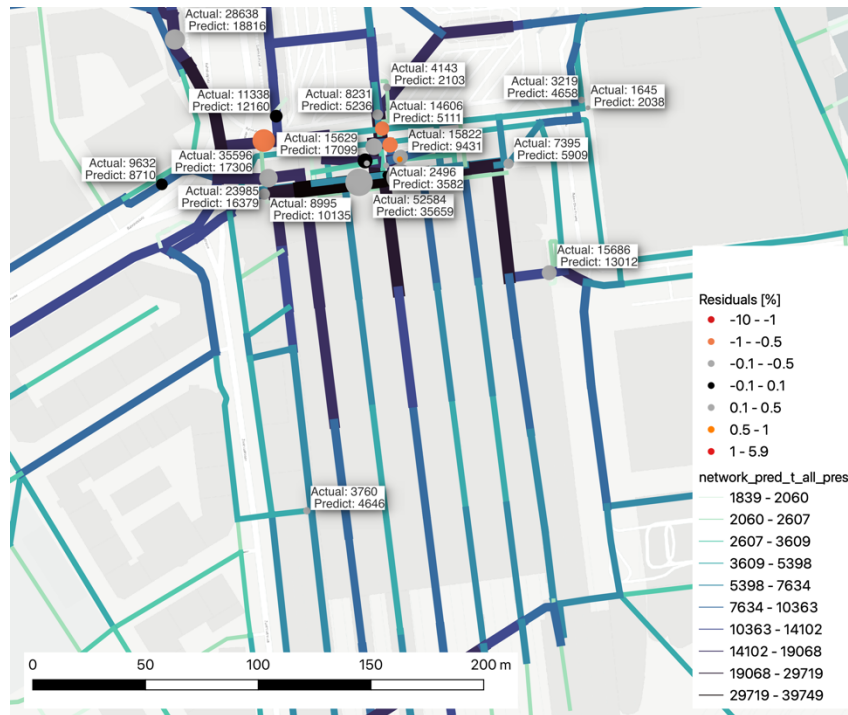
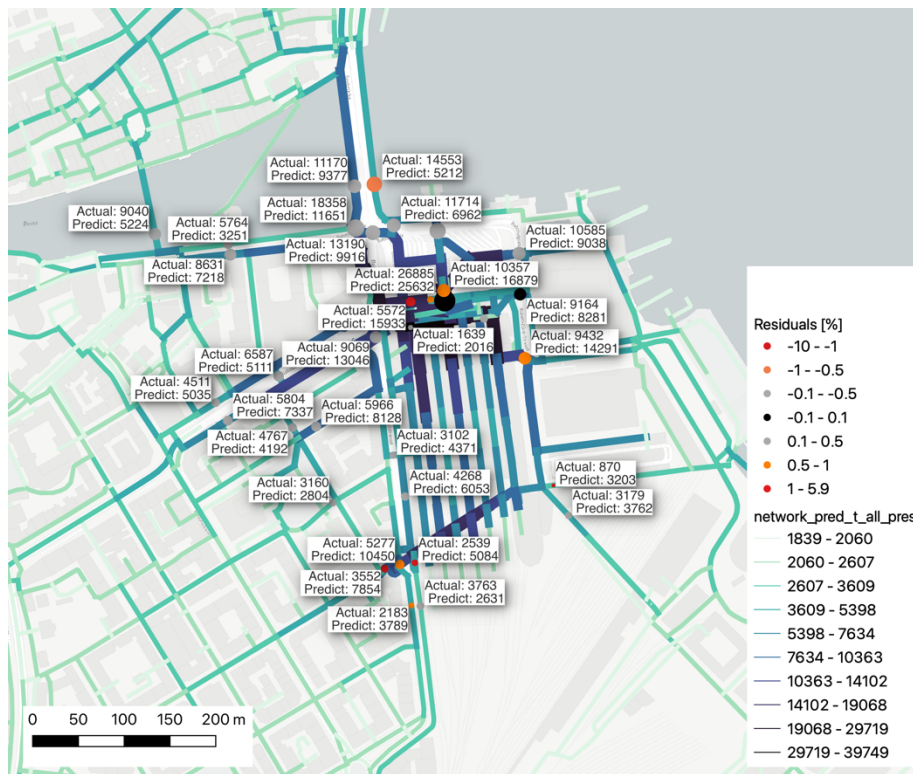


Abbildung 44 Vergleich Zählungen (manuelle Zahlstellen) und Modellvorhersage: Fokus auf Bahnhofsumfeld



8.3.2 Uster

Für den Anwendungsfall des Bahnhofs Uster führten die vier Modellansätze zu folgenden Resultaten:

Modell 1: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.28. Für den Anwendungsfall in Uster erweist sich die Streckendichte innerhalb und ausserhalb des Bahnhofs nicht als geeignet, um streckenbezogene Fussverkehrsmengen zu beschreiben. Diese dürfte auf die im Vergleich zu Luzern geringere Netzdichte und die unterschiedliche Charakteristik des Fussverkehrs zurückzuführen sein, wobei in Uster der Freizeit- und Tourismusverkehr weniger ausgeprägt sein dürfte.

Modell 2: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.39. Die wichtigsten *Betweenness*-Indikatoren, die das Modell beeinflussen, umfassen Wege zwischen POI sowie ÖV-Passagieren innerhalb 200m und 200 - 400 m sowie das Umsteigen im ÖV.

Modell 3: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.46. Wie bei Modell 2 sind die *Betweenness*-Indikatoren der ÖV-Umsteigevorgänge und die Wege innerhalb von 200 sowie 200 - 400 m die wichtigsten Variablen. Dabei haben die Variablen, welche die *Betweenness* zwischen ÖV-Passagieren und der Wohnbevölkerung sowie Arbeitsplätzen die grösste Erklärungskraft.

Modell 4: Die Modellgüte R^2 beträgt 0.43. Dies zeigt, dass die zusätzliche Berücksichtigung von *Betweenness*-Indikatoren zwischen POIs die Zählraten im Vergleich zu Modell 3 nicht besser erklären können. Im Vergleich zu Modell 2 führt die differenziertere Betrachtung der *Betweenness*-Indikatoren aber zu einer Modellverbesserung.

Im Vergleich zu Luzern zeigt sich, dass in Uster eine Kombination aus Winkel- und metrischer Distanz im Vergleich zur metrischen Distanz besser geeignet ist, um die Fussverkehrsmengen vorherzusagen.

Die normalisierten Modellkoeffizienten sind in Abbildung 45 dargestellt. Anders als Anwendungsfall Luzern sind in Uster Wohngebäude und Wohnungen die wichtigsten Treiber für den Fussverkehr. Die grösste Erklärungskraft haben dabei die Variablen, welche die *Betweenness* zwischen ÖV-Passagieren und der Wohnbevölkerung beschreiben. Dies zeigt sich darin, dass eine hohe *Betweenness* mit geringen Einzugsgebieten und im direkten Umfeld von grosszügig ausgebauten Wohngebieten eine entscheidende Rolle spielt. Der "Distance Decay"-Effekt, also die Abnahme der Streckenmengen mit zunehmendem Abstand zum Zentrum, ist hier deutlich sichtbar. Der zweitwichtigste Treiber der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen ist die *Betweenness* zwischen ÖV-Passagieren und Arbeitsplätzen. Auch hier wird der "Distance Decay"-Effekt sichtbar, wobei der Einfluss mit wachsendem Abstand von den Arbeitsplätzen abnimmt.

Abbildung 45 Statistisches Modell Uster: Normalisierte Modellparameter

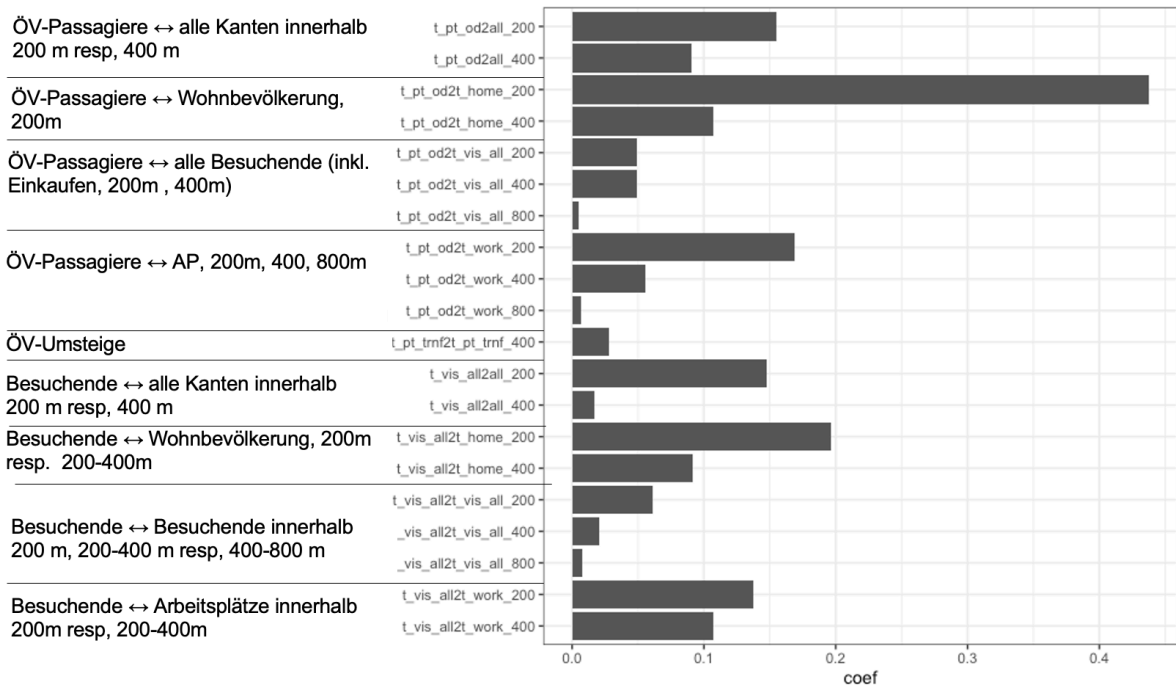
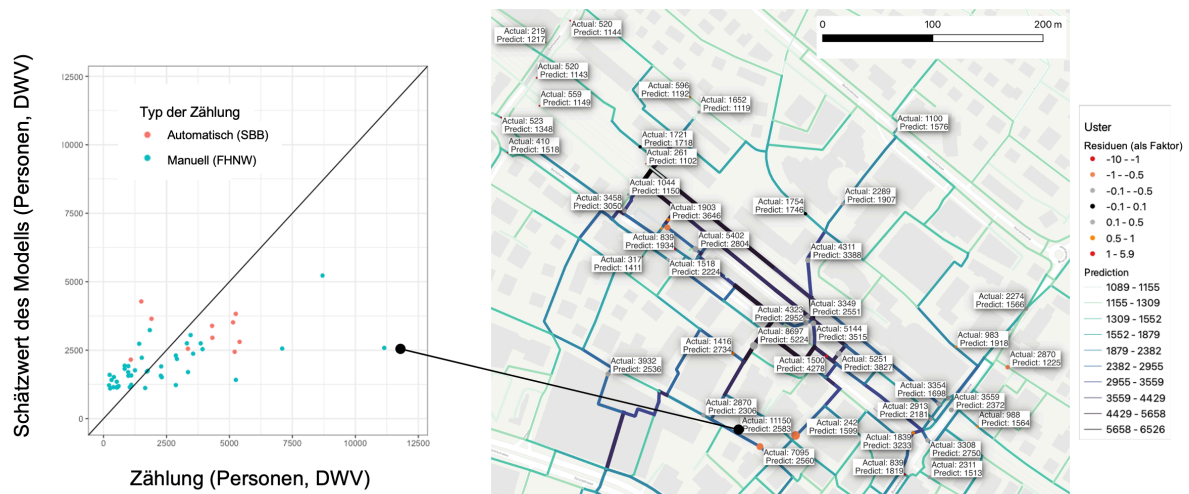


Abbildung 46 zeigt die Modellvorhersage für Uster. Insgesamt zeigt das Modell eine gute Übereinstimmung, wenn man die Zählungen mit den Vorhersagen vergleicht. Dennoch sind einige Ausreisser entlang der Bahnhofstrasse bei den manuellen Zählungen zu beobachten. Diese sollten im Rahmen der Fallstudie genauer untersucht werden.

Abbildung 46 Modellanwendung Uster



8.4 Fazit

Dieses Kapitel präsentierte verschiedene Modelle zur Vorhersage der streckenbezogenen Fussverkehrsmengen für die Bahnhöfe Luzern und Uster sowie deren umliegende Gebiete. Die Beschreibung der Fussverkehrsmengen erfolgte aufgrund von Daten automatisierter und manuelle Fussverkehrszählungen auf Ebene eines durchschnittlichen Werktags. Zur Erklärung dieser Fussverkehrsmengen wurden unterschiedliche Netzwerk-Kenngrößen generiert, verglichen und mit einem statistischen Modell hinsichtlich ihrer Erklärkraft überprüft.

Für sowohl Luzern als auch Uster zeigte sich, dass die Einbeziehung der Flächennutzung in die Netzwerk-Kenngrößen die Modellgüte verbesserte. Dies deutet darauf hin, dass Netzwerk-Kenngrößen, die ausschliesslich auf Indikatoren der Streckendichte basieren, Fussverkehrsmengen nicht ausreichend erklären können.

Zwischen den beiden Standorten erwiesen sich unterschiedliche Routing-Metriken als geeignet, um streckenbezogene Fussverkehrsmengen besser zu erklären. Im Fall von Luzern lieferte die metrische Distanz die besten Schätzungen. Dies ähnelt der Anwendung ähnlicher Modelle in zur Erklärung von Fussverkehrsstömen im Umfeld von U-Bahnstationen in Singapur: Einerseits bietet ein Bahnhof nur begrenzte Möglichkeiten für kurze Wege, sodass die Hinzufügung zusätzlicher Komplexität durch zufällige Routing-Massnahmen nicht notwendig ist. Andererseits sind Pendler*innen wahrscheinlich mit den kürzesten Routen vertraut und nutzen diese bevorzugt.

Um basierend auf Wohn- und Arbeitsplatzzahlen die Anzahl von angezogenen und generierten Fusswegen und -etappen abzuleiten, wurden in aus Verkehrstagebuchbefragungen und eigenen Überlegungen Umrechnungsfaktoren abgeleitet (Kapitel 7). Die Resultate zeigen, dass Modelle, die unterschiedliche Umrechnungsfaktoren für Wohnen, Arbeiten und Besuchszwecke (inkl. Einkaufen) berücksichtigen, zu besseren Ergebnisse führen als Modelle mit einheitlichen Werten für alle Zwecke.

Die auf Arbeitsplatztypen basierenden Wegerzeugungsraten für Besuchende (z. B. Auszubildende, Einkaufende etc.) wurden jedoch nicht empirisch ermittelt. Zudem wurde angenommen, dass sich diese Wegerzeugungsraten räumlich nicht unterscheiden. Es ist aber naheliegend, dass sich die Erzeugungsraten je nach Lage räumlich differenzieren. Zum Beispiel dürfte Supermarkts pro Mitarbeitende in direkter Bahnhofsnähe mehr Fusswege und -etappen anziehen als ein Supermarkt, der in einem Wohnquartier liegt. Entsprechend sollten bestimmte Erzeugungsraten aufgrund der lokalen Erreichbarkeit, der Distanz zum Bahnhof und dem dortigen Fussverkehrsaufkommen differenziert werden. Ein solcher

Ansatz kommt im Rahmen der im Kapitel 9 vorgestellten Anwendungsfallstudie zur Anwendung. Eine weitere Möglichkeit wäre die Einbeziehung eines Verkehrsmittelwahlmodells, welches diese Attribute bei der Beschreibung der Fussverkehrs-erzeugungsraten berücksichtigt.

Die Modellergebnisse zeigen, dass für die Erklärungskraft der *Betweenness*-Kenngrößen mit zunehmendem Distanzbereich abnimmt. Da die meisten Fusswege und -etappen kurz sind ist dies gut nachvollziehbar.

Ein detaillierter Vergleich der Modelle zeigte, dass unterschiedliche Faktoren die streckenbezogenen Fussverkehrsmengen für die beiden betrachteten Gebiete beeinflussen. In Luzern können die beobachteten Fussverkehrsmengen am besten durch *Betweenness*-Indikatoren beschrieben werden, welche zur Anzahl der ein- und aussteigende ÖV-Passagiere sowie der Streckendichte basieren. In Uster können die beobachteten Fussverkehrsmengen am besten über Indikatoren beschrieben werden, welche die von den Wohngebieten und Arbeitsplätzen im direkten Umfeld des Bahnhofs beschrieben werden. Diese Erkenntnis ist aufgrund der unterschiedlichen verkehrlichen Funktionen und Siedlungscharakteristiken im Umfeld der untersuchten Bahnhöfe gut nachvollziehbar. Gleichzeitig deutet sie darauf hin, dass Modelle zur Beschreibung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen nicht ohne Weiteres auf Bahnhöfe mit unterschiedlichen verkehrlichen Funktionen und Siedlungscharakteristiken übertragbar sind. Inwiefern eine Anwendung dieser Modelle auf vergleichbare Bahnhöfe sinnvoll ist, bleibt eine offene Frage, die in zukünftigen Forschungen untersucht werden sollte.

9 Fallstudie Uster

9.1 Ausgangslage, Ziele & Vorgehen

Aus der in Kapitel 8.4 dargelegten Analyse der Modellresultate geht hervor, dass insbesondere im Bereich von Besuchenden und Kunden eine räumlich differenzierte Abschätzung des Fussverkehrsaufkommens eine verbesserte Datengrundlage für die Modellschätzung bietet.

Für bestimmte Planungsfragen ist eine netzweite Abschätzung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen im Ist-Zustand hilfreich. Zum Beispiel, um das Potenzial einzelner Immobilien für die Einrichtung publikumsorientierter Erdgeschossnutzungen zu quantifizieren oder Prioritäten bei der Instandsetzung und zusätzlichen Ausstattung der Fussverkehrsinfrastruktur festzulegen.

Der Ansatz bietet zusätzlich das Potenzial, die Auswirkungen zukünftiger städtebaulicher und verkehrlicher Entwicklungen auf den Fussverkehr abzuschätzen und als Werkzeug in einem iterativen Planungsprozess eingesetzt zu werden.

In diesem Kapitel wird eine Fallstudie für den Anwendungsfall in Uster vorgestellt, welche in diesem Kontext folgende Ziele verfolgt:

- Weiterentwicklung der Grundlagedaten zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens und des statistischen Modells zur Abschätzung von Fussverkehrsmengen.
- Anwendung des Modells zur Prognose der Auswirkungen städtebaulicher Entwicklungen und Verbesserungen der Fussverkehrsinfrastruktur auf die streckenbezogenen Fussverkehrsmengen in und um den Bahnhof Uster.
- Diskussion darüber, wie das Modell im Rahmen von städtebaulichen Gestaltungsplänen effektiv eingesetzt werden kann.

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wird analysiert, welche Potenziale und Herausforderungen das Modell für die Beantwortung praxisrelevanter Fragestellungen bietet. Darauf basierend werden Möglichkeiten aufgezeigt, um den Nutzen und die Anwendbarkeit des Modells zu verbessern sowie Bereiche identifiziert, in denen grundlegende Weiterentwicklungen notwendig sind.

9.2 Weiterentwicklung der Grundlagedaten

9.2.1 Quell- und Zielaufkommen

9.2.1.1 Fussverkehrsaufkommen von Einkaufsgeschäften

Um die Annahme von räumlich homogenen Erzeugungsraten pro Arbeitsplatz zur Abschätzung des Fussverkehrsaufkommens im Bereich Einkaufen zu überprüfen, wurden an folgenden zwei Einkaufsgeschäften das jeweilige Quell-/Zielaufkommen am 8. März 2024 neu erhoben:

- Einkaufszentrum «Illuster»
- Migros Uster West

An beiden Standorten wurde das Quellverkehrsaufkommen während einer halben Stunde erfasst und aufgrund der in GoogleMaps verfügbaren Angaben zu den relativen Besuchsfrequenzen auf einen ganzen Tag hochgerechnet.

Die dafür relevanten Kenngrössen sind in Tabelle 18 dargestellt. Auf Basis der eigenen Zählungen wurde die gezählten Fusswege pro Stunde (Nr. 4) hochgerechnet auf Fusswege pro Tag (Nr. 5). Diese Berechnung wurde mit den auf Google Maps für einen Freitag verfügbaren Ganglinien der Einkaufszentren vorgenommen und bilden die.

Um den Unterschied zwischen den Entwicklungen aufzuzeigen, wurde die Verkaufsfläche anhand des Gebäudegrundrisses berechnet (Nr. 1). Die Beschäftigtenzahlen wurden aus Statent abgeleitet (Nr. 2). Daraus ergibt sich die Fläche pro Vollzeitäquivalent (VZÄ, Nr. 3) sowie die Anzahl der Fusswege pro VZÄ (Nr. 6).

Zwischen den beiden Entwicklungen besteht ein grosser Unterschied in der Anzahl der pro VZÄ generierten Fusswege. Für das Illuster beträgt diese Zahl 89 Wege pro Tag und VZÄ, während sie für die Migros Uster West 25 Wege pro Tag und VZÄ beträgt. Die Gesamtanzahl der Wege wurde durch Schätzung bzw. Erhebung des Modalsplits berechnet. Für das Illuster wird der Modalsplit auf 60 % geschätzt. Für die Migros Uster West wurde der Modalsplit erfasst und auf 33 % geschätzt (Nr. 7).

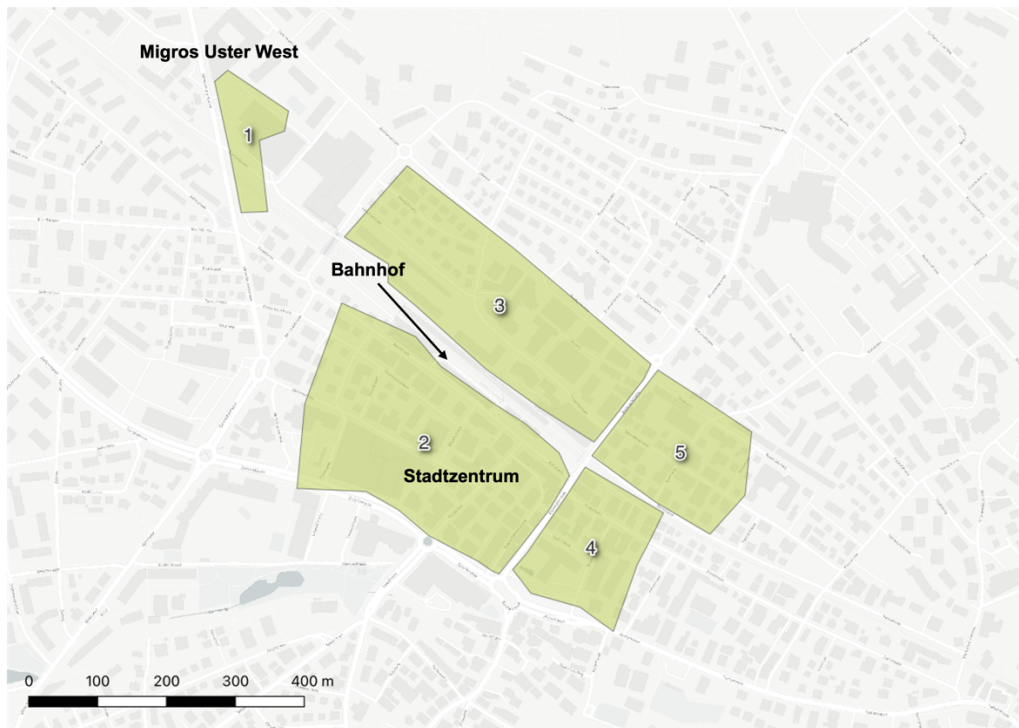
Tabelle 18 Berechnung Wegaufkommen der Einkaufszentren «Illuster» und «Migros Uster West»

Nr.	Indikator	Illuster	Migros Uster West	Quelle
1	Verkaufsfläche (m ²)	7600	5000	Eigene Messung
2	Arbeitsplätze (VZÄ)	168	80	BFS STATENT
3	Fläche pro (VZÄ)	45.2	62.5	
4	Fusswege pro 20 Minuten	490	65	Eigene Messung am Fr., 8. März 2024, zwischen 15 – 17h
5	Fusswege pro Tag (DWV)	15000	1980	Hochrechnung gemäss Gangline von GoogleMaps
6	Fusswege (DWV) pro Arbeitsplatz	89.3	24.8	
7	Modal Split Fuss&ÖV	0.6	0.33	Illuster: Schätzung; Uster West: eigene Messung
8	Wege Total	25000	6000	

Darauf basierend wurde entschieden für die Fallstudie die Aufkommensrate im Bereich «Einkaufen» im Stadtzentrum von Uster (Gebiete 2 und 3 in Abbildung 47) um 40 % zu erhöhen und gleichzeitig in den Gebieten 1, 3 und 5 um 40% zu reduzieren.

Zudem wurden die auf Basis der Wohnbevölkerung abgeleiteten Aufkommensraten in den Wohngebieten hinter und neben dem Bahnhof um 10 % erhöht (Gebiete 3, 4 und 5), um der Erwartung der dort überdurchschnittlich hohen Fussverkehrsanteile Rechnung zu tragen.

Abbildung 47 Anpassung des Fusswegaufkommens



9.2.1.2 Stadtpark

Das durch Freizeitaktivitäten im Stadtpark generierte Fussverkehrsaufkommen wurde im in Kapitel 8 vorgestellten Modell nicht berücksichtigt. Da keine Daten oder Schätzungen über die Anzahl der dort durchgeführten Aktivitäten vorliegen, wurden Besucherzahlen und Fläche von verschiedenen anderen Stadtparks online recherchiert. Da solche Zahlen nur für grössere Stadtparks einfach verfügbar sind, umfassen die in Tabelle 19 aufgeführten Statistiken nur internationale Beispiele.

Es ist anzunehmen, dass die davon abgeleitete Kenngrösse «Anzahl Besuchende pro Tag pro Hektare Parkfläche» abhängig von folgenden Faktoren ist:

- Parkfläche (indirekt proportional),
- der umliegenden Siedlungsdichte (proportional)
- weiteren Faktoren, wie zum Beispiel das Angebot kleinerer Grünflächen und grösseren Naherholungsgebieten.

Die in Tabelle 19 aufgeführten Werte bestätigen diese Hypothese: In Hamburg ist die Siedlungsdichte um den Stadtpark geringer als beim Central Park in New York. Gleichzeitig ist der Central Park mehr als doppelt so gross. Daher überrascht es nicht, dass die Kenngrösse Anzahl Besuchende pro Tag pro Hektare Parkfläche für beide Parks vergleichbar ist. Die Siedlungsdichte direkt um den botanischen Garten in Singapur ist deutlich geringer als in den anderen Beispielen, was die vergleichsweise geringen Aufkommensrate zu erklären vermag. Der Vondelpark in Amsterdam ist deutlich kleiner als die anderen Parks, während die umliegende Siedlungsdichte mit dem Stadtpark Hamburg vergleichbar ist, was zusammen die hohe Aufkommensrate plausibel erscheinen lässt.

Tabelle 19 Anzahl Besuchende verschiedener Stadtparks

Park	Fläche	Besuchende pro Tag	Besuchende pro Tag / ha
Stadtpark Hamburg	150	50000	667
Central Park NY	340	116500	685
Singapore Botanic Gardens	82	12000	293
Vondelpark Amsterdam	47	27400	1166

Für den Stadtpark Uster wird aufgrund dieser Vergleichsgrößen von einem Besuchendenaufkommen von 700 Personen pro Tag und Hektare ausgegangen. Da in Uster die meisten Besuchenden in der Nähe Wohnen oder Arbeiten wird ein Fussverkehrsanteil von 90% angenommen. Dementsprechend ergibt sich für die Fläche von 1.5 Hektaren des Stadtparks Uster ein Aufkommen von 1050 Besuchenden und 1890 Fusswegen pro Tag.

9.2.2 Querschnittszählungen

Die Analyse der Modellergebnisse (Abbildung 46) zeigt eine deutliche Unterschätzung des Fussverkehrsaufkommens für die Zählstellen entlang der Bahnhofstrasse auf. Um diese Zählwerte zu verifizieren wurden am Fr., 8. März 2024 zwischen 15h – 16h die Fussverkehrsmengen bei diesen Zählstellen nochmals erhoben. Dabei wurden deutlich geringere Fussverkehrsmengen festgestellt als bei der Erhebung im Jahr 2023. Demnach wird von einem Datenfehler für diese Zählstellen bei der im Jahr 2023 durchgeführten Zählung ausgegangen und es werden die neu erhobenen Werte für das für die Fallstudie angepasste Modell verwendet.

9.3 Modell zur Vorhersage des Fussverkehrsaufkommens

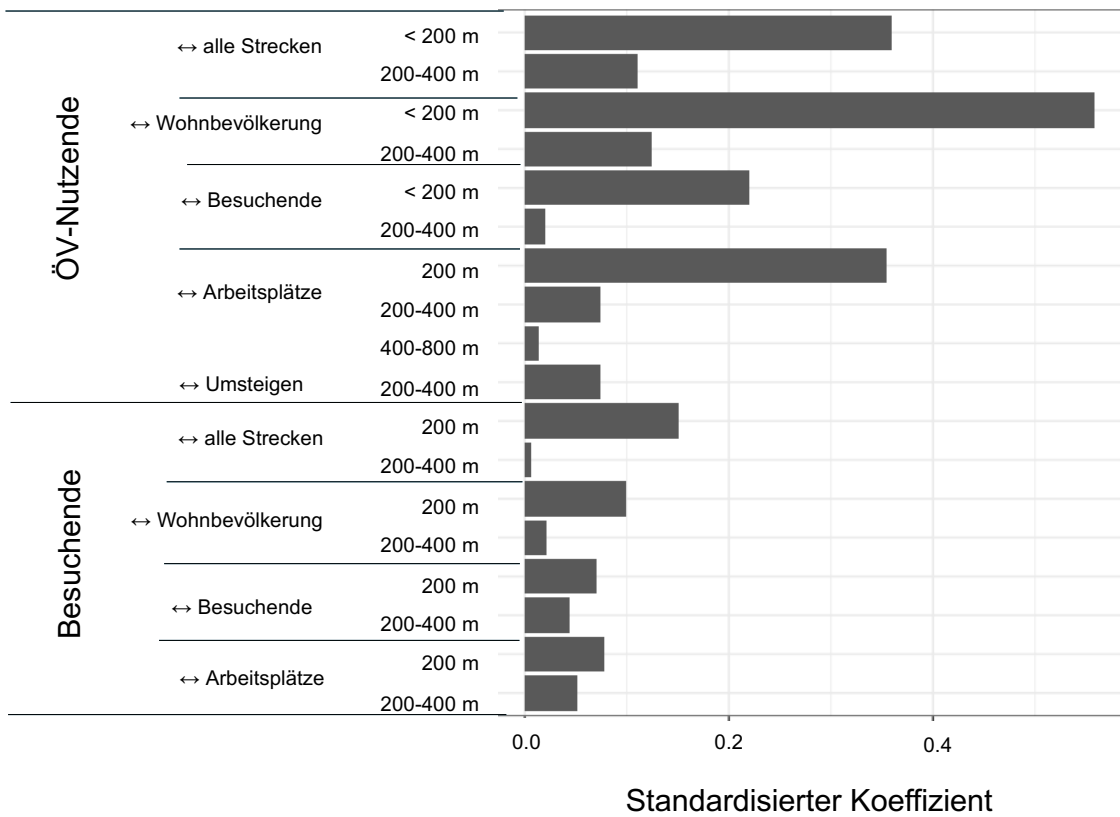
Die resultierenden Modellparameter sind in Abbildung 48 dargestellt. Dabei hat sich wiederum eine Kombination von metrischer Distanz und Winkeldistanz als das am besten geeignete Mass zur Erklärung der erhobenen Zählwerte herausgestellt. Anders als beim in Kapitel 0 vorgestellten Modell, zeigt sich aber, dass das Gütemass bei einer leichten Randomisierung der Kostenwahrnehmung am höchsten ist.

Hinsichtlich der relativen Bedeutung und somit Erklärungskraft der verschiedenen Variablen sets zeigen sich im Vergleich zum in Kapitel 8 vorgestellten Modellansatz folgende Unterschiede:

- Deutlich stärkeres Gewicht der ÖV-Ein- und Aussteigenden
- Geringeres Gewicht bei Bewegungen «Kante zu Kante»
- Höheres Gewicht bei Verbindungen zwischen Einkaufen, Kultur und Unterhaltung (alle Besuchende)

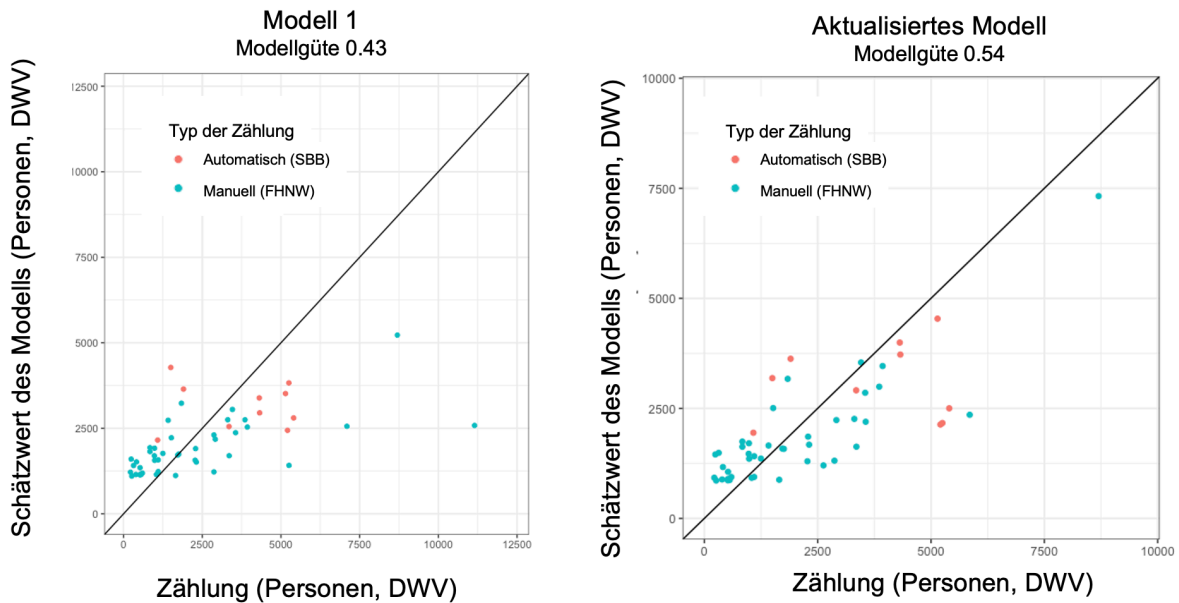
Dadurch erlaubt das neue Modell eine differenziertere Aussage über die Struktur des Fussverkehrs, insbesondere hinsichtlich Wegzwecken und Weglängen.

Abbildung 48 Aktualisiertes Modell für die Fallstudie Uster



Die Diagramme, welche die Vorhersagen im Vergleich zu den tatsächlichen Zählwerten darstellen, sind in Abbildung 49 gezeigt. Im Vergleich zum ursprünglichen Modell bietet das neue Modell mit einem R^2 -Wert mit 0.53 (zuvor 0.43) eine deutlich höhere Erklärungskraft: Einerseits gibt es weniger Ausreisser, andererseits liegen die meisten Vorhersagen näher an den gemessenen Daten.

Abbildung 49 Modellvorhersage vs. Zähldaten (Links: Modell 1 aus Kapitel 8, Rechts: Aktualisiertes Modell)



9.4 Modellanwendungen

Die Modellanwendungen verfolgen das Ziel Auswirkungen zukünftiger städtebaulicher und verkehrlicher Entwicklungen auf den Fussverkehr abzuschätzen. Dadurch soll aufgezeigt werden, wie das Modell als Werkzeug in einem Planungsprozess eingesetzt werden kann.

Folgende Modellanwendungen werden berücksichtigt:

- Wirkung des bis 2035 erwarteten ÖV-Fahrgastwachstums
- Wirkung einer neuen, direkteren Personenunterführung im Bahnhof Uster
- Wachstum des Fussverkehrs aufgrund städtebaulicher Entwicklungsperspektiven
- Analyse der Struktur des zukünftigen Fussverkehrs als Input für die Planung von Erdgeschossnutzungen.

Für die Modellanwendungen werden zunächst unter Berücksichtigung der jeweils relevanten Netzstruktur und Daten zum Fussverkehrsaufkommen die *Betweenness*-Indikatoren für alle Strecken berechnet. Die Fussverkehrsmengen pro Strecke werden danach durch Multiplikation dieser Indikatoren mit den jeweiligen Modellparametern berechnet.

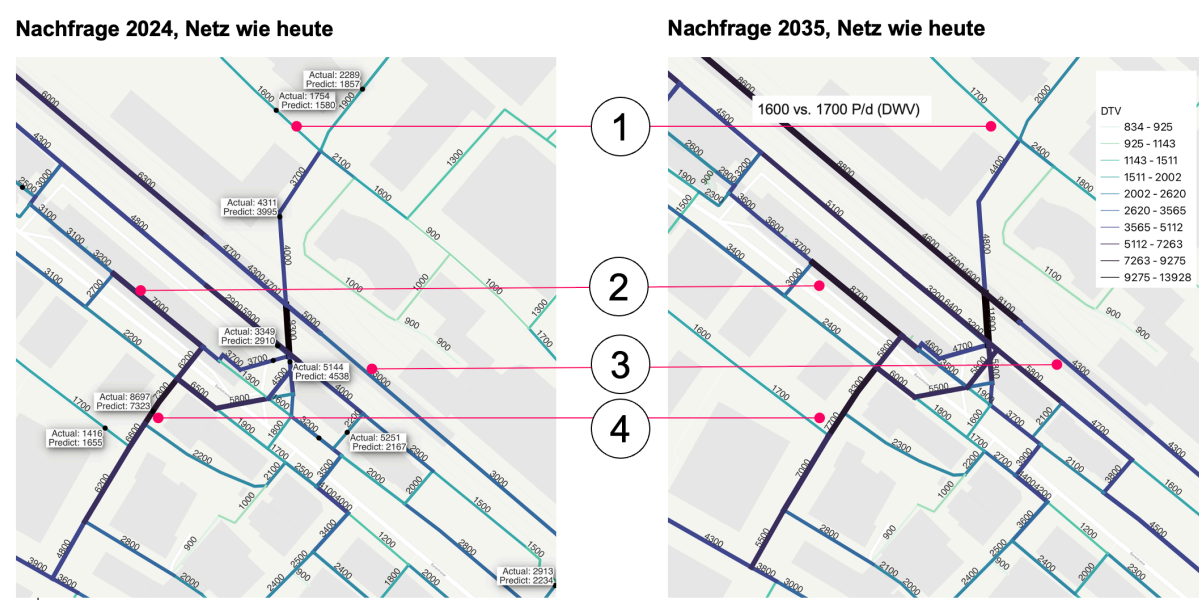
9.4.1 ÖV-Fahrgastwachstum

Basis zur Abschätzung der Wirkung des ÖV-Fahrgastwachstums auf die Fussverkehrsmengen bildet die mit dem Verkehrsmodell SIMBA MOBi für den Planfall 2035 berechneten Verkehrsprognose. Das Modell sieht für den Bahnhof Uster ein durchschnittliches Wachstum von +29% bei den ein- und austiegenden und von +41% bei den umsteigenden Passagieren vor.

Ein Vergleich der Fussverkehrsmengen zwischen dem Ist-Zustand und 2035 ist in Abbildung 50 dargestellt. Beginnend von oben sind auf der Karte folgende Ergebnisse zu erkennen:

1. Bei den Wohngebieten nördlich des Bahnhofs sind keine grossen Veränderungen zu beobachten: Die Fussverkehrsmenge steigt um 100 Personen oder 6 % von 1600 auf 1700 FussgängerInnen pro Tag.
2. Die Fussverkehrsmenge entlang der Verbindung, die primär von umsteigenden Personen frequentiert wird, steigt von 7000 auf 8700, also um 1700 Personen, was einer Zunahme von 25 % entspricht.
3. Im Unterführungsbereich steigt die Fussverkehrsmenge um 2500 Personen, von auf 11'800, was einer Zunahme von 27 % entspricht. Auf Gleis 3 steigt der Höchstwert um 3100 Personen, von 5000 auf 8100, was einer Zunahme von 62,0 % entspricht.
4. Die erhöhten Passagierzahlen führen auch zu einer höheren Fussverkehrsmenge in Richtung Stadtzentrum: Hier werden 1000 zusätzliche Personen pro Tag erwartet, was die Bedeutung des Bahnhofs als Tor zur Stadt verdeutlicht.

Abbildung 50 Fussverkehrsmengen 2035 auf Basis des Wachstums



9.4.2 Direktere Unterführung Bahnhof Uster

Um die Wirkung einer direkter geführten Personenunterführung auf die Fussverkehrsmengen aufzuzeigen, wurden die für das Jahr 2035 prognostizierten ÖV-Passagierzahlen unverändert belassen, aber die Netzwerkgrößen für alle Strecken des angepassten Netzes neu berechnet.

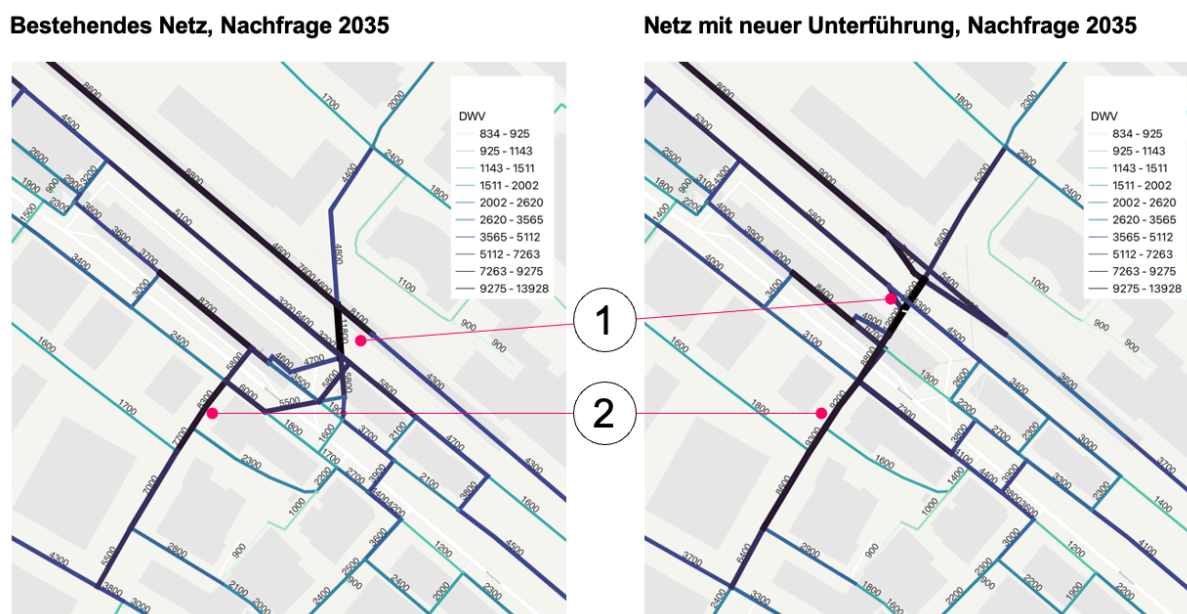
Dazu wurde zunächst im Bahnhof Uster der Linienverlauf der zentralen Personenunterführung angepasst, um eine direktere Verbindung des Bahnhofs sowie der nördliche vom Bahnhof gelegen Gebiete zur Innenstadt zu schaffen. Diese führt unter der Bankstrasse hindurch und schliesst direkt an die Weberstrasse an.

Abbildung 51 zeigt die Unterschiede zwischen den beiden Linienführungen und den dafür berechneten Fussverkehrsmengen. Aufgrund der direkteren und somit attraktivere Durchwegung ergibt sich infolge von Routenwahleffekten eine Konzentration des Fussverkehrs mit folgenden Veränderungen der Fussverkehrsmengen:

1. +1200 Personen (+10 %) in der Unterführung Mitte,
2. + 900 Personen (+11 %) entlang der Webernstrasse.

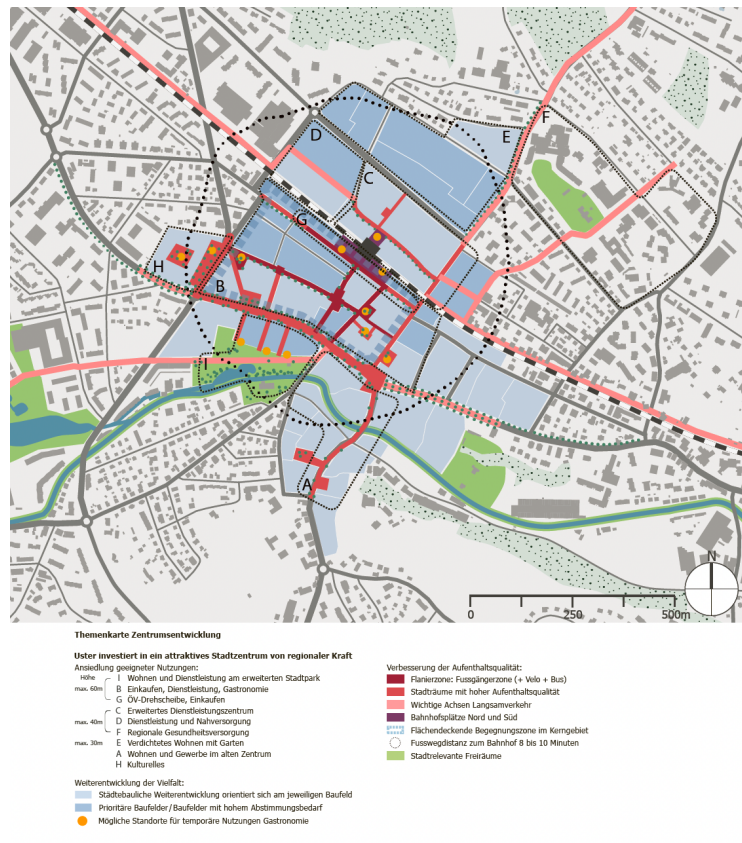
Gleichzeitig nehmen die für die westlich gelegene Unterführung und den östlich gelegenen Bahnübergang um 300 Personen (-9%), respektive 200 Personen (-11%) ab. Das Modell vermag also die Wirkungsrichtung sinnvoll zu quantifizieren. Da für beide Anwendungen das gleiche Verkehrsaufkommen verwendet wurde, wäre zu erwarten, dass die Summe der über allebahnquerenden Fussverkehrsmenge gleich bleiben sollte, unabhängig des Streckenführung der zentralen Personenunterführung. Methodenbedingt weist das Modell für das Netz mit direkter Personenunterführung aber eine um 1'600 Personen höhere (+6%) Fussverkehrsmenge aus. Dieses Resultat kann so interpretiert werden, dass das Modell die Wirkung der direkten Linienführung bezüglich der Dimensionen Routen- und Zielwahl sowie des Verkehrsaufkommens abzubilden vermag und aufgrund der direkteren Routenführung vermehrt Personen von einer Seite auf die andere Seite des Bahnhofs gehen.

Abbildung 51 Fussverkehrsmengen 2035 auf Basis des Wachstums



9.4.3 Wachstum des Fussverkehrs aufgrund städtebaulicher Entwicklungsperspektiven

Das als erste Phase einer Ortsplanrevision entwickelte Stadtentwicklungskonzept STEK der Stadt Uster sieht eine städtebauliche Weiterentwicklung des Stadtzentrums vor (Stadt Uster, 2019). Neben der Ausweisung städtebaulicher Entwicklungsgebiete und prioritärer Baufelder für die Innentwicklung (siehe blaue Flächen auf Abbildung) sieht das Konzept auch eine Aufwertung des Strassenraums vor (rote Flächen). Beide Entwicklungsdimensionen können im Modell abgebildet werden



Quelle: Stadtentwicklungskonzept STEK (Stadt Uster, 2019), Kapitel 8: Zentrumsentwicklung, S. 98

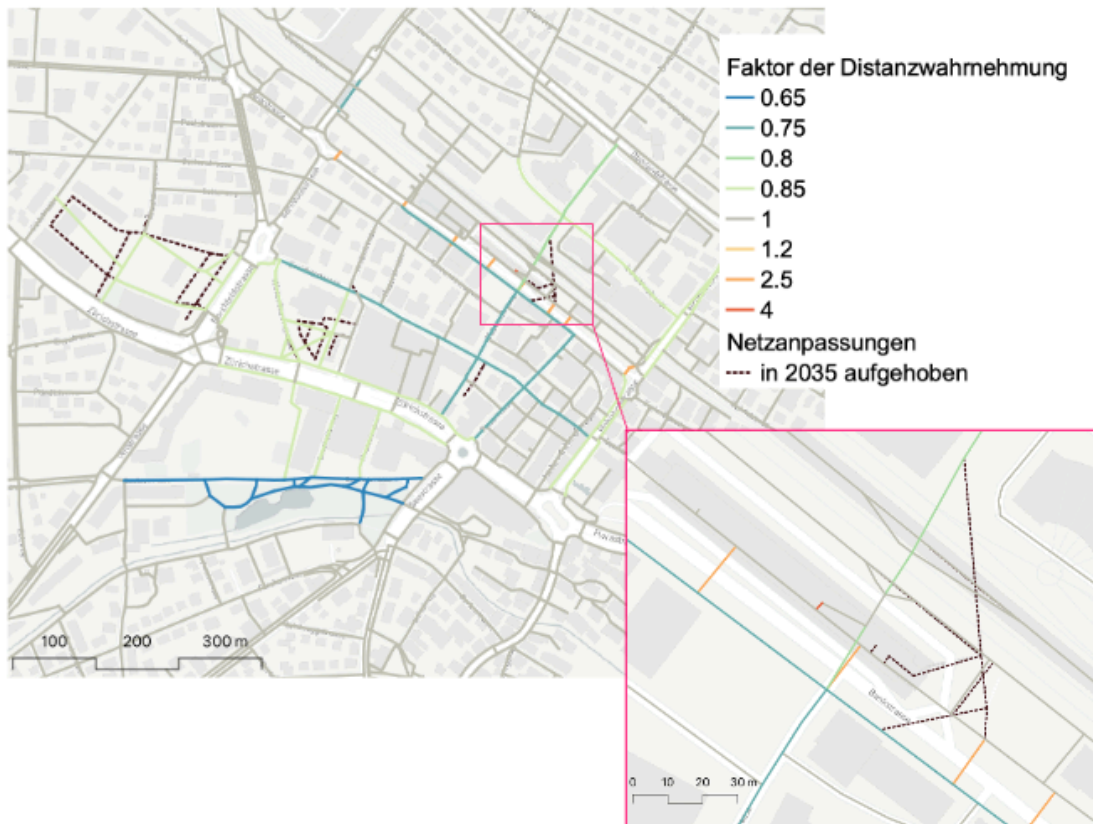
9.4.3.1 Aufwertung des Strassenraums

Die geplanten Verbesserungen der Fussweg- und Aufenthaltsqualität in der Innenstadt werden über Anpassungen an der Distanzwahrnehmung umgesetzt. Die wahrgenommenen Distanzen haben primär einen Einfluss auf dem Routenwahl, und nur sekundär auf das Fussverkehrsaufkommen (die Anzahl der im Gebiet generierten Fusswege).

Wie in Abbildung 52 dargestellt, wird angenommen, dass die geplanten Flanierzonen entlang der Bankstrasse, Webernstrasse und Gerichtstrasse zu einer Abnahme der wahrgenommenen Distanz um 25% führen. Demgemäss wird die Länge der Verbindung wird mit dem Faktor 0.75 multipliziert. Entlang der für Langsamverkehr geplanten Achsen (Poststrasse, Zürichstrasse) wird mit einer Abnahme der wahrgenommenen Distanz von 15% gerechnet.

Um den Widerstand beim Queren von Strassen ohne Fussgängerstreifen sowie bei der Begegnungszone mit hohem Bus- und MIV-Aufkommen vor dem Bahnhof zu erfassen, wird die Länge dieser Strecken mit einem Faktor von 2.5 multipliziert. Ein Faktor von 4 wird zur Abbildung des Lift zwischen Unterführung und Busbahnhof verwendet.

Abbildung 52 Umsetzung des Stadtentwicklungskonzepts



9.4.3.2 Areal- und Immobilienentwicklung

Basierend auf den in den Gestaltungsplänen «Zeughaus» und «Gerichtsplatz» enthaltenen Informationen wurden die Grundlagendaten zur Beschreibung des Fussverkehrsaufkommen angepasst, um die Planungen für das Stadtzentrum von Uster darzustellen. Die folgenden Entwicklungen wurden berücksichtigt:

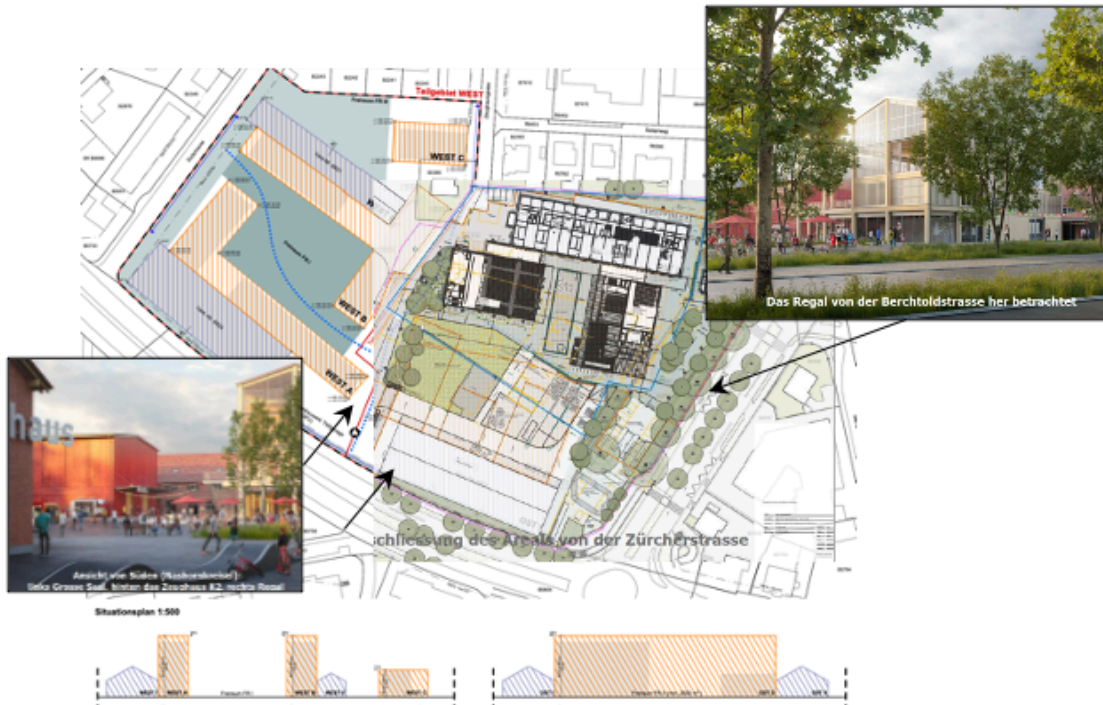
- Arealentwicklung Zeughaus
- Arealentwicklung Gerichtsplatz
- Immobilienentwicklung Bahnhof Uster

Arealentwicklung Zeughaus

Zur Veranschaulichung der im Zeughausareal geplanten Entwicklung zeigt Abbildung 53 eine Überlagerung der vorhandenen städtebaulichen Pläne und Renderings. Die Entwicklungsplanung sieht die Schaffung der folgenden Bruttogeschossflächen (BGF) vor:

- 12'600m² Arbeit
- 13'600m², Hotel, Kultur und Tagungszentrum
- 4'800m² Wohnen
- 900m² Verkauf
- 1'200m² Gastro

Abbildung 53 Arealentwicklung Zeughaus



Quelle: Arealentwicklung Zeughaus, zusammengestellt aus Visualisierungen und Pläne des Bauprojekts, die Abstimmungswegweisung (Stadtrat Uster, 2016) und das Ausschreibungsdossier Zeughaus-areal West (Liegenschaften Stadt Uster, 2024)

Die zur Berechnung des spezifischen Fussverkehrsaufkommens relevanten Annahmen sind in Tabelle 20 dargelegt. Diese übernehmen so weit wie möglich, die in den Abschnitten 7.2.3 und 7.2.4 dargelegten Ansätzen, spezifizieren die Aufkommensraten aber nicht zur Bezugsgrösse «Arbeitsplatz» oder «Wohnbevölkerung» sondern BGF.

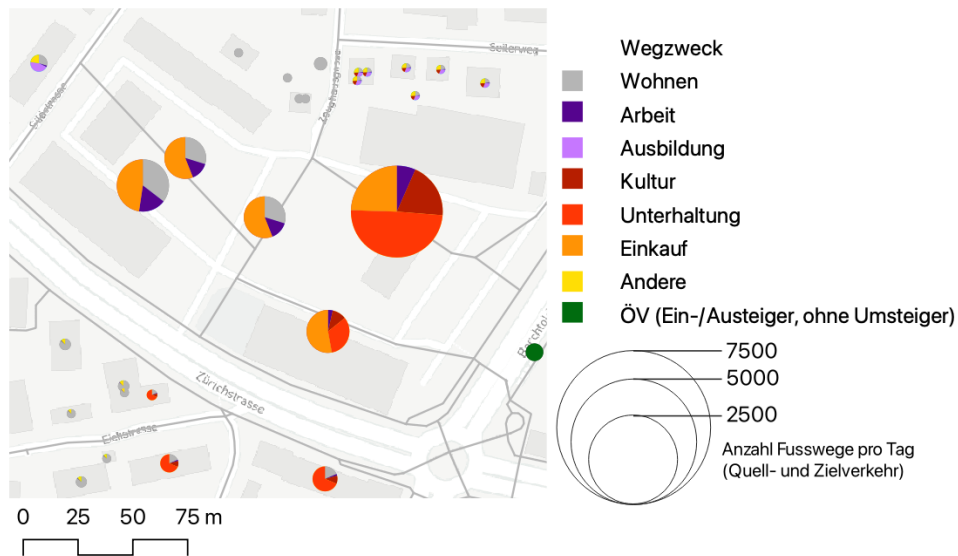
Um Unterschiede in der verkehrlichen Erschliessung und Ausrichtung der Nutzungen auf den Modal Split abzubilden, werden nach Areal und Nutzungstyp differenzierte Fussverkehrsanteileraten vorgesehen.

Tabelle 20 Berechnung Wegaufkommen der Arealentwicklung «Zeughaus» und «Gerichtsplatz»

Nutzungstyp	Flächenbedarf m ² /AP resp. m ² /P	Wege pro Person / Ar- beitsplatz	Wege pro 100m ² BFG	Fussverkehrsanteil (Etappen)	
				Gerichtsplatz	Zeughaus
Arbeitsplatz	15 (AP)	2.5	16.7	50%	63%
Wohnen	40 (P)	3.5	8.75	50%	63%
Verkauf	-	-	329	50%	63%
Gastronomie	-	-	80	65%	81%
Dienstleistung	-	-	80	40%	50%
Amtsstelle	-	-	20	50%	63%
Hotel	25 (P)	2	8	50%	63%
Tagungszent- rum	-	-	15	65%	81%
Kultur und Frei- zeit	-	-	15	70%	88%

Aufgrund der bestehenden Entwicklungsplänen eine Abschätzung der BGF-Aufteilung nach Nutzungs-
typ auf die einzelnen Gebäude vorgenommen Um das Fussverkehrsaufkommen des Areals auf die ein-
zelnen Gebäude aufzuteilen und dass Fussverkehrsaufkommen dementsprechend auf die einzelnen
Gebäude aufgeteilt. Das Resultat davon ist in Abbildung 54 dargestellt.

Abbildung 54 Umsetzung der Arealentwicklung des Gerichtsplatz im Modell



Arealentwicklung Gerichtsplatz

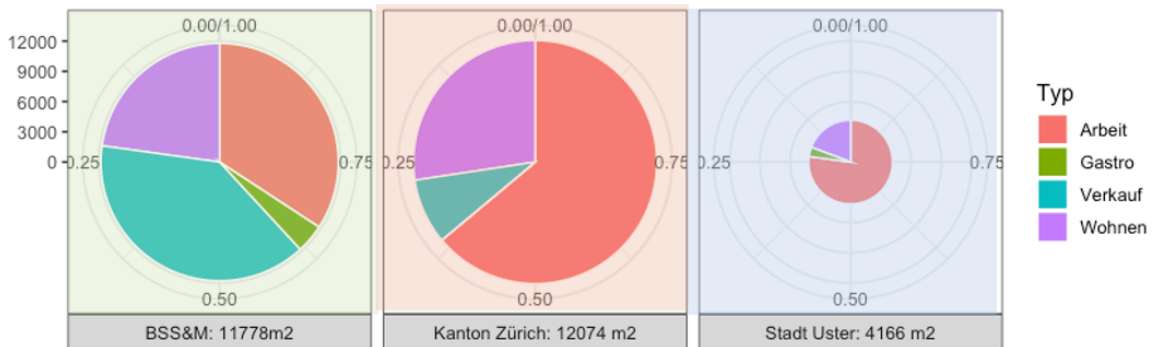
Der Plan für den Gerichtsplatz ist in Abbildung 55 dargestellt. Die Planung definiert drei Grundstücke, die auf den Kanton Zürich, die Stadt Uster sowie BSS&M/Widmer aufgeteilt sind. Die unterschiedlichen Flächen und deren Unterverteilung auf verschiedenen Nutzungen ist in Abbildung 56 dargestellt. Die Berechnung des gebäudespezifischen Fussverkehrsaufkommens erfolgt analog zum Vorgehen bei der Arealentwicklung Zeughaus und ist in Abbildung 57 dargestellt.

Abbildung 55 Arealentwicklung Gerichtsplatz (grün: BSS&M/Widmer, blau: Stadt Uster, rot: Kanton Zürich)



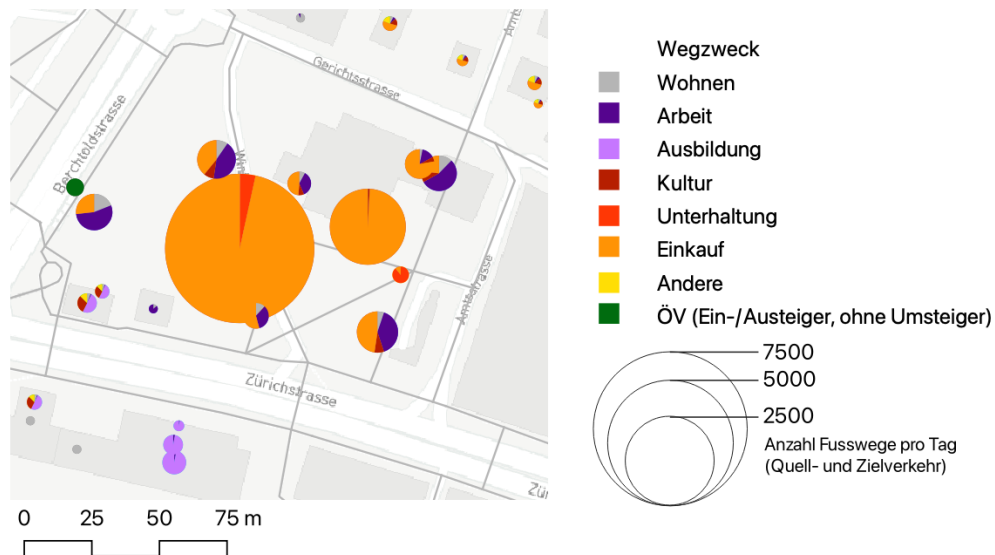
Quelle: Privater Gestaltungsplan 'Gerichtsplatz Areal Uster', S23

Abbildung 56 Unterverteilung nach Zugehörigkeit und Nutzungen.



Quelle: Privater Gestaltungsplan 'Gerichtspratz Areal Uster',

Abbildung 57 Umsetzung der Arealentwicklung des Gerichtspratz im Modell

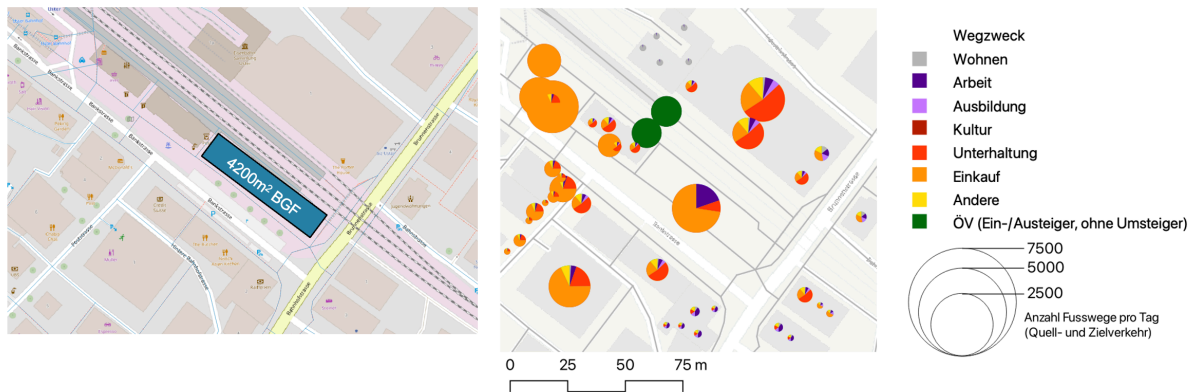


Immobilienentwicklung Bahnhof Uster

Im Rahmen der Entwicklung des Bahnhofs Uster wird angenommen, dass auf der heute für die Veloparkierung genutzten Fläche ein Immobilienprojekt erstellt wird. Das Gebäude umfasst 6 Stockwerke und bietet eine Grundfläche von 700 m². Zusätzlich ist im Untergeschoss (UG) eine Velostation vorgesehen. Abbildung 58 zeigt die Umsetzung der Immobilienentwicklung im Modell.

Die Berechnung des gebäudespezifischen Fussverkehrsaufkommens basiert auf den in Tabelle 20 angegebenen Werten.

Abbildung 58 Umsetzung der Immobilienentwicklung im Modell



9.5 Veränderung der Fussverkehrsmengen

Die Berechnung der prognostizierten Fussverkehrsmengen erfolgt durch Anwendung der in Abbildung 48 beschriebenen Modellparameter auf die mit folgenden Daten berechneten streckenbezogenen *Betweenness*-Indikatoren:

- ÖV-Fahrgastwachstum gemäss SIMBA MOBi 2035 gemäss Abschnitt 9.4.1
- Direktere Unterführung gemäss Abschnitt 9.4.2
- Aufwertung des Strassenraums gemäss Abschnitt 9.4.3.1
- Mit und ohne Areal- und Immobilienentwicklung gemäss Abschnitt 9.4.3.2

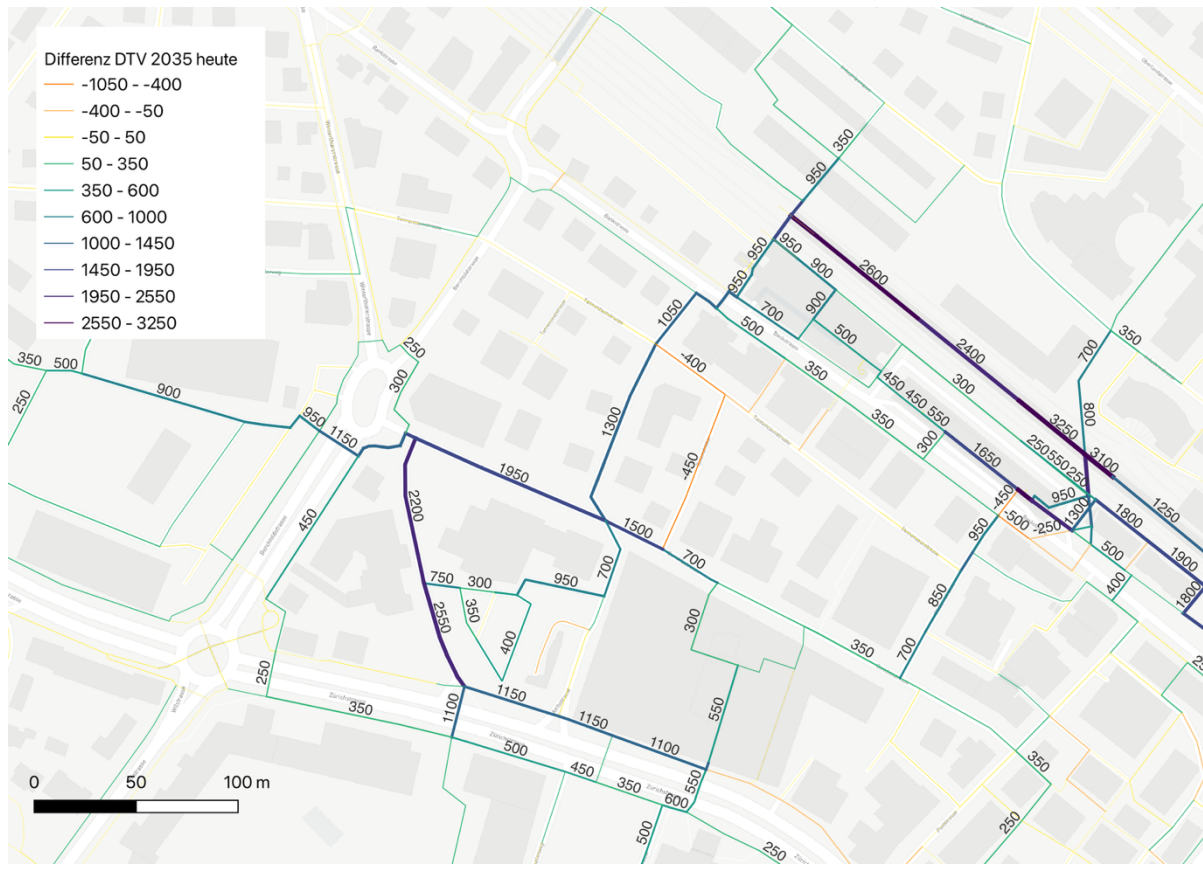
Um das statistische Modell anzuwenden, wurden alle Netzwerkkennwerte für 2035 berechnet, basierend auf dem bestehenden Netzwerk und den geplanten Änderungen im Netzwerk. Die resultierenden *Betweenness*-Indikatoren pro Kante wurden mit den Modellparametern multipliziert.

Um die Wirkung der Entwicklungsgebiete auf die streckenbezogenen Fussverkehrsmengen zu beschreiben, zeigt Abbildung 59 ein Differenznetz. Positive Werte bezeichnen dabei einen Anstieg des Fussverkehrsaufkommens zwischen Planfall 2035 und Ist-Fall 2020.

Auf der Südseite des Bahnhofs nimmt aufgrund der Arealentwicklungen der Fussverkehr stark zu. Entlang der Amtstrasse beträgt das Wachstum knapp 50%. Der DWV steigt von 2700 auf 4000 zu Fussgehende pro Tag an. Dies entspricht der Fussverkehrsmenge, die das Modell für die Gerechtigkeitsstrasse von dem Einkaufszentrum Illuster vorsieht.

Auf der Nordseite des Bahnhofs wurden im Modell weder eine Erhöhung des Fussverkehrsaufkommens noch Verbesserungen des Fussverkehrsnetz vorgesehen. Veränderungen in diesem Bereich ergeben sich also nur aufgrund von Veränderungen bei den ÖV-Fahrgastzahlen sowie bei den Netzwerkkenngrössen, welche sich durch die Veränderungen auf der Südseite des Bahnhofs ergeben. Auf der zur westlichen Unterführung zuführenden Strecke nördlich des Bahnhofs beschreibt das Modell ein Wachstum von 8%. Dies zeigt, dass das Modell auch die grossräumige Wirkung der Entwicklungsgebiete hinsichtlich des Fussverkehrs adäquat abzubilden vermag.

Abbildung 59 Differenzen in Fussverkehrsmengen 2035 auf Basis des Wachstums vom Fussverkehr



9.6 Struktur des Fussverkehrs

Auf Basis der Netzwerkkenngrossen und der Modellparameter können streckenbezogene Fussverkehrsmengen auch differenziert nach Wegzweck beschrieben werden. Die Modellstruktur erlaubt die Unterscheidung folgender Wegzwecke:

- Zugang zum und Abgang vom öffentlichen Verkehr
- Umsteigen im öffentlichen Verkehr
- Arbeit
- Wohnen
- Einkaufen, Kultur, Restaurant, etc. (Besuchende)
- Andere Wege (Fussverkehrspotenzial aufgrund Betweenness-Kenngrössen zwischen Strecken)

Tabelle 21 zeigt wie die im Modell differenzierten Fussverkehrsmengen auf die einzelnen Verkehrszwecke aufgeteilt werden.

Tabelle 21 Aufteilung der modellierten Fussverkehrsmengen nach Wegzweck

		Zugang / Abgang	Umsteigen	Arbeit	Wohnen	Besu- chende	Andere
ÖV	Alle Strecken	100%	0	0	0	0	0
	Wohnbevölkerung	50%	0	0	50%	0	0
	Besuchende	50%	0	0	0	50%	0
	Arbeitsplätze	50%	0	50%	0	0	0
	Umsteigen	0	1	0	0	0	0
Besu- chende	Alle Strecken	0	0	0	0	100%	0%
	Wohnbevölkerung	0	0	0	50%	50%	0
	Besuchende	0	0	50%	0	50%	0
	Arbeitsplätze	0	0	0	0	0%	0%
Kon- stante		-	-	-	-	-	100%

Die in Abbildung 60 dargestellten Kuchendiagramme zeigen die auf Basis des Modells ermittelte Struktur des Fussverkehrs für ausgewählte Strecken. Die Grösse der Diagramme beschreibt die Fussverkehrsmenge, die Farben beschreiben die Anteile der einzelnen Wegzwecke.

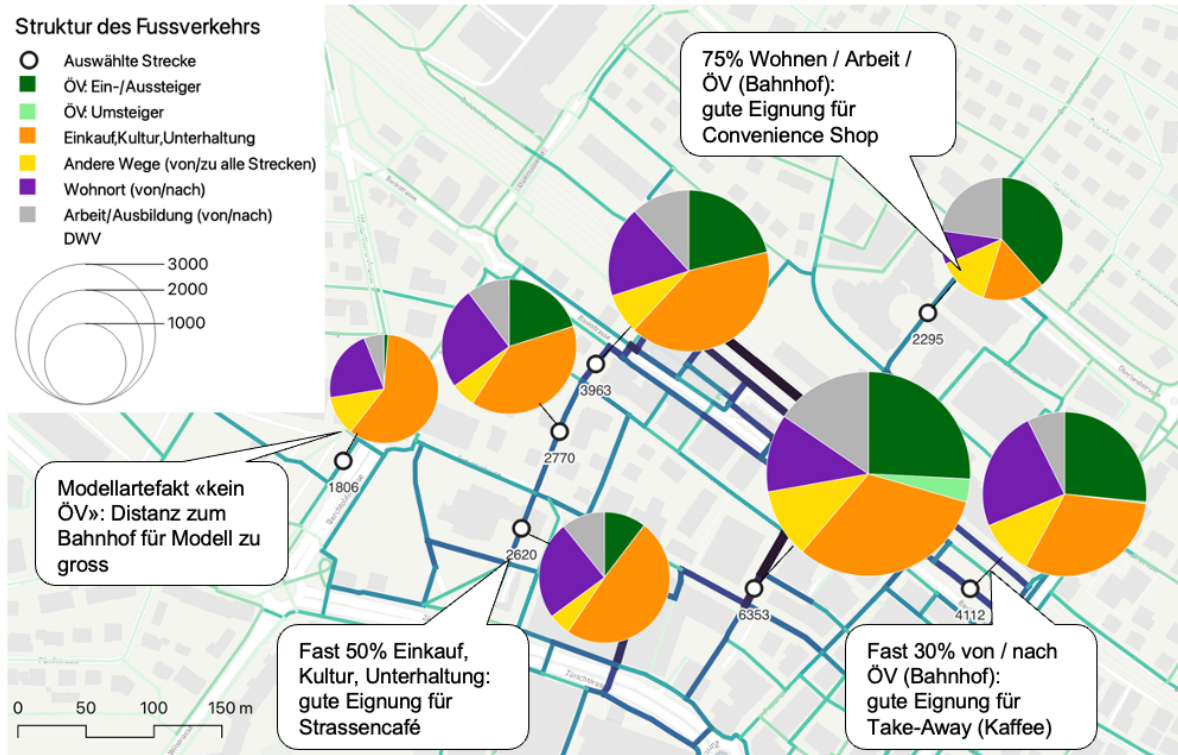
Auf der Nordseite des Bahnhofs wird der Fussverkehr hauptsächlich von ÖV-Passagieren, Anwohnenden und Arbeitsplätzen getrieben. Bei diesem Nachfragemix bieten sich für die Erdgeschossnutzungen die ein Convenience Store an. In Richtung der neuen Arealentwicklungen nehmen die Anteile der ÖV-Passagiere ab und der Fussverkehr wird zunehmend von Besuchenden (z. B. für Einkaufen, Kultur, Restaurants) geprägt. Hier könnten im Erdgeschoss Angebote, die zum Verweilen einladen, wie zum Beispiel ein Strassencafé oder ein Bücherladen, besonders attraktiv sein.

Auf der Nordseite des Bahnhofs wird der Fussverkehr überwiegend durch ÖV-Passagiere, Anwohnende und Berufstätige bestimmt. Dieser Nachfragemix macht Erdgeschossnutzungen, die auf eine kurze Verweildauer ausgerichtet sind, wie einen Convenience-Store besonders geeignet.

In Richtung der neuen Arealentwicklungen nimmt der Anteil der ÖV-Passagiere hingegen ab, und der Fussverkehr wird zunehmend von Besuchenden geprägt, die zum Einkaufen, für kulturelle Angebote oder Restaurants in die Gegend kommen. Hier bieten sich im Erdgeschoss Nutzungen an, die zum Verweilen einladen, wie beispielsweise ein Strassencafé oder ein Buchladen, um die Attraktivität des Bereichs zu erhöhen.

Bei der Interpretation dieser Resultate ist zu beachten, dass aufgrund der Modellstruktur die Schätzgenauigkeit der Fussverkehrsmengen mit zunehmender Distanz zum Bahnhof abnimmt, da in diesem Bereich keine Fussverkehrszählungen durchgeführt wurden.

Abbildung 60 Struktur des Fussverkehrs bei der neuen Arealentwicklung



9.7 Fazit

Als vorbereitende Arbeit für die Fallstudie wurde das Modell aufbauend auf den Erkenntnissen aus Kapitel 8 in mehreren Schritten verfeinert. Zur verbesserten Beschreibung des Fussverkehrsaufkommens wurden räumlich differenzierte Wegerzeugungsraten angewendet, die auf aktualisierten Fussverkehrszählungen basieren. Zusätzlich wurden weitere Aktivitätsstandorte berücksichtigt, um Entwicklungen abzubilden, die in den STATENT-Daten nicht enthalten sind, wie beispielsweise Parks.

Die Erzeugung und Anziehung von Fusswegen sind stark abhängig von der Art der Flächennutzung. Bei Verkaufsflächen spielen hierbei der Typ des Ladengeschäfts und der Standort (z. B. Erreichbarkeit, *Betweenness*) eine entscheidende Rolle. Daher wurden für die Fallstudie die Verkehrsaufkommensraten von Ladengeschäften an zentralen Lagen erhöht und an peripheren Lagen reduziert. Zudem konnten unplausible Zählraten erkannt und durch eine Nacherhebung korrigiert werden.

Die verschiedenen Verfeinerungen ermöglichten die Schätzung eines differenzierteren Modells, das eine höhere Erklärkraft bietet. Dies zeigt, dass eine räumlich differenzierte Beschreibung von Verkehrsaufkommensraten ein relevantes Potenzial zur Verbesserung von Modellen zur Beschreibung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen bietet. Es wird empfohlen in diesem Bereich weiter zu forschen.

Die im Rahmen der Fallstudien vorgestellten Modellanwendungen zeigen ein breites Einsatzpotenzial von Modellen zur Beschreibung von streckenbezogenen Fussverkehrsmengen für praktische Fragestellungen, wie zum Beispiel:

- Welche Orte eignen sich heute und zukünftig besonders gut für unterschiedliche Arten der Erdgeschossnutzung?
- Wie verändern sich Fussverkehrsmengen bei Anpassungen im Fusswegenetz, und wo sind solche Massnahmen besonders vielversprechend?
- Wie effektiv ist die in der bestehenden Planung vorgesehene Belegung des öffentlichen Raums, und wo besteht Anpassungsbedarf?

Für das Jahr 2035 wurden mehrere Entwicklungen in die Datenbasis integriert, darunter das Zeughausareal, das Gerichtsareal und der neue Bahnhof. Ausserdem wurde das Netz um eine potenzielle neue Unterführung aktualisiert. Die Daten zu diesen Entwicklungen stammen aus verschiedenen öffentlich zugänglichen Quellen.

Das prognostizierte Passagierwachstum wird nicht nur zu einer höheren Auslastung des Bahnhofs führen, sondern auch zu stärkeren Fussverkehrsmengen in Richtung Stadtzentrum. Eine direktere Unterführung wird die Attraktivität des Stadtzentrums erhöhen und wahrscheinlich ein Wachstum der Fussverkehrsmengen bewirken, das über das prognostizierte Wachstum der ÖV-Passagiere hinausgeht. Mehr Einwohnende werden die Unterführung aufgrund ihrer direkten Führung nutzen.

Die neuen Entwicklungen im Stadtzentrum werden zudem zu einer erhöhten Nutzung der zweiten Unterführung führen.

Diese Erkenntnisse zeigen, dass ein Bahnhof nicht isoliert als Entwicklung betrachtet werden sollte. Vielmehr ist es wichtig, die umliegenden Entwicklungen in die Planungen mit einzubeziehen.

10 Fazit und Empfehlungen

Die Schlussfolgerungen aus der Forschungsarbeit werden korrespondierend zu den in Kapitel 1 formulierten Forschungsfragen gezogen.

Wie entscheiden Passagiere und Besuchende, ob und wo sie Zeit verbringen, einkaufen oder Dienstleistungen in und um Bahnhöfe nutzen? Inwieweit hängt das Fussverkehrsaufkommen verschiedener Arten von Geschäften und Dienstleistungen von der Sichtbarkeit und der Lage innerhalb und um Bahnhöfe ab?

Besuchszintention:

- Ein sehr hoher Anteil geplanter Besuche ist bei Lebensmitteln (85%) und Bäckereien (67%) festzustellen.
- Im Non-Food-Bereich variiert der Anteil ungeplanter Besuche je nach Typ des Ladengeschäfts zwischen 10% und 80%.

Verhältnis von Verkaufstransaktionen pro Besuch:

- Bei Lebensmitteln führen rund 97% der Besuche zu einem Kauf, während es im Non-Food-Bereich in etwa 60% der Fälle zu einer Transaktion kommt.
- Spontane Besuche resultieren seltener in einem Kauf im Vergleich zu geplanten Besuchen.

Besuchsmotive:

- Utilitaristische Motive dominieren bei Lebensmitteln und Verpflegung.
- Selbstbelohnung begünstigt Besuche und Käufe insbesondere bei Lebensmitteln.
- Hedonistische Motive, wie sensorische Stimulation, wirken bei bestimmten Besuchen ebenfalls kaufanregend.

Auf welchem Niveau der Genauigkeit und Detailtiefe kann der Fussverkehr in und um Schweizer Bahnhöfe mit bestehenden Modellierungsansätzen und verfügbaren Datenquellen beschrieben werden?

Es wurde die ersten auf Querschnittszählzeiten kalibrierte Modell für streckenbezogene Fussverkehrsmengen in der Schweiz entwickelt. Diese zeigen, dass mit öffentlich verfügbaren Daten zur Raumnutzung, Daten zu den Verkaufstransaktionen von innerhalb des Bahnhofs gelegenen Ladengeschäften und SBB-Daten zum ÖV-Fahrgastaufkommen Fussverkehrsmengen in und um Bahnhöfe mit angemessener Genauigkeit modelliert können. Die für die Bahnhöfe Luzern und Uster entwickelten Modelle vermögen 60%, respektive 54% der beobachteten Varianz zu erklären.

Diese Modelle ermöglichen es auch die streckenbezogenen Fussverkehrsmengen nach Wegzweck zu differenzieren. Die Modellergebnisse zeigen aber auch, dass die Modelle nur bedingt auf verschiedene Bahnhofstypen übertragbar. Eine Aussage darüber, wie gut diese Modelle auf andere Bahnhöfe des gleichen Typs übertragbar sind, kann aufgrund dieser Arbeit nicht gemacht werden. Es wird empfohlen in zukünftigen Arbeiten dieser Frage nachzugehen.

Wie gross ist der Einfluss der Lage für verschiedene Arten von Geschäften und Dienstleistungen auf deren Besuchsfrequenzen unter Berücksichtigung der Anordnung der Haltepunkte des öffentlichen Verkehrs?

Die Befragung von Passagieren und Besuchenden in den Bahnhöfen Luzern und Uster ergab, dass die Entscheidung, ein Ladengeschäft zu besuchen bei Non-Food-Geschäften, aber auch bei

Bäckereien und Take-Aways, häufig spontan getroffen wird. Dies führt dazu, dass das Besuchendenaufkommen solcher Geschäfte stark von ihrer Lage innerhalb des Bahnhofs abhängen. Zudem zeigte sich, dass Besuche in Non-Food-Geschäften seltener zu einem Kauf führen.

Um diese Situation abzubilden, wurde das Fussverkehrsaufkommen für verschiedene Ladengeschäfte erfasst. Basierend auf den dort dokumentierten Verkaufstransaktionen wurden ladentyp-spezifische Umrechnungsfaktoren abgeleitet. Mit Hilfe dieser Faktoren konnte das Fussverkehrsaufkommen für sämtliche Geschäfte, zu denen Verkaufsdaten vorlagen, abgeschätzt werden.

Der Einfluss der Lage auf die Fussverkehrsmengen ist klar erkennbar, jedoch bedarf es weiterer Untersuchungen zu spezifischen Faktoren wie Sichtbarkeit und Zugänglichkeit, um die Vorhersagequalität zu verbessern.

Wie können bestehende Ansätze zur Modellierung des Fussverkehrs verbessert werden, wenn sie auf Bahnhöfe und deren Umgebung angewendet werden?

Ausserhalb von Bahnhöfen liegen keine Daten zu Verkaufstransaktionen vor. Daher wird das Besuchendenaufkommen auf Grundlage der Anzahl und Art der pro Hektarraster gemeldeten Arbeitsplätze geschätzt. Die im Rahmen der Fallstudie in Uster durchgeführten Erhebungen bei zwei Supermärkten haben gezeigt, dass die Aufkommensraten im Detailhandel stark vom Standort und der Ausrichtung des Ladengeschäfts abhängen. Es ist anzunehmen, dass dies auch auf das Besuchendenaufkommen anderer Arten von Arbeitsplätzen zutrifft.

Ebenso variiert der Anteil des Fussverkehrs am Besuchendenaufkommen erheblich je nach Standort. Derzeit stehen nur begrenzte Datengrundlagen zur Beschreibung des Besuchendenaufkommens zur Verfügung, und diese basieren meist auf kleinen Stichproben. Daher wird in der Erforschung standortspezifischer Aufkommensraten von Arbeitsplätzen ein grosses Potenzial zur Verbesserung von Modellen des Fussverkehrs gesehen.

Wie können Modelle zur Quantifizierung des Fussverkehrsaufkommens angewendet werden, um Gestaltungsszenarien zu bewerten und Bahnhöfe besser in das urbane Gefüge zu integrieren und als Mobilitätshubs zu gestalten?

Die Anwendungen der Fallstudie Uster zeigen auf, wie es der Modellansatz erlaubt die von Immobilienentwicklungen, Verkehrswachstum und Aufwertung des Strassenraums ausgehenden Veränderungen der Fussverkehrsmengen zu quantifizieren. Dies hilft um bei Stadt- und Bahnhofsentwicklungsprojekten gezielt den Anpassungsbedarf für die Fussverkehrsinfrastruktur zu beschreiben. Beispielsweise kann so der Bedarf von zusätzlichen Fussgängerstreifen, breiteren Trottoirs oder der Schaffung von Begegnungs- und Fussgängerzonen datengestützt dargelegt und priorisiert werden.

Der als Regressionsmodell umgesetzte *direct-demand* Ansatz hat aber auch methodische Grenzen. Es ist damit nicht möglich nachzuvollziehen, inwiefern sich die prognostizierten Veränderungen der Fussverkehrsmengen auf Veränderungen beim Fussverkehrsaufkommen, der Bereitschaft weitere Fusswege zu gehen oder veränderter Routenwahl zurückführen lassen. Im Vergleich zu anderen, komplexeren Verkehrsmodellansätzen, wie zum Beispiel dem Vierstufenmodell, sind die Abweichungen zwischen modellierten und gezählten Verkehrsbelastungen deutlich grösser. Es wird empfohlen in zukünftigen Arbeiten zu untersuchen, wie mehrstufige Modellansätze, die zum Beispiel Wegerzeugung, Fussverkehrsanteile und Routenwahl separat angehen, methodisch umgesetzt werden können und inwiefern diese die Prognosequalität erhöhen.

11 Literatur

- Abenoza, R. F., Cats, O., & Susilo, Y. O. (2017). Travel satisfaction with public transport: Determinants, user classes, regional disparities and their evolution. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95, 64–84. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.11.011>
- ASE AG. (2021). *ASE erstellt Sicherheitsnachweise für Publikumsanlagen für die SBB*. ASE. <https://www.ase.ch/de/ueber-ase/portraet/news/ase-erstellt-sicherheitsnachweise-fuer-publikumsanlagen-fuer-die-sbb>
- Attaway, J. S. (1989). Influence of an expanded framework of shopping motivations and inclusion of non-store retailers on the choice set formation process. In *ProQuest Dissertations and Theses*. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College. <https://www.proquest.com/docview/303814439/abstract/9F81EBE408474F11PQ/1>
- Babin, B. J., Darden, W. R., & Griffin, M. (1994). Work and/or Fun: Measuring Hedonic and Utilitarian Shopping Value. *Journal of Consumer Research*, 20(4), 644. <https://doi.org/10.1086/209376>
- Bafna, S. (2003). Space Syntax: A Brief Introduction to Its Logic and Analytical Techniques. *Environment & Behavior*, 35(1), 17–29. <https://doi.org/10.1177/0013916502238863>
- Batra, R., & Ahtola, O. T. (1991). Measuring the hedonic and utilitarian sources of consumer attitudes. *Marketing Letters*, 2(2), 159–170. <https://doi.org/10.1007/BF00436035>
- Blanken, N. (2012). *Motives of train passengers to shop at station retail outlets' An Utrecht Central Station study*. <https://core.ac.uk/reader/95759448>
- Bueno, E. V., Weber, T. B. B., Bomfim, E. L., & Kato, H. T. (2019). Measuring customer experience in service: A systematic review. *The Service Industries Journal*, 39(11–12), 779–798. <https://doi.org/10.1080/02642069.2018.1561873>
- Bundesamt für Statistik / Bundesamt für Raumentwicklung. (2023). *Mobilitätsverhalten der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021*. Schweizer Eidgenossenschaft.
- Bützberger, P., & Scherr, W. (2020). Simulation der Mobilität der Zukunft mit dem Verkehrsmodell SIMBA der SBB. *Schweizer Eisenbahn-Revue*, 1, 30–33.
- Cooper, C. H. V., Harvey, I., Orford, S., & Chiaradia, A. J. F. (2019). Using multiple hybrid spatial design network analysis to predict longitudinal effect of a major city centre redevelopment on pedestrian flows. *Transportation*. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10072-0>
- De Jesus, M., Puleo, E., Shelton, R. C., & Emmons, K. M. (2010). Associations between perceived social environment and neighborhood safety: Health implications. *Health & Place*, 16(5), 1007–1013. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.06.005>
- Doucé, L., Janssens, W., Leroi-Werelds, S., & Streukens, S. (2016). What to diffuse in a gender-specific store? The effect of male and female perfumes on customer value and behaviour. *Journal of Consumer Behaviour*, 15(3), 271–280. <https://doi.org/10.1002/cb.1567>
- Freeman, L. C. (1977). A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, 40(1), 35. <https://doi.org/10.2307/3033543>
- Gibbs, R. (2012). *Principles of Urban Retail Planning and Development* (1st ed.). Wiley.

- Grewal, D., Levy, M., & Kumar, V. (2009). Customer Experience Management in Retailing: An Organizing Framework. *Journal of Retailing*, 85(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2009.01.001>
- Guo, Z., & Loo, B. P. Y. (2013). Pedestrian environment and route choice: Evidence from New York City and Hong Kong. *Journal of Transport Geography*, 28, 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.11.013>
- Hultén, B. (2012). Sensory cues and shoppers' touching behaviour: The case of IKEA. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 40(4), 273–289. <https://doi.org/10.1108/09590551211211774>
- Khan, U., Dhar, R., & Wertenbroch, K. (2005). A Behavioral Decision Theoretic Perspective on Hedonic and Utilitarian Choice. *Inside Consumption: Frontiers of Research on Consumer Motives, Goals, and Desires*, 1, 144–165.
- Korn, J. (2006). *Transiträume als Orte des Konsums—Eine Analyse des Standorttyps unter besonderer Berücksichtigung der Bahnhöfe*.
- Krishna, A. (2012). An integrative review of sensory marketing: Engaging the senses to affect perception, judgment and behavior. *Journal of Consumer Psychology*, 22(3), 332–351. <https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.08.003>
- Kroeber-Riel, W., & Weinberg, P. (2019). *Konsumentenverhalten* (8. Auflage). Vahlen.
- Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding Customer Experience Throughout the Customer Journey. *Journal of Marketing*, 80(6), 69–96. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0420>
- Lerman, Y., Rofè, Y., & Omer, I. (2014). Using Space Syntax to Model Pedestrian Movement in Urban Transportation Planning: Using Space Syntax in Transportation Planning. *Geographical Analysis*, 46(4), 392–410. <https://doi.org/10.1111/gean.12063>
- Liegenschaft Stadt Uster. (2024). *Vergabe Unterbaurecht Zeughausareal West*. Stadt Uster. https://wohnbaugenossenschaften-uster.ch/wp-content/uploads/2024/06/2024-05-Ausschreibungsdossier-Vergabe-Unterbaurecht-Zeughausareal-West-Uster-Publikation_050624.pdf
- Lue, G., & Miller, E. J. (2019). Estimating a Toronto pedestrian route choice model using smartphone GPS data. *Travel Behaviour and Society*, 14, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.09.008>
- Muraleetharan, T., & Hagiwara, T. (2007). Overall Level of Service of Urban Walking Environment and Its Influence on Pedestrian Route Choice Behavior: Analysis of Pedestrian Travel in Sapporo, Japan. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2002(1), 7–17. <https://doi.org/10.3141/2002-02>
- Otto, S. (2019). *Ekinaka: Der Bahnhof wird zur Innenstadt—Was wir von Japan lernen können*. Zukunft des Einkaufens. https://zukunfdeseinkaufens.de/travel_retail/
- Pestalozzi, C., Bucheli, D., & Sauter, D. (2022). *Empfehlungen zur Zählung des Fussverkehrs* (1720). Bundeamt für Strassen.
- Picot-Coupey, K., Krey, N., Huré, E., & Ackermann, C.-L. (2021). Still work and/or fun? Corroboration of the hedonic and utilitarian shopping value scale. *Journal of Business Research*, 126, 578–590. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.12.018>
- Porta, S., Strano, E., Iacoviello, V., Messori, R., Latora, V., Cardillo, A., Wang, F., & Scellato, S. (2009). Street Centrality and Densities of Retail and Services in Bologna, Italy. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36(3), 450–465. <https://doi.org/10.1068/b34098>
- Rawson, A., Duncan, E., & Jones, C. (2013). *The Truth About Customer Experience*. <https://hbr.org/2013/09/the-truth-about-customer-experience>

- Rittinger, S. (2013). *Cross-Channel Retail Branding: Eine verhaltenswissenschaftliche Untersuchung in Deutschland, Frankreich und Grossbritannien*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-03610-2>
- Rodriguez, D. A., Merlin, L., Prato, C. G., Conway, T. L., Cohen, D., Elder, J. P., Evenson, K. R., McKenzie, T. L., Pickrel, J. L., & Veblen-Mortenson, S. (2014). Influence of the Built Environment on Pedestrian Route Choices of Adolescent Girls. *Environment and Behavior*. <https://doi.org/10.1177/0013916513520004>
- Rüger, B. (2019). Influence of Passenger Behaviour on Railway-Station Infrastructure. In A. Fraszczyk & M. Marinov (Eds.), *Sustainable Rail Transport* (pp. 127–160). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78544-8_8
- Schneider, A. (2019). *Showrooming im stationären Einzelhandel: Entwicklung eines Erklärungsmodells des opportunistischen Konsumentenverhaltens*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24964-9>
- Sevtsuk, A. (2021). Estimating Pedestrian Flows on Street Networks: Revisiting the Betweenness Index. *Journal of the American Planning Association*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/01944363.2020.1864758>
- Spence, C., Puccinelli, N. M., Grewal, D., & Roggeveen, A. L. (2014). Store Atmospherics: A Multi-sensory Perspective. *Psychology & Marketing*, 31(7), 472–488. <https://doi.org/10.1002/mar.20709>
- Stadt Uster. (2019). *Stadtentwicklungskonzept Uster*. Stadt Uster. <https://www.uster.ch/publikationen/229951>
- Stadtrat Uster. (2016). *Volksabstimmung vom 5. Juni 2016: Erläuterungen des Stadtrates*. https://www.uster.ch/_docn/1191693/Abstimmungsweisung.pdf
- Tiefbauamt Stadt Luzern. (2012). *Fussgängerzählungen Stadt Luzern Brücken im Altstadtbereich*. Stadt Luzern. https://www.stadtluzern.ch/_doc/611770
- Van Eggermond, M., Mavros, P., Erath, A. L., Helle, V., Acebillo, P., & Xu, S. (2022). Forecasting district-wide pedestrian volumes in multi-level networks in high-density mixed-use areas. 2022. Space Syntax Conference, Bergen, Norway.
- van Hagen, M. (2011). *Waiting experience at train stations* [PhD Thesis - Research external, graduation UT, Eburon Academic Publishers / University of Twente]. <https://doi.org/10.3990/1.9789059725065>
- Wakefield, K., & Blodgett, J. (1996). The effect of servicescapes on customers' behavioral intentions in leisure service settings. *Journal of Services Marketing*, 10, 45–61. <https://doi.org/10.1108/08876049610148594>

12 Anhang

12.1 Flyer für die Rekrutierung in den Bahnhöfen Luzern und Uster



Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Angewandte Psychologie



SBB CFF FFS



Ihre
Meinung ist
gefragt!

MACHEN SIE MIT BEI UNSERER UMFRAGE!

In unserer Umfrage untersuchen wir, wie sich Leute am Bahnhof aufhalten.
Die Umfrage dauert ca. 10-15 Minuten und ist anonym.

Das Tolle daran?

Sie können uns helfen, neue Einsichten zu erlangen und Sie könnten bald
einen von drei **GALAXUS** Gutscheinen im Wert von CHF 50.00 gewinnen!

Ihre Daten werden vertraulich behandelt
und werden nicht an Dritte weitergegeben.

Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie zu:
<https://go.fhnw.ch/4Hgg3r>

Bei Fragen melden Sie sich bei:
Dr. A. Stefanelli, Projektleitung
annalisa.stefanelli@fhnw.ch

www.fhnw.ch/psychologie

