



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transport, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle communication DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Messung Exposition Veloverkehr

Mesure de l'exposition au trafic cycliste

Measuring bicycle traffic exposure

R+R Burger und Partner AG

Michel Thomet
Sandro Fornallaz

ZHAW School of Engineering

Dr. Martin Frey
Dr. Marcel Dettling

Pro Velo Schweiz, Cyclomania

Anna Schuler

Forschungsprojekt MFZ_20_04E_03

auf Antrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA

Juni 2026 | 1826

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet. Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière. Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima. Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee. Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)

Messung Exposition Veloverkehr

Mesure de l'exposition au trafic cycliste

Measuring bicycle traffic exposure

R+R Burger und Partner AG

Michel Thomet

Sandro Fornallaz

ZHAW School of Engineering

Dr. Martin Frey

Dr. Marcel Dettling

Pro Velo Schweiz, Cyclomania

Anna Schuler

Forschungsprojekt MFZ_20_04E_03

auf Antrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA

Juni 2026 | 1826

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Michel Thomet

Mitglieder

Dr. Martin Frey

Anna Schuler

Dr. Marcel Dettling

Sandro Fornallaz

Begleitkommission

Präsident

Adrian Habegger

Mitglieder

Lukas Bähler

Dr. Markus Deublein

David Gunzinger

Dr. Hanja Maksim

Dr. Iris Oerauner

Michael Rytz (bis November 2025)

Dr. Ralph Straumann

Antragsteller

Bundesamt für Strassen ASTRA

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von
<https://www.mobilityplatform.ch>
heruntergeladen werden.

Juni 2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	9
Zusammenfassung.....	10
Résumé	19
Summary	28
1 Einleitung.....	37
1.1 Ausgangslage	37
1.2 Ziele und Abgrenzung.....	39
1.2.1 Ziele und Gliederung	39
1.2.2 Forschungsfragen	40
1.2.3 Abgrenzung.....	40
2 Methodische Grundlagen	41
2.1 Definition Exposition	41
2.2 Aktueller Stand der Forschung.....	42
2.3 Schlussfolgerungen.....	44
3 Methoden zur Ermittlung der Exposition	47
3.1 Auswahl der Methoden.....	47
3.1.1 Beschreibung der Methoden.....	48
3.2 Beurteilung der Methoden	51
3.2.1 Beschreibung der Beurteilungskriterien.....	51
3.2.2 Details zur Beurteilung der Methoden	55
3.2.3 Zusammenfassung Beurteilung der Methoden ..	60
3.3 Schlussfolgerungen Methodenvergleich.....	60
4 Cyclomania	63
4.1 Cyclomania-Teilnehmende.....	63
4.2 Datenerfassung.....	64
4.3 Partnerschaften	64
5 Durchführung Pilot	65
5.1 Auswahl der Pilotregion	65
5.2 Durchführung.....	65
5.2.1 Anpassungen für die Pilotstudie.....	65
5.2.2 Testlauf Vorgehen Pilot	66
5.2.3 Durchführung	66
5.2.4 Herausforderungen Pilot.....	67
5.3 Datenschutz.....	68
6 Methode Datenaufbereitung und -kombination.....	69

6.1 Datenaufbereitung	69
6.2 Trajektorienbasierte Kennzahlen.....	71
6.3 Fahrtzweck.....	72
6.4 Segmentbasierte Belastungskarte.....	73
6.5 Vergleich mit Strava.....	73
6.6 Korrektur/Kalibrierung mit Zählstellen	73
6.7 Kalibrierung mit Mikrozensus	76
7 Auswertung Pilot.....	77
7.1 Ausgangslage.....	77
7.2 Datenbasis für Pilotstudie in Uster.....	77
7.3 Deskriptive Auswertungen der Cyclomania-Trips.....	78
7.4 Velo-Typ.....	80
7.5 Fahrtzweck.....	82
7.6 Belastungskarten.....	84
7.7 Vergleich mit Strava-Daten.....	86
7.8 Abgleich mit Zählstationen	87
7.9 Abgleich mit Mikrozensus.....	91
7.10 Selektions- und Teilnahmebias.....	95
8 Diskussion Praxiseinsatz	97
8.1 Einsatzmodell und Nutzen.....	97
8.2 Voraussetzungen und Datenqualität.....	97
8.3 Einordnung und Kombination mit Referenzdaten	98
8.4 Flächendeckende Anwendung	99
8.5 Betrieb, Partnerschaften und Governance.....	100
8.6 Empfehlungen für den Praxiseinsatz	102
9 Fazit	103
9.1 Methodenauswahl.....	103
9.2 Beurteilung der Pilotstudie	103
9.3 Weiterer Forschungsbedarf	105
Literaturverzeichnis.....	107
Anhang	109
A.1 Übersicht der nicht ausgewählten Methoden.....	109
A.2 Memorandum Datenschutzrechtliche Einordnung	110
Datenverwendung	117
Projektabschluss	118

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schwere Personenschäden und Neuverkäufe an Velohändler nach Velo-Typ (eigene Abbildung, Daten ASTRA, BFS und Velosuisse)	38
Abbildung 2: Verunfallte und Velo-Frequenzen Stadt Zürich 2016 -2025 (Präsentation Verkehrsunfallstatistik 2025, Stadt Zürich (2026), S. 10).....	38
Abbildung 3: Starke Zunahme der Tagesdistanz pro Person beim E-Bike zwischen dem Mikrozensus 2015 - 2021 (BFS, ARE 2023)	39
Abbildung 4: Übersicht Faktoren der Exposition im Veloverkehr (eigene Darstellung)	42
Abbildung 5: Ansichten Verkehrsmittel, Bewegungen, Challenges (Cyclomania-App)	49
Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Velobelastungsplan 2020 von Winterthur (Quelle: https://stadtplan.winterthur.ch/s/ywz7rxtt)	49
Abbildung 7: Altersverteilung der Cyclomania Teilnehmenden 2025	63
Abbildung 8: Verteilung der Startpunkte aller Cyclomania-Velotrajektorien der Kampagne September 2025 in der Schweiz (n = 299'172)	70
Abbildung 9: Beispiel einer mittels OSRM Map-Matching aufbereiteten Trajektorie. Die roten Punkte zeigen die aufgezeichneten Messpunkte, die durch eine rote gestrichelte Linie verbunden sind. Die blaue Linie zeigt den auf das Velostrassennetz gemappten Weg. Trotz relativ grosser Lücken in der Datenaufzeichnung lässt sich die Fahrstrecke zuverlässig rekonstruieren. Aus Datenschutzgründen wurden die ersten und letzten Punkte entfernt.	71
Abbildung 10: Umriss der Gemeinde Uster mit den zehn Standorten der kantonalen und kommunalen Velozählstellen	74
Abbildung 11: Verteilung nach Geschlecht (links) und Alterskategorien (rechts) in der Pilotstudie, getrennt nach Teilnehmenden mit bzw. ohne mindestens einen Trip im Perimeter Uster	78
Abbildung 12: Empirische kumulative Verteilungsfunktion (ECDF) der Triplängen für Cyclomania-Trips von Nutzenden mit mindestens einem aufgezeichneten Trip in Uster. Berücksichtigt werden alle Trips dieser Nutzenden (d. h. auch Trips ausserhalb von Uster), getrennt nach Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden. Die Triplänge basiert auf den Rohdaten (noch ohne map-matching/aufbereitete Trajektorien). Die y-Achse zeigt den Anteil der Trips mit Triplänge $\leq x$	80
Abbildung 13: Verteilung der Cyclomania-Trips nach Velo-Typ. Vergleich zwischen Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden mit Trips in Uster (September 2025)...	81
Abbildung 14: Bei der Registrierung angegebene Velo-Typen der Pilotteilnehmenden (Mehrfachnennungen möglich).	82
Abbildung 15: Verteilung der Trips nach Start und Ende relativ zum Gemeindeperimeter von Uster. Anteil pro Kategorie innerhalb der Pilotgruppe bzw. der übrigen Nutzenden mit Trips in Uster (September 2025)	83
Abbildung 16: Vermuteter Triptyp gemäss Distanzheuristik. Anteil der als „Commute“ bzw. „Leisure“ klassifizierten Trips innerhalb der Pilotgruppe und der übrigen Nutzenden (September 2025; Heuristik gemäss Kapitel 6.3).....	83
Abbildung 17: <i>Cyclomania-Belastungskarte (September 2025)</i> . Anzahl beobachteter Durchfahrten pro Segment innerhalb der Gemeinde Uster	84

Abbildung 18: Cyclomania-Belastungskarten nach Tagestyp. Vergleich der Segmentbelastung an Arbeitstagen (links) versus Wochenendtagen (rechts) für September 2025, normiert auf einen durchschnittlichen Tag	85
Abbildung 19: <i>Cyclomania-Belastungskarten nach Geschlecht (Pilotstudie).</i> Vergleich der Segmentbelastung für Frauen (links) und Männer (rechts) im September 2025; unbereinigt bezüglich unterschiedlicher Gruppengrößen	85
Abbildung 20: Belastungskarten auf Basis des Strava-Segmentnetzes (Monat 2025-09). Dargestellt sind die pro Segment aggregierten Zählwerte (Summe beider Fahrtrichtungen) für Cyclomania (links) und Strava (rechts). Die Farbskala ist in beiden Karten identisch	87
Abbildung 21: Vergleich Tageswerte Zählstelle und Cyclomania-Trips (September 2025) an der Zählstelle Nr. 1119 (Richtung Niederuster). Die Cyclomania-Trips sind als sekundäre Achse dargestellt; die Skalen sind unterschiedlich, relevant ist primär der zeitliche Verlauf	88
Abbildung 22: Vergleich Tageswerte Zählstelle und Cyclomania-Trips (September 2025) an der Zählstelle ZH5123 (Richtung Uster Bahnhof). Trotz unterschiedlicher Skalen zeigt Cyclomania ein plausibles Tagesmuster im Vergleich zur Zählstelle.....	88
Abbildung 23: Cyclomania-Abdeckungsgrad pro Zählstelle und Richtung (September 2025): Anteil Cyclomania-Trips / gemessener Gesamtverkehr. Punkte: Schätzer; Balken: 95 %-Wilson-Konfidenzintervalle	89
Abbildung 24: Hochgerechnete Cyclomania-Belastungskarte für Uster (September 2025). Segmentbelastung aus beobachteten Cyclomania-Durchfahrten, skaliert mit einem mittleren Korrekturfaktor von 37.1 (aus Zählstellen-Abdeckungsgraden)	90
Abbildung 25: Strava-Abdeckungsgrad pro Zählstelle und Richtung (September 2025): Anteil Strava-Zählung / gemessener Gesamtverkehr. Punkte: Schätzer; Balken: 95 %-Wilson-Konfidenzintervalle	91
Abbildung 26: Anteil Zielpersonen mit mindestens einer Velo- oder E-Bike-Etappe am Stichtag nach Altersgruppe und Geschlecht (MZMV 2021; gewichtete Auswertung mit Personengewicht WP). Fehlerbalken zeigen 95 %-Konfidenzintervalle.....	92
Abbildung 27: Vergleich der mittleren Tagesdistanz unter Velofahrenden im MZMV 2021 mit der mittleren Distanz pro aktivem Tag in den Cyclomania-Daten (Pilotgruppe), jeweils nach Altersgruppe und Geschlecht. Fehlerbalken zeigen 95 %-Konfidenzintervalle (MZMV: designbasiert mit WP; Cyclomania: stichprobenbasiert auf User-Ebene). Annotationen geben die Anzahl Cyclomania-Nutzenden pro Stratum an.....	93
Abbildung 28: Ergebnisse der Nachbefragung aller Cyclomania-Teilnehmenden zur Selbsteinschätzung des Challenge-Effekts („mehr Strecken mit dem Velo als üblich?“; n = 2555). Dargestellt sind pro Antwortkategorie der Anteil sowie die absolute Anzahl der Antworten.	95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Methoden.....	47
Tabelle 2: Übersicht Beurteilung der Methoden	60
Tabelle 3: Verwendete Velozählstellen.....	75
Tabelle 4: Deskriptive Kennzahlen der Cyclomania-Trips von Nutzenden mit mindestens einem Trip in Uster (inkl. Trips ausserhalb von Uster), getrennt nach Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden. Angaben als Median [Q25–Q75]; zusätzlich ist der arithmetische Mittelwert (Mean) ausgewiesen. Q25 und Q75 bezeichnen das 25 %- bzw. 75 %-Quantil. Die Triplänge basiert auf den Rohdaten (noch ohne map-matching/aufbereitete Trajektorien). Der Block „Ohne Top 5 %“ zeigt eine Sensitivitätsanalyse nach Ausschluss der Top 5 % Nutzenden pro Gruppe mit den meisten Trips (alle Trips dieser Personen entfernt).....	79
Tabelle 5: Netzwerkkennzahlen der auf das Strava-Segmentnetz gemappten Cyclomania- und Strava-Daten.....	86
Tabelle 6: Abgleich Cyclomania vs. MZMV (Velofahrende). Für Cyclomania beziehen sich die 95 %-Konfidenzintervalle auf die Pilotstichprobe (user-spezifische mittlere Tagesdistanzen). Das Roh-CI basiert auf Normalapproximation ($\text{Mean} \pm 1.96 \cdot \text{SE}$); das korrigierte CI wurde mittels Bootstrap über Nutzende (Resampling auf User-Ebene; $B = 2000$) nach Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht bestimmt. Die Intervalle sind nicht bevölkerungsrepräsentativ zu interpretieren.....	94
Tabelle 7: Übersicht der nicht weiterverfolgten Methoden.....	109

Abkürzungsverzeichnis

ARE	Bundesamt für Strassen
ASTRA	Bundesamt für Raumentwicklung
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BFU	Beratungsstelle für Unfallverhütung
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
GPS	Global Positioning System
JSON	JavaScript Object Notation
MZMV	Mikrozensus Mobilität und Verkehr
OSRM	Open Source Routing Machine

Zusammenfassung

Ausgangslage und Problemstellung

Der Veloverkehr in der Schweiz nimmt zu und wird vermehrt gefördert. In den vergangenen Jahren haben der starke Anstieg der E Bike-Nutzung und die Zunahme der Velo-Unfälle neue Fragestellungen aufgeworfen. Schwere Personenschäden unter E-Bike-Fahrenden haben sich innert zehn Jahren, zwischen 2016 und 2025, nahezu verdreifacht. Ob dahinter ein strukturell gefährlicheres Fahren steckt oder schlicht ein massiver Zuwachs an Nutzenden, lässt sich mit den heute verfügbaren Daten nicht abschliessend klären. Daher soll im vorliegenden Forschungsprojekt mittels Pilotstudie untersucht werden, wie die Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs in der Schweiz künftig zuverlässig, räumlich differenziert und regelmässig erhoben werden kann. Dazu sollen belastbare Expositionsdaten ermittelt werden, welche aufzeigen, wer (demografisch), wie (Verkehrsmittel), warum (Fahrtzweck), wann (Zeitpunkt) und wo (Strassenabschnitt) mit dem Velo unterwegs ist.

Die etabliertesten Datenquellen sind heute zum einen der Mikrozensus Mobilität und Verkehr, dieser ist zwar bevölkerungsrepräsentativ, wird aber nur alle fünf Jahre erhoben. Zum anderen die stationären Velozählstellen, die zwar zeitlich hochaufgelöst, aber räumlich nur punktuelle Werte ohne Unterscheidung nach Velo-Typ und Demografie liefern. Für eine regelmässige, räumlich differenzierte und detaillierte Exposition reichen beide Quellen nicht aus. Das Forschungsprojekt verfolgt daher zwei aufeinander aufbauende Forschungsfragen. Zuerst erfolgt ein systematischer Vergleich der verfügbaren Erhebungsmethoden, gefolgt von einer Erprobung des vielversprechendsten Ansatzes in einer räumlich begrenzten Pilotstudie.

Forschungsfragen und methodische Grundlagen

Das Projekt richtet sich an zwei zentralen Forschungsfragen aus: Welche Methoden haben das Potenzial zur Bestimmung der Velo- und E-Bike-Exposition? Eignet sich eine spezifische Methode in Kombination mit Zählstellen und dem Mikrozensus, um diese Exposition zuverlässig zu bestimmen?

Die *Exposition* im Veloverkehr wird als Anzahl der zurückgelegten Kilometer während einem bestimmten Zeitraum mit einem spezifischen Verkehrsmittel definiert. Für differenzierte Auswertungen etwa für die Unfallforschung, Infrastrukturplanung oder Wirkungskontrollen braucht es im Idealfall geo- und zeitreferenzierte Trajektorien, Angaben zum Fahrzeugtyp (Velo, langsames E-Bike bis 25km/h, schnelles E-Bike bis 45km/h), demografische Merkmale sowie Informationen zum Fahrtzweck.

Der internationale Forschungsstand zeigt, dass GPS-basierte Crowdsourcing-Ansätze grundsätzlich geeignet sind, Velonutzung räumlich und zeitlich hochaufgelöst abzubilden. Gleichzeitig sind Selektionsbias, mangelnde Repräsentativität und die Notwendigkeit zur Kombination mit amtlichen Referenzdaten bekannte Herausforderungen.

Vergleich und Bewertung der Erhebungsmethoden

Insgesamt wurden sieben Methoden ausgewählt und anhand einheitlicher Kriterien bewertet. Die Tracking-Apps Strava, bike to work und Cyclomania, die Mobilfunkdaten von Swisscom Mobility Insights, das Bike-Sharing-System PubliBike sowie die behördlichen Quellen Mikrozensus und Velozählstellen. Beurteilungskriterien waren Trajektorienqualität, Verkehrsmittelunterscheidung, demografische Informationen, Fahrtzweck, Datenvolumen, Repräsentativität der Nutzenden, räumliche und saisonale Abdeckung, verfügbarer Zeitraum, Vollständigkeit der Daten, Unverfälschtheit der Information, Datenverfügbarkeit sowie die Kooperationsbereitschaft der Datenanbieter.

Der Vergleich zeigt, dass keine der untersuchten Methoden für sich allein alle Anforderungen an eine regelmässige, räumlich differenzierte und zugleich bevölkerungsrepräsentative Expositionsbestimmung erfüllt. Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr kommt diesem Optimum naturgemäss am nächsten, da er als bevölkerungsrepräsentative Erhebung differenzierte Angaben zu Verkehrsmittel, Demografie und Fahrtzweck liefert. Damit stellt er die zentrale Referenz für die Beurteilung und Korrektur anderer Datenquellen dar. Seine Einschränkung liegt vor allem darin, dass aktuelle Informationen nur im Abstand von fünf Jahren vorliegen und kleinräumige, zeitnahe Auswertungen nur begrenzt möglich sind. Gesucht wird deshalb keine Alternative zum Mikrozensus, sondern eine ergänzende Methode, die häufiger aktuelle und räumlich differenzierte Informationen bereitstellt und sich mit den Daten des Mikrozensus kombinieren lässt.

Für die Pilotstudie wurde das grösste Potenzial in Cyclomania identifiziert. Ausschlaggebend waren die bereits vorhandene Infrastruktur zur georeferenzierten Datenerhebung, die breite und alltagsorientierte Nutzerbasis der jährlichen Mitmachkampagne sowie die Möglichkeit, die Datenerhebung im Rahmen des Projekts aktiv mitzugestalten. Im Unterschied zu fitnessorientierten Tracking-Apps wie Strava erfasst Cyclomania vorwiegend den Alltagsverkehr, da Bewegungen automatisch im Hintergrund aufgezeichnet werden und keine manuelle Aktivierung pro Fahrt erforderlich ist. Strava wurde ergänzend weiter analysiert, insbesondere als Vergleichsquelle für den Freizeit- und Sportverkehr. Damit bot Cyclomania die beste Grundlage, um in der Pilotstudie zu prüfen, wie sich Trajektorien mit zusätzlichen Informationen verknüpfen und mit Referenzdaten wie Zählstellen und Mikrozensus kombinieren lassen.

Andere untersuchte Ansätze decken zwar einzelne Aspekte der Exposition ab, erwiesen sich für die Zielsetzung der Pilotstudie jedoch als weniger geeignet. Mobilfunkdaten bieten zwar eine grosse Abdeckung, erlauben aber keine hinreichend differenzierte Verkehrsmittelunterscheidung. bike to work ist stark auf Pendelverkehr fokussiert und weist nur eine begrenzte Nutzung des Trackings auf. Bike-Sharing-Daten sind räumlich und inhaltlich auf spezifische Nutzungskontexte beschränkt.

Cyclomania als Erhebungsmethode

Cyclomania ist eine jährlich im September stattfindende Veloförderaktion von Pro Velo Schweiz. Im Jahr 2025 meldeten sich 170 Gemeinden aus der ganzen Schweiz für die Mitmach-Challenge an. Total nahmen rund 13'000 Personen teil und legten

zusammen ca. 1.2 Millionen an per Tracking erfassten Velokilometern zurück. Die App erfasst Bewegungsverläufe automatisch im Hintergrund und klassifiziert den Transportmodus präzise mittels eines Machine-Learning-Modells (F1-Score über 0.95 für alle Modi).

Nachbefragungen bei den Teilnehmenden zeigen, dass die Nutzerstruktur nach Geschlechtern ausbalanciert (rund 53 % Männer, 46 % Frauen) ist. Über die Altersgruppen bezogen sind die Teilnehmenden bis auf die Kinder und Jugendlichen ausgeglichen vorhanden. Rund 90 Prozent der Teilnehmenden geben an, bereits vor der Challenge mindestens zwei- bis dreimal pro Woche Velo gefahren zu sein. Somit handelt es sich bei den Mitmachenden im Vergleich zur Gesamtbevölkerung sicherlich um veloaffine Personen.

Planung und Durchführung der Pilotstudie

Als Pilotregion wurde die Stadt Uster im Kanton Zürich ausgewählt. Ausschlaggebend waren ihre regelmässige Teilnahme an Cyclomania seit 2020, eine jährliche Beteiligungsquote von rund 1.5 Prozent der Bevölkerung, der grossen Anzahl an vorhandenen Velozählstellen sowie die aktive Unterstützung durch die Stadtverwaltung. Die Pilotstudie war in der regulären Cyclomania-Challenge vom September 2025 integriert.

Für die Pilotstudie waren zwei technische und organisatorische Erweiterungen notwendig. Erstens wurde die App um eine differenzierte Velo-Typ-Erfassung ergänzt: Nutzende können nun zwischen Velo, langsamem E-Bike und schnellem E-Bike unterscheiden, sowohl als Standardeinstellung im Profil als auch nachträglich für jede einzelne Fahrt. Zweitens wurden die demografischen Angaben (Alter und Geschlecht) über ein separates Einwilligungsformular erhoben, das die Verknüpfung mit den Trackingdaten datenschutzkonform ermöglicht. Das Vorgehen wurde von BKS Rechtsanwälte AG juristisch geprüft und bestätigt.

Das Ziel war es, 50 bis 100 Personen für die Teilnahme an der Pilotstudie zu gewinnen. Schliesslich gaben 132 Personen ihre Einwilligung an und davon konnten 81 Teilnehmende mit mindestens einem Trip im Perimeter der Gemeinde Uster ausgewertet werden. Diese Pilotgruppe generierte 1'902 der insgesamt 9'549 Velo-Trajektorien, die im September 2025 von 627 verschiedenen Nutzer:innen in Uster aufgezeichnet wurden. Die Verteilung nach Velo-Typ lag bei rund 72 % Velos, 24 % langsamen E-Bikes und 4 % schnellen E-Bikes.

Die Durchführung verlief grundsätzlich gut, brachte aber auch Herausforderungen zutage. Die Differenzierung der Trips nach Velo-Typ funktionierte nicht in allen Fällen einwandfrei und ein technischer Fehler bei der Priorisierung von Nutzerbearbeitungen wurde nachträglich identifiziert und behoben. Eine Fehlfunktion in der iOS-App führte in den ersten drei Wochen bei einem Teil der Nutzenden zu Lücken in der Aufzeichnung. Diverse Analysen haben gezeigt, dass die Datenqualität dadurch grösstenteils nicht beeinträchtigt wurde. Einige User konnten anhand des separaten Registrierungsformulars nicht eindeutig zugewiesen werden und die Daten dieser Personen konnten daher für die Auswertung nicht genutzt werden. Bei einem allfälligen künftigen Einsatz in der Praxis wird kein separates Registrierungsformular wie beim

Piloten mehr benötigt und folglich entfallen aus diesem Grund künftig keine Datensätze der Teilnehmenden für die Auswertung.

Datenaufbereitung und Methodenkombination

Die GPS-Rohdaten wurden mittels der Open Source Routing Machine (OSRM) auf das Velostrassennetz gemappt. Dadurch wurden GPS-Rauschen reduziert, Lücken in der Punktfolge geschlossen und die Trajektorien auf definierte Strassensegmente projiziert. Pro Segment wurde anschliessend die Anzahl beobachteter Durchfahrten aggregiert. Diese segmentbasierten Belastungswerte bilden die Grundlage für Belastungskarten und den Vergleich mit externen Datenquellen.

Da eine direkte Abfrage des Fahrtzwecks für alle Trips als zu aufwendig beurteilt wurde, kamen zwei einfache Heuristiken zum Einsatz. Erstens wurden die Trips anhand von Start und Endpunkt relativ zum Gemeindeperimeter kategorisiert: vollständig innerhalb Usters, ein- oder ausgehend, oder Durchfahrt. Zweitens diente die Luftliniendistanz zwischen Start und Ziel als Näherung: Trips mit unterschiedlichem Start- und Endpunkt und mehr als einem Kilometer Distanz wurden als Pendel- bzw. Alltagsfahrt („Commute“) klassifiziert, Rundfahrten und kürzere Wege als Freizeitfahrt („Leisure“).

Die Einordnung und Hochrechnung der Cyclomania-Daten stützte sich auf drei Referenzquellen: die elf Velozählstellen in Uster für Abdeckungsgrade und zeitliche Validierung, Strava Metro für einen räumlichen Vergleich der Netznutzung sowie den Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021 (MZMV) für bevölkerungsrepräsentative Referenzwerte zu Tagesdistanzen und Anzahl Fahrten.

Auswertungsergebnisse der Pilotstudie

Kennzahlen der Trips

Die Triplängen weisen sowohl bei den Pilotteilnehmenden als auch bei den übrigen Nutzenden mit Trips in Uster eine stark rechtsschiefe Verteilung auf: Der Median liegt bei 2.05 km (Pilotgruppe) bzw. 2.40 km (Vergleichsgruppe), während die Mittelwerte durch einzelne lange Fahrten auf rund 5.5 km in der Pilotgruppe bzw. 5.8 km in der Vergleichsgruppe angehoben werden. Drei Viertel aller Trips sind kürzer als 5.7 resp. 6.7 km. Die Distanz pro aktivem Velofahrttag beträgt im Median 5.98 km (Pilot) bzw. 8.28 km (Rest). Zwischen den beiden Gruppen besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in der Triplänge, was auf eine konsistente Erhebungsstruktur ohne systematische Verzerrung durch die Pilotzugehörigkeit hindeutet.

Velo-Typ und Fahrtzweck

Die detaillierte Analyse der Velo-Typen deuten darauf hin, dass der Fahrmodus nicht bei jedem Trip konsequent gesetzt wurde und motorisierte Fahrten dadurch in der tripbasierten Auswertung tendenziell unterschätzt sein könnten.

Die Fahrtzweckheuristik klassifiziert rund 65 % der Trips der Pilotgruppe als „Commute“ und 35 % als „Leisure“. Bei den übrigen Nutzenden liegt das Verhältnis bei 69 zu 31 %. Rund 70 % der Trips der Pilotgruppe haben sowohl Start als auch Ende innerhalb Usters; Durchfahrten machen nur 1 % aus, bei der Vergleichsgruppe dagegen

7 %, was dem Rekrutierungskontext entspricht: Die Pilotgruppe wurde explizit in Uster angesprochen.

Räumliche Belastungskarten

Die auf das Strassennetz gemappten Trajektorien ergeben ein konsistentes, flächiges Bild der Velonutzung in Uster. Klare Schwerpunkte liegen im Ortszentrum und entlang der wichtigsten Zubringerachsen; gleichzeitig ist auch das Nebenstrassennetz gut abgedeckt. An Arbeitstagen ist die Belastung auf Pendelachsen ausgeprägter als am Wochenende. Eine geschlechterspezifische Auswertung, die dank der Verknüpfung mit den demografischen Angaben der Pilotgruppe möglich war, deutet darauf hin, dass Männer häufiger stark frequentierte Hauptstrassen nutzen, während Frauen sich stärker über das Nebenstrassennetz verteilen. Diese Tendenz ist als Hinweis und nicht als statistisch gesicherter Befund zu verstehen.

Vergleich mit Strava

Der Vergleich mit Strava Metro offenbart grundlegende Unterschiede in der Netzabdeckung. Cyclomania deckt das Strassennetz vergleichsweise flächig ab: nur 6 Prozent der Segmente in Uster weisen keine beobachteten Durchfahrten auf, und die Belastung verteilt sich gleichmässig über das Gemeindegebiet. Bei Strava hingegen bleiben 41 Prozent der Segmente ohne ausgewiesene Trips; die Zählwerte konzentrieren sich auf wenige Hotspots, allen voran den Greifensee-Rundweg. Strava scheint damit primär sport- und freizeitbezogene Fahrten abzubilden, während Cyclomania viel mehr die Alltagsmobilität erfasst. Als ergänzende Referenz für Freizeit- und Sportverkehr bleibt Strava wertvoll; als Ersatz für einen alltagstauglichen Expositionsdatensatz scheidet die Plattform jedoch aus.

Abgleich mit Velozählstellen

An den elf Zählstellen in Uster liegen die Abdeckungsgrade von Cyclomania zwischen 1.4 und 4.7 Prozent pro Richtung; der Median beträgt 2.7 Prozent. Daraus ergibt sich für die Pilotregion Uster ein globaler Korrekturfaktor von 37.1 für die Hochrechnung der beobachteten Cyclomania-Trips auf den Gesamtverkehr. Dieser Faktor ist jedoch als pilotspezifische Grösse zu verstehen und nicht ohne Weiteres auf andere Regionen oder die gesamte Schweiz übertragbar. Die Ganglinien der Tageswerte von Cyclomania folgen dem Verlauf der Zählstellenmessungen plausibel: Wochenpeaks, Wochenendmuster und kurzfristige Schwankungen werden korrekt abgebildet. Strava zeigt im gleichen Vergleich sehr heterogene Abdeckungsgrade (0.4 bis 19.6 Prozent), die stark vom Streckentyp abhängen, weshalb eine globale Hochrechnung damit nicht vertretbar wäre.

Abgleich mit dem Mikrozensus

Die bevölkerungsrepräsentative Referenz liefert der Mikrozensus 2021: Die mittlere Tagesdistanz unter Velofahrenden beträgt dort 9.94 km (95 %-KI: 9.49– 10.4 km). In den Cyclomania-Pilotdaten liegt der entsprechende Wert bei 13.1 km (roh) bzw. 13.5 km nach Post-Stratifizierung nach Alter und Geschlecht. Die höheren Werte in Cyclomania sind plausibel: Teilnehmende sind im Schnitt veloaffiner als die Durchschnittsbevölkerung und legen an aktiven Tagen tendenziell längere Strecken zurück. Die demografische Korrektur verändert den Mittelwert kaum, was darauf hindeutet,

dass die verbleibende Abweichung zum Mikrozensus nicht auf die Alters- und Geschlechtszusammensetzung, sondern primär auf Verhaltenseffekte zurückzuführen ist.

Selektions- und Teilnahmebias

Cyclomania-Teilnehmende unterscheiden sich strukturell von der Durchschnittsbevölkerung: Sie sind veloaffiner (Selektionsbias), und die Challenge selbst setzt Anreize zum Mehrfahren (Teilnahmebias). Eine Nachbefragung unter 2'555 Teilnehmenden zeigt, dass rund 35 Prozent angaben, während der Challenge mehr als üblich Velo gefahren zu sein; rund zwei Drittel verneinten einen entsprechenden Effekt. Der Challenge-Effekt ist damit moderat, muss aber bei der Interpretation aggregierter Kennzahlen berücksichtigt werden.

Strukturell kaum erreichbar über Cyclomania sind Kinder und Jugendliche (unter 2 Prozent der Teilnehmenden), weniger technikaffine Bevölkerungsgruppen sowie Personen mit geringer Velonutzung. Für quantitative Aussagen zur Gesamtexposition sind externe Referenzdaten deshalb unverzichtbar. Für räumliche Analysen und Belastungskarten ist ein erhöhtes Aktivitätsniveau hingegen weniger problematisch, da mehr Beobachtungen die Netzabdeckung verbessern.

Diskussion des Praxiseinsatzes

Nutzen und Einsatzmodell

Cyclomania eignet sich als praxisnahe Datengrundlage für eine Reihe von Auswertungsprodukten, insbesondere für Belastungskarten, räumliche Schwerpunktanalysen, Zeitprofile nach Tageszeit und Wochentag sowie Kennzahlen zu Distanzen, Bewegungsmustern und Fahrtzweck. Darüber hinaus besteht Potenzial für expositionsbezogene Einordnungen von Unfallzahlen. Auswertungen nach Geschlecht, Alter und Velo-Typ sind dank der in der Pilotstudie in der App umgesetzten sowie den entsprechenden Anpassungen bei Einwilligung und Datenschutz grundsätzlich möglich. Die Angaben zum Velo-Typ sind jedoch derzeit noch eingeschränkt, wenn Personen mehrere Velo-Typen verwenden und diese pro Fahrt manuell anpassen müssen.

Kombination mit Referenzdaten

Die Pilotstudie zeigt, dass die Cyclomania-Daten für belastbare Aussagen sinnvoll mit externen Referenzdaten kombiniert werden. Zählstellen ermöglichen es, die beobachteten Cyclomania-Trips in Bezug auf den Gesamtverkehr einzuordnen, Abdeckungsgrade abzuschätzen und zeitliche Muster zu validieren. Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr liefert bevölkerungsrepräsentative Referenzgrößen, insbesondere für aggregierte Kennzahlen wie Tagesdistanz oder Anzahl Etappen, und bildet damit eine wichtige Grundlage zur Einordnung möglicher Verzerrungen. Durch Post-Stratifizierung nach Alter und Geschlecht lässt sich der Einfluss der demografischen Zusammensetzung auf aggregierte Kennzahlen abschätzen, auch wenn verbleibende Unterschiede nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Ergänzend kann Strava für den Vergleich mit Freizeit- und Sportverkehr herangezogen werden, während Cyclomania stärker den Alltagsverkehr abbildet. Für eine räumlich differenzierte Hochrechnung auf das gesamte Netz sind jedoch weiterführende Modelle erforderlich, die den Abdeckungsgrad auf Strassenabschnitten ohne Zählstelle schätzen.

Flächendeckende Anwendung

Die im Rahmen von Cyclomania eingesetzte Tracking-Methodik bietet grundsätzlich eine geeignete Basis für Expositionsmessungen und -berechnungen im Veloverkehr, da pro aufgezeichneter Fahrt räumlich und zeitlich detaillierte Trajektorien vorliegen. Für die praktische Anwendung ist jedoch zwischen aggregierten Kennzahlen und räumlich differenzierten Belastungskarten zu unterscheiden. Für aggregierte Kennzahlen wie Tagesdistanz, Unterwegszeit oder Anzahl Etappen erscheint die Datengrundlage grundsätzlich ausreichend, um für den Monat September schweizweit Aussagen abzuleiten, die in ihrer Art jenen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr entsprechen. Solche Kennzahlen müssen jedoch unter Berücksichtigung von Selektions- und Teilnahmeeffekten interpretiert und nach Möglichkeit mit Referenzdaten des Mikrozensus eingeordnet oder korrigiert werden. Einschränkungen bestehen insbesondere für untervertretene Bevölkerungsgruppen wie Kinder und Jugendliche sowie teilweise für die italienischsprachige Schweiz.

Für räumlich differenzierte Belastungskarten ist die Situation anders zu beurteilen: Hier sind belastbare Aussagen vor allem dort möglich, wo eine Challenge durchgeführt wurde und genügend Beobachtungen vorliegen. Für Gebiete ohne Challenge oder mit geringer Beteiligung sind direkte räumlich differenzierte Aussagen nur eingeschränkt möglich. Für Hochrechnungen auf das gesamte Netz sind zudem zusätzliche Referenzdaten, insbesondere Zählstellen, erforderlich. Ob sich die im September beobachteten Muster auf andere Jahreszeiten übertragen lassen, bleibt offen; für saisonale Aussagen oder Zeitreihenanalysen wären zusätzliche Erhebungen in weiteren Monaten und über mehrere Jahre erforderlich.

Governance und Finanzierung

Für einen dauerhaften Praxiseinsatz braucht es klare Verantwortlichkeiten entlang der gesamten Datenkette: Erhebung, Aufbereitung, Auswertung und Ergebnisbereitstellung. Cyclomania verfügt bereits über eine etablierte organisatorische Struktur und Erfahrung im Umgang mit Mobilitätsdaten. Kritisch bleibt die langfristige Finanzierung: Ohne klar definiertes Trägerschaftsmodell ist die Kontinuität der Datenerhebung gefährdet. Als potenzielle Nutzer und Mitfinanzierer wurden identifiziert: das BFU (expositionsbezogene Einordnung der Unfalldaten), das ARE (Verkehrsaufkommen und externe Kosten), das BFS (MZMV-App), das ASTRA (Unfall- und Mobilitätsentwicklung) sowie das Netzwerk Monitoring Fuss- und Veloverkehr. Die unterschiedlichen Bedürfnisse dieser Akteure könnten in einem gemeinsamen Workshop strukturiert werden.

Das Bundesamt für Energie (BFE) zieht sich ab 2027 als Subventionspartner zurück. Die langfristige Finanzierung der Aktion ist damit derzeit nicht gesichert.

Fazit

Die Pilotstudie in Uster hat gezeigt, dass Cyclomania in Kombination mit Velozählstellen und dem Mikrozensus eine geeignete, technisch umsetzbare Grundlage für eine räumlich differenzierte und regelmässige Erhebung der Velo-Exposition darstellt. Die wichtigsten Befunde lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die mit der App generierten Daten bilden die Alltagsmobilität räumlich und zeitlich realitätsnah ab. Die Ganglinien der Tageswerte und die räumlichen Schwerpunkte werden nachvollziehbar erfasst.
- Die Kombination mit Referenzdaten ergibt ein robustes System für Expositionsschätzungen in unterschiedlichen Kontexten. Zählstellen ermöglichen die Einordnung und Hochrechnung der beobachteten Durchfahrten, während der Mikrozensus als bevölkerungsrepräsentative Referenz für die Einordnung und Korrektur aggregierter Kennzahlen dient. Für räumlich differenzierte Hochrechnungen auf das gesamte Netz sind jedoch weiterführende Modelle erforderlich. Cyclomania deckt den Alltagsverkehr deutlich besser ab als Strava, das auf Sport- und Freizeitfahrten ausgerichtet ist.
- Die in Cyclomania beobachteten Tagesdistanzen der Teilnehmenden liegen etwas über den Werten des Mikrozensus, was plausibel mit Selbstselektion und Challenge-Effekten zusammenhängt. Ganz sicher sind Kinder und Jugendliche stark untervertreten, vermutlich auch wenig technikaffine Bevölkerungsteile. Dies schränkt die Repräsentativität ein. Um ergänzende Informationen für unterrepräsentierte Bevölkerungsgruppen zu gewinnen, wären zusätzliche Erhebungsansätze zu prüfen.
- Die Aussagekraft der Methode hängt stark vom Anwendungsfall ab. Aggregierte Kennzahlen erscheinen für den Monat September auch über einzelne Pilotregionen hinaus grundsätzlich ableitbar, sofern Referenzdaten zur Einordnung genutzt werden. Räumlich differenzierte Belastungskarten sind dagegen vor allem in Regionen mit ausreichender Teilnahmeintensität belastbar.

Insgesamt zeigt die Pilotstudie, dass Cyclomania eine technisch und methodisch vielversprechende Grundlage für Expositionsauswertungen darstellt. Sie belegt jedoch noch nicht, dass bereits heute eine flächendeckende, räumlich hochaufgelöste und ganzjährig belastbare Expositionsbestimmung für die gesamte Schweiz möglich ist. Für einen langfristigen Praxiseinsatz braucht es neben einer tragfähigen Trägerschaft und stabiler Finanzierung insbesondere eine klare Definition der Anwendungsfälle, die systematische Einbindung von Referenzdaten sowie weitere methodische Entwicklungen.

Weiterer Forschungsbedarf

Die Pilotstudie zeigt mehrere Ansatzpunkte für die methodische Weiterentwicklung. Ein wichtiger nächster Schritt ist die automatische Unterscheidung von Velos, langsamen E-Bikes und schnellen E-Bikes auf Basis von Beschleunigungs- und Positionsdaten, damit Nutzende den Velo-Typ nicht mehr manuell pro Fahrt korrigieren müssen. Auch die Bestimmung des Fahrtzwecks könnte weiter verbessert werden, etwa durch die Einbindung geokodierter Raumnutzungsdaten wie Arbeitsstätten, Schulen, Einkaufsmöglichkeiten oder Freizeitanlagen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bei der Hochrechnung der beobachteten Trips auf Expositionswerte für das gesamte Netz. Dazu wären Modelle nötig, die den Abdeckungsgrad anhand von Strassenattributen, regionaler Teilnahmeintensität und weiteren Kontextmerkmalen schätzen. Ergänzend ist zu prüfen, wie aggregierte Kennzahlen besser an die Zusammensetzung der Gesamtbevölkerung angepasst werden

können, etwa auf Basis des Mikrozensus. Auch saisonale Effekte des Erhebungsmonats sollten künftig besser berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist zu prüfen, wie sich vergleichbare Auswertungen über mehrere Jahre hinweg aufbauen lassen. Dies wäre insbesondere für die Beobachtung zeitlicher Entwicklungen und für die bessere Einordnung von Unfallzahlen relevant, da Veränderungen in den Unfallzahlen nur im Zusammenhang mit der Entwicklung der Exposition sinnvoll interpretiert werden können. Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte dieses Potenzial noch nicht untersucht werden, da nur Daten aus dem September eines einzelnen Jahres vorlagen.

Schliesslich stellt sich die Frage, wie Bevölkerungsgruppen, die durch Cyclomania nur unzureichend erreicht werden, besser abgedeckt werden können, insbesondere Kinder und Jugendliche. Denkbar wären hierfür ergänzende Erhebungsansätze, beispielsweise in Kooperation mit Schulen z. B. mit vereinfachten Tracking-Lösungen. Darüber hinaus wäre ein Vergleich mit der im Mikrozensus-Piloten eingesetzten Smartphone-App sinnvoll, um das Potenzial der Cyclomania-Technologie als Ergänzung zu bestehenden Erhebungen besser einordnen zu können.

Résumé

Situation initiale et enjeux

Le trafic cycliste en Suisse est en augmentation et fait l'objet d'une promotion accrue. Au cours des dernières années, la forte hausse de l'utilisation des vélos électriques (e-bikes) et l'augmentation des accidents de vélo ont soulevé de nouvelles questions. Les blessures graves parmi les cyclistes utilisant des e-bikes ont presque triplé en dix ans, entre 2016 et 2025. Avec les données actuellement disponibles, il n'est toutefois pas possible de déterminer de manière concluante si cela est dû à un comportement de conduite structurellement plus dangereux ou simplement à une forte augmentation du nombre d'utilisateurs. Dans ce contexte, le présent projet de recherche vise, à l'aide d'une étude pilote, à examiner comment l'exposition du trafic cycliste et du trafic e-bike en Suisse pourra à l'avenir être mesurée de manière fiable, spatialement différenciée et régulière. Pour ce faire, des données d'exposition solides doivent être recueillies, afin de montrer qui (données démographiques), comment (moyen de transport), pourquoi (motif du déplacement), quand (moment) et où (tronçon de route) les personnes se déplacent à vélo.

Les sources de données les plus établies sont aujourd'hui, d'une part, le Microrecensement mobilité et transports (MRMT), qui est certes représentatif de la population, mais n'est réalisé que tous les cinq ans. D'autre part, les postes de comptage cycliste permanents, qui fournissent des données à haute résolution temporelle, mais uniquement ponctuelles dans l'espace, sans distinction selon le type de vélo ni les caractéristiques démographiques. Ces deux sources ne suffisent pas pour une mesure régulière, spatialement différenciée et détaillée de l'exposition. Le projet de recherche poursuit donc deux questions de recherche complémentaires. Il commence par une comparaison systématique des méthodes de collecte disponibles, suivie d'une mise à l'essai de l'approche la plus prometteuse dans le cadre d'une étude pilote spatialement limitée.

Questions de recherche et bases méthodologiques

Le projet s'articule autour de deux questions de recherche centrales : quelles méthodes ont le potentiel de déterminer l'exposition du trafic cycliste et du trafic e-bike ? Une méthode spécifique, combinée aux postes de comptage et au Microrecensement, permet-elle de déterminer cette exposition de manière fiable ?

L'*Exposition* dans le trafic cycliste est définie comme le nombre de kilomètres parcourus pendant une période donnée avec un moyen de transport spécifique. Pour des analyses différenciées, par exemple pour la recherche sur les accidents, la planification des infrastructures ou le contrôle d'impact, il faut idéalement des trajectoires géo- et temporellement référencées, des informations sur le type de véhicule (vélo, e-bike lent jusqu'à 25 km/h, e-bike rapide jusqu'à 45 km/h), des caractéristiques démographiques ainsi que des informations sur le motif du déplacement.

L'état de la recherche internationale montre que les approches de crowdsourcing basées sur le GPS sont en principe adaptées pour représenter l'utilisation du vélo avec une haute résolution spatiale et temporelle. Simultanément, le biais de sélection, le

manque de représentativité et la nécessité de combiner les données avec des données de référence officielles constituent des défis connus.

Comparaison et évaluation des méthodes de collecte

Au total, sept méthodes ont été sélectionnées et évaluées selon des critères uniformes. Les applications de suivi Strava, bike to work et Cyclomania, les données de téléphonie mobile de Swisscom Mobility Insights, le système de vélo en libre-service PubliBike ainsi que les sources officielles que sont le Microrecensement mobilité et transports et les postes de comptage cycliste. Les critères d'évaluation étaient la qualité des trajectoires, la distinction entre modes de transport, les informations démographiques, le motif du déplacement, le volume de données, la représentativité des utilisateurs, la couverture spatiale et saisonnière, la période disponible, l'exhaustivité des données, l'intégrité de l'information, la disponibilité des données ainsi que la volonté de coopération des fournisseurs de données.

La comparaison montre qu'aucune des méthodes étudiées ne satisfait à elle seule toutes les exigences d'une détermination régulière, spatialement différenciée et en même temps représentative de la population en matière d'exposition. Le Microrecensement mobilité et transports s'approche naturellement le plus de l'optimum, car en tant qu'enquête représentative de la population, il fournit des informations différenciées sur le mode de transport, la démographie et le motif du déplacement. Il constitue ainsi la référence centrale pour l'évaluation et la correction d'autres sources de données. Sa limitation réside principalement dans le fait que les informations actuelles ne sont disponibles que tous les cinq ans et que des analyses détaillées à petite échelle et en temps réel ne sont possibles que de manière limitée. Il ne s'agit donc pas de chercher une alternative au Microrecensement, mais une méthode complémentaire qui fournisse plus fréquemment des informations actualisées et géographiquement différenciées, et qui peut être combinée avec les données du Microrecensement.

C'est Cyclomania qui a été identifié comme ayant le plus grand potentiel pour l'étude pilote. Les facteurs déterminants ont été l'infrastructure déjà existante pour la collecte de données géoréférencées, la large base d'utilisateurs orientée vers la mobilité quotidienne de la campagne de participation annuelle, ainsi que la possibilité de participer activement à la conception de la collecte de données dans le cadre du projet. Contrairement aux applications de suivi axées sur le fitness comme Strava, Cyclomania enregistre principalement les déplacements quotidiens, car les mouvements sont enregistrés automatiquement en arrière-plan et aucune activation manuelle par trajet n'est requise. Strava a été analysé en complément, notamment comme source de comparaison pour les déplacements de loisirs et sportifs. Cyclomania offrait ainsi la meilleure base pour examiner, dans l'étude pilote, comment les trajectoires peuvent être liées à des informations supplémentaires et combinées avec des données de référence telles que les postes de comptage et le Recensement de la mobilité.

D'autres approches étudiées couvrent certes certains aspects de l'exposition, mais se sont avérées moins adaptées aux objectifs de l'étude pilote. Les données de téléphonie mobile offrent une grande couverture, mais ne permettent pas une distinction suffisamment différenciée entre les modes de transport. bike to work est fortement axé sur les déplacements domicile-travail et présente une utilisation limitée du suivi. Les

données de vélo en libre-service sont limitées spatialement et thématiquement à des contextes d'utilisation spécifiques.

Cyclomania comme méthode de collecte

Cyclomania est une action de promotion du vélo organisée chaque année en septembre par Pro Velo Suisse. En 2025, 170 communes de toute la Suisse se sont inscrites à ce défi participatif. Au total, quelque 13'000 personnes ont pris part à l'action et ont parcouru ensemble environ 1,2 million de kilomètres à vélo enregistrés par suivi. L'application enregistre automatiquement les parcours en arrière-plan et classe le mode de transport avec précision à l'aide d'un modèle d'apprentissage automatique (score F1 supérieur à 0,95 pour tous les modes).

Les enquêtes post-participation montrent que la structure des utilisateurs est équilibrée entre les sexes (environ 53 % d'hommes, 46 % de femmes). En termes de tranches d'âge, les participants sont représentés de manière équilibrée, à l'exception des enfants et des jeunes. Environ 90 % des participants indiquent avoir déjà fait du vélo au moins deux à trois fois par semaine avant le défi. Les participants sont donc certainement des personnes affines au vélo par rapport à la population générale.

Planification et réalisation de l'étude pilote

La ville d'Uster dans le canton de Zurich a été choisie comme région pilote. Les facteurs déterminants ont été sa participation régulière à Cyclomania depuis 2020, un taux de participation annuel d'environ 1,5 % de la population, le grand nombre de postes de comptage cycliste disponibles ainsi que le soutien actif de l'administration municipale. L'étude pilote était intégrée dans le défi Cyclomania de septembre 2025.

Deux extensions techniques et organisationnelles ont été nécessaires pour l'étude pilote. Premièrement, l'application a été étendue avec une saisie différenciée du type de vélo : les utilisateurs peuvent désormais choisir entre vélo, e-bike lent et e-bike rapide, soit comme paramètre par défaut dans le profil, soit ultérieurement pour chaque trajet. Deuxièmement, les informations démographiques (âge et sexe) ont été recueillies au moyen d'un formulaire de consentement séparé, permettant la liaison avec les données de suivi dans le respect de la protection des données. La procédure a été examinée et confirmée juridiquement par BKS Rechtsanwälte AG.

L'objectif était de recruter 50 à 100 personnes pour participer à l'étude pilote. Au final, 132 personnes ont donné leur consentement et parmi elles, 81 participants ayant effectué au moins un trajet dans le périmètre de la commune d'Uster ont pu être analysés. Ce groupe pilote a généré 1'902 des 9'549 trajectoires cyclistes au total, enregistrées en septembre 2025 par 627 utilisateurs et utilisatrices différents à Uster. La répartition selon le type de vélo était d'environ 72 % de vélos, 24 % d'e-bikes lents et 4 % d'e-bikes rapides.

La mise en œuvre s'est généralement bien déroulée, mais a aussi révélé certains défis. La différenciation des trajets par type de vélo n'a pas fonctionné parfaitement dans tous les cas et une erreur technique dans la priorisation des modifications des utilisateurs a été identifiée et corrigée a posteriori. Un dysfonctionnement de l'application

iOS a entraîné des lacunes dans l'enregistrement pour une partie des utilisateurs pendant les trois premières semaines. Diverses analyses ont montré que la qualité des données n'en a pas été affectée dans l'ensemble. Certains utilisateurs n'ont pas pu être identifiés de manière univoque sur la base du formulaire d'inscription séparé et les données de ces personnes n'ont donc pas pu être utilisées pour l'analyse. En cas d'utilisation future en pratique, aucun formulaire d'inscription séparé, comme lors du projet pilote, ne sera nécessaire et, par conséquent, aucun jeu de données des participants ne sera à l'avenir exclu de l'évaluation pour cette raison.

Traitement des données et combinaison des méthodes

Les données GPS brutes ont été mappées sur le réseau routier cycliste au moyen de l'Open Source Routing Machine (OSRM). Cela a permis de réduire le bruit GPS, de combler les lacunes dans la séquence de points et de projeter les trajectoires sur des segments de route définis. Le nombre de passages observés a ensuite été agrégé par segment. Ces valeurs de charge basées sur les segments constituent la base des cartes de charge et de la comparaison avec des sources de données externes.

Comme il a été jugé trop complexe d'interroger directement tous les trajets sur leur motif, deux heuristiques simples ont été utilisées. Premièrement, les trajets ont été catégorisés en fonction du point de départ et d'arrivée par rapport au périmètre communal : entièrement à l'intérieur d'Uster, entrant ou sortant, ou transit. Deuxièmement, la distance à vol d'oiseau entre le départ et l'arrivée a servi d'approximation : les trajets ayant un point de départ et d'arrivée différents et une distance supérieure à un kilomètre ont été classés comme déplacements domicile-travail ou trajets quotidiens («Commute»), et les boucles et trajets plus courts comme trajets de loisirs («Leisure»).

La mise en contexte et l'extrapolation des données Cyclomania s'appuient sur trois sources de référence : les onze postes de comptage cycliste à Uster pour les taux de couverture et la validation temporelle, Strava Metro pour une comparaison spatiale de l'utilisation du réseau, ainsi que le Microrecensement mobilité et transports 2021 (MRMT) pour des valeurs de référence représentatives de la population sur les distances journalières et le nombre de trajets.

Résultats de l'évaluation de l'étude pilote

Indicateurs des trajets

Les longueurs de trajets présentent une distribution fortement asymétrique vers la droite, aussi bien pour les participants pilotes que pour les autres utilisateurs ayant des trajets à Uster : la médiane se situe à 2,05 km (groupe pilote) resp. 2,40 km (groupe de comparaison), tandis que les moyennes sont élevées à environ 5,5 km dans le groupe pilote resp. 5,8 km dans le groupe de comparaison par des trajets longs individuels. Trois quarts de tous les trajets sont inférieurs à 5,7 resp. 6,7 km. La distance par jour de vélo actif est de 5,98 km (pilote) resp. 8,28 km (reste) en médiane. Il n'existe pas de différence statistiquement significative dans la longueur des trajets entre les deux groupes, ce qui indique une structure de collecte cohérente sans biais systématique dû à l'appartenance au groupe pilote.

Type de vélo et motif de déplacement

L'analyse détaillée des types de vélo suggère que le mode de déplacement n'a pas été défini de manière cohérente pour chaque trajet et que les trajets à assistance motorisée pourraient ainsi être tendanciellement sous-estimés dans l'analyse basée sur les trajets.

L'heuristique du motif de déplacement classe environ 65 % des trajets du groupe pilote comme « Commute » et 35 % comme « Loisire ». Pour les autres utilisateurs, le ratio est de 69 contre 31 %. Environ 70 % des trajets du groupe pilote ont à la fois le départ et l'arrivée à l'intérieur d'Uster ; les transits ne représentent que 1 %, contre 7 % pour le groupe de comparaison, ce qui correspond au contexte de recrutement : le groupe pilote a été explicitement sollicité à Uster.

Cartes de charge spatiales

Les trajectoires mappées sur le réseau routier donnent une image cohérente et étendue de l'utilisation du vélo à Uster. Des points forts clairs se situent dans le centre du bourg et le long des principaux axes d'accès ; le réseau de rues secondaires est également bien couvert. Les jours ouvrables, la charge sur les axes de navettage est plus prononcée que le week-end. Une analyse par sexe, rendue possible grâce à la liaison avec les données démographiques du groupe pilote, suggère que les hommes utilisent plus souvent les rues principales à fort trafic, tandis que les femmes se répartissent davantage sur le réseau de rues secondaires. Cette tendance doit être comprise comme une indication et non comme un résultat statistiquement confirmé.

Comparaison avec Strava

La comparaison avec Strava Metro révèle des différences fondamentales dans la couverture du réseau. Cyclomania couvre le réseau routier de manière relativement large : seulement 6 % des segments à Uster ne présentent aucun passage observé, et la charge se répartit de manière uniforme sur le territoire communal. Avec Strava en revanche, 41 % des segments restent sans trajets répertoriés ; les valeurs de comptage se concentrent sur quelques points chauds, au premier rang desquels le circuit du Greifensee. Strava semble ainsi représenter principalement des trajets à caractère sportif et de loisirs, tandis que Cyclomania capture bien davantage la mobilité quotidienne. En tant que référence complémentaire pour les déplacements de loisirs et sportifs, Strava reste précieux ; mais comme substitut à un jeu de données d'exposition adapté à la mobilité quotidienne, la plateforme n'est pas retenue.

Comparaison avec les postes de comptage cycliste

Aux onze postes de comptage d'Uster, les taux de couverture de Cyclomania se situent entre 1,4 et 4,7 % par direction ; la médiane est de 2,7 %. Il en résulte pour la région pilote d'Uster un facteur de correction global de 37,1 pour l'extrapolation des passages Cyclomania observés au trafic total. Ce facteur doit toutefois être compris comme une valeur spécifique au pilote et ne peut pas être transposé sans autre précision à d'autres régions ou à l'ensemble de la Suisse. Les courbes des valeurs journalières de Cyclomania suivent de manière plausible l'évolution des mesures des postes de comptage : les pics de semaine, les profils de week-end et les fluctuations à court terme sont correctement représentés. Strava présente dans la même comparaison des

taux de couverture très hétérogènes (0,4 à 19,6 %), fortement dépendants du type de route, ce qui rendrait une extrapolation globale non justifiable.

Comparaison avec le Microrecensement

La référence représentative de la population est fournie par le Microrecensement 2021 : la distance journalière moyenne chez les cyclistes y est de 9,94 km (IC à 95 % : 9,49 - 10,4 km). Dans les données pilotes de Cyclomania, la valeur correspondante est de 13,1 km (brut) resp. 13,5 km après post-stratification par âge et sexe. Les valeurs plus élevées dans Cyclomania sont plausibles : les participants sont en moyenne plus enclins au vélo que la population moyenne et tendent à parcourir des distances plus longues les jours actifs. La correction démographique modifie peu la moyenne, ce qui suggère que l'écart résiduel avec le Microrecensement mobilité et transports n'est pas dû à la composition par âge et sexe, mais principalement à des effets comportementaux.

Biais de sélection et de participation

Les participants à Cyclomania se distinguent structurellement de la population moyenne : ils sont plus enclins au vélo (biais de sélection) et le défi lui-même crée des incitations à se déplacer davantage (biais de participation) à vélo. Une enquête post-participation auprès de 2'555 participants montre qu'environ 35 pour cent ont indiqué avoir roulé plus que d'habitude pendant le défi ; environ deux tiers ont nié un tel effet. L'effet du défi est donc modéré, mais doit être pris en compte lors de l'interprétation des indicateurs agrégés.

Les enfants et les jeunes (moins de 2 % des participants), les groupes de population moins à l'aise avec la technologie ainsi que les personnes faisant peu de vélo sont structurellement difficiles à atteindre via Cyclomania. Des données de référence externes sont donc indispensables pour des affirmations quantitatives sur l'exposition globale. Pour les analyses spatiales et les cartes de charge, un niveau d'activité élevé est en revanche moins problématique, car davantage d'observations améliorent la couverture du réseau.

Discussion sur l'utilisation pratique

Utilité et modèle d'utilisation

Cyclomania est adapté comme base de données pratique pour une série de produits d'analyse, notamment pour les cartes de charge, les analyses spatiales des points clés, les profils temporels par heure de la journée et jour de la semaine ainsi que les indicateurs sur les distances, les schémas de déplacement et le motif du trajet. Il existe en outre un potentiel pour la contextualisation des données d'accidents en lien avec l'exposition. Des analyses par sexe, âge et type de vélo sont en principe possibles grâce aux adaptations mises en œuvre dans l'application dans le cadre de l'étude pilote ainsi qu'aux ajustements correspondants en matière de consentement et de protection des données. Les indications sur le type de vélo restent toutefois limitées pour l'instant lorsque des personnes utilisent plusieurs types de vélos et doivent les ajuster manuellement pour chaque trajet.

Combinaison avec des données de référence

L'étude pilote montre que les données Cyclomania peuvent utilement être combinées avec des données de référence externes pour des affirmations fiables. Les postes de comptage permettent de situer les passages Cyclomania observés par rapport au trafic total, d'estimer les taux de couverture et de valider les profils temporels. Le Microrecensement mobilité et transports fournit des valeurs de référence représentatives de la population, notamment pour des indicateurs agrégés tels que la distance journalière ou le nombre d'étapes, et constitue ainsi une base importante pour évaluer les biais possibles. Par post-stratification par âge et sexe, il est possible d'estimer l'influence de la composition démographique sur les indicateurs agrégés, même si des différences résiduelles ne peuvent pas être entièrement exclues. Strava peut en complément être utilisé pour la comparaison avec les déplacements de loisirs et sportifs, tandis que Cyclomania représente davantage la mobilité quotidienne. Pour une extrapolation spatialement différenciée sur l'ensemble du réseau, toutefois, des développements supplémentaires des modèles sont nécessaires pour estimer le taux de couverture sur les tronçons de route sans postes de comptage.

Application à grande échelle

La méthode de suivi utilisée dans le cadre de Cyclomania offre en principe une base appropriée pour les mesures et calculs d'exposition dans le trafic cycliste, car des trajectoires détaillées dans l'espace et le temps sont disponibles pour chaque trajet enregistré. Pour l'application pratique, il convient toutefois de distinguer entre les indicateurs agrégés et les cartes de charge spatialement différenciées. Pour les indicateurs agrégés tels que la distance journalière, le temps de déplacement ou le nombre d'étapes, la base de données semble en principe suffisante pour dériver, pour le mois de septembre, des résultats à l'échelle nationale comparables à ceux du Microrecensement Mobilité et Transports (MRMT). De tels indicateurs doivent cependant être interprétés en tenant compte des effets de sélection et de participation, et être si possible contextualisés ou corrigés à l'aide des données de référence du Microrecensement de la mobilité. Des limitations existent notamment pour les groupes de population sous-représentés, comme les enfants et les jeunes, ainsi que partiellement pour la Suisse italophone.

La situation est différente pour les cartes de charge spatialement différenciées : ici, des résultats fiables ne sont possibles principalement que là où une action a été menée et où suffisamment d'observations sont disponibles. Pour les zones sans action ou avec une faible participation, les résultats spatialement différenciés directs ne sont que partiellement possibles. Pour les extrapolations à l'ensemble du réseau, des données de référence supplémentaires, notamment des postes de comptage, sont également nécessaires. La question de savoir si les profils observés en septembre peuvent être transposés à d'autres saisons reste ouverte ; des relevés supplémentaires sur d'autres mois et sur plusieurs années seraient nécessaires pour des analyses saisonnières ou de séries temporelles.

Gouvernance et financement

Un déploiement pratique durable nécessite des responsabilités claires tout au long de la chaîne de données : collecte, traitement, analyse et mise à disposition des résultats. Cyclomania dispose déjà d'une structure organisationnelle établie et d'une expérience

dans la gestion des données de mobilité. Le financement à long terme reste un point critique : sans modèle de portage clairement défini, la continuité de la collecte de données est compromise. Parmi les utilisateurs potentiels et cofinanceurs identifiés figurent : le bpa (contextualisation des données d'accidents en lien avec l'exposition), l'ARE (volume de trafic et coûts externes), l'OFS (application MRMT), l'OFROU (évolution des accidents et de la mobilité) ainsi que le Réseau de monitoring de la marche et du vélo. Les besoins différents de ces acteurs pourraient être structurés lors d'un atelier commun.

L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) se retire comme partenaire de subvention à partir de 2027. Le financement à long terme de l'action n'est donc actuellement pas assuré.

Conclusions

L'étude pilote à Uster a montré que Cyclomania, en combinaison avec les postes de comptage cycliste et le Microrecensement mobilité et transports, constitue une base appropriée et techniquement réalisable pour une mesure régulière et spatialement différenciée de l'exposition cycliste. Les principaux résultats peuvent être résumés comme suit :

- Les données générées par l'application représentent la mobilité quotidienne de manière réaliste dans l'espace et le temps. Les courbes des valeurs journalières et les points forts spatiaux sont saisis de manière compréhensible.
- La combinaison avec des données de référence donne un système robuste pour l'estimation de l'exposition dans différents contextes. Les postes de comptage permettent la mise en contexte et l'extrapolation des passages observés, tandis que le Microrecensement sert de référence représentative de la population pour la contextualisation et la correction des indicateurs agrégés. Des modèles supplémentaires sont toutefois nécessaires pour les extrapolations spatialement différenciées à l'ensemble du réseau. Cyclomania couvre nettement mieux la mobilité quotidienne que Strava, qui est axé sur les trajets sportifs et de loisirs.
- Les distances journalières observées chez les participants dans Cyclomania sont légèrement supérieures aux valeurs du Recensement de la mobilité, ce qui s'explique plausiblement par l'auto-sélection et les effets du défi. Les enfants et les jeunes sont certainement fortement sous-représentés, ainsi probablement que les parties de la population peu à l'aise avec la technologie. Cela limite la représentativité. Pour obtenir des informations complémentaires sur les groupes de population sous-représentés, des approches de collecte supplémentaires devraient être examinées.
- La pertinence de la méthode dépend fortement du cas d'application. Les indicateurs agrégés semblent en principe dérivables pour le mois de septembre au-delà des seules régions pilotes, pour autant que des données de référence soient utilisées pour la contextualisation. Les cartes de charge spatialement différenciées sont en revanche fiables principalement dans les régions avec une intensité de participation suffisante.

Dans l'ensemble, l'étude pilote montre que Cyclomania constitue une base techniquement et méthodologiquement prometteuse pour les analyses d'exposition. Elle ne dé-

montre toutefois pas encore qu'une détermination de l'exposition couvrant l'ensemble du territoire, à haute résolution spatiale et fiable tout au long de l'année pour l'ensemble de la Suisse est déjà possible aujourd'hui. Pour une utilisation pratique à long terme, il faut, outre une structure de portage viable et un financement stable, en particulier une définition claire des cas d'application, l'intégration systématique de données de référence ainsi que des développements méthodologiques supplémentaires.

Besoins de recherche supplémentaires

L'étude pilote montre plusieurs pistes pour le développement méthodologique. Une prochaine étape importante est la distinction automatique entre vélos, e-bikes lents et e-bikes rapides sur la base de données d'accélération et de position, afin que les utilisateurs n'aient plus à corriger manuellement le type de vélo pour chaque trajet. La détermination du motif du déplacement pourrait également être améliorée, par exemple en intégrant des données d'utilisation du sol géocodées telles que les lieux de travail, les écoles, les commerces ou les installations de loisirs.

Des besoins de recherche supplémentaires existent pour l'extrapolation des trajets observés en valeurs d'exposition pour l'ensemble du réseau. Pour cela, des modèles seraient nécessaires pour estimer le taux de couverture en fonction des attributs des routes, de l'intensité de participation régionale et d'autres caractéristiques contextuelles. Il convient également d'examiner comment les indicateurs agrégés peuvent mieux être adaptés à la composition de la population totale, par exemple sur la base du Microrecensement mobilité et transports. Les effets saisonniers du mois de collecte devraient également être mieux pris en compte à l'avenir. Il convient en outre d'examiner comment des analyses comparables peuvent être construites sur plusieurs années. Cela serait particulièrement pertinent pour l'observation des évolutions temporelles et pour une meilleure contextualisation des données d'accidents, car les variations des chiffres d'accidents ne peuvent être interprétées de manière pertinente qu'en lien avec l'évolution de l'exposition. Dans le cadre de la présente étude, ce potentiel n'a pas encore pu être examiné, car seules des données de septembre d'une seule année étaient disponibles.

Se pose enfin la question de savoir comment mieux couvrir les groupes de population que Cyclomania n'atteint qu'insuffisamment, notamment les enfants et les jeunes. Des approches de collecte complémentaires seraient envisageables à cet effet, par exemple en coopération avec des écoles, notamment avec des solutions de suivi simplifiées. En outre, une comparaison avec l'application smartphone utilisée dans le pilote du Microrecensement mobilité et transports serait utile pour mieux évaluer le potentiel de la technologie Cyclomania comme complément aux enquêtes existantes.

Summary

Background and Problem Statement

Cycling in Switzerland is growing and increasingly being promoted. In recent years, the sharp rise in e-bike use and the increase in cycling accidents have raised new questions. Serious personal injuries among e-bike riders have nearly tripled over ten years, between 2016 and 2025. Whether this reflects structurally more dangerous riding behaviour or simply a massive increase in users cannot be conclusively determined with currently available data. The present research project therefore aims, through a pilot study, to examine how the exposure of cycling and e-bike traffic in Switzerland can be reliably, spatially differentiated and regularly measured in the future. To this end, robust exposure data should be collected that show who (demographically), how (mode of transport), why (trip purpose), when (time) and where (road segment) people travel by bicycle.

The most established data sources today are, on the one hand, the Mobility and Transport Microcensus, which is population-representative but only collected every five years. On the other hand, stationary bicycle counting stations, which provide temporally high-resolution but spatially only point-based values without differentiation by bicycle type or demographics. Neither source is sufficient for regular, spatially differentiated and detailed exposure measurement. The research project therefore pursues two interrelated research questions. First, a systematic comparison of available data collection methods is conducted, followed by a field test of the most promising approach in a spatially limited pilot study.

Research Questions and Methodological Foundations

The project is structured around two central research questions: Which methods have the potential to determine cycling and e-bike exposure? Does a specific method, in combination with counting stations and the Microcensus, allow this exposure to be reliably determined?

The *Exposition* in cycling is defined as the number of kilometres travelled during a specific period using a specific mode of transport. For differentiated analyses — such as accident research, infrastructure planning or impact assessments — ideally geo- and time-referenced trajectories are needed, along with information on vehicle type (bicycle, slow e-bike up to 25 km/h, fast e-bike up to 45 km/h), demographic characteristics and trip purpose.

The international state of research shows that GPS-based crowdsourcing approaches are in principle suitable for mapping cycling use with high spatial and temporal resolution. At the same time, selection bias, lack of representativeness and the need to combine data with official reference data are well-known challenges.

Comparison and Evaluation of Data Collection Methods

A total of seven methods were selected and assessed against consistent criteria: the tracking apps Strava, bike to work and Cyclomania, mobile phone data from

Swisscom Mobility Insights, the bike-sharing system PubliBike, and the official sources Microcensus and bicycle counting stations. Assessment criteria included trajectory quality, mode of transport differentiation, demographic information, trip purpose, data volume, user representativeness, spatial and seasonal coverage, available time period, data completeness, information integrity, data availability and willingness of data providers to cooperate.

The comparison shows that none of the methods examined alone meets all requirements for regular, spatially differentiated and population-representative exposure measurement. The Mobility and Transport Microcensus comes closest to this optimum by nature, as a population-representative survey it provides differentiated information on mode of transport, demographics and trip purpose, making it the central reference for evaluating and correcting other data sources. Its main limitation is that current information is only available every five years, and small-scale, up-to-date analyses are only possible to a limited extent. The aim is therefore not to find an alternative to the Microcensus, but a complementary method that provides more frequently updated and spatially differentiated information that can be combined with Microcensus data.

Cyclomania was identified as having the greatest potential for the pilot study. The decisive factors were the existing infrastructure for georeferenced data collection, the broad and everyday-use-oriented user base of the annual participation campaign, and the opportunity to actively shape the data collection within the project. Unlike fitness-oriented tracking apps such as Strava, Cyclomania primarily captures everyday travel, as movements are recorded automatically in the background with no manual activation required per trip. Strava was further analysed as a supplementary source, particularly for leisure and sports travel. Cyclomania thus provided the best basis for the pilot study to examine how trajectories can be linked with additional information and combined with reference data such as counting stations and the Microcensus.

Other approaches examined cover individual aspects of exposure but proved less suitable for the aims of the pilot study. Mobile phone data offers broad coverage but does not allow sufficiently differentiated mode-of-transport distinction. bike to work is strongly focused on commuter travel and shows only limited use of tracking. Bike-sharing data is spatially and thematically limited to specific use contexts.

Cyclomania as a Data Collection Method

Cyclomania is an annual cycling promotion campaign run by Pro Velo Switzerland every September. In 2025, 170 municipalities from across Switzerland registered for the participation challenge. Around 13'000 people took part in total, collectively covering approximately 1.2 million tracked cycling kilometres. The app automatically records movement in the background and precisely classifies the mode of transport using a machine learning model (F1-score above 0.95 for all modes).

Post-participation surveys show that the user structure is balanced by gender (approximately 53 % men, 46 % women). Across age groups, participants are represented in roughly equal proportions, with the exception of children and young people. Around 90 per cent of participants report having already cycled at least two to three

times a week before the challenge. The participants are therefore certainly cycling-af-fine individuals compared to the general population.

Planning and Implementation of the Pilot Study

The town of Uster in the canton of Zurich was selected as the pilot region. The decisive factors were its regular participation in Cyclomania since 2020, an annual participation rate of around 1.5 per cent of the population, the large number of existing bicycle counting stations, and active support from the municipal administration. The pilot study was integrated into the regular Cyclomania challenge in September 2025.

Two technical and organisational extensions were required for the pilot study. First, the app was enhanced with differentiated bicycle type recording: users can now distinguish between bicycle, slow e-bike and fast e-bike, both as a default setting in their profile and retroactively for each individual trip. Second, demographic information (age and sex) was collected via a separate consent form, enabling data linkage with the tracking data in compliance with data protection requirements. The procedure was legally reviewed and confirmed by BKS Rechtsanwälte AG.

The goal was to recruit 50 to 100 people to participate in the pilot study. Ultimately, 132 people gave their consent, of whom 81 participants with at least one trip within the perimeter of the municipality of Uster could be evaluated. This pilot group generated 1'902 of the total 9'549 cycling trajectories recorded in Uster in September 2025 by 627 different users. The distribution by bicycle type was approximately 72 % bicycles, 24 % slow e-bikes and 4 % fast e-bikes.

Implementation went well overall but also revealed some challenges. Differentiation of trips by bicycle type did not work flawlessly in all cases, and a technical error in the prioritisation of user edits was identified and corrected retrospectively. A malfunction in the iOS app caused gaps in recording for some users during the first three weeks. Various analyses showed that data quality was largely unaffected by this. Some users could not be unambiguously matched via the separate registration form, meaning their data could not be used in the analysis. In any future practical deployment, a separate registration form as used in the pilot will no longer be required, and consequently no participant records will be lost for this reason.

Data Processing and Method Combination

The raw GPS data were mapped onto the cycling road network using the Open Source Routing Machine (OSRM). This reduced GPS noise, closed gaps in the point sequence and projected trajectories onto defined road segments. The number of observed passages was then aggregated per segment. These segment-based load values form the basis for load maps and comparison with external data sources.

As a direct query of trip purpose for all trips was deemed too burdensome, two simple heuristics were applied. First, trips were categorised based on start and end point relative to the municipal perimeter: fully within Uster, incoming or outgoing, or passing through. Second, the straight-line distance between origin and destination served as an approximation: trips with different start and end points and a distance of more

than one kilometre were classified as commuting or everyday trips («Commute»), while circular trips and shorter routes were classified as leisure trips («Leisure»).

The contextualisation and scaling of the Cyclomania data drew on three reference sources: the eleven bicycle counting stations in Uster for coverage rates and temporal validation, Strava Metro for a spatial comparison of network usage, and the Mobility and Transport Microcensus 2021 (MZMV) for population-representative reference values on daily distances and number of trips.

Evaluation Results of the Pilot Study

Trip Indicators

Trip lengths show a strongly right-skewed distribution for both pilot participants and other users with trips in Uster: the median is 2.05 km (pilot group) and 2.40 km (comparison group) respectively, while means are elevated to around 5.5 km in the pilot group and 5.8 km in the comparison group by individual long trips. Three quarters of all trips are shorter than 5.7 and 6.7 km respectively. The distance per active cycling day has a median of 5.98 km (pilot) and 8.28 km (rest) respectively. There is no statistically significant difference in trip length between the two groups, indicating a consistent data collection structure without systematic bias from pilot group membership.

Bicycle Type and Trip Purpose

The detailed analysis of bicycle types suggests that the ride mode was not consistently set for every trip, meaning motorised trips may tend to be underestimated in the trip-based analysis.

The trip purpose heuristic classifies around 65 % of pilot group trips as «Commute» and 35 % as «Leisure». For other users, the ratio is 69 to 31 %. Around 70 % of pilot group trips have both start and end within Uster; through-trips account for only 1 %, compared to 7 % in the comparison group, which corresponds to the recruitment context: the pilot group was explicitly recruited in Uster.

Spatial Load Maps

The trajectories mapped onto the road network produce a consistent, area-wide picture of cycling use in Uster. Clear hotspots are located in the town centre and along the main access routes; at the same time the secondary road network is also well covered. On working days, load on commuting routes is more pronounced than at weekends. A gender-specific analysis, made possible by linking with the demographic data of the pilot group, suggests that men more frequently use heavily trafficked main roads, while women are more distributed across the secondary road network. This tendency should be understood as an indication and not as a statistically verified finding.

Comparison with Strava

The comparison with Strava Metro reveals fundamental differences in network coverage. Cyclomania covers the road network relatively broadly: only 6 per cent of segments in Uster show no observed passages, and the load is distributed evenly across

the municipal area. Strava, by contrast, leaves 41 per cent of segments without recorded trips; count values concentrate on a few hotspots, most notably the Greifensee circular route. Strava thus appears to primarily capture sport- and leisure-related trips, while Cyclomania captures everyday mobility to a much greater extent. As a supplementary reference for leisure and sports travel, Strava remains valuable; as a substitute for an everyday-use exposure dataset, however, the platform is not suitable.

Comparison with Bicycle Counting Stations

At the eleven counting stations in Uster, Cyclomania coverage rates range between 1.4 and 4.7 per cent per direction; the median is 2.7 per cent. This yields a global correction factor of 37.1 for the pilot region of Uster for scaling observed Cyclomania trips to total traffic. However, this factor should be understood as a pilot-specific value and cannot be readily transferred to other regions or to Switzerland as a whole. Cyclomania's time series of daily aggregated loads plausibly follow the pattern of counting station measurements: weekday peaks, weekend patterns and short-term fluctuations are correctly captured. Strava shows very heterogeneous coverage rates in the same comparison (0.4 to 19.6 per cent), strongly dependent on route type, which means a global extrapolation would not be defensible.

Comparison with the Microcensus

The population-representative reference is provided by the 2021 Microcensus: the mean daily distance among cyclists there is 9.94 km (95 % CI: 9.49– 10.4 km). In the Cyclomania pilot data, the corresponding value is 13.1 km (raw) and 13.5 km after post-stratification by age and sex. The higher values in Cyclomania are plausible: participants are on average more cycling-affine than the general population and tend to cover longer distances on active days. The demographic correction barely changes the mean, suggesting that the remaining deviation from the Microcensus is attributable not to age and sex composition but primarily to behavioural effects.

Selection and Participation Bias

Cyclomania participants differ structurally from the average population: they are more cycling-affine (selection bias), and the challenge itself creates incentives to cycle more (participation bias). A follow-up survey among 2'555 participants shows that around 35 per cent reported cycling more than usual during the challenge; around two thirds denied any such effect. The challenge effect is therefore moderate but must be taken into account when interpreting aggregated indicators.

Children and young people (less than 2 per cent of participants), less technology-affine population groups and persons with low cycling use are structurally difficult to reach through Cyclomania. External reference data are therefore indispensable for quantitative statements on overall exposure. For spatial analyses and load maps, however, an elevated level of activity is less problematic, as more observations improve network coverage.

Discussion of Practical Application

Benefits and Deployment Model

Cyclomania is suited as a practical data basis for a range of analytical products, in particular load maps, spatial hotspot analyses, time profiles by time of day and week-day, and indicators on distances, movement patterns and trip purpose. There is also potential for exposure-based contextualisation of accident figures. Analyses by sex, age and bicycle type are in principle possible thanks to the adaptations implemented in the pilot study of the app and the corresponding adjustments to consent and data protection processes. However, information on bicycle type is currently still limited when users operate multiple bicycle types and must adjust them manually for each trip.

Combination with Reference Data

The pilot study shows that the Cyclomania data can usefully be combined with external reference data for robust findings. Counting stations allow the observed Cyclomania trips to be contextualised relative to total traffic, coverage rates to be estimated and temporal patterns to be validated. The Mobility and Transport Microcensus provides population-representative reference values, particularly for aggregated indicators such as daily distance or number of stages, and thus forms an important basis for assessing potential biases. Post-stratification by age and sex allows the influence of demographic composition on aggregated indicators to be estimated, even if residual differences cannot be fully excluded. Strava can additionally be drawn on for comparison with leisure and sports traffic, while Cyclomania more strongly reflects everyday travel. For a spatially differentiated extrapolation to the entire network, however, further models are needed that estimate the coverage rate on road sections without a counting station.

Area-wide Application

The tracking methodology used within Cyclomania offers in principle a suitable basis for exposure measurements and calculations in cycling traffic, as spatially and temporally detailed trajectories are available for each recorded trip. For practical application, however, a distinction must be drawn between aggregated indicators and spatially differentiated load maps. For aggregated indicators such as daily distance, travel time or number of stages, the data basis appears in principle sufficient to derive Switzerland-wide findings for the month of September that are comparable in nature to those of the Mobility and Transport Microcensus. Such indicators must, however, be interpreted taking selection and participation effects into account, and where possible contextualised or corrected using Microcensus reference data. Limitations exist in particular for underrepresented population groups such as children and young people, and to some extent for Italian-speaking Switzerland.

The situation is different for spatially differentiated load maps: here, reliable findings are possible primarily where a challenge has been held and sufficient observations are available. For areas without a challenge or with low participation, direct spatially differentiated findings are only possible to a limited extent. Extrapolations to the entire network also require additional reference data, particularly counting stations. Whether the patterns observed in September can be transferred to other seasons remains open; additional surveys over further months and across multiple years would be needed for seasonal analyses or time series analyses.

Governance and Financing

Long-term practical deployment requires clear responsibilities along the entire data chain: collection, processing, analysis and delivery of results. Cyclomania already has an established organisational structure and experience in handling mobility data. Financing remains a critical issue: without a clearly defined governance model, the continuity of data collection is at risk. Potential users and co-funders identified include: bfu (exposure based contextualisation of accident data), ARE (traffic volumes and external costs), FSO (MZMV app), FEDRO (accident and mobility trends) and the Pedestrian and Cycling Monitoring Network. The different needs of these stakeholders could be structured in a joint workshop.

The Swiss Federal Office of Energy (SFOE) is withdrawing as a subsidy partner from 2027. The long-term financing of the campaign is therefore currently not secured.

Conclusion

The pilot study in Uster has shown that Cyclomania, in combination with bicycle counting stations and the Microcensus, constitutes a suitable and technically feasible basis for regular, spatially differentiated measurement of cycling exposure. The key findings can be summarised as follows:

- The data generated by the app capture everyday mobility in a spatially and temporally realistic manner. The time series of daily aggregated loads and spatial hotspots are recorded in a comprehensible way.
- The combination with reference data yields a robust system for exposure estimates in different contexts. Counting stations enable the contextualisation and scaling of observed passages, while the Microcensus serves as a population-representative reference for contextualising and correcting aggregated indicators. However, further models are needed for spatially differentiated extrapolations to the entire network. Cyclomania covers everyday traffic considerably better than Strava, which is oriented towards sports and leisure trips.
- The daily distances of participants observed in Cyclomania are somewhat above Microcensus values, which is plausibly linked to self-selection and challenge effects. Children and young people are certainly strongly underrepresented, as are presumably less technology-affine segments of the population. This limits representativeness. To obtain complementary information for underrepresented population groups, additional data collection approaches would need to be explored.
- The informative value of the method depends strongly on the use case. Aggregated indicators appear to be derivable in principle for the month of September even beyond individual pilot regions, provided reference data are used for contextualisation. Spatially differentiated load maps, by contrast, are reliable primarily in regions with sufficient participation intensity.

Overall, the pilot study shows that Cyclomania constitutes a technically and methodologically promising basis for exposure analyses. It does not yet demonstrate, however, that a nationwide, spatially high-resolution and year-round reliable exposure assessment for Switzerland as a whole is already possible today. For long-term practical deployment, in addition to a viable governance structure and stable financing, a clear definition of use cases, the systematic integration of reference data and further methodological developments are particularly needed.

Further Research Needs

The pilot study reveals several starting points for methodological development. An important next step is the automatic distinction between bicycles, slow e-bikes and fast e-bikes based on acceleration and position data, so that users no longer need to manually correct the bicycle type for each trip. The determination of trip purpose could also be further improved, for example by integrating geocoded land use data such as workplaces, schools, shopping facilities or leisure facilities.

Further research is needed on scaling observed trips to exposure values for the entire network. This would require models that estimate coverage rates based on road attributes, regional participation intensity and other contextual characteristics. It should also be examined how aggregated indicators can be better adjusted to the composition of the total population, for example on the basis of the Microcensus. Seasonal effects of the data collection month should also be better accounted for in future. In addition, it should be examined how comparable analyses can be built up over multiple years. This would be particularly relevant for observing temporal trends and for better contextualising accident figures, as changes in accident numbers can only be meaningfully interpreted in connection with the development of exposure. In the present study, this potential could not yet be investigated, as only data from September of a single year were available.

Finally, the question arises of how population groups that Cyclomania reaches only insufficiently can be better covered, particularly children and young people. Complementary data collection approaches could be considered, for example in cooperation with schools using simplified tracking solutions. In addition, a comparison with the smartphone app used in the Microcensus pilot would be worthwhile, in order to better assess the potential of the Cyclomania technology as a complement to existing surveys.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Für den Veloverkehr fehlen heute sowohl für die Planungspraxis als auch für wissenschaftliche Zwecke ausreichend detaillierte Daten zum Mobilitätsverhalten. Das Mobilitätsverhalten der Velo- und E-Bike-Fahrer:innen ist sowohl für verkehrspolitische als auch für verkehrstechnische Fragestellungen von Bedeutung, etwa für die Dimensionierung von Anlagen, für die Erfolgskontrollen von realisierten Massnahmen oder für die Kontextualisierung der jährlich publizierten Unfallzahlen des ASTRA. Die Abschätzung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs beruht heute vorwiegend auf den Zahlen des Mikrozensus. Dieser ist geeignet, um die langfristige Entwicklung des Veloverkehrs zu beobachten. Um das kurzfristige und lokale Mobilitätsverhalten zu erfassen, müssen die Daten des Mikrozensus durch gezielte, automatische oder manuelle Velozählungen ergänzt werden. Diese punktuellen Erhebungen lassen allerdings nur ungenügende Rückschlüsse auf die gesamte Exposition der Velo- und E-Bike-Fahrer:innen zu. Zudem wird bei bisherigen Auswertungen häufig keine Unterscheidung zwischen Velo- und E-Bike-Fahrten vorgenommen. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Geschwindigkeit ist eine Unterscheidung jedoch zentral, um spezifische Problemstellungen zu identifizieren und effektive Lösungen zu entwickeln.

Diese Unterscheidung ist beispielsweise für die Interpretation des Unfallgeschehens von Bedeutung. Insbesondere bei den E-Bike-Fahrer:innen sind die Unfallzahlen in den letzten Jahren stark angestiegen. Gemäss der Unfallstatistik Strassenverkehr des ASTRA hat sich die Zahl der schweren Personenschäden (getötete und schwer Verletzte) E-Bike-Fahrer:innen in den vergangenen zehn Jahren zwischen 2016 und 2025 fast verdreifacht. Weitgehend ungeklärt bleibt dabei die Frage, ob die Unfallzahlen gestiegen sind, weil das Velofahren grundsätzlich gefährlicher geworden ist oder weil die Zahl der E-Bike-Fahrer:innen zugenommen hat. Die bisherige Forschung liefert keine eindeutige Antwort. Aufgrund des Mangels an geeigneten Expositionsdaten pro Velo-Typ werden oftmals die gut dokumentierten Velo-Verkaufsdaten als Vergleichsgrösse beigezogen. In einem Zeitungsartikel stellt Schindler (2020) eine hohe Korrelation zwischen der Entwicklung des E-Bike-Bestandes und der Zahl der Unfälle von 2016 bis 2020 fest. Gemäss Scaramuzza (2015) ging die Zunahme der schweren E-Bike-Unfälle von 2011 bis 2013 proportional mit der Erhöhung des E-Bike-Bestands einher. Insgesamt ist ein Zusammenhang zwischen den Velo-Verkäufen und den Unfalldaten vorhanden, da offensichtlich mehr E-Bikes vorhanden sind. Für verlässliche und aussagekräftige Vergleiche müssen jedoch genauere Expositionsdaten angewendet werden. Beispielsweise werden mit einem E-Bike im Schnitt pro Weg mehr Kilometer gefahren als mit einem Velo. In der folgenden Abbildung 1 werden die Daten für die schweren Personenschäden sowie die Neuverkäufe nach Velo-Typ abgebildet.

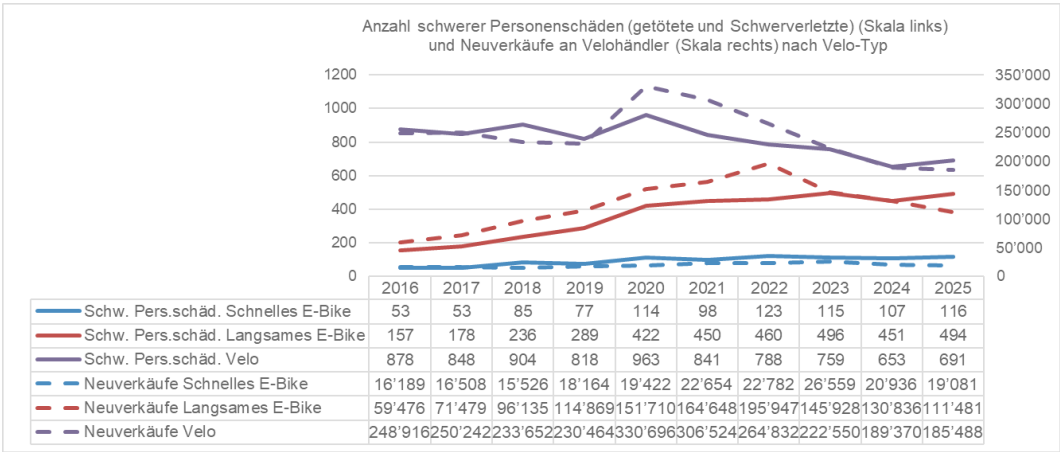


Abbildung 1: Schwere Personenschäden und Neuverkäufe an Velohändler nach Velo-Typ (eigene Abbildung, Daten ASTRA, BFS und Velosuisse)

Ungefähr seit 2008 werden E-Bikes in der Schweiz in relevanten Mengen von mehr als 10'000 Stück pro Jahr verkauft. Seither haben sich deren Neuverkäufe und damit auch der Bestand insgesamt jährlich stark erhöht. Die Verbreitung des E-Bikes ist auch weiterhin stark zunehmend. Seit 2018 werden jährlich über 100'000 Stück neue E-Bikes verkauft und im Jahr 2022 wurde ein Höchststand von ca. 220'000 neuer E-Bikes verzeichnet. Im Jahr 2025 wurden ca. 130'000 E-Bike Neuverkäufe gemeldet, im Vergleich zu 185'000 Velos. Der Anteil an E-Bikes an den Verkäufen beträgt im Schnitt ca. 40 % (Velosuisse, 2025).

Gemäss der Verkehrsunfallstatistik 2025 für die Stadt Zürich (Stadt Zürich (2026)) verzeichnen die städtischen Messstellen eine Zunahme der Veloverkehrsfrequenzen während die Anzahl Unfälle ab 2023 abgenommen hat. In der Unfallstatistik wird eine Unterscheidung von E-Bikes und Velos bei den Unfällen ausgewiesen. Bei den Velo-Frequenzen ist keine Unterscheidung in E-Bikes und Velos vorhanden.

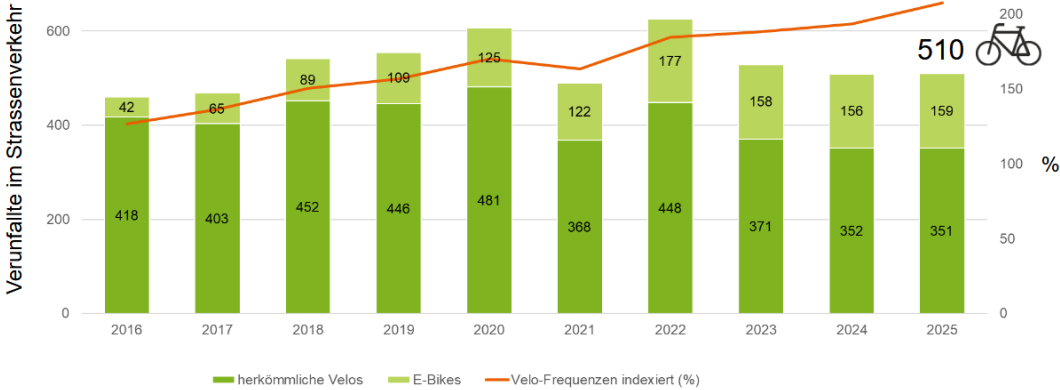


Abbildung 2: Verunfälle und Velo-Frequenzen Stadt Zürich 2016 -2025 (Präsentation Verkehrsunfallstatistik 2025, Stadt Zürich (2026), S. 10)

Der Mikrozensus 2021¹ verzeichnet coronabedingt bei fast allen Verkehrsträgern einen starken Rückgang gegenüber 2015. Einzig die Menge der zurückgelegten E-Bike-Distanzen hat in diesem Zeitraum mit +182 % stark zugenommen (vgl. Abbildung 3). Dies zeigt eindrücklich die hohe Dynamik dieses Verkehrsträgers auf.

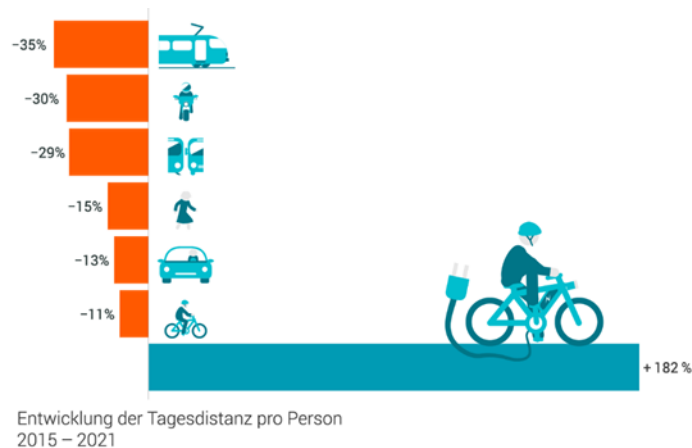


Abbildung 3: Starke Zunahme der Tagesdistanz pro Person beim E-Bike zwischen dem Mikrozensus 2015 - 2021 (BFS, ARE 2023)

Somit lässt sich feststellen, dass ein erheblicher Forschungsbedarf zur Erhebung und Berechnung schweizweiter Expositionsdaten für Velofahrer:innen besteht. Die aktuell verfügbaren Daten des MZMV sind zwar bezüglich der Bevölkerungsrepräsentativität sehr gut, jedoch stehen diese nur alle fünf Jahre aktuell zur Verfügung und weisen in der Fläche zu wenige aufgezeichnete Strecken auf, um lokale Belastungskarten erstellen zu können. Die Zählstellendaten sind sehr exakt bezüglich der Anzahl Durchfahrten an bestimmten Stellen, jedoch weisen diese ebenfalls keine Aussagen zu den zurückgelegten Streckenlängen auf und die flächendeckende Verfügbarkeit ist eingeschränkt. Somit soll in dieser Forschungsarbeit geprüft werden, welche Methoden geeignet sind, um diese heute bestehenden Datenlücken ideal zu ergänzen und zu vervollständigen.

1.2 Ziele und Abgrenzung

1.2.1 Ziele und Gliederung

Im vorliegenden Forschungsprojekt wird gezeigt, wie künftig die Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs erhoben werden kann. Dabei sollen differenzierte Expositionswerte in Abhängigkeit verschiedener Merkmale wie Region, Standort, Velo-Typ oder Demografie ermittelt werden. Bei den E-Bikes wird zwischen langsamen E-Bikes und schnellen E-Bikes unterschieden. Als schnelles E-Bike gelten E-Bikes mit Tretunterstützung bis 45 km/h beziehungsweise E-Bikes mit gelbem Kontrollschild. Als langsames E-Bike gelten E-Bikes mit Tretunterstützung bis 25 km/h ohne gelbes Kontrollschild.

¹ Der Mikrozensus 2021 ist stark verzerrt: Zwar wurde die Erhebung wegen Corona von 2020 auf 2021 verschoben, doch auch im Jahr 2021 hatte sich die Lage noch nicht normalisiert. Der nächste Mikrozensus ist für das Jahr 2025 durchgeführt worden. Die Publikation der Daten erfolgt jedoch erst Ende 2026 oder Anfang 2027.

Im ersten Abschnitt werden bestehende Methoden zur Erfassung der Exposition analysiert und bewertet. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird in der zweiten Phase eine räumlich begrenzte Piloterhebung durchgeführt, um die Machbarkeit einer systematischen und regelmässigen Erhebung und Berechnung schweizweiter Expositionsdaten für Velofahrer:innen zu prüfen.

Der Forschungsbericht ist in drei Abschnitte gegliedert:

Abschnitt 1 (Kapitel 1 bis 3)

- Ausgangslage und Forschungsziele
- Methodische Grundlagen und Stand der Forschung
- Übersicht über bestehende Methoden zur Messung und/oder Berechnung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs.

Abschnitt 2 (Kapitel 4 bis 6)

- Beschreibung der Erhebungsmethodik, Massnahmen zur Motivierung der Fahrer:innen zur Teilnahme an der Datenerhebung sowie das Vorgehen bei der Analyse und Kombination der erhobenen Daten.

Abschnitt 3 (Kapitel 7 bis 9)

- Auswertung der Pilotstudie
- Empfehlungen zum Praxiseinsatz
- Fazit und weiterer Forschungsbedarf

1.2.2 Forschungsfragen

Folgende Forschungsfragen werden untersucht:

Forschungsfrage 1

Welche aktuellen Methoden haben das Potenzial zur Messung und/oder Berechnung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs?

Forschungsfrage 2

Eignet sich eine spezifische Methode in Kombination mit Daten aus Zählstellen sowie dem Mikrozensus zur Messung und/oder Berechnung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs?

1.2.3 Abgrenzung

Ziel dieser Arbeit ist es nicht, eine realistische Exposition für die gesamte Schweiz zu ermitteln, sondern die methodische Grundlage für eine zukünftige systematische und regelmässige Erhebung schweizweiter Expositionsdaten von Velofahrer:innen zu schaffen. Zudem werden die aktuellen Einschränkungen und Herausforderungen bei der Datenerhebung aufgezeigt.

2 Methodische Grundlagen

2.1 Definition Exposition

Der Begriff *Exposition* ist im Verkehr nicht eindeutig definiert, sondern taucht dort in verschiedenen Ausprägungen auf. Gemeinhin wird darunter die Anzahl der zurückgelegten Kilometer während einem bestimmten Zeitraum mit einem spezifischen Verkehrsmittel verstanden (siehe Hakkert und Braimaister (2002)). Es gibt jedoch viele Variationsmöglichkeiten: anstelle der Distanz kann auch die Zeit oder die Anzahl Fahrten als Leistungsgrösse verwendet werden. Statt sich auf einzelne Individuen zu fokussieren, ist es oft zweckmässig, die Fahrleistung über bestimmte Personengruppen oder Fahrtzwecke zu aggregieren. Aussen vor bleibt bei der obigen Definition der räumliche Bezug: Unter Umständen soll die Fahrleistung nicht nur auf Person(engruppe), Zeitraum und Verkehrsmittel aufgeschlüsselt werden, sondern auch auf einzelne bestimmte Streckenabschnitte oder alternativ auf die Attribute von Strassen/Strecken.

Um die Flexibilität für verschiedene Auswertungen zur Exposition zu bewahren, ist es am zielführendsten, über die einzelnen Fahrten eines Individuums während einem bestimmten Zeitraum möglichst vollständig Bescheid zu wissen. Dazu sind im Wesentlichen die folgenden Informationen zu jeder einzelnen Fahrt hilfreich:

- Trajektorien (daraus Fahrzeit, Distanz, befahrene Strassenabschnitte)
- Verkehrsmittel (Velo, langsames E-Bike, schnelles E-Bike)
- Demografische Informationen (z. B. Alter, Geschlecht)
- Fahrtzweck (Arbeit, Freizeit, Ausbildung, Einkauf).

Weitere Informationen wie die Witterung können für den Ort und Zeitpunkt einer Fahrt ermittelt werden, indem die Trajektorie mit externen, zeitlich und räumlich aufgelösten Wetterdaten verknüpft wird.

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über die relevanten Expositionsfaktoren im Veloverkehr.

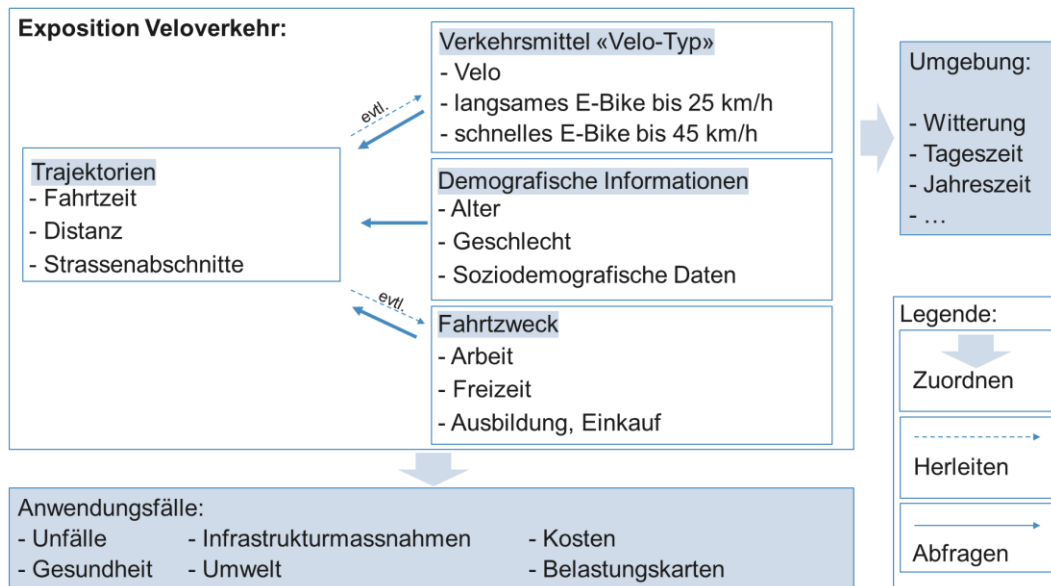


Abbildung 4: Übersicht Faktoren der Exposition im Veloverkehr (eigene Darstellung)

Im Rahmen dieses Projekts evaluieren wir die verfügbaren Methoden hinsichtlich ihrer Fähigkeit, entsprechende Expositionsinformationen bereitstellen zu können.

2.2 Aktueller Stand der Forschung

Ansätze zur effizienten Erfassung der Exposition von Velofahrer:innen basierend auf neuen Datenquellen sowie die damit verbundenen Herausforderungen werden aktuell auch in der Fachliteratur intensiv diskutiert. Insbesondere besteht ein wachsender Bedarf an georeferenzierten Daten. Bereits Nelson et al (2019) haben das Potenzial von Crowdsourced-Daten, basierend auf GPS-fähigen Smartphones, für die Fahrradforschung beschrieben. Gleichzeitig weisen sie auf die Herausforderungen hinsichtlich der Repräsentativität und des individuellen Datenschutzes der Nutzenden hin.

Lee und Sener (2020) beschreiben in ihrem Artikel allgemein die aufkommenden Datenquellen für das Monitoring des nicht motorisierten Verkehrs. Sie unterscheiden dabei zwischen verkehrsmittelspezifischen und unspezifischen Ansätzen. Während man bei unspezifischen Ansätzen (z. B. Mobiltelefon-Position) nichts zum Transportmittel weiss, ist bei den spezifischen Methoden bekannt, wie die Nutzenden unterwegs sind. Als mögliche Datenquellen erwähnen sie auch regionale Velo-Tracking-Apps. Als erste App dieser Art wird CycleTracks von der San Francisco County Transportation Authority beschrieben (Hood et al., 2011). Es wurde entwickelt, um die Nachfrage und das Velovolumen auf spezifischen Strassen abzuschätzen. Dadurch inspiriert, wurde die App auch in verschiedenen anderen Regionen in Nordamerika eingesetzt. Als weitere Datenquellen sind hier auch Fitnesstracking Apps wie Strava aufgeführt. Andere bekannte Anbieter wie Fitbit oder Garmin sind gesundheitsorientiert und offerieren keinen anonymisierten Datenzugang für Drittparteien.

Eine zentrale Herausforderung bei der Nutzung von Crowdsourced-Daten ist die Repräsentativität der erfassten Fahrten. Hier setzen Roy et al. (2019) an, indem sie ein

Verfahren zur Korrektur von Verzerrungen in Strava-Daten entwickelten. Ihre Methode kombiniert Crowdsourced-Daten mit geografischen Kovariaten und offiziellen Zähl­daten.

Möglichkeiten zur Analyse des Verhaltens der Nutzenden bieten auch Bike-Sharing Systeme. Mit GPS ausgestattete Leih­räder, insbesondere bei Free-Floating-Systemen, können zur Analyse der Wege genutzt werden. Je nach den betrieblichen Richtlinien können Bike-Sharing-Daten auch Informationen über Alter und Geschlecht der Fahrenden enthalten. Die regionale Verbreitung beschränkt sich in der Regel aber auf grössere Zentren und der Fahrtzweck beschränkt sich in der Regel auf kürzere Fahrten. Nichtsdestotrotz können die Daten eine nützliche Ergänzung sein.

Für das Velomonitoring am weitesten verbreitet ist sicherlich die Verwendung von Strava Metro Daten. Strava sammelt seit 2009 Bewegungsdaten und offeriert damit seit 2014 gewisse Datenservices für Expositionsfragestellungen. Neben räumlichen Daten lieferte Strava in der Vergangenheit auch demografische Informationen (Alter und Geschlecht der Nutzenden). Entsprechende Daten haben z. B. Musakwa und Selala (2016) genutzt, um Verhaltensmuster von Fahrradfahrenden in Johannesburg zu analysieren oder Fester et al. (2021) haben damit Unfallrisiken für Fahrradfahrende in Ottawa standardisiert. Lee und Sener (2021) haben sogar eine Review veröffentlicht. Dort beschreiben sie das Potenzial der Daten, aber auch die Limitierung aufgrund der Unterrepräsentation der Allgemeinbevölkerung, Verzerrungen zu und von bestimmten Gruppen und den Mangel an demografischen und reisebezogenen Details auf individueller Ebene. Entsprechend empfehlen sie die Kombination insbesondere mit amtlichen Daten (z. B. Mikrozensus und stationäre Velo-Zähl­daten). Explizit mit den Verzerrungen und der Genauigkeit von Strava-Daten setzt sich der Artikel von Venter et al. (2023) auseinander. Sie zeigen darin, dass Männer mittleren Alters mit grösserem Einkommen und Ausbildungslevel in den Daten überrepräsentiert sind. Auch ihre Empfehlung ist, die Daten mit weiteren Quellen zu kombinieren, um diese Verzerrungen zu korrigieren. Auch in der Schweiz wurden Strava-Daten vom Ingenieurbüro EBP Schweiz AG im Auftrag des Kanton Zürich schon hinsichtlich ihrer Eignung für Fragestellungen des Veloverkehrs untersucht (Straumann et al., 2020). Dabei hat sich gezeigt, dass Strava-Daten wertvolle Hinweise zur Verteilung der Velofahrleistung liefern. Es zeigte sich eine hohe Korrelation zwischen den Bewegungsdaten und den stationären Zähl­daten. Einzig bei geringen Beobachtungsdaten wurden keine Daten geliefert, weil dann das Datenschutzrecht der einzelnen Teilnehmenden nicht mehr gewährleistet war. Loidl et al. (2024) haben in ihrer Studie VERA - Verlagerungswirkung von Radverkehrsanlagen untersucht, wie Neu- und Ausbaumassnahmen der Veloinfrastruktur die Verkehrsmittel- und Routenwahl beeinflussen und eine Verlagerung hin zum Veloverkehr begünstigen. Dabei wurden unter anderem mehrere Datenquellen von GPS-basierten Velo-Trajektorien aus Deutschland, Österreich und der Schweiz ausgewertet und durch Zählstellen- und Erhebungsdaten ergänzt. Unter anderem wurden dabei als Beispiele die Kampagne Stadtradeln und das Portal RiDE Radverkehr in Deutschland, Österreich radelt sowie Strava Metro untersucht. Es wurde eine datensparsame, praxisorientierte Methodik zur Wirkungsabschätzung entwickelt, die ohne komplexe Verkehrsmodelle auskommt. Die Ergebnisse sind in einem Leit­faden für Planungs- und Entscheidungsprozesse für Veloinfrastrukturen zusammengefasst.

Ein wesentlicher Nachteil von Crowdsourced-Daten ist der Selektionsbias: Nutzende werden explizit zur Velonutzung animiert, und das Tracking erfordert häufig eine manuelle Aktivierung. Dies kann dazu führen, dass Fahrten vergessen gehen, nur selektiv aufgezeichnet werden oder die Abbruchrate (Dropout) hoch ist. Zudem besteht die Gefahr, dass das Verkehrsmittel inkorrekt klassifiziert wird. Eine Möglichkeit, diese Herausforderungen zu adressieren, ist die direkte Kopplung des Velos mit GPS-basierten Technologien.

So entwickelten Bhowmick et al. (2025) ein System, bei dem eine Smartphone-App mit einem am Velo befestigten Bluetooth-Beacon kombiniert wird. Diese Methode ermöglicht die automatische Erfassung von Velofahrten ohne manuellen Eingriff der Nutzenden. Die Stärke liegt in der geringen Belastung für Teilnehmenden und der hohen Datenqualität, da nur tatsächlich gefahrene Strecken erfasst werden. Allerdings erfordert diese Methode eine vorherige Ausstattung der Teilnehmenden mit speziellen Geräten, was bei grossen Studien zu erhöhtem Aufwand führen kann.

Ebenfalls auf direkter Erfassung basiert die Arbeit von Łukawska et al. (2023). Sie nutzten GPS-Daten von Hövding-Helmen zur Modellierung von Routenwahlentscheidungen in der Metropolregion Kopenhagen. Die Methode erlaubt eine präzise Erfassung von Alltagsfahrten, ohne aktives Zutun der Nutzenden. Stärken sind die hohe räumliche Genauigkeit und die Erfassung von Alltagsmobilität. Schwächen liegen jedoch in einer möglichen Verzerrung der Population der Nutzenden (tendenziell einkommensstärkere Personen, die solche Helme erwerben) sowie den Kosten für die Gerätebereitstellung.

Einen weiteren neueren Review-Artikel gibt es von Zare et al. (2022). Sie beschreiben, wie sich die Rolle von Daten und Technologien in der Veloverkehrsplanung entwickelt hat und zeigen, wie Datenaufzeichnungstools helfen, die Interessen der Bevölkerung im Planungsprozess mit zu berücksichtigen.

2.3 Schlussfolgerungen

Es besteht aktuell Forschungsbedarf zur detaillierteren Erhebung von Expositionsdaten im Veloverkehr. Mit dem Forschungsprojekt soll dem vielfach erkannten Bedarf an geeigneten Expositionsdaten, beispielsweise für vertiefte Analysen von Unfällen, begegnet werden. Dieser wurde unter anderem bereits im SVI-Forschungspaket VeSPA dargelegt. So kann bei der Betrachtung von Wettereinflüssen auf das Unfallgeschehen die Wechselwirkung zwischen Wetter und Umfang der Verkehrsteilnahme (also der Exposition) zu Problemen bei der Abgrenzung führen (Ohnmacht et. al., 2016).

Dazu wird im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts in Kapitel 3 dargelegt, welche Methoden zur Ermittlung von Expositionsdaten grundsätzlich in Betracht gezogen werden können. Anschliessend werden ausgewählte Methoden vertieft untersucht, um deren Stärken, Schwächen und Einsatzmöglichkeiten bei der Ermittlung von Expositionsdaten zu bewerten. Daraus werden Erkenntnisse für die Ausgestaltung der Pilotstudie hergeleitet. Bei der Expositionsbestimmung besteht der Forschungsbedarf insbesondere hinsichtlich der Bias-Korrektur von Crowdsourcing-Daten mit amtlichen

Daten. Daher wird zusätzlich die Kombination verschiedener Datenquellen untersucht. Anhand der Resultate der Pilotstudie werden schliesslich Erkenntnisse zur Repräsentativität und zu den Anwendungsmöglichkeiten der Methode gewonnen und Empfehlungen für den künftigen Einsatz in der Praxis abgeleitet.

3 Methoden zur Ermittlung der Exposition

3.1 Auswahl der Methoden

Im Folgenden werden ausgewählte Methoden zur Ermittlung der Exposition evaluiert und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile beurteilt. Weitere bestehende Methoden, welche nicht im Detail evaluiert werden, sind im A.1 aufgeführt. Die Tabelle 1 gibt eine allgemeine Übersicht über die ausgewählten Methoden zur Messung und/oder Berechnung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs.²

Übersicht der ausgewählten Methoden			
Kategorie	Erfassungsplattform	Kurz-Beschrieb der Methode	Begründung für Auswahl
Tracking-Apps	Strava	Fitnesstracker zur Erfassung von Velodaten mittels GPS, Möglichkeit für Datenbezug für Infrastrukturprojekte.	Wird in der Literatur häufig zur Expositionsbestimmung erwähnt.
	bike to work	Schweizer Mitmachaktion für Velo-Pendelverkehr.	Grösste Veloförderaktion der Schweiz.
	Cyclomania	Nationale Velo-Challenge zur Förderung des Velos im urbanen Raum. Förderaktion mit Tracking-App.	Hohes Potenzial für Daten-Auswertungen vorhanden.
Mobilfunkdaten	Swisscom, Mobility Insights	Ortspezifische Mobilfunkdaten von Nutzenden.	Grosse Abdeckung.
Bike-Sharing-Anbieter	PubliBike	Ca. 700 Velo-Stationen in der Schweiz. Beschränkt auf grössere Städte.	Potenzial aufgrund mit Trackern ausgestatteter Fahrräder.
Behörden Daten	Mikrozensus	Statistische Erhebung in der Schweiz, um Informationen über das Mobilitätsverhalten zu sammeln.	Schweizweit repräsentative behördliche Umfrage.
	Velozählstellen	Installierte Messstationen, die kontinuierlich die Anzahl vorbeifahrender Velos erfassen.	Punktuelle Vollerhebungen.

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Methoden

² Neben den hier aufgeführten Ansätzen wurde insbesondere auch die Nutzung von Informationen von Kartenanbietern wie Google Maps diskutiert. Aus Datenschutzgründen ist die Nutzung entsprechender Daten jedoch grundsätzlich nicht möglich, und im Rahmen des Projekts konnten keine Kontakte zu den entsprechenden Stellen hergestellt werden.

3.1.1 Beschreibung der Methoden

Tracking-Apps

Der technologische Fortschritt hat eine Vielzahl von Datenerfassungsmethoden hervorgebracht, die weniger Aufwand und weniger Ressourcen erfordern, um grössere und detailliertere Datenmengen als herkömmliche Zählungen und Befragungen zu liefern (Lee et Sener, 2020). Interessant sind insbesondere Technologien, die über mobile Geräte verfügbar sind, da praktisch jede erwachsene Person über ein entsprechendes Endgerät verfügt. Mittels GPS-Sensoren der Smartphones und Fitnesstracker können z. B. Bewegungen von Personen erfasst werden.

Fitnesstracker Strava

Strava ist eine Fitness-App, mit der man sportliche Aktivitäten wie Laufen oder Radfahren per GPS aufzeichnet, auswertet und mit anderen teilt. Sie verbindet Trainingstracking mit sozialen Funktionen wie Vergleichen, Kommentieren und Challenges. Dabei erfolgt das Tracking nur im Zeitraum der expliziten Aktivierung der App durch die Nutzenden während der sportlichen Betätigung.

In verschiedenen Verkehrsstudien werden zur Expositionsbestimmung die Daten des Fitnesstrackers «Strava» genutzt (Review von Lee & Sener, 2021). Strava sammelt seit 2009 Bewegungsdaten und offeriert damit seit 2014 einen Datenservice, der für Expositionsfragestellungen genutzt werden kann (z. B. Fester et al. 2021).

Bike to work

Teilnehmende der Aktion bike to work von Pro Velo können ihre Pendelfahrten über die bike to work App aufzeichnen lassen. Da zusätzlich eine manuelle Erfassung sowohl durch die App wie auch über die Website möglich ist, wird das Trackingsystem in der App nicht so häufig verwendet. Die Tracking-Daten werden zwar gesammelt, aber sie wurden bis jetzt noch nie aufbereitet oder ausgewertet. Nachfolgend werden nur die Tracking-Daten beurteilt.

Cyclomania

Cyclomania ist eine jährlich im September stattfindende Veloförderaktion für Gemeinden, wodurch GPS basierte Velo-Daten generiert werden. Die Cyclomania-App verwendet das Trackingsystem der Firma Motiontag.

Nach der Aktivierung des Tracking-Systems werden alle Bewegungen automatisch im Hintergrund getrackt und das System klassifiziert die Fortbewegungsform automatisch (siehe Abbildung 5). Die App ist für den Alltagsverkehr ausgelegt, da «normale» Leute zum Mitmachen animiert und die Aufzeichnung nicht bei jeder Fahrt manuell gestartet werden muss, sondern automatisch im Hintergrund läuft.

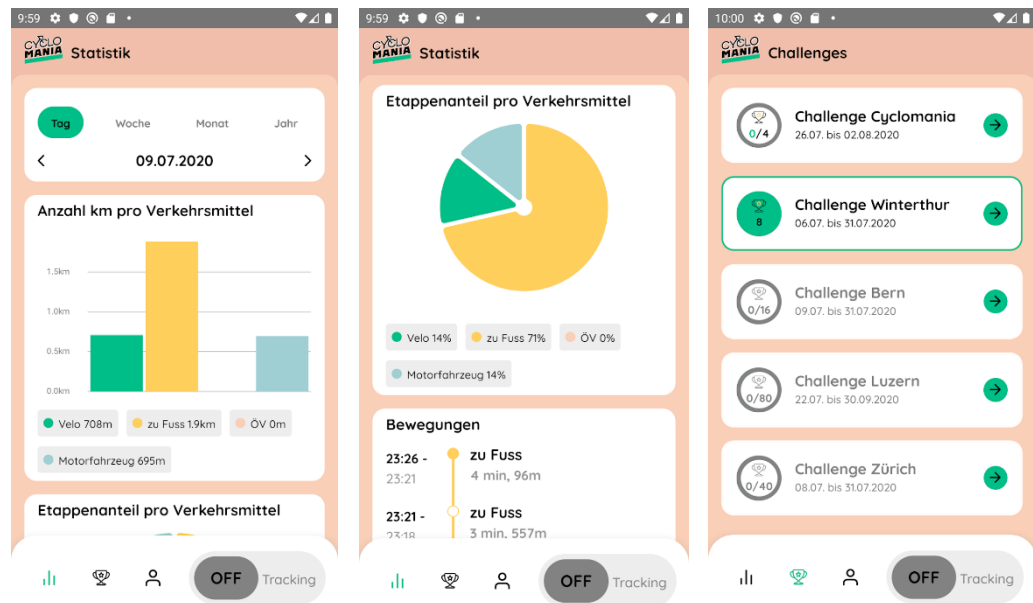


Abbildung 5: Ansichten Verkehrsmittel, Bewegungen, Challenges (Cyclomania-App)

Die automatisch im Hintergrund getrackten Velofahrten und Fusswege werden den Gemeinden anonymisiert für die Optimierung von nachhaltigen und stadtverträglichen Infrastrukturen bereitgestellt. Die Daten werden dabei auf Tagesbasis pro Strassensegment aggregiert. Diese Daten wurden bereits mehrfach von Gemeinden für weiterführende Projekte genutzt. So zum Beispiel in Winterthur in Kombination mit Zähl-daten aus Querschnittsmessungen für die Erarbeitung eines Velobelastungsplans (vgl. Abbildung 6).

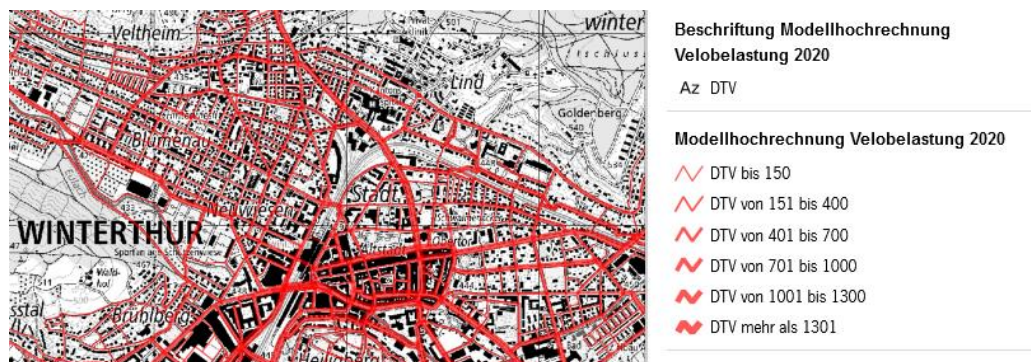


Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Velobelastungsplan 2020 von Winterthur (Quelle: <https://stadtplan.winterthur.ch/s/ywz7rxtt>)

Mobilfunkdaten

Ein Beispiel für Mobilfunkdaten ist Swisscom Mobility Insights. Das ist ein Service von Swisscom, der auf anonymisierten und aggregierten Mobilfunkdaten basiert. Mit diesen Daten können Bewegungsströme von Personen in bestimmten geografischen Gebieten analysiert werden, um Erkenntnisse über das Mobilitätsverhalten zu erhalten. Die Grundlage für Swisscom Mobility Insights sind die Bewegungsdaten von Swisscom-Mobilfunknutzern. Diese Daten werden in Echtzeit erfasst, wenn sich Mobiltelefone in das Netz einwählen und von Funkzelle zu Funkzelle bewegen. Die gesammelten Daten werden vollständig anonymisiert und in aggregierter Form bereitgestellt,

sodass keine Rückschlüsse auf Einzelpersonen möglich sind. Die anonymisierten Mobilitätsdaten werden ausgewertet und in übersichtlichen Dashboards oder Reports visualisiert. Anwender nutzen die Daten, um Verkehrsflüsse besser zu verstehen und den öffentlichen Verkehr oder die Infrastruktur effizienter zu planen.

Bike-Sharing

Ein Beispiel für einen Bike-Sharing Anbieter ist PubliBike. PubliBike ist ein schweizweites Veloverleihsystem, das es Nutzenden ermöglicht, flexibel mit dem Velo unterwegs zu sein. Seit seiner Gründung im Jahr 2011 hat sich PubliBike in vielen Städten der Schweiz etabliert und bietet eine nachhaltige Alternative zum motorisierten Individualverkehr. Das System ist einfach und benutzerfreundlich. Nach einer einmaligen Registrierung über die PubliBike-App oder die Website können Nutzenden jederzeit ein Velo oder E-Bike ausleihen. Die Fahrräder stehen an zahlreichen Stationen in verschiedenen Städten bereit und können dort auch wieder zurückgegeben werden. Die App zeigt in Echtzeit an, wo sich freie Velos oder verfügbare Parkplätze befinden. PubliBike bietet sowohl klassische Velos als auch E-Bikes an. Es werden keine Bewegungsdaten aufgezeichnet. Das GPS wird nur zur Ortung genutzt.

Behördendaten

Mikrozensus

Beim Mikrozensus wird die Mobilität der Schweizer Bevölkerung statistisch erfasst. In den Mobilitätsdaten zum Veloverkehr wird zwischen den Kategorien langsames E-Bike, schnelles E-Bike und Velo unterschieden. Die Erhebung findet alle fünf Jahre statt. Dafür werden jeweils rund 55'000 zufällig ausgewählte Personen zu ihrem Verkehrsverhalten an einem zufälligen Tag befragt. Erfasst wird, welche Strecken zurückgelegt und welche Verkehrsmittel dabei verwendet wurden (BFS, ARE 2023). Die Erhebung erfolgt dabei mittels Telefonbefragung CATI.

Im Jahr 2022 wurde erstmalig eine Piloterhebung des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) mittels App durchgeführt. Ziel ist es zu prüfen, ob künftig die Stichtagsmobilität mit einer Smartphone-App erfolgen kann und nicht mehr nur mittels Telefonbefragung. Ebenfalls soll die Bereitschaft der Befragten an einer Erhebung mittels Smartphone-App ermittelt werden. Bei der ersten Piloterhebung wurden ca. 7'000 Personen ausgewählt und aufgefordert, die App zu installieren. 1'500 davon haben die App tatsächlich installiert. Davon konnten 750 validiert werden. Die Validierung umfasste das Einrichten der App, Einloggen, Ausfüllen der Befragung, Erhebung der Daten am Stichtag und anschliessende Bestätigung. Es besteht auch die Möglichkeit, eine Strecke manuell in der App zu erfassen. Wie beim herkömmlichen Mikrozensus erfolgt die Datenaufzeichnung nur an einem Stichtag. Die App unterscheidet zwischen schnellen und langsamen E-Bikes sowie Velos. Nutzende können bei Bedarf manuelle Korrekturen vornehmen. Technisch basiert die App auf der Methodik Footprints Research. Diese berücksichtigt GPS-Daten, Triangulierung von Mobilfunk- und Wifi-Netzwerken, Geofencing, Aktivitätserkennung über Beschleunigungssensoren und Rotationsmessungen sowie Beacon-Kontakte.

Für die zweite Pilot-Erhebung im Jahr 2025 sollen 30'000 Personen ausgewählt werden. Per Anfang 2026 liegen noch keine aktuellen Erkenntnisse zur zweiten Pilot-Erhebung vor. Während die Teilnahmequote bei CATI etwa 50 % beträgt, kann diese hohe Quote bei der App voraussichtlich nicht erreicht werden. Der Mikrozensus befragt verschiedene Haushaltstypen und berücksichtigt dabei alle Kinder ab 6 Jahren. Im Unterschied dazu kann die App nur von Personen ab 18 Jahren eingesetzt werden. Somit bestehen unterschiedliche Erhebungsgruppen zwischen der Telefonbefragung und der App.

Velozählstellen

Schweizweit gibt es eine grosse Anzahl an fix installierten und mobilen Velozählstationen. Mittels Induktionsschleife, Laserzähler oder Druck-Sensoren werden die durchfahrenden Zweiräder gezählt. Dabei ist keine direkte Unterscheidung zwischen E-Bikes und normalen Velos möglich. Demografische Informationen sind entsprechend auch nicht verfügbar. Technisch wäre es möglich, Verkehrskameras zu installieren, welche mittels Künstlicher Intelligenz die demografischen Informationen ermitteln könnten. Solche Systeme werden in der Schweiz aktuell aus datenschutzgründen nicht eingesetzt. Die Velo-Daten werden in der Schweiz von unterschiedlichen Betreibern (z. B. Kantone, Gemeinden) erhoben. Die VelozählDatenzentrale Schweiz sammelt im Auftrag des Bundesamtes für Strasse ASTRA alle verfügbaren VelozählDaten von permanenten Zählstellen in der Schweiz und wertet diese aus. Die VelozählDatenzentrale löst die bisherigen Publikationen „VelozählDatenzentrale SchweizMobil“ und „Les comptages de vélos dans les agglomérations suisses“ der OUVEMA ab. Im Jahr 2024 wurden an 346 Zählstellen gesamthaft 89 Millionen Velos erhoben, die sich sehr ungleichmässig auf die Zählstellen verteilen. Die detaillierten Daten sind auf dem Portal <https://velo-ch.eco-counter.com> verfügbar.

3.2 Beurteilung der Methoden

3.2.1 Beschreibung der Beurteilungskriterien

Im Folgenden werden die Kriterien beschrieben, die zur Evaluierung der Methoden herangezogen wurden. Zunächst betrachten wir jene Kriterien, die für die direkte Bestimmung der Exposition relevant sind (vgl. Kapitel 2.1):

- **Trajektorien:** Können die Fahrten georeferenziert werden, um daraus Fahrzeit, Distanz und befahrene Strassenabschnitte abzuleiten? Nur Start- und Endpunkte sind nicht ausreichend.
- **Verkehrsmittel:** Kann zwischen Velos, langsamen E-Bikes und schnellen E-Bikes unterschieden werden?
- **Demografische Informationen:** Können die Fahrten mit demografischen Daten der Fahrenden verknüpft werden?
- **Fahrtzweck:** Ist der Zweck der Fahrt bekannt?

Des Weiteren bewerten wir die allgemeine Datengrundlage der Methoden anhand folgender Kriterien:

- **Datengrundlage:** Wie gross ist die verfügbare Datenmenge für die jeweilige Methode?
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Sind Daten für alle relevanten Bevölkerungsgruppen verfügbar?
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Liegen flächendeckende Informationen für die gesamte Schweiz vor?
- **Saisonalität:** Stehen Daten über das gesamte Jahr hinweg zur Verfügung oder können entsprechende Daten generiert werden?
- **Verfügbarer Zeitraum:** Sind die Daten grundsätzlich zeitnah für alle relevanten Perioden verfügbar? Bis wie lange zurückliegend sind die Daten vorhanden?
- **Vollständigkeit der Daten:** Erfolgt die Datenaufzeichnung automatisch oder muss sie durch die Nutzenden aktiviert werden?
- **Unverfälschtheit der Information:** Beeinflusst die Datenerhebung das Verhalten der Nutzenden?

Als letzter Aspekt wird bewertet, inwiefern eine Kooperation mit dem Datenanbieter möglich ist:

- **Datenverfügbarkeit:** Können im Rahmen dieses Projekts Rohdaten bezogen werden oder stehen lediglich aufbereitete Daten zur Verfügung? Welche Kosten entstehen für den Bezug von Daten?
- **Zusammenarbeit:** Besteht im Rahmen des Projekts oder darüber hinaus die Möglichkeit, Einfluss auf die Datenerhebung zu nehmen?

Pro Methode und Kriterium erfolgt jeweils eine Einteilung in eine von fünf Stufen, welche nachfolgend beschrieben werden. Die Einteilung erfolgt jeweils nur in Bezug auf die Velo-Daten der jeweiligen Methode.

Trajektorien

- Stufe 1: Keine räumlichen Informationen. Es liegen nur punktuelle geografische Informationen über die Fahrt vor.
- Stufe 2: Start- und Endpunkt (Start- und Zielorte der Fahrt) und/oder grobe Verlaufsschätzung sind bekannt. Der genaue Verlauf der Route ist nicht nachvollziehbar.
- Stufe 3: Manuelle Erhebung des Fahrwegs. Der Fahrtverlauf wurde durch manuelle Methoden wie Nachbefragungen, Interviews oder Karteneintragungen erhoben. Die Route ist nachvollziehbar, aber die Genauigkeit ist abhängig von der Erinnerungsleistung und Interpretation der Befragten.
- Stufe 4: Automatisch erfasste Geodaten. Der exakte Fahrtweg wurde mittels GPS oder vergleichbarer Technologien automatisch aufgezeichnet. Die Daten sind georeferenziert.
- Stufe 5: Automatisch erfasste, hochgenaue Geodaten. Der exakte Fahrtweg wurde mittels GPS oder vergleichbarer Technologien automatisch aufgezeichnet. Die Daten sind georeferenziert und weisen eine hohe räumliche und zeitliche Genauigkeit auf.

Verkehrsmittel

- Stufe 1: Keine Informationen zu Verkehrsmittel verfügbar.
- Stufe 2: Keine Unterscheidung Velo-Typ.

- Stufe 3: Unterscheidung E-Bike oder Velo
- Stufe 4: Hinterlegter Velo-Typ (schnelles, langsames E-Bike und Velo) pro Fahrt zugewiesen durch user
- Stufe 5: Pro einzelner Fahrt Unterscheidung in Velo, langsames und schnelles E-Bike anhand expliziter Angabe des users oder automatisch mit Bestätigung des users.

Demografische Informationen

- Stufe 1: Keine demografischen Informationen verfügbar.
- Stufe 2: Es sind allgemeine Informationen zur Alters- und Geschlechtsverteilung der Gesamtstichprobe bekannt, diese lassen sich jedoch nicht mit einzelnen Fahrten oder Fahrenden verknüpfen.
- Stufe 3: Daten zu Geschlecht und Alter liegen fahrtspezifisch vor, dürfen jedoch aus Datenschutzgründen nur in aggregierter Form verwendet oder weitergegeben werden.
- Stufe 4: Zu jeder einzelnen Fahrt sind Alter und Geschlecht der Person bekannt und eindeutig zugeordnet. Die Daten sind pseudonymisiert, aber analysierbar auf Individualebene.
- Stufe 5: Neben Alter und Geschlecht sind auch weitere personenbezogene Merkmale wie Wohnregion, Haushaltstyp (z. B. Single, Familie) und Einkommensklasse auf Fahrtenebene verfügbar. Die Daten ermöglichen eine detaillierte soziodemografische Analyse.

Fahrtzweck

- Stufe 1: Es liegen keine Informationen zum Fahrtzweck vor.
- Stufe 2: Fahrtzwecke sind nur auf aggregierter Ebene bekannt, nicht für einzelne Fahrten.
- Stufe 3: Abschätzung anhand der Trajektorie: Der Fahrtzweck lässt sich durch Muster im Routenverlauf (z. B. Pendelweg) plausibel abschätzen, ist aber nicht explizit angegeben.
- Stufe 4: Erfasst durch Tool: Der Fahrtzweck ist durch das Tool gegeben.
- Stufe 5: Fahrtzweck ist durch den Nutzenden explizit pro Fahrt dokumentiert.

Datengrundlage

- Stufe 1: Die verfügbare Datenmenge ist stark limitiert.
- Stufe 2: Adäquate Datenmenge basierend auf Stichprobe.
- Stufe 3: Grosse Datenmenge: Fahrten werden stichprobenartig erfasst.
- Stufe 4: Umfangreiche, aber nicht flächendeckende Datenbasis.
- Stufe 5: Über 50 % aller Fahrten sind vollständig und kontinuierlich erfasst.

Repräsentativität der Nutzenden

- Stufe 1: Daten sind nur für eine Bevölkerungsgruppe vorhanden.
- Stufe 2: Daten sind für wenige spezifische Bevölkerungsgruppen vorhanden.
- Stufe 3: Daten sind für einige Bevölkerungsgruppen vorhanden.
- Stufe 4: Daten sind für die meisten relevanten Bevölkerungsgruppen vorhanden.
- Stufe 5: Daten sind für alle relevanten Bevölkerungsgruppen vorhanden.

Räumliche Verfügbarkeit

- Stufe 1: Es liegen nur Daten von einem Ort in der Schweiz vor.
- Stufe 2: Es liegen Daten von wenigen Orten in der Schweiz vor.
- Stufe 3: Es liegen Daten von einigen Orten in der Schweiz vor.
- Stufe 4: Es liegen Daten von vielen Orten in der Schweiz vor.
- Stufe 5: Es liegen flächendeckende Daten für die gesamte Schweiz vor.

Saisonalität

- Stufe 1: Es stehen nur Daten von einem kurzen Zeitpunkt zur Verfügung.
- Stufe 2: Es stehen jährlich Daten von einem kurzen Zeitpunkt zur Verfügung.
- Stufe 3: Es stehen jährlich Daten von ein paar Monaten zur Verfügung.
- Stufe 4: Es stehen alle paar Jahre Daten über das ganze Jahr hinweg zur Verfügung.
- Stufe 5: Es stehen jedes Jahr Daten über das ganze Jahr hinweg zur Verfügung.

Verfügbarer Zeitraum

- Stufe 1: Die Daten sind nicht zeitnah für alle Perioden lieferbar. Die Daten werden nicht archiviert.
- Stufe 2: Die Daten sind nicht zeitnah für alle Perioden lieferbar. Die Daten werden kurzfristig archiviert.
- Stufe 3: Die Daten können nicht zeitnah geliefert werden. Die Daten liegen für einige Jahre vor.
- Stufe 4: Die Daten könnten zeitnah geliefert werden. Die Daten werden einige Jahre archiviert.
- Stufe 5: Die Daten könnten zeitnah geliefert werden. Die Daten werden mehrere Jahre archiviert.

Vollständigkeit der Daten

- Stufe 1: Aktivierung nötig, nur ein kleiner Teil der Fahrten im Erhebungszeitraum vorhanden, da kleiner Anreiz zur Aufzeichnung / Bekanntgabe.
- Stufe 2: Aktivierung nötig, nur ein Teil der Fahrten im Erhebungszeitraum vorhanden, da Incentive zur Aufzeichnung vorhanden, jedoch nicht für alle Fahrtzwecke.
- Stufe 3: Aktivierung nötig, ein grosser Teil der Fahrten im Erhebungszeitraum ist vorhanden, da ein starker Anreiz zur Aufzeichnung aller Fahrten mit verschiedenem Zweck besteht.
- Stufe 4: Keine Aktivierung nötig, d. h. es wird automatisch aufgezeichnet bzw. es wird alles abgefragt, es kann jedoch Ausfälle geben (z. B. Fahrt vergessen, Handy vergessen, Tracking-App abgeschaltet oder funktioniert nicht, usw.).
- Stufe 5: Keine Aktivierung nötig, alle Fahrten im Erhebungszeitraum werden aufgezeichnet / abgefragt, der Anteil fehlender Fahrten im Erhebungszeitraum ist sehr klein (<5 %).

Unverfälschtheit der Information

- Stufe 1: Starker Anreiz zur Verhaltensänderung im Erhebungszeitraum: Bewusstsein zur Aufzeichnung der Fahrt ist klar vorhanden / Tracking muss gestartet werden, starker Anreiz zur Mehr-/Mindernutzung wegen kurzfristiger Wettbewerbssituation (Tage oder max. 3 Wochen).
- Stufe 2: Erheblicher Anreiz zur Verhaltensänderung im Erhebungszeitraum: Bewusstsein zur Aufzeichnung der Fahrt ist klar vorhanden / Tracking muss gestartet werden, Incentive zur Mehr-/Mindernutzung präsent, jedoch nicht auf sehr kurze Periode beschränkt (ab 3 Wochen bis 3 Monate).
- Stufe 3: Mittlerer Anreiz zur Verhaltensänderung im Erhebungszeitraum: Bewusstsein zur Aufzeichnung der Fahrt ist vorhanden / Tracking muss gestartet werden; es ist ein schwacher Anreiz zur Mehr-/Mindernutzung präsent, es ist aber keine kurz-/mittelfristige Sammelaktion (ab 3 Monate oder ohne Zeitlimit).
- Stufe 4: Kleiner Anreiz zur Verhaltensänderung: Nutzende nehmen Erhebung kaum oder gar nicht wahr, es besteht jedoch ein langfristiger Anreiz zur Verhaltensänderung.
- Stufe 5: Kein Anreiz zur Verhaltensänderung: Nutzende nehmen die Erhebung nicht bewusst wahr und es besteht kein oder höchstens minimaler Anreiz zur Verhaltensänderung.

Datenverfügbarkeit

- Stufe 1: Es werden keine Rohdaten oder aggregierte Daten zur Verfügung gestellt.
- Stufe 2: Es stehen kostenpflichtig aggregierte Daten zur Verfügung.
- Stufe 3: Es stehen kostenlos aggregierte Daten zur Verfügung.
- Stufe 4: Es stehen kostenpflichtig Rohdaten zur Verfügung.
- Stufe 5: Es stehen kostenlos Rohdaten zur Verfügung.

Zusammenarbeit

- Stufe 1: Keine Zusammenarbeit und somit kein Einfluss auf die Datenerhebung.
- Stufe 2: Indirekte Zusammenarbeit möglich, indirekter Einfluss auf die Datenerhebung.
- Stufe 3: Direkte Zusammenarbeit mit privaten Anbietern oder Behörden/Organisationen ohne Einfluss auf die Datenerhebung.
- Stufe 4: Direkte Zusammenarbeit mit privaten Anbietern oder Behörden /Organisationen mit begrenztem Einfluss auf die Datenerhebung.
- Stufe 5: Direkte Zusammenarbeit mit privaten Anbietern oder Behörden/Organisationen mit massgeblichem Einfluss auf die Datenerhebung.

3.2.2 Details zur Beurteilung der Methoden

Beschreibung der Vor- und Nachteile der ausgewählten Methoden und Beurteilung anhand der fünf Stufen der zuvor definierten Kriterien.

Beurteilung: Strava

- **Trajektorien:** Präzise Erfassung der georeferenzierten Strecken.
- **Verkehrsmittel:** Strava wird hauptsächlich von Velofahrenden genutzt. Nutzende können den Velo-Typ (z. B. Rennrad, Mountainbike oder E-Bike) erfassen,

was jedoch nicht zwingend ist. Neben Velofahrenden nutzen auch Läufer*innen und andere Sporttreibende (z. B. Schwimmer:innen) die Plattform.

- **Demografische Informationen:** Nutzende können freiwillig demografische Daten angeben. Diese werden jedoch, soweit bekannt, nicht mit den Trajektorien verknüpft.
- **Fahrtzweck:** Strava unterscheidet zwischen Pendelfahrten und anderen Fahrten. Als Pendelfahrten gelten Fahrten länger als 1 km mit unterschiedlichem Start- und Zielort (Straumann et al., 2020).
- **Datengrundlage:** Die Strava-Community umfasst weltweit rund 135 Millionen Nutzende in 190 Ländern (Quelle Strava). Vergleiche mit Zählstellen im Kanton Zürich zeigten, dass durchschnittlich 6.8 % (Standardabweichung: 4.3) der Fahrten auch in Strava erfasst wurden (Straumann et al., 2020).
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Die App richtet sich an sportlich aktive Personen. Studien zeigen eine Überrepräsentation von Männern mittleren Alters mit höherem Einkommen und Bildungsniveau (Venter et al., 2023). Kinder und Jugendliche ohne Smartphone fehlen weitgehend.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Grundsätzlich gute Abdeckung in allen Regionen. Freizeitaktivitäten führen zu Daten auch in Bergregionen.
- **Saisonalität:** Daten sind ganzjährig verfügbar.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Daten können zeitnah bereitgestellt werden.
- **Vollständigkeit der Daten:** Es werden nur explizit aufgezeichnete Fahrten erfasst insbesondere für den Zeitraum einer sportlichen Betätigung. Es werden daher nur wenig Tracking-Daten zu alltäglichen Wegen erfasst.
- **Unverfälschtheit der Information:** Das Strava-Leaderboard motiviert Nutzende zu Wettkämpfen, was das Fahrverhalten beeinflussen kann.
- **Datenverfügbarkeit:** Anonymisierte Daten sind für Behörden und Verkehrsplaner grundsätzlich zugänglich.
- **Zusammenarbeit:** Als internationales Unternehmen ist eine direkte Zusammenarbeit schwieriger. Einfluss auf die Datenerhebung besteht nicht.

Beurteilung: bike to work

- **Trajektorien:** Bewertet wird nur die georeferenzierte Datensammlung über die App. Zu beachten ist, dass hier nur wenige Nutzenden das Tracking anwenden und die Pendelwege oft dieselben sind.
- **Verkehrsmittel:** Standardmässig erfolgt keine Unterscheidung zwischen Velos und E-Bikes.
- **Demografische Informationen:** Anrede und Sprache der Teilnehmenden sind verfügbar, Altersangaben fehlen.
- **Fahrtzweck:** Fokus auf Pendelfahrten.
- **Datengrundlage:** Jährlich nehmen über 100'000 Personen in der Schweiz teil. Davon haben 2024 rund 20 % den Tracker mindestens einmal verwendet.
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Hauptsächlich auf Pendelnde ausgerichtet; andere Gruppen werden nicht adressiert.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Breite Abdeckung in der ganzen Schweiz.
- **Saisonalität:** Erhebung erfolgt im Mai und Juni.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Daten können grundsätzlich zeitnah geliefert werden.

- **Vollständigkeit der Daten:** Manuelle Eingabe der gefahrenen Kilometer ohne Georeferenzierung oder Aktivierung des Trackingsystem durch Nutzenden erforderlich.
- **Unverfälschtheit der Information:** Teilnahmeanreize können das Mobilitätsverhalten beeinflussen.
- **Datenverfügbarkeit:** Bislang keine allgemeine Datenherausgabe; zu Forschungszwecken anonymisiert erhältlich. Kostenpflichtig.
- **Zusammenarbeit:** Zusammenarbeit mit Schweizer Behörden ist möglich.

Beurteilung: Cyclomania (bisher und Pilot)

- **Trajektorien:** Bewegungen werden georeferenziert erfasst.
- **Verkehrsmittel:** Die automatische Verkehrsmittelerkennung erreicht 95 % Genauigkeit (Motiontag). Velo-Typen wurden bisher nicht automatisch erfasst; manuelle Eingaben erfolgten selten. Im Rahmen des Piloten wird getestet, ob künftig eine höhere Menge der spezifischen Angabe des Velo-Typen pro Fahrt erreicht werden kann. Ebenfalls wird die Unterscheidung in langsames und schnelles E-Bike ergänzt.
- **Demografische Informationen:** Alter und Geschlecht sind freiwillig und werden nicht mit Trajektorien verknüpft. Nachbefragungen liefern allgemeine demografische Informationen der Nutzenden. Im Rahmen des Piloten wird getestet, ob die Verbindung der Fahrten mit den Nutzerdaten möglich ist.
- **Fahrtzweck:** Fahrtzweck ist nicht bekannt, könnte aber ähnlich wie bei Strava aufgrund der Trajektorie klassifiziert werden.
- **Datengrundlage:** Rund 15'000 Teilnehmende in 60–100 Gemeinden pro Jahr; in Challenge-Regionen werden 1–3 % der Velofahrenden erfasst.
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Durchschnittlich veloaffine Bevölkerung. Geschlechterverteilung: 53 % Männer, 46 % Frauen. Hauptsächlich 30- bis 60-Jährige, Kinder und Jugendliche unterrepräsentiert.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Gute Abdeckung in urbanen Gebieten; geringere Datenlage in Bergregionen und im Tessin.
- **Saisonalität:** Datenerhebung erfolgt aufgrund der Mitmachaktion hauptsächlich im September. Das Tracking läuft derzeit jedoch zwischen Mai und Oktober.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Daten sind zeitnah verfügbar.
- **Vollständigkeit der Daten:** Automatische Aufzeichnung bei aktiviertem Trackingsystem.
- **Unverfälschtheit der Information:** Challenge-Teilnahme motiviert zur Nutzung; ca. 30 % fahren, gemäss einer Nachbefragung, während der Challenge häufiger.
- **Datenverfügbarkeit:** Aggregierte und anonymisierte Daten sind im Rahmen der Aktion für Gemeinden, Regionen und Kantone verfügbar. Die Daten können für die nachhaltige Verkehrsplanung auch durch weitere Stellen kostenpflichtig bezogen werden. Im Rahmen des Piloten werden Datenauswertungen getestet.
- **Zusammenarbeit:** Schweizer Partner mit bestehenden kommunalen Kooperationen; Einflussnahme auf Datenerhebung möglich. Direkte Zusammenarbeit im Rahmen des Piloten gewährleistet.

Beurteilung: Swisscom Mobility Insights

- **Trajektorien:** Positionsbestimmung per SIM-Karte mit ca. 150 m Genauigkeit; exakte Streckenzuordnung erschwert.
- **Verkehrsmittel:** Nicht explizit erkennbar; mögliche Abschätzung anhand von Bewegungsmustern.
- **Demografische Informationen:** Swisscom verfügt über Nutzerdaten, gibt diese jedoch nicht weiter.
- **Fahrtzweck:** Fahrtzweck unbekannt.
- **Datengrundlage:** Swisscom deckt ca. 60 % des Schweizer Mobilfunkmarktes ab.
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Hohe Abdeckung; ausgenommen sind Kinder und Jugendliche ohne Handy.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Flächendeckende Netzabdeckung in der Schweiz.
- **Saisonalität:** Ganzjährige Datenerhebung.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Zeitnahe Datenbereitstellung möglich.
- **Vollständigkeit der Daten:** Automatische Erfassung aller aktiven SIM-Karten.
- **Unverfälschtheit der Information:** Mobilfunkerfassung beeinflusst das Verhalten nicht.
- **Datenverfügbarkeit:** Datenbezug kostenpflichtig möglich.
- **Zusammenarbeit:** Grundsätzlich möglich; keine Einflussnahme auf Datenerhebung.

Beurteilung: PubliBike

- **Trajektorien:** Derzeit keine Bewegungsdatenaufzeichnung. GPS wird nur zur Ortung genutzt.
- **Verkehrsmittel:** Verfügbar sind Velos und E-Bikes bis 25 km/h.
- **Demografische Informationen:** Keine systematische Erhebung; Kundendaten teilweise vorhanden.
- **Fahrtzweck:** Fahrtzweck nicht erfasst.
- **Datengrundlage:** Ca. 700 Stationen, 5'800 Velos und 233'000 Nutzende in der Schweiz (Quelle).
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Keine Informationen zur Nutzerstruktur bekannt.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Vor allem in Städten und Agglomerationen.
- **Saisonalität:** Ganzjährige Verfügbarkeit der Velos.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Daten könnten zeitnah geliefert werden.
- **Vollständigkeit der Daten:** Erfassung aller Fahrten durch kostenpflichtige Nutzung.
- **Unverfälschtheit der Information:** Nutzung erfolgt bedarfsorientiert; Kosten wirken als negativer Anreiz.
- **Datenverfügbarkeit:** Bewegungsdaten nicht verfügbar; statistische Kennzahlen abrufbar.
- **Zusammenarbeit:** Kooperation mit Behörden denkbar; Datenerweiterung möglich.

Beurteilung: Mikrozensus Mobilität und Verkehr

- **Trajektorien:** Keine direkte Erfassung; Fahrstrecken werden aus Befragungen abgeleitet. Georeferenzierte Erfassung per App in Testphase.
- **Verkehrsmittel:** Velo-Typen werden erhoben.
- **Demografische Informationen:** Umfassende Erfassung (z. B. Geschlecht, Alter, Haushaltstyp, Einstellung).
- **Fahrtzweck:** Fahrtzweck wird abgefragt (Arbeit, Ausbildung, Einkauf, Freizeit, Sonstiges).
- **Datengrundlage:** Alle fünf Jahre werden ca. 55'000 Personen befragt.
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Repräsentative Erfassung aller Bevölkerungsgruppen.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Schweizweit repräsentative Daten.
- **Saisonalität:** Befragungen über das ganze Jahr verteilt.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Daten nur alle fünf Jahre verfügbar.
- **Vollständigkeit der Daten:** Alle Tagesetappen werden abgefragt; Kontrollmöglichkeit durch App in Entwicklung.
- **Unverfälschtheit der Information:** Befragte werden angewiesen, ihr Verhalten nicht anzupassen.
- **Datenverfügbarkeit:** Aggregierte Daten öffentlich; detaillierte Daten kostenpflichtig zu Forschungszwecken erhältlich.
- **Zusammenarbeit:** Durchführung durch BFS und ARE; Behörden direkt involviert.

Beurteilung: Zählstellen

- **Trajektorien:** Nur Durchfahrten am Standort werden erfasst; keine Streckendaten.
- **Verkehrsmittel:** Standardzählstellen unterscheiden Velo-Typen nicht.
- **Demografische Informationen:** Nicht vorhanden.
- **Fahrtzweck:** Fahrtzweck nicht ermittelbar.
- **Datengrundlage:** Sehr grosse Unterschiede bei der Dichte und Verteilung der Zählstellen. Derzeit sind etwa 120 Zählstellen entlang von «Veloland-Routen» zentral im Bericht Velo-Zählstellenzentrale von SchweizMobil zusammengefasst. Eine schweizweite zentrale Datenbank mit möglichst allen Velo-Zählstellendaten ist derzeit im Aufbau.
- **Repräsentativität der Nutzenden:** Vollerhebung aller Durchfahrenden.
- **Räumliche Verfügbarkeit:** Punktuelle Messungen schweizweit.
- **Saisonalität:** Ganzjährige Aufzeichnung.
- **Verfügbarer Zeitraum:** Zeitnahe Datenverfügbarkeit.
- **Vollständigkeit der Daten:** Alle Durchfahrten werden erfasst.
- **Unverfälschtheit der Information:** Keine Verhaltensbeeinflussung durch Zählstellen.
- **Datenverfügbarkeit:** Meist öffentlich oder über Behörden beziehbar.
- **Zusammenarbeit:** Betrieb in der Regel durch Behörden; Netzerweiterung kostenintensiv.

3.2.3 Zusammenfassung Beurteilung der Methoden

In der folgenden Tabelle 2 werden die Ergebnisse der Beurteilung der Methoden zusammenfassend dargestellt.

Übersicht Beurteilung der Methoden									
Kategorie	Kriterien	Strava	bike to work	Cyclomania bisher	Cyclomania Pilot	Swisscom	PubliBike	Mikrozensus	Zählstellen
Gemäss Expositions- definition	Trajektorien	5	4	4	4	2	2	3	1
	Verkehrsmittel	3	2	3	4	1	5	5	2
	Demografische Informationen	3	3	3	5	3	2	5	1
	Fahrtzweck	3	4	3	3	1	2	5	1
Ergänzende Kriterien	Datengrundlage	4	2	3	3	5	2	2	5
	Repräsentativität der Nutzenden	3	3	4	4	4	2	5	5
	Räumliche Verfügbarkeit	4	4	3	3	5	2	5	3
	Saisonalität	5	3	4	4	5	4	4	5
	Verfügbarer Zeitraum	4	3	4	4	4	2	3	5
	Vollständigkeit der Daten	2	2	4	4	5	5	4	5
	Unverfälschtheit der Information	3	1	2	2	5	2	4	5
Kooperation	Datenverfügbarkeit	3	2	4	5	2	2	3	5
	Zusammenarbeit	2	3	4	5	2	2	4	3
Zusammenfassung	Durchschnitt	3.4	2.8	3.5	3.8	3.4	2.6	4.0	3.5

Tabelle 2: Übersicht Beurteilung der Methoden

3.3 Schlussfolgerungen Methodenvergleich

Keine der evaluierten Methoden ist derzeit in der Lage, alle gewünschten Informationen – Verkehrsmittel, georeferenzierte Trajektorien, verknüpft mit demografischen Informationen und dem Fahrtzweck – zeitnah und vollständig zu liefern. Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr kommt diesem Optimum naturgemäss am nächsten. Allerdings wird eine ergänzende Methode gesucht, die häufiger als alle fünf Jahre aktuelle Informationen bereitstellt.

Für die Pilotstudie wurde das grösste Potenzial in der Cyclomania-App identifiziert. Cyclomania verfügt bereits über die Infrastruktur zur Aufzeichnung und Auswertung georeferenzierter Daten. Zudem besteht im Rahmen ihrer Mitmachkampagne eine

grosse Community in der Schweiz, die für die Pilotstudie aktiviert werden kann. Ein entscheidender Vorteil ist auch die Möglichkeit, die Datenaufzeichnung im Rahmen des Pilotprojekts aktiv mitzugestalten. Die georeferenzierten Daten wurden in der Vergangenheit bereits von verschiedenen Gemeinden erfolgreich für die Verkehrsplanung genutzt. In Bezug auf die Verkehrsmittelerkennung kann die App für die Pilotstudie angepasst werden, sodass Nutzende den Velo-Typ explizit angeben und diese Information gemeinsam mit der Trajektorie übermittelt wird.

Eine Verknüpfung der Trajektorien mit demografischen Informationen wird im Pilotprojekt ebenfalls angestrebt. Dazu wurden alle Cyclomania-Nutzenden in der Pilotregion kontaktiert und um ihre Einwilligung zur Datenverknüpfung gebeten. Auf die direkte Erhebung des Fahrtzwecks wurde bewusst verzichtet, da eine solche Abfrage als zu aufwendig beurteilt wurde und die Teilnahmebereitschaft hätte senken können. Stattdessen erfolgte in Anlehnung an Straumann et al. (2020) eine datenbasierte Unterscheidung zwischen Pendelfahrten und übrigen Fahrten. Als Pendelfahrten wurden dabei Fahrten mit unterschiedlichem Start- und Zielort und einer Länge von mehr als 1 km definiert. Grundsätzlich könnte diese Definition künftig noch erweitert werden, etwa durch die Berücksichtigung von Wochentagen, Tageszeiten sowie typischen Start- und Zielorten (z. B. Bahnhöfen). Eine solche Erweiterung hätte jedoch den Rahmen der vorliegenden Arbeit gesprengt.

Die Zusammensetzung der Teilnehmenden kann durch die Kombination mit Mikrozensus-Daten korrigiert werden. Aufgrund geringer Stichproben in bestimmten Gruppen – insbesondere bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen – bleibt dies jedoch eine Herausforderung.

Für die Hochrechnung der Daten auf absolute Zahlen werden verfügbare Velozählstellen herangezogen. Aktuell beschränkt sich die Datenaufzeichnung auf den September. Eine Ausweitung des Erhebungszeitraums wäre grundsätzlich möglich, stellt jedoch die Herausforderung dar, die Motivation der Teilnehmenden über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten. Auch räumlich könnte die Erhebung problemlos auf weitere Regionen ausgeweitet werden.

Um die Datenmenge zu erhöhen und die räumliche Abdeckung zu verbessern, werden zusätzlich die Strava-Daten für die Pilotregion einbezogen. Diese Daten ermöglichen einen Vergleich zwischen den Daten-Auswertungen mittels Cyclomania resp. Strava.

4 Cyclomania

Die Mitmachaktion Cyclomania von Pro Velo unterstützt Gemeinden bei der Förderung von nachhaltigem Mobilitätsverhalten. Gemeinden und Regionen können sich für eine Mitmach-Challenge für ihre Bevölkerung anmelden, welche jährlich im September stattfindet. Für die Durchführung der Challenge werden den Gemeinden eine App, Webseite und Kommunikationsmittel zur Verfügung gestellt. Durch diverse Kommunikationsmassnahmen von den Gemeinden und Pro Velo wird die Bevölkerung zur Teilnahme motiviert. Interessierte Personen können sich über die Cyclomania-App zu einer Challenge anmelden und durch möglichst häufiges Velofahren Punkte sammeln und Preise gewinnen.

4.1 Cyclomania-Teilnehmende

Jährlich beteiligen sich zwischen 60 und 100 Gemeinden aus der ganzen Schweiz an Cyclomania. 2025 waren es sogar 170 Gemeinden. Typischerweise stammen rund zwei Drittel der teilnehmenden Gemeinden aus der Deutschschweiz und ein Drittel aus der Romandie. Grössere Städte, welche bis jetzt teilgenommen haben, sind Bern (2020), Winterthur (2020), Luzern (2020 und 2021), St. Gallen (2023 und 2024) und Lausanne (2025). Sowohl kleinere bis mittelgrosse Städte (z. B. Uster, Schaffhausen, Zug, Delémont oder Nyon) als auch urbane Regionen, welche aus mehreren kleinen Gemeinden bestehen (z. B. die Agglomeration Oberwallis, Ouest lausannois, das Glatttal, die Region Birsstadt oder die Agglomération Bulloise), machen an der Aktion mit. 2025 haben sich 13'000 Personen an der Aktion beteiligt und es wurden rund 1.2 Millionen getrackte Velokilometer generiert.

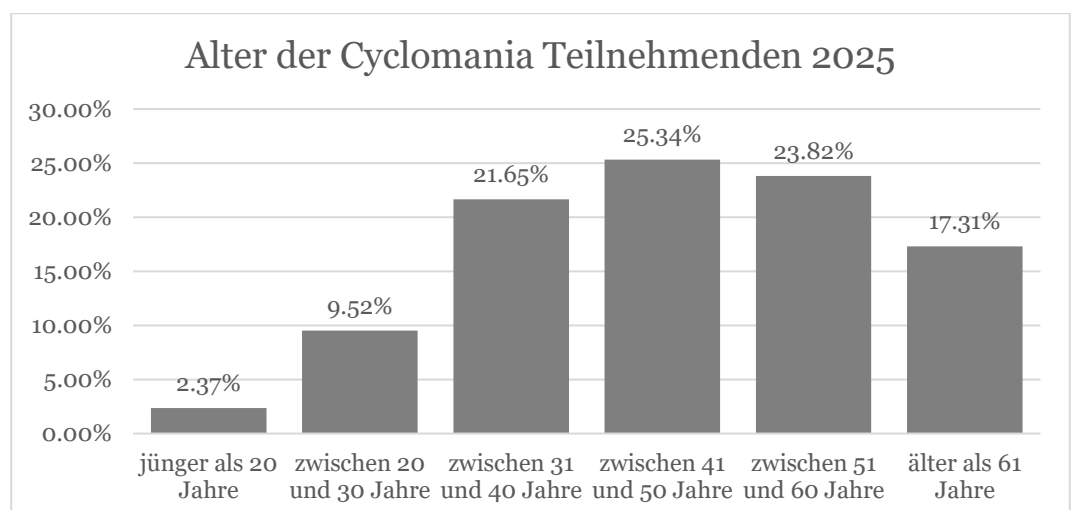


Abbildung 7: Altersverteilung der Cyclomania Teilnehmenden 2025

Auswertungen zu den Cyclomania-Teilnehmenden 2025 zeigen, dass rund 90 % über das Jahr hinweg mindestens zwei bis drei Mal pro Woche Velo fahren. 53 % sind Männer und 46 % Frauen. In Bezug auf das Alter liegt der höchste Anteil bei den 41 bis 50-

Jährigen mit rund 25 %. Die Altersgruppen 31 bis 40 und 51 bis 60 sind etwa gleichermassen vertreten mit rund 23 %. Rund 17 % der Teilnehmenden jährlich sind älter als 61. Die Gruppe zwischen 20 bis 30-Jährigen macht etwa 10 % aus. Die am wenigsten vertretene Altersgruppe ist die der unter 20-Jährigen mit unter 2 %. Insgesamt gesehen sind die Cyclomania-Teilnehmenden bezogen auf Geschlecht und Alter, abgesehen von den ganz Jungen, ziemlich ausgeglichen.

4.2 Datenerfassung

Die Cyclomania-App erfasst Bewegungsverläufe der Nutzenden und ermöglicht dadurch detaillierte Analysen zur Nutzung des Velos als Transportmittel.

Die Aufbereitung der Trackingdaten erfolgt durch Motiontag, einem Spezialisten für Smart Mobility Tracking. Die erfassten Daten variieren in Qualität und Auflösung, abhängig von den verwendeten Endgeräten und der Signalstärke. Vor der Weitergabe werden die Daten bereinigt, wobei grobe Ausreisser entfernt werden. Ein wesentlicher Bestandteil der Datenaufbereitung ist zudem die Erkennung des Transportmodus. Hierbei kommt ein Machine-Learning-Modell von Motiontag zum Einsatz, das GPS-, IMU- und Infrastrukturdaten verwendet. Der F1-Score³ für alle Transportmodi liegt über 0.95. Die Performance für die einzelnen Verkehrsmittel wird nicht separat ausgewiesen. Es ist davon auszugehen, dass die Detektion von Velofahrten etwas schwierig ist, insbesondere die Unterscheidung zum Beispiel zu Motorrädern. E-Bikes wurden bislang nicht separat ausgewiesen. Modelle zur Erkennung von E-Bikes befinden sich bei Motiontag jedoch in der Entwicklung.

Die aufbereiteten Daten enthalten Start und Endpunkt eines Tracks sowie GPS-Punkte auf der Strecke. Entsprechend können die Fahrten jeweils bestimmten Strassensegmenten zugewiesen werden. Zudem sind auch der Startzeitpunkt, die Streckenlänge und die durchschnittliche Geschwindigkeit enthalten. Die Nutzenden haben die Möglichkeit, bei einer fehlerhaften Zuweisung die Fortbewegungsart manuell zu korrigieren.

4.3 Partnerschaften

Cyclomania wurde 2020 zusammen mit dem Bundesamt für Energie (BFE) entwickelt. Das Projekt wurde seit dem vom BFE subventioniert. Zusätzlich wurde der Aufbau von Cyclomania von der Stiftung Mercator und dem Migros-Pionierfonds unterstützt. Ein Teil des Projektes wurde von der Stiftung Corymbo mitfinanziert. Das BFE zieht sich ab 2027 aus Spar- und Ausrichtungsgründen als Subventionspartner zurück. Auf Grund der Höhe der wegfallenden Subvention ist die Durchführung ab 2027 aktuell nicht gesichert.

³ Der F1-Score ist ein Mass für die Klassifikationsgenauigkeit, das das harmonische Mittel aus Präzision (Anteil der korrekt als positiv klassifizierten Fälle) und Recall (Anteil der tatsächlich positiven Fälle, die korrekt erkannt wurden) berechnet.

5 Durchführung Pilot

Mit der Pilotstudie wurde ermittelt, ob sich die Cyclomania-App und Elemente der dazugehörigen Mitmachkampagne in Kombination mit Daten aus Zählstellen, Daten von STRAVA und dem Mikrozensus als Methode zur Messung bzw. Berechnung der Exposition von Velo- und E-Bike-Fahrenden eignet.

5.1 Auswahl der Pilotregion

Für die Analyse wurde eine Pilotregion ausgewählt. Folgende Kriterien waren für die Auswahl der Pilotregion ausschlaggebend:

- Die Region musste 2025 eine Cyclomania-Challenge durchführen.
- Im Idealfall hatte die Region bereits mehrere Cyclomania-Challenges durchgeführt und die Aktion war somit bei der Bevölkerung bekannt.
- Die Region musste ausreichend viele Velozählstellen haben.
- Die für die Challenge zuständige Person bei den Gemeindebehörden sollte das Forschungsvorhaben unterstützen.

Anhand dieser Kriterien fiel die Wahl auf die Stadt Uster. Uster nimmt seit 2020 an Cyclomania teil und führte auch 2025 eine Challenge durch. Aufgrund der wiederholten Teilnahme ist Cyclomania in Uster bekannt und rund 1.5 % der Bevölkerung nimmt jährlich an der Challenge teil. Christian Ochsner, Verkehrsplaner der Stadt Uster und Zuständiger für die Durchführung von Cyclomania, unterstützte das Vorhaben der Pilotstudie. Ausserdem verfügt Uster über zehn Velozählstellen. Vier davon gehören der Stadt, die anderen sechs gehören dem Kanton. Die Daten aus den Zählstellen standen dem Forschungsteam zur Verfügung.

5.2 Durchführung

Die Durchführung der Pilotstudie erfolgte im September 2025 im Rahmen der jährlichen Cyclomania-Challenges. Der Zeitpunkt wurde so gewählt, da es im Rahmen der bestehenden Challenges einfacher war, Teilnehmende für die Studie zu mobilisieren.

5.2.1 Anpassungen für die Pilotstudie

Grundsätzlich bot die Cyclomania-Challenge in der bestehenden Form fast alles, was es für die Durchführung der Pilotstudie brauchte. Zwei Anpassungen mussten jedoch vorgenommen werden:

Unterscheidung Velo-Typ

Die Unterscheidung der Fahrten in Bezug auf den Velo-Typ (Velo, langsame E-Bikes und schnelle E-Bikes) war zuvor nicht möglich. In der App wurde nur zwischen Velo und E-Bike generell differenziert. Die technischen Partner Panter AG und Motiontag erhielten den Auftrag, die App zur Unterscheidung der beiden E-Bike-Typen zu erweitern und sicherzustellen, dass der Velo-Typ im Profil vorausgewählt werden konnte.

und auch nachträglich für einzelne Fahrten editierbar war. Sowohl die Default-Einstellung wie auch die Auswahl des Verkehrsmittels für jede Fahrt sollte mit den Rohdaten übermittelt werden.

Erfassung und Auswertung demografische Informationen

Die Angabe von Alter und Geschlecht ist in der Cyclomania-App nicht zwingend. Ausserdem wird in der Datenschutzerklärung nicht explizit erwähnt, dass vorhandene demografische Informationen der User im Zusammenhang mit den Trackingdaten ausgewertet werden. Damit für die Pilotstudie alle demografischen Daten der User vorhanden waren und diese im Zusammenhang mit den Trackingdaten datenschutzkonform ausgewertet werden konnten, wurden diese bei der Registrierung für die Pilotstudie separat über ein Formular abgefragt. Mit dessen Übermittlung haben die User bestätigt, dass ihre Daten für die Pilotstudie verwendet werden dürfen.

5.2.2 Testlauf Vorgehen Pilot

Um sicherzustellen, dass das Vorhaben funktioniert, wurde Anfang Juli 2025 ein Test durchgeführt. Bei diesem Probelauf ging es einerseits darum, die technische Funktionalität zu prüfen. Andererseits wurden die kommunikativen Massnahmen analysiert. Im Rahmen dieses Tests wurde eine zur Challenge Uster analoge Möglichkeit geschaffen, für welche sich nur die Mitarbeitenden des Forschungsprojekts anmelden konnten. In diesem Prozess sind sie den verschiedenen kommunikativen Massnahmen begegnet, welche über das Forschungsprojekt informieren und zur Teilnahme auffordern. Dazu gehörte der Beschreibung der Challenge auf der Webseite von Cyclomania, die Challenge-Anmeldebestätigung und das Formular, wo Interessierte ihre Daten freigeben konnten.

Die Testpersonen wurden aufgefordert, den Prozess zur Datenfreigabe zu durchlaufen und während fünf Tagen Velo zu fahren. Um die technischen Abläufe der Pilotstudie zu überprüfen, wurden im Anschluss die Tracking-Rohdaten des Testzeitraumes sowie die Angaben zu den pseudonymisierten Usern mit Einverständnis zur Teilnahme am Forschungsprojekt geprüft. Technisch hat der Ablauf reibungslos funktioniert. Der Test hat jedoch Schwächen im Registrierungsformular zur Datenfreigabe aufgezeigt, welche im Anschluss korrigiert wurden.

Die Testpersonen haben auch Rückmeldung zum Ablauf und der Kommunikation gegeben. Diese Rückmeldungen wurden genutzt, um die Kommunikation zu optimieren.

5.2.3 Durchführung

Der Ablauf der Pilotstudie im September 2025 sah wie folgt aus:

- Die Stadt Uster hat sich für eine Cyclomania Challenge im September 2025 angemeldet.
- Wie bei allen anderen Challenges wurde die Challenge Uster technisch in der App und auf der Webseite erstellt und aufgeschaltet.
- Spezifisch bei der Challenge-Uster wurden an folgenden Stellen Hinweise zur Pilotstudie eingebaut:
 - Im Challengebeschreibung auf der Website www.cyclomania.ch wurde auf die Studie hingewiesen mit Link zum Registrierungsformular.

- Alle Challenge-Teilnehmenden erhielten eine Challenge-Anmeldebestätigung per E-Mail. In dieser wurde auf die Studie aufmerksam gemacht mit Link zum Registrierungsformular.

Im Registrierungsformular wurden folgende Angaben gefordert:

- E-Mailadresse, welche mit der Cyclomania-App verknüpft ist
- Alter
- Geschlecht
- Velo-Typ, welcher der User im Normalfall im September verwendet (Velo, langsame E-Bikes und schnelle E-Bikes)
- Ihre Zustimmung, dass im Rahmen der Pilotstudie die durch Cyclomania generierten Velo-Rohdaten, mit den im Formular angegebenen demografischen Merkmalen, in Verbindung gebracht werden dürfen.

Im Registrierungsformular wurden die Teilnehmenden zusätzlich auf folgende Punkte hingewiesen:

- Das automatische Hintergrundtracking in der App soll aktiviert werden.
- Sie sollen das Tracking bis Ende September laufen lassen. Auch wenn sie die Challenge-Uster bereits abgeschlossen haben.
- In der Statistikseite in der App sollen sie falsch erfasste Fortbewegungsmittel anpassen. Dies insbesondere, wenn es die Fortbewegungsform «Velo» betrifft.
- Bei mehreren verwendeten Velo-Typen sollen sie pro Velofahrt Angaben zum Velo-Typ machen und die entsprechenden Strecken mit dem korrekten Velo-Typen editieren.

Unter allen Teilnehmenden an der Pilotstudie wurden 5 Veloplus-Gutscheine im Wert von CHF 100 verlost.

Das Ziel war, 50-100 Personen für die Pilotstudie zu gewinnen. 132 Personen haben das Formular ausgefüllt und ihre Einwilligung erteilt, dass ihre demografischen Informationen im Zusammenhang mit den Tracking-Daten im Rahmen der Pilotstudie ausgewertet werden dürfen.

5.2.4 Herausforderungen Pilot

Obwohl die Durchführung des Piloten grundsätzlich gut funktionierte, ergaben sich einige Herausforderungen:

- Die Differenzierung der einzelnen Strecken nach Velo-Typ hat technisch nicht immer einwandfrei funktioniert. Wenn ein User den Velo-Typ einer einzelnen Strecke editiert hat und dieser Velo-Typ von der Angabe in den Grundeinstellungen abwich, dann wurde dieser Edit in den Rohdaten mit den Angaben in den Grundeinstellungen überschrieben. Das technische Problem wurde von unseren Partnern im Nachgang erkannt und wird für zukünftige Erhebungen behoben.
- Bei iOS-Geräten traten einige aussergewöhnliche Herausforderungen mit dem Trackingsystem auf. Während der ersten drei Wochen im September wurde das Trackingsystem bei einigen Usern im Hintergrund durch eine Fehlfunktion in der App unterbrochen. Diese Probleme führten teilweise zu Lücken in den Aufzeichnungen, was grössere Abstände zwischen den GPS-Punkten zur Folge hatte. Diverse Analysen haben gezeigt, dass die Datenqualität dadurch grösstenteils nicht beeinträchtigt wurde.

- Einige User, welche sich über das Registrierungsformular angemeldet haben, konnten nicht identifiziert werden, da sie eine falsche E-Mail-Adresse angegeben haben. Die Daten dieser Personen konnten wir für die Auswertung nicht nutzen. Bei einem allfälligen künftigen Einsatz in der Praxis wird kein separates Registrierungsformular wie beim Piloten mehr benötigt und folglich entfallen aus diesem Grund künftig keine Datensätze der Teilnehmenden für die Auswertung.

5.3 Datenschutz

Da es sich bei der durch die Cyclomania-App generierten Daten um sensible Daten handelt, hat das Thema Datenschutz für Pro Velo Schweiz oberste Priorität. Im Rahmen der jährlichen Cyclomania-Challenges ist der Datenschutz gewährleistet. Die Mobilitätsdaten werden nur anonymisiert und aggregiert weitergegeben. Demografische Merkmale können in der App freiwillig angegeben werden und werden nicht in Kombination mit den Bewegungsdaten verwendet. Damit der Datenschutz auch im Rahmen der Pilotstudie eingehalten werden konnte, wurden folgende Massnahmen ergriffen:

- Für die Nutzung der Cyclomania-App werden von den Teilnehmenden nur Informationen verlangt, welche effektiv notwendig sind. Demografische Merkmale gehören nicht dazu. Pro Velo Schweiz sah davon ab, diese für den Zweck dieser Pilotstudie zu ändern, da es das Vertrauen der Teilnehmenden in den Datenschutz schwächen könnte. Aus diesem Grund wurden diese Angaben über ein Registrierungsformular separat ermittelt.
- Alle Teilnehmenden der Pilotstudie gaben ihre Einwilligung, dass ihre Daten verwendet werden dürfen.

Der Umgang mit dem Datenschutz im Rahmen der Pilotstudie wurde von BKS Rechtsanwälte AG geprüft. Es wurde bestätigt, dass das Vorgehen datenschutzrechtlich zulässig ist. Das diesbezügliche Memorandum kann dem A.2 entnommen werden.

6 Methode Datenaufbereitung und -kombination

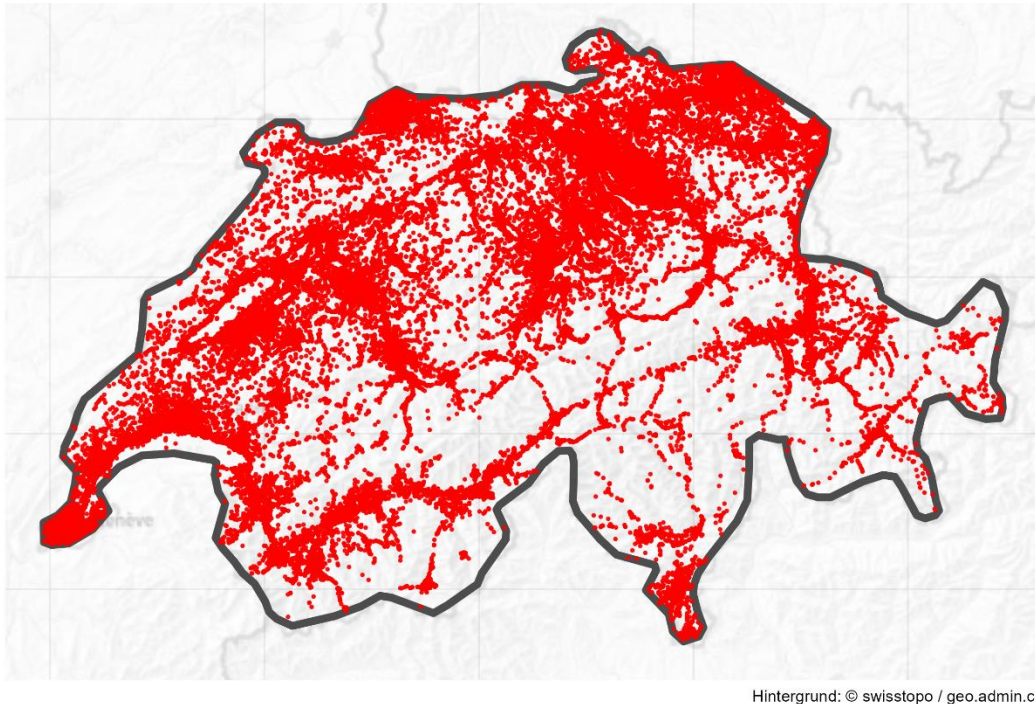
Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Verarbeitungsschritte von den Rohdaten bis zu den Auswertungsgrundlagen. Ziel ist eine konsistente, räumlich abgegrenzte Datengrundlage für die Pilotregion Uster sowie die Ableitung von Belastungskennzahlen auf Strassensegmenten, die sich mit externen Datenquellen (z. B. Strava und Zählstellen) vergleichen lassen.

6.1 Datenaufbereitung

Die Auswertung basiert auf einem CSV-Export der Cyclomania-Daten für September 2025. Ein Trip bezeichnet eine einzelne, in Cyclomania aufgezeichnete Wegstrecke von Start bis Ende und wird im Bericht für Zählungen und Kennzahlen verwendet (z. B. Anzahl Trips, Triplänge). Als Trajektorie bezeichnen wir die räumliche Darstellung eines Trips als Folge von GPS-Punkten (Liniengeometrie); Trajektorien werden für räumliche Auswertungen verwendet (z. B. Karten und Segmentbelastungen).

Pro Trip liegen Metainformationen (u. a. Modus, ID, User-ID, Zeitstempel) sowie eine Geometriespalte vor, welche die Route als WKB-Geometrie (Well-Known Binary) in Hex-Form enthält. In einem ersten Schritt werden alle Trips mit den Transportmodi «Fahrrad» (Velo), «E-Bike» (langsames E-Bike) und «S-Pedelec» (schnelles E-Bike) extrahiert. Der Datensatz deckt die gesamte Schweiz ab (Abbildung 8).

Die WKB-Geometrie wird pro Trip dekodiert und in eine geordnete Liste von GPS-Punkten überführt. Für jeden Punkt werden Längengrad (Longitude) und Breitengrad (Latitude) gespeichert. Damit liegen die Trips als standardisierte GPS-Punktsequenzen vor und können räumlich gefiltert sowie für das Map-Matching verwendet werden.



Hintergrund: © swisstopo / geo.admin.ch

Abbildung 8: Verteilung der Startpunkte aller Cyclomania-Velotrajektorien der Kampagne September 2025 in der Schweiz (n = 299'172)

Für den Fokus auf die Pilotregion Uster wird die Gemeindegeometrie (Polygon) verwendet (Abbildung 10). Um GPS-Abweichungen an der Gemeindegrenze abzufangen, wird ein kleiner Puffer von 30 m angewendet. Anschliessend werden alle Trips bzw. Nutzenden selektiert, die mindestens einen Punkt innerhalb der gepufferten Uster-Geometrie aufweisen.

Die Pilotgruppe umfasst jene Teilnehmenden, die im Rahmen der Pilotstudie demografische Angaben bereitgestellt haben. Da die Rekrutierung im Kontext der Challenge in Uster erfolgte, ist davon auszugehen, dass diese Personen überwiegend einen Bezug zur Pilotregion haben; für die Auswertung massgeblich ist jedoch ausschliesslich der räumliche Nachweis über mindestens einen Trip mit Punkten im (gepufferten) Uster-Perimeter. Pilot-Teilnehmende ohne entsprechende Trips fliessen daher nicht in die Analysen zur Pilotregion ein. Als Vergleichsgruppe werden alle übrigen Cyclomania-Nutzenden berücksichtigt, die mindestens einen Trip im Uster-Perimeter aufweisen, jedoch keine demografischen Angaben im Rahmen der Pilotstudie geliefert haben.

Die selektierten GPS-Punktsequenzen werden mittels Open Source Routing Machine (OSRM) (Profil „bike“) auf ein Strassennetz projiziert. OSRM ordnet die GPS-Punkte plausiblen Strassenabschnitten zu und rekonstruiert daraus eine zusammenhängende Route entlang des Netzes. Dadurch wird das GPS-Rauschen reduziert und die räumliche Konsistenz der Trajektorien verbessert. Dabei können kleinere Lücken in den GPS-Trajektorien, die bei der Datenaufnahme entstanden sind, durch das Map-Matching teilweise geschlossen werden (vgl. Abbildung 9). Alternativ wären auch andere Netzgrundlagen möglich, dies wäre jedoch mit zusätzlichem Aufwand verbunden und wurde in der Pilotstudie nicht weiterverfolgt.

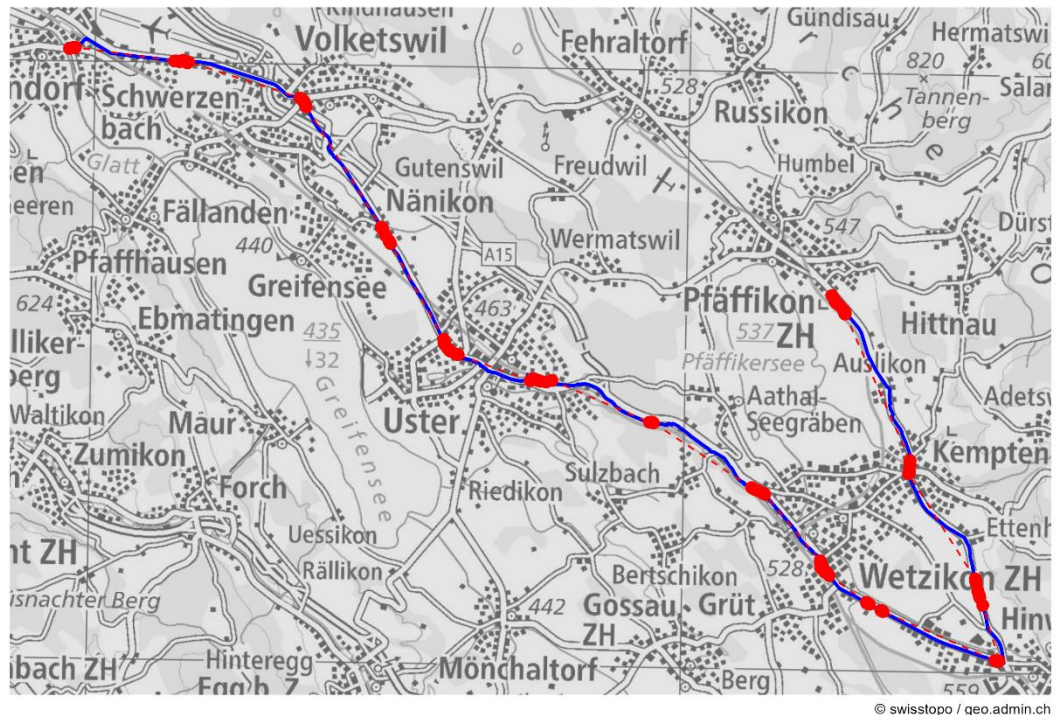


Abbildung 9: Beispiel einer mittels OSRM Map-Matching aufbereiteten Trajektorie. Die roten Punkte zeigen die aufgezeichneten Messpunkte, die durch eine rote gestrichelte Linie verbunden sind. Die blaue Linie zeigt den auf das Velostrassennetz gemappten Weg. Trotz relativ grosser Lücken in der Datenaufzeichnung lässt sich die Fahrstrecke zuverlässig rekonstruieren. Aus Datenschutzgründen wurden die ersten und letzten Punkte entfernt.

6.2 Trajektorienbasierte Kennzahlen

Erste Kennzahlen können direkt auf Ebene einzelner Trips abgeleitet werden. Ziel ist es, die Datenbasis für die Pilotregion Uster besser zu charakterisieren und erste expositionsrelevante Auswertungen zu ermöglichen, beispielsweise nach räumlichem Bezug zur Pilotregion, nach Nutzergruppe (Pilotgruppe vs. übrige Nutzenden) sowie nach einem groben Fahrtzweck.

Die Auswertungen umfassen unter anderem die Anzahl Trips⁴ pro Person, die Anzahl Tage mit mindestens einem Trip, die Anzahl Trips an Tagen mit Trips sowie die Trip-länge über den Beobachtungszeitraum. Ähnliche Charakteristiken werden auch im Mikrozensus ausgewiesen. Zusätzlich wird unterschieden, ob eine Person demografische Informationen im Rahmen der Pilotstudie geteilt hat. Dadurch lässt sich prüfen, ob sich die Pilotgruppe im Nutzungsverhalten systematisch vom restlichen Nutzerkollektiv unterscheidet.

Da mehrere Trips pro Nutzer:in vorliegen und diese nicht unabhängig sind, wurde der Gruppenvergleich auf Nutzenden-Ebene durchgeführt. Pro Nutzer:in wurde die mediane Triplänge berechnet; der Unterschied zwischen den Gruppen wurde mittels Wilcoxon-Rangsummentest beurteilt.

⁴ *Hinweis:* Die in Cyclomania ausgewiesenen „Trips“ entsprechen den durch die App segmentierten Aufzeichnungen. Kurze Unterbrüche (z. B. längeres Warten) können dazu führen, dass eine zusammenhängende Fahrt in mehrere Trips aufgeteilt wird.

6.3 Fahrtzweck

Im Mikrozensus werden die Teilnehmenden explizit nach dem Fahrtzweck befragt. Eine saubere Erfassung setzt jedoch voraus, dass der Zweck bei jedem Trip aktiv angegeben wird. Das ist aufwändig und über einen Zeitraum von einem Monat kaum zumutbar; im Mikrozensus wird deshalb nur ein einzelner Tag erhoben. Zudem sind die Kategorien nicht immer eindeutig, da Mischfahrten (z. B. Einkauf auf dem Arbeitsweg oder nach der Schule ins Training) schwierig zuzuordnen sind. Für Systeme wie Cyclomania ist daher eine ergänzende, datengetriebene Sicht auf den Fahrtzweck sinnvoll.

Um den Fahrtzweck im Rahmen der Pilotstudie exemplarisch zu analysieren, werden zwei einfache Heuristiken eingesetzt:

(1) Räumliche Orientierung relativ zu Uster

Dazu werden alle GPS-Punkte einer Trajektorie räumlich mit dem Gemeindeperimeter von Uster verschnitten und pro Punkt bestimmt, ob er innerhalb oder ausserhalb liegt. Pro Trajektorie wird anschliessend entlang der Punktreihenfolge (Start bis Ende) zusammengefasst,

- ob der Startpunkt in Uster liegt,
- ob der Endpunkt in Uster liegt,
- ob alle Punkte in Uster liegen.

Damit lassen sich Trips in inhaltlich sinnvolle Kategorien einteilen, etwa „Start und Ende in Uster“, „Start in Uster, Ende ausserhalb“, „Start ausserhalb, Ende in Uster“ oder „Durchfahrt durch Uster“.

(2) Start–Ziel-Distanz als grobe Zweck-Näherung

Strava unterscheidet in seinen Daten Pendelfahrten („Commutes“) von übrigen Fahrten. Für die vorliegende Auswertung wird eine an Straumann et al. (2020) angelehnte Kategorisierung verwendet.: Als „Commute“ werden Fahrten klassifiziert, die länger als 1 km sind und bei denen sich Start- und Zielort unterscheiden. Fahrten mit gleichem Start- und Endpunkt sowie Fahrten mit einer Länge unter 1 km werden als übrige Fahrten („Leisure“) klassifiziert.

Zur Umsetzung wird zunächst für jede Trajektorie die Luftliniendistanz zwischen Start- und Endpunkt berechnet. Trips, bei denen Start und Ende nahezu am gleichen Ort liegen, werden als Rundfahrten bzw. Freizeitfahrten betrachtet. Im vorliegenden Bericht wird dafür ein Schwellenwert von weniger als 100 m verwendet. Für die verbleibenden Trips wird die in Straumann et al. (2020) verwendete Schwelle von 1 km eingesetzt: Liegt die Distanz zwischen Start- und Endpunkt darüber, wird der Trip als Pendel- bzw. Alltagsfahrt („Commute“) klassifiziert, andernfalls ebenfalls als Freizeit- bzw. sonstige Fahrt („Leisure“).

Diese Einteilung ist bewusst einfach gehalten. Sie dient nicht als definitive Zweckzuordnung einzelner Trips, sondern als indikatorische Grösse, um Expositionsauswertungen nach Fahrtzweck exemplarisch zu demonstrieren und grobe Muster sichtbar zu machen. Obwohl Strava ähnliche Kategorien verwendet, ist die genaue Ableitung in den Rohdaten nicht in allen Details transparent; die hier verwendete Heuristik folgt

daher einer dokumentierten und nachvollziehbaren Operationalisierung aus der Literatur (Straumann et al., 2020) und ergänzt diese um eine explizite Rundfahrt-Schwelle.

Bei einer Weiterentwicklung des Ansatzes könnte die Heuristik verfeinert werden, z. B. durch die Einbeziehung des Start-/Zielumfelds (z. B. Bahnhöfe, Schulen, Einkaufszonen), wiederkehrende Muster einzelner Nutzenden (Regelmässigkeit) oder zeitliche Merkmale wie Tageszeit und Wochentag.

6.4 Segmentbasierte Belastungskarte

Für die Belastungskarte werden die gematchten Cyclomania-Trips auf ein Segmentnetz aggregiert. Pro Segment wird gezählt, wie häufig es von den beobachteten Trips befahren wurde (Anzahl Unique Trips pro Segment). Diese segmentbasierten Belastungskennzahlen werden kartografisch visualisiert. Die Belastungskarte dient primär dazu, räumliche Schwerpunkte und Hauptachsen in der Pilotregion sichtbar zu machen und eine konsistente Grundlage für spätere Vergleiche mit externen Datenquellen bereitzustellen. Zur Einordnung der Repräsentativität kann die beobachtete Belastung über Zählstellen grob kalibriert werden (Kapitel 6.6).

6.5 Vergleich mit Strava

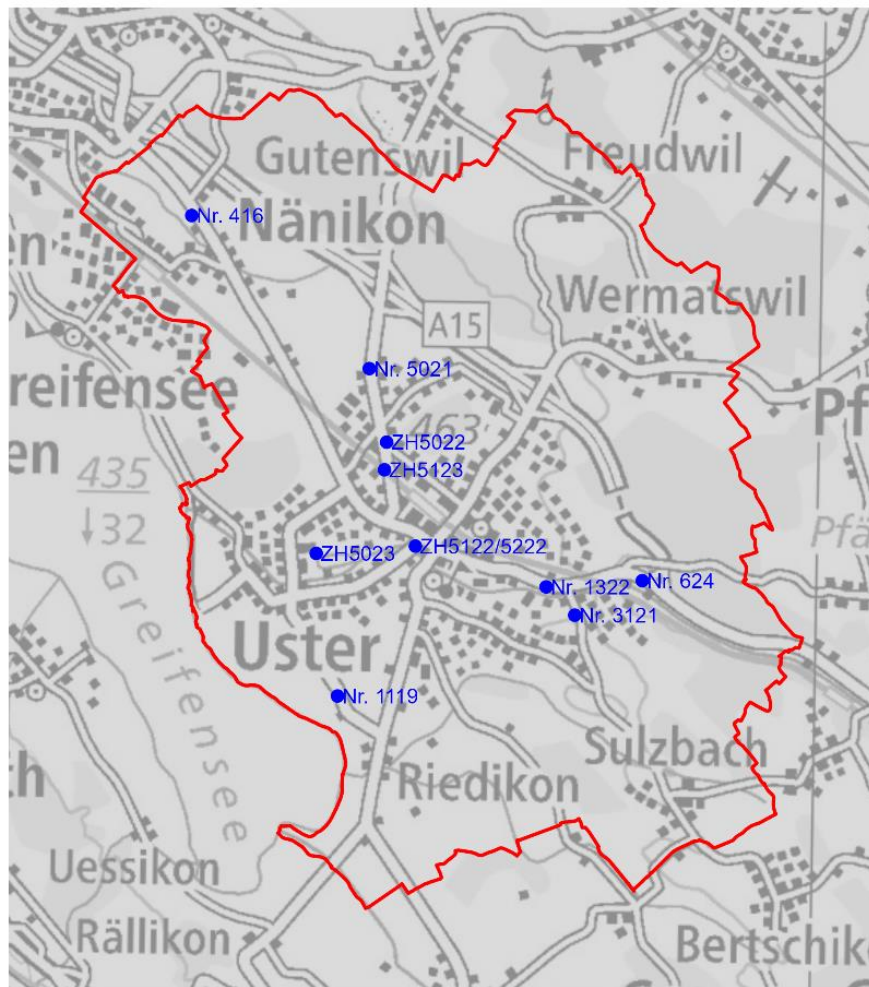
Für den Vergleich wird ein Strava-Segmentnetz (Shapefile) sowie die zugehörigen, monatlich aggregierten Strava-Zählwerte (CSV) aus dem September 2025 verwendet. Strava wendet Privacy- und Aggregationsmechanismen an, wodurch kleine Werte je nach Zeitfenster teilweise nicht ausgewiesen bzw. gerundet werden. Die Arbeit mit Monatswerten reduziert deshalb den Informationsverlust gegenüber einer tages- oder stundenweisen Auflösung, insbesondere auf schwächer frequentierten Strecken.

Damit Cyclomania- und Strava-Belastung direkt vergleichbar sind, werden die Cyclomania-Trips auf dasselbe Strava-Segmentnetz aggregiert. Dadurch lassen sich Strava- und Cyclomania-Belastungen auf identischen Segmentgeometrien vergleichen.

6.6 Korrektur/Kalibrierung mit Zählstellen

Da Cyclomania, wie auch Strava, nur einen Teil der tatsächlich gefahrenen Velowege erfasst, kann die beobachtete Verkehrsbelastung mithilfe von Velozählstellen eingeordnet und grob kalibriert werden. In Uster stehen insgesamt an zehn Standorten 11 kantonale und kommunale Zählstellen zur Verfügung (Abbildung 10 und Tabelle 3). Pro Zählstelle liegen je Richtung separate Messreihen mit stündlicher Auflösung vor, die zu Tageswerten aggregiert werden.

Übersicht der Zählstellen (Uster)



Hintergrund: © swisstopo / geo.admin.ch

Abbildung 10: Umriss der Gemeinde Uster mit den zehn Standorten der kantonalen und kommunalen Velozählstellen

Verwendete Velozählstellen in Uster

Zählstelle	Standort	Koordinaten	Richtungen (1/2)
ZH5022	Oberlandstrasse (Gemeindestrasse)	2696250/ 1245847	Spur Richtung Uster Zentrum Spur Richtung Winterthurerstrasse
ZH5023	Rietackerstrasse (Rad-/Fussweg)	2695654/ 1244875	Spur Richtung Uster Zentrum Spur Richtung Niederuster
ZH5123	Bahnweg (Rad-/Fussweg)	2696235/ 1245608	Spur Richtung Uster Bahnhof Spur Richtung Werrikon
ZH5122	Seestrasse (Trottoir)	2696505/ 1244960	Spur Richtung Uster Zentrum Spur Richtung Niederuster
ZH5222	Seestrasse (Radstreifen)	2696513/ 1244951	Spur Richtung Uster Zentrum Spur Richtung Niederuster
Nr. 416	Nänikon Zürichstrasse	2694527/ 1247780	Spur Richtung Volketswil Spur Richtung Uster
Nr. 1119	Niederuster Seefeldstrasse	2695859/ 1243644	Spur Richtung Niederuster Spur Richtung Riedikon
Nr. 5021	Gschwader Winterthurerstrasse	2696089/ 1246481	Spur Richtung Uster Spur Richtung Gutenswil
Nr. 1322	Oberuster Aathalstrasse	269765/ 1244618	Spur Richtung Uster Spur Richtung Aathal
Nr. 3121	Oberuster Sulzbacherstrasse	2697907/ 1244377	Spur Richtung Uster Spur Richtung Sulzbach
Nr. 624	Spinnerei Trümpler	2698489/ 1244685	Spur Richtung Uster Spur Richtung Seegräben

Tabelle 3: Verwendete Velozählstellen

Auch für Strava ist eine entsprechende Richtungszuordnung notwendig, da Strava die Zählwerte pro Segment in „forward“ und „reverse“ ausweist. Diese Richtung bezieht sich auf die im Segmentnetz gespeicherte Linienorientierung (Start–Ende) und nicht direkt auf die Zählstellenrichtung. Deshalb werden die Strava-Segmente im Nahbereich der Zählstelle anhand ihrer Orientierung den beiden Zählrichtungen zugeordnet und anschliessend aggregiert.

An der Zählstelle Seestrasse (ZH5122 und ZH5222) liegen zwei Messstellen („Trottoir“ und „Radstreifen“) so nahe beieinander, dass eine eindeutige Zuordnung einzelner Cyclomania-Trajektorien zu einem der beiden Querschnitte nicht zuverlässig möglich ist. Auch die Strava-Segmente im Nahbereich lassen keine stabile Trennung der beiden Messquerschnitte zu. Um Doppelzählungen bzw. instabile Zuordnungen zu vermeiden, werden diese beiden Messstellen in der Auswertung zu einer gemeinsamen Station zusammengefasst. Dabei werden die Tageswerte der beiden Zählstellen addiert und die Cyclomania-Trips nur einmal gezählt.

Aus dem Verhältnis zwischen den beobachteten Cyclomania-Trips (pro Richtung) und dem gemessenen Gesamtverkehr ergibt sich ein Abdeckungsgrad. Dieser dient in der Pilotstudie primär dazu, die Grössenordnung der Abdeckung abzuschätzen und die Unsicherheit der beobachteten Belastung einzuordnen. Eine räumlich differenzierte

Hochrechnung wird nicht umgesetzt, da dazu zusätzliche Referenzpunkte und Annahmen erforderlich wären. Für Strava wird derselbe Referenzrahmen genutzt, indem die Strava-Monatszählungen an denselben Standorten vergleichend herangezogen werden.

6.7 Kalibrierung mit Mikrozensus

Für die Plausibilisierung und Einordnung der Cyclomania-Ergebnisse wurden Mikrodaten des Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) aus dem Jahr 2021 verwendet (BFS & ARE, 2023). Der MZMV erfasst das Mobilitätsverhalten der ständigen Wohnbevölkerung anhand eines Stichtags pro Zielperson und dokumentiert Distanzen und Etappen für den jeweiligen Erhebungstag.

Für die Auswertung wurden die Etappendaten mit den Zielpersonendaten (u. a. Alter, Geschlecht) zusammengeführt⁵. Als Referenzkennzahlen wurden berechnet: (i) der Anteil der Zielpersonen mit mindestens einer Velo-/E-Bike-Etappe am Stichtag, (ii) die Tagesdistanz unter Velofahrenden (in km) sowie (iii) die Anzahl Velo-/E-Bike-Etappen pro Tag unter Velofahrenden. Die Definition der Velo-/E-Bike-Etappen erfolgte über die entsprechenden Verkehrsmodus-Codes (Velo, E-Bike ohne Kontrollschild, E-Bike mit gelbem Kontrollschild).

Alle MZMV-Kennzahlen wurden gewichtet ausgewiesen, unter Verwendung des Personengewichts (WP), sodass die Resultate auf die Grundgesamtheit hochgerechnet werden. Unsicherheiten wurden als Standardfehler und 95 %-Konfidenzintervalle aus dem Survey-Design ausgewiesen.

Zum Vergleich mit Cyclomania wurden analoge Kennzahlen gebildet. Da Cyclomania mehrere Beobachtungstage pro Nutzer:in umfasst, wurde als möglichst äquivalente Grösse die Distanz pro aktivem Tag (Summe der Tripdistanzen pro Nutzer:in und Tag mit mindestens einem Trip) sowie die Anzahl Trips pro aktivem Tag verwendet. Die Kennzahlen wurden zusätzlich nach Altersgruppen und Geschlecht ausgewertet, um demografische Unterschiede sichtbar zu machen.

Da Cyclomania nicht als bevölkerungsrepräsentative Stichprobe erhoben wurde, wurde ergänzend eine Sensitivitätsanalyse mittels Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht durchgeführt. Dabei wurden Cyclomania-Nutzende so gewichtet, dass die Verteilung der Alters-/Geschlechtsgruppen jener der Velofahrenden im MZMV entspricht; die daraus resultierenden, demografisch korrigierten Cyclomania-Kennzahlen werden als ergänzende Referenz berichtet.

⁵ *Datenzugang*: Die anonymisierten MZMV-Einzeldaten wurden über einen geregelten Datenzugang des BFS bezogen.

7 Auswertung Pilot

Die folgenden Resultate fassen die Auswertung der Pilotstudie für die Region Uster zusammen. Im Vordergrund steht die Beantwortung der Forschungsfrage zur Abbildbarkeit der Velo-Exposition mit Cyclomania-Daten. Anschliessend werden die wichtigsten Befunde anhand der Datenbasis, der segmentbasierten Auswertungen und des Vergleichs mit Strava schrittweise eingeordnet und mit Daten aus Zählstellen und dem Mikrozensus abgeglichen.

7.1 Ausgangslage

Forschungsfrage 2: Eignet sich eine spezifische Methode (hier Cyclomania) in Kombination mit Daten aus Zählstellen sowie dem Mikrozensus zur Messung und/oder Berechnung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs?

Cyclomania erfasst pro aufgezeichnetem Trip eine Trajektorie und liefert damit eine räumlich und zeitlich detaillierte Grundlage zur Beschreibung von Velo- und E-Bike-Aktivität. Pro Trip liegen insbesondere eine GPS-Trajektorie (Punktsequenz), daraus abgeleitete Distanzinformationen sowie nach dem Map-Matching zugeordnete Strassenabschnitte vor. Der Zeitraum des Trips ist stets bekannt. Das Verkehrsmittel (Velo, langsame E-Bike, schnelle E-Bike) ist grundsätzlich verfügbar, wenn auch aktuell noch mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Für Teilnehmende an der Pilotstudie stehen zudem für jeden Trip zusätzlich soziodemografische Angaben wie Alter und Geschlecht zur Verfügung. Darüber hinaus kann der Fahrtzweck (z. B. Arbeitsweg vs. Freizeit) mittels heuristischer Regeln näherungsweise abgeleitet werden.

Diese Informationen sind zentral, weil Exposition im Kontext des Veloverkehrs je nach Fragestellung als Kombination aus Ort, Zeit, zurückgelegter Strecke und Nutzergruppen benötigt wird. Cyclomania-Trajektorien ermöglichen es damit grundsätzlich, Expositionskennzahlen für unterschiedliche Auswertungen zu generieren, beispielsweise nach Streckenabschnitt, Tageszeit, Verkehrsmittel oder (in der Pilotgruppe) nach demografischen Merkmalen.

In den Auswertungen für die Pilotstudie werden beispielhaft Expositionskennzahlen abgeleitet, kartografisch dargestellt und hinsichtlich Plausibilität und Grenzen beurteilt. Ziel ist dabei in erster Linie, zu zeigen, welche Arten von Expositionsabschätzungen mit Cyclomania grundsätzlich möglich sind und welche Ergänzungen durch Zählstellen und Mikrozensus sinnvoll erscheinen.

7.2 Datenbasis für Pilotstudie in Uster

Die Auswertung basiert auf Cyclomania-Trajektorien aus dem Kampagnenmonat September 2025. Für die Pilotregion Uster wurden alle Trips selektiert, die mindestens einen GPS-Punkt innerhalb des Gemeindeperimeters aufweisen. Insgesamt liegen

9'549 Velo-Trajektorien mit mindestens einem Messpunkt in Uster vor. Diese Trajektorien wurden von 627 verschiedenen Nutzenden aufgezeichnet. Die Daten umfassen Trips mit Velos, langsamen und schnellen E-Bikes; die Anteile liegen in Uster bei rund 72 % Velos, 24 % langsame E-Bikes und 4 % schnelle E-Bikes.

Von den 472 Challenge-Teilnehmenden in Uster nahmen 132 Personen zusätzlich an der Pilotstudie teil und stellten demografische Angaben zur Verfügung. 81 dieser Personen haben mindestens einen Trip im Perimeter Uster, insgesamt sind sie für 1'902 Trajektorien mit Bezug zu Uster verantwortlich. Die übrigen Pilotteilnehmenden haben entweder keine aufgezeichneten Trips in Uster (30) oder es war aufgrund abweichender E-Mail-Adressen keine eindeutige Zuordnung zur Cyclomania-ID möglich (21).

Für die Pilotteilnehmenden zeigt sich eine insgesamt recht ausgewogene Verteilung nach Geschlecht, mit tendenziell etwas mehr Frauen als Männern. Die Gruppe der Teilnehmenden mit mindestens einem Trip in Uster unterscheidet sich dabei nicht grundlegend von der Gesamtgruppe (Abbildung 11 links).

Bei den Alterskategorien fällt auf, dass jüngere Teilnehmende unter 25 Jahren deutlich untervertreten sind. Der Schwerpunkt liegt klar bei den mittleren Altersgruppen, insbesondere 25 bis 44 und 45 bis 64 Jahre. Ältere Teilnehmende (65 bis 79) sind ebenfalls vorhanden, aber deutlich weniger häufig (Abbildung 11 rechts). Insgesamt ist die Pilotgruppe damit demografisch vor allem von mittleren Altersgruppen geprägt, was bei der Interpretation der Expositionsauswertungen berücksichtigt werden muss.

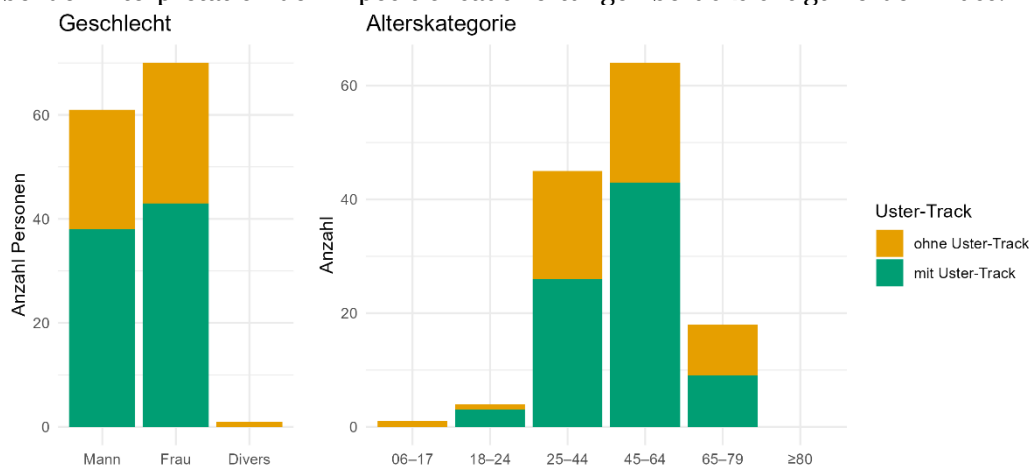


Abbildung 11: Verteilung nach Geschlecht (links) und Alterskategorien (rechts) in der Pilotstudie, getrennt nach Teilnehmenden mit bzw. ohne mindestens einen Trip im Perimeter Uster

7.3 Deskriptive Auswertungen der Cyclomania-Trips

Tabelle 4 fasst zentrale Kennzahlen der Cyclomania-Trips von Nutzenden zusammen, die mindestens einen Trip in Uster aufgezeichnet haben. Dabei werden alle von diesen Nutzenden erfassten Trips berücksichtigt (d. h. auch Trips ausserhalb von Uster) und

zwischen Pilotteilnehmenden und den übrigen Nutzenden mit Trips in Uster unterschieden. Insgesamt umfasst der Datensatz 2'303 Trips von 81 Pilotteilnehmenden sowie 18'154 Trips von 546 weiteren Nutzenden.

Vergleich Kennzahlen Pilotteilnehmende zu übrigen Nutzenden			
Szenario	Metrik	Pilotteilnehmende	Übrige Nutzende mit Trips in Uster
Alle	Anzahl User	81	546
Alle	Anzahl Trips	2'303	18'154
Alle	Triplänge (km)	2.05 [1.11–5.67]; Mean=5.45	2.40 [1.19–6.73]; Mean=5.79
Alle	Trips pro User (n)	25 [12–40]; Mean=28.43	27 [12–47]; Mean=33.25
Alle	Tage mit Trips pro User (n)	12.0 [6.0–16.0]; Mean=11.78	11.5 [6.0–18.0]; Mean=12.38
Alle	Trips pro aktivem Tag (n)	2 [1–3]; Mean=2.41	2 [2–3]; Mean=2.69
Alle	Distanz pro aktivem Tag (km)	5.98 [2.32–16.05]; Mean=13.15	8.28 [3.03–21.18]; Mean=15.55
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Anzahl User	77	519
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Anzahl Trips	1'938	15'226
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Triplänge (km)	2.06 [1.12–6.03]; Mean=5.59	2.52 [1.22–7.00]; Mean=5.94
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Trips pro User (n)	24 [12–37]; Mean=25.17	26 [11–44]; Mean=29.34
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Tage mit Trips pro User (n)	11.0 [5.0–15.0]; Mean=11.03	11.0 [6.0–17.0]; Mean=11.70
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Trips pro aktivem Tag (n)	2 [1–3]; Mean=2.28	2 [1–3]; Mean=2.51
Ohne Top 5 % (nach Trips/User)	Distanz pro aktivem Tag (km)	5.71 [2.16–16.47]; Mean=12.77	7.86 [2.88–20.41]; Mean=14.88

Tabelle 4: Deskriptive Kennzahlen der Cyclomania-Trips von Nutzenden mit mindestens einem Trip in Uster (inkl. Trips ausserhalb von Uster), getrennt nach Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden. Angaben als Median [Q25–Q75]; zusätzlich ist der arithmetische Mittelwert (Mean) ausgewiesen. Q25 und Q75 bezeichnen das 25 %- bzw. 75 %-Quantil. Die Triplänge basiert auf den Rohdaten (noch ohne map-matching/aufbereitete Trajektorien). Der Block „Ohne Top 5 %“ zeigt eine Sensitivitätsanalyse nach Ausschluss der Top 5 % Nutzenden pro Gruppe mit den meisten Trips (alle Trips dieser Personen entfernt)

Die Triplängen sind in beiden Gruppen deutlich rechtsschief verteilt: Viele Trips sind kurz, während wenige lange Trips den Mittelwert nach oben ziehen. Entsprechend werden zur Beschreibung primär robuste Kennzahlen (Median und Quartile) verwendet. Der Median der Triplänge liegt bei 2.05 km (Pilot) bzw. 2.40 km (Rest); 75 % der Trips sind kürzer als 5.67 km (Pilot) bzw. 6.73 km (Rest). Auf Tagesebene beträgt die Distanz pro aktivem Tag Median 5.98 km (Pilot) bzw. 8.28 km (Rest); auch hier liegt der Mittelwert deutlich höher als der Median, was auf eine rechtsschiefe Verteilung hinweist.

Abbildung 12 zeigt die empirische kumulative Verteilungsfunktion (ECDF) der Triplängen. Die Kurven der beiden Gruppen liegen sehr nahe beieinander, was auf ähnliche Verteilungen hinweist. Zwischen Pilotteilnehmenden und den übrigen Nutzenden zeigte sich hinsichtlich der Triplänge kein statistisch signifikanter Unterschied auf Nutzenden-Ebene (Wilcoxon-Rangsummentest auf der medianen Triplänge pro Nutzer:in, $p = 0.49$).

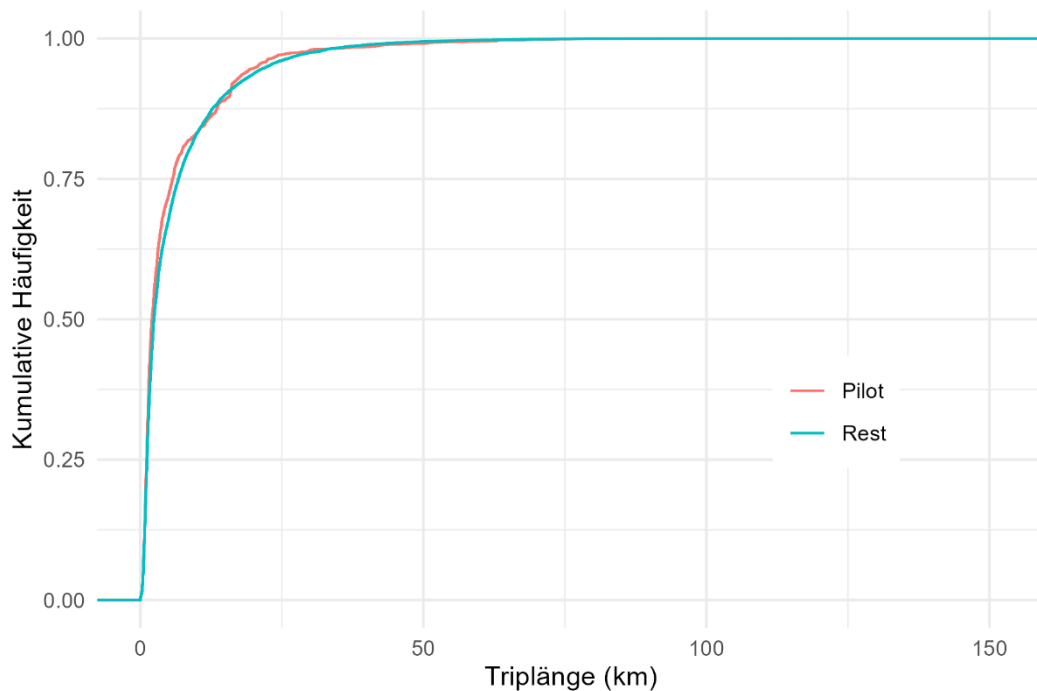


Abbildung 12: Empirische kumulative Verteilungsfunktion (ECDF) der Triplängen für Cyclomania-Trips von Nutzenden mit mindestens einem aufgezeichneten Trip in Uster. Berücksichtigt werden alle Trips dieser Nutzenden (d. h. auch Trips ausserhalb von Uster), getrennt nach Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden. Die Triplänge basiert auf den Rohdaten (noch ohne map-matching/aufbereitete Trajektorien). Die y-Achse zeigt den Anteil der Trips mit Triplänge $\leq x$

Als mögliche Verzerrung ist zu berücksichtigen, dass alle Personen im Rahmen einer Challenge teilnehmen und daher tendenziell aktiver unterwegs sind als die Gesamtbevölkerung.

Um zu prüfen, ob wenige sehr aktive Personen die Resultate dominieren, wurden zusätzlich die Top 5 % der Nutzenden pro Gruppe (definiert über die höchste Anzahl Trips pro User) entfernt und die Kennzahlen erneut berechnet (unterer Block in Tabelle 4). Die resultierenden Mediane und Quartile ändern sich nur geringfügig, und auch die relativen Unterschiede zwischen Pilot- und Vergleichsgruppe bleiben stabil. Dies spricht dafür, dass die zentralen Aussagen (rechtschiefe Verteilung und ähnliche Muster beider Gruppen) nicht durch einzelne Vielfahrer:innen getrieben sind.

7.4 Velo-Typ

Der Vergleich der in Cyclomania erfassten Trips nach Velo-Typ zwischen Pilotteilnehmenden und den übrigen Nutzenden mit Trips in Uster ist in Abbildung 13 dargestellt. In beiden Gruppen dominiert das herkömmliche Velo. Gleichzeitig macht der Anteil

der als langsame E-Bikes klassifizierten Trips einen substantiellen Anteil aus und liegt grob im Bereich von rund einem Viertel der Trips. Schnelle E-Bike-Trips treten in beiden Gruppen nur selten auf, sind in der Pilotstudie jedoch leicht häufiger vertreten (6.6 %).

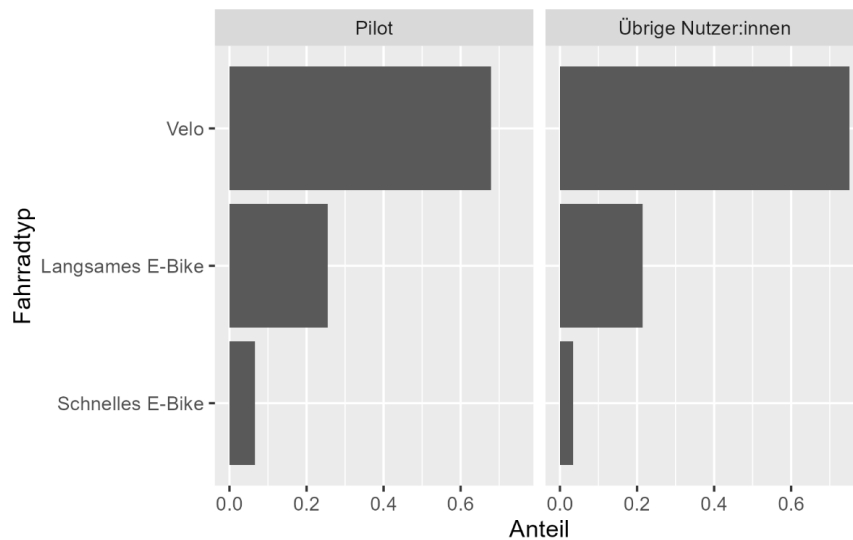


Abbildung 13: Verteilung der Cyclomania-Trips nach Velo-Typ. Vergleich zwischen Pilotteilnehmenden und übrigen Nutzenden mit Trips in Uster (September 2025)

Diese Unterschiede sind plausibel und müssen nicht zwingend auf ein tatsächlich anderes Mobilitätsverhalten zurückzuführen sein. Pilotteilnehmende wurden im Rahmen der Pilotstudie explizit dazu aufgefordert, den Velo-Typ pro Trip zu prüfen und bei Bedarf zu korrigieren. Bei den übrigen Nutzenden ist hingegen anzunehmen, dass der Velo-Typ häufiger nicht aktiv angepasst wird und Trips dadurch eher beim Standardwert verbleiben. Die Pilotdaten dürften damit bezüglich Velo-Typ näher an der effektiven Verteilung liegen, während in den übrigen Daten eine Tendenz zur Untererfassung von E-Bike-Trips möglich ist.

Ergänzend wurden die Angaben zum Velo-Typ aus der Registrierung der Pilotteilnehmenden herangezogen, bei denen Mehrfachnennungen möglich waren (Abbildung 14). Diese Selbstauskünfte zeigen, dass ein substantieller Anteil der Pilotteilnehmenden über ein langsames E-Bike verfügt (33 von 81 Personen, ca. 41 %) und ein kleinerer Teil zusätzlich über ein schnelles E-Bike (8 von 81 Personen, ca. 10 %).

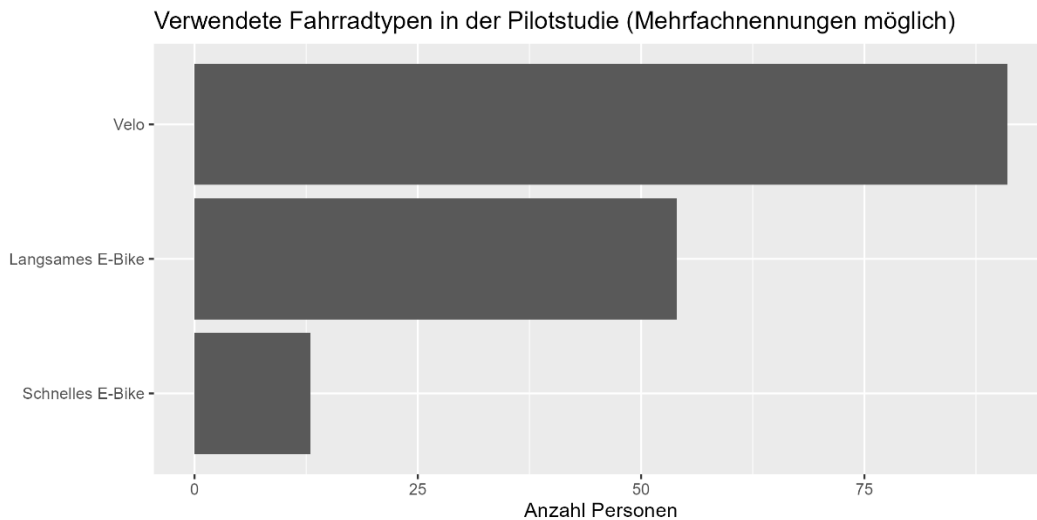


Abbildung 14: Bei der Registrierung angegebene Velo-Typen der Pilotteilnehmenden (Mehrfachnennungen möglich).

Ein Abgleich dieser Selbstauskünfte mit dem in den Trips erfassten Modus deutet darauf hin, dass motorisierte Trips in den Pilotdaten teilweise unterschätzt sein könnten: Zwar wird bei 21 von 81 Personen (ca. 26 %) mindestens ein Trip als langsames E-Bike erfasst, jedoch weisen 14 der 33 langsames E-Bike-deklarierenden Personen (ca. 42 %) in den Trips nie den langsamen E-Bike-Modus auf. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den schnellen E-Bikes (4 von 8 deklarierenden Personen ohne schnelles E-Bike -Modus in den Trips).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Fahrmodus nicht bei jedem Trip konsequent gesetzt wurde und motorisierte Fahrten dadurch in der tripbasierten Auswertung tendenziell unterschätzt sein könnten.

7.5 Fahrtzweck

Zur exemplarischen Einordnung des Fahrtzwecks wurden die in Kapitel 6.3 beschriebenen einfachen Heuristiken angewendet. Erstens wird anhand von Start und Endpunkt relativ zum Gemeindeperimeter unterschieden, ob ein Trip vollständig innerhalb Usters stattfindet, von Uster nach ausserhalb führt, von ausserhalb nach Uster führt oder Uster nur durchquert.

Abbildung 15 zeigt, dass der überwiegende Teil der aufgezeichneten Trips in beiden Gruppen Start und Ende in Uster hat. In der Pilotgruppe liegt dieser Anteil bei 70 %, bei den übrigen Nutzenden bei 64 %. Trips mit Start in Uster und Ende ausserhalb machen in beiden Gruppen rund 14 - 15 % aus. Ebenso liegt der Anteil der Trips mit Start ausserhalb und Ende in Uster in beiden Gruppen bei rund 15 %. Reine Durchfahrten ohne Start oder Ende in Uster sind in der Pilotgruppe selten (1 %), treten bei den übrigen Nutzenden jedoch häufiger auf (7 %). Insgesamt sind die Muster damit weitgehend konsistent, mit einer stärkeren lokalen Fokussierung der Pilotgruppe und mehr Durchfahrten in der Vergleichsgruppe. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Datenauswahl plausibel: Die Pilotgruppe rekrutiert sich aus Teilnehmenden mit Bezug

zu Uster, während die Vergleichsgruppe alle Nutzenden mit mindestens einem Trip in Uster umfasst, inklusive Personen, die Uster nur queren.

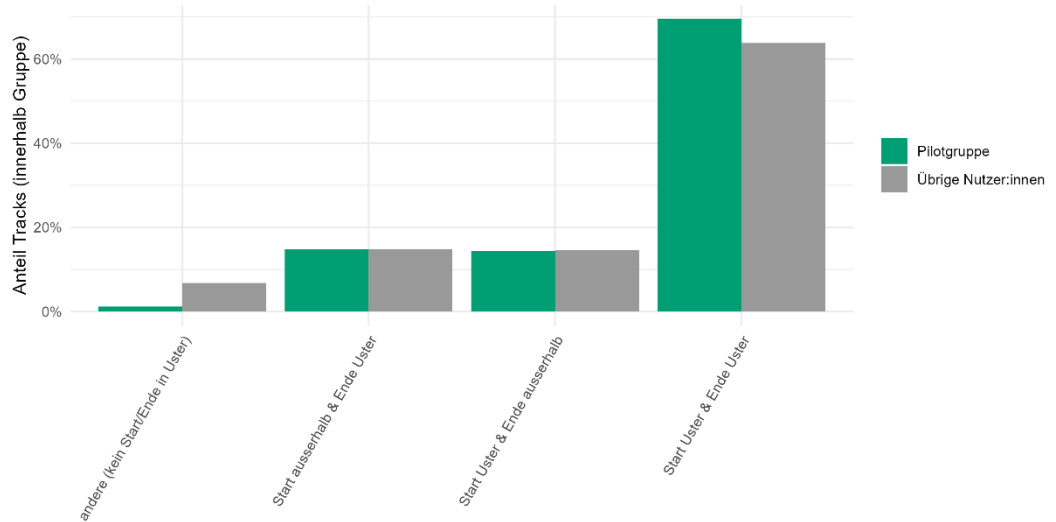


Abbildung 15: Verteilung der Trips nach Start und Ende relativ zum Gemeindeperimeter von Uster. Anteil pro Kategorie innerhalb der Pilotgruppe bzw. der übrigen Nutzenden mit Trips in Uster (September 2025)

Zweitens wird eine grobe Pendel- (unterschiedlicher Start und Endpunkt) versus Freizeitklassifikation (Rundfahrten) vorgenommen (Abbildung 16). In beiden Gruppen dominiert in dieser Heuristik die Kategorie „Commute“. In der Pilotgruppe werden 65 % der Trips als „Commute“ klassifiziert und 35 % als „Leisure“. Bei den übrigen Nutzenden liegt der „Commute“-Anteil bei 69 % und der „Leisure“-Anteil bei 31 %. Die Pilotgruppe weist damit einen etwas höheren Anteil an „Leisure“-Trips auf. Diese Einteilung ist als indikative Näherung zu verstehen und bildet den tatsächlichen Fahrtzweck einzelner Trips nicht eindeutig ab.

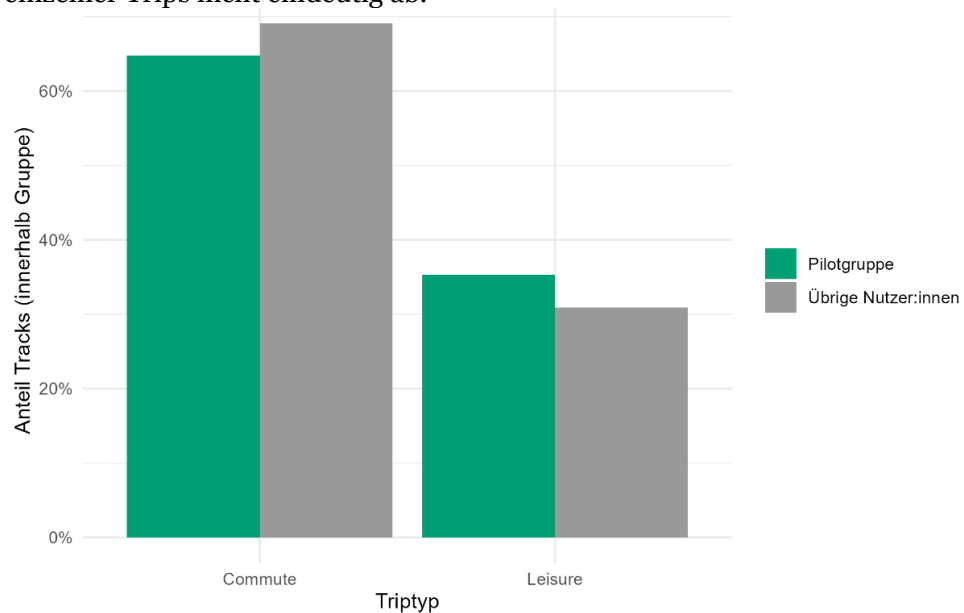


Abbildung 16: Vermuteter Triptyp gemäss Distanzheuristik. Anteil der als „Commute“ bzw. „Leisure“ klassifizierten Trips innerhalb der Pilotgruppe und der übrigen Nutzenden (September 2025; Heuristik gemäss Kapitel 6.3)

7.6 Belastungskarten

Die auf das Segmentnetz gemappten Cyclomania-Trajektorien ergeben eine konsistente räumliche Belastungskarte für das Gemeindegebiet (Abbildung 17). Die allgemeine Belastungskarte zeigt, dass die beobachteten Trips breit über das Netz verteilt sind, mit einem klaren Schwerpunkt im Zentrum von Uster sowie entlang der wichtigsten Zubringerachsen. Neben diesen Hauptrelationen sind auch zahlreiche Nebenstrassen und Verbindungen sichtbar, was auf eine insgesamt gute räumliche Abdeckung im betrachteten Gebiet hinweist. Zu beachten ist dabei, dass die Belastungskarten auf den im Rahmen von Cyclomania erfassten Fahrten basieren und daher nicht als vollständig repräsentative Abbildung des gesamten Veloverkehrs verstanden werden dürfen. Insbesondere Kinder und Jugendliche sind in den Daten kaum vertreten.

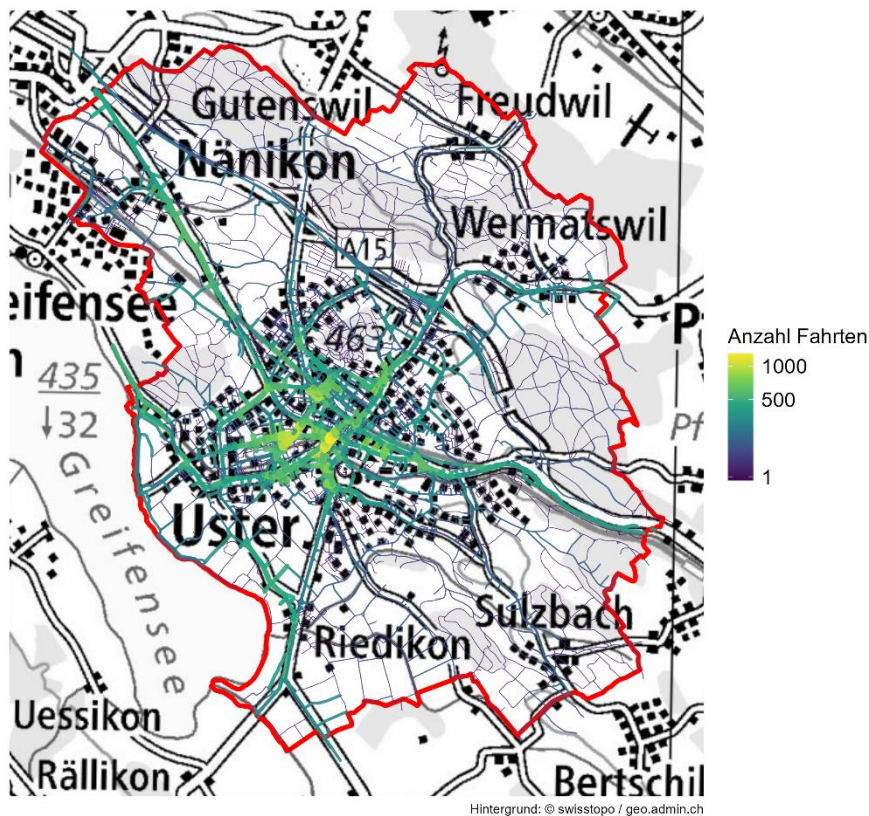


Abbildung 17: Cyclomania-Belastungskarte (September 2025). Anzahl beobachteter Durchfahrten pro Segment innerhalb der Gemeinde Uster

Die Informationen aus der Belastungskarte können je nach Fragestellung mit weiteren Auswertungen kombiniert werden. Abbildung 18 zeigt die Belastung getrennt nach Arbeitstagen und Wochenendtagen. Die Daten deuten darauf hin, dass die Belastung an Arbeitstagen insgesamt etwas höher ist als am Wochenende. Räumlich bleibt das Grundmuster ähnlich, jedoch sind die zentralen Achsen und Verbindungen unter der Woche ausgeprägter, was mit Alltagsmobilität und Pendelwegen vereinbar ist.

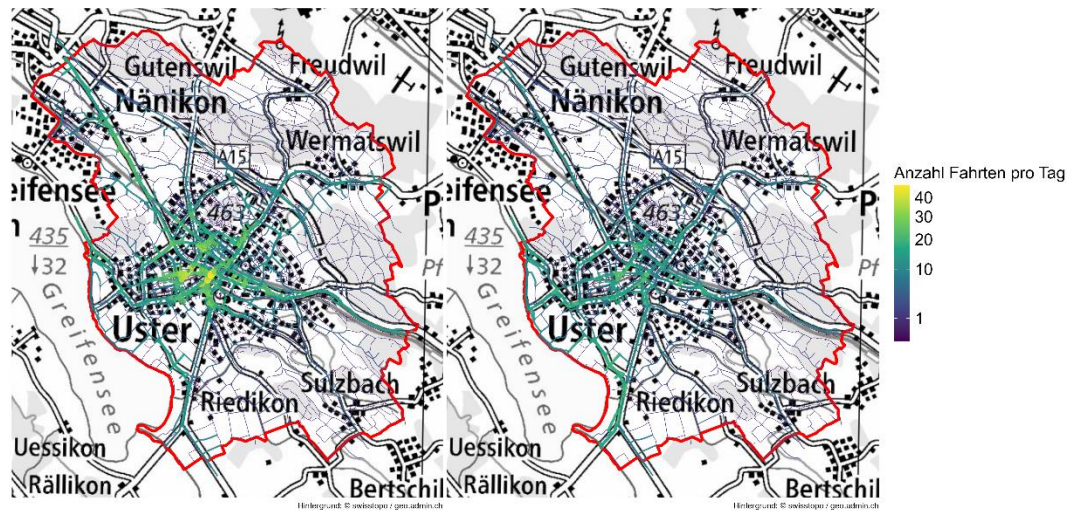


Abbildung 18: Cyclomania-Belastungskarten nach Tagestyp. Vergleich der Segmentbelastung an Arbeitstagen (links) versus Wochenendtagen (rechts) für September 2025, normiert auf einen durchschnittlichen Tag

Für die Daten aus der Pilotstudie ist auch ein Vergleich nach Geschlecht möglich, da die soziodemografischen Angaben mit den Trajektorien verknüpft sind (Abbildung 19). Der Datensatz ist in den Teilgruppen jedoch kleiner, entsprechend sind die Aussagen weniger stabil. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die räumliche Verteilung der Trips leicht unterscheidet: Männer sind im beobachteten Datensatz tendenziell häufiger auf grösseren Strassen bzw. stärker belasteten Verbindungen sichtbar, während sich bei Frauen die Nutzung stärker über das übrige Netz verteilt. Diese Unterschiede sind als Tendenz zu verstehen; in der Pilotstudie wurde nicht für unterschiedliche Gruppengrössen korrigiert.

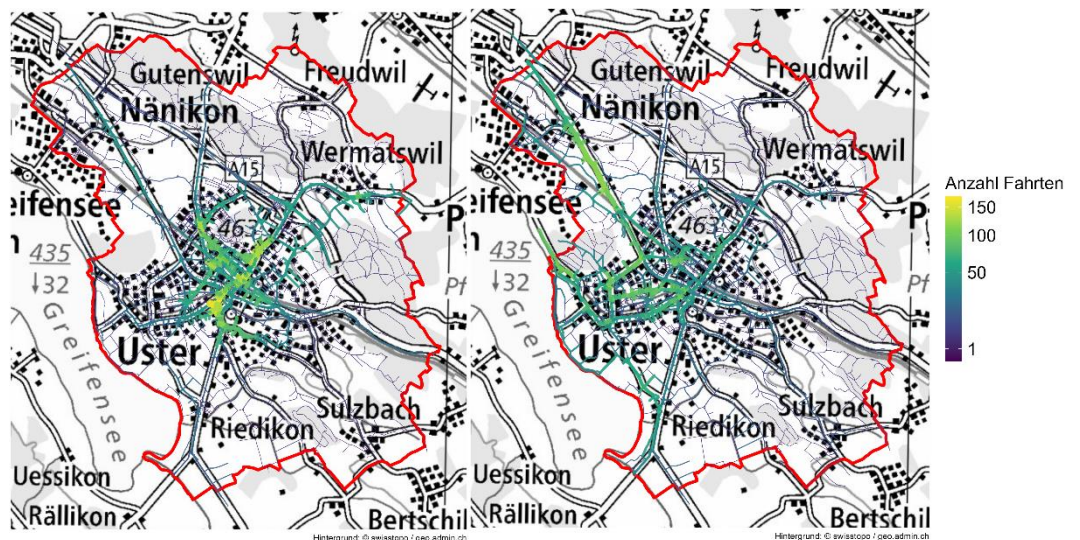


Abbildung 19: Cyclomania-Belastungskarten nach Geschlecht (Pilotstudie). Vergleich der Segmentbelastung für Frauen (links) und Männer (rechts) im September 2025; unbereinigt bezüglich unterschiedlicher Gruppengrössen

7.7 Vergleich mit Strava-Daten

Die Auswertung der auf das Strava-Segmentnetz gemappten Daten zeigt bereits auf Netzwerkebene klare Unterschiede zwischen Cyclomania und Strava (Tabelle 5). Obwohl die insgesamt aufgezeichnete Strecke in beiden Datensätzen ähnlich gross ist (Cyclomania: 70'140 km, Strava: 63'258 km), unterscheidet sich die Verteilung der beobachteten Durchfahrten pro Segment deutlich.

Netzwerkkenzzahlen Cyclomania und Strava

Zählstelle	Cyclomania	Strava
Aufgezeichnete Strecke (in km)	70'140	63'258
Mittlere Anzahl Durchfahrten pro Segment	173	109
Median Durchfahrten pro Segment	88	10
Maximale Durchfahrten pro Segment	1228	4690
Anteil Segmente ohne ausgewiesene Durchfahrten	0.06	0.41

Tabelle 5: Netzwerkkenzzahlen der auf das Strava-Segmentnetz gemappten Cyclomania- und Strava-Daten

Das Segmentnetz besteht überwiegend aus kurzen Kanten (Medianlänge rund 31 m, 75 % unter ~71 m), weist jedoch eine lange Verteilung mit wenigen sehr langen Segmenten bis knapp 1 km auf. Für die weitere Analyse werden die Cyclomania- bzw. Strava-Zählwerte pro Segment als Summe beider Fahrtrichtungen berücksichtigt.

Für Cyclomania ergeben sich im Mittel höhere Segmentzählungen (173 Durchfahrten pro Segment) und auch der Median liegt mit 88 deutlich höher. Zudem ist der Anteil an Segmenten ohne beobachtete Durchfahrten sehr klein (6 %). Das deutet darauf hin, dass die beobachteten Cyclomania-Trips vergleichsweise breit über das Segmentnetz verteilt sind und ein grosser Teil des Netzes zumindest sporadisch abgedeckt wird.

Bei Strava ist die Segmentnutzung hingegen wesentlich ungleichmässiger. Der Median liegt mit 10 Durchfahrten pro Segment deutlich tiefer, während gleichzeitig einzelne Segmente sehr hohe Werte erreichen (Maximum: 4690). Gleichzeitig bleibt ein grosser Teil des Segmentnetzes im betrachteten Zeitraum ohne ausgewiesene Strava-Trips (41 %). Aufgrund der Strava-Threshold-Regel (kleine Counts werden nicht publiziert bzw. gerundet) bedeutet dies nicht zwingend null Trips, sondern kann auch unterdrückte geringe Nutzung widerspiegeln. Insgesamt sprechen diese Kennzahlen dafür, dass die Strava-Daten stärker auf wenige, besonders beliebte oder sportlich genutzte Strecken konzentriert sind, während Cyclomania im betrachteten Gebiet eine gleichmässige Netzabdeckung aufweist.

Die Belastungskarten auf Basis des Strava-Segmentnetzes verdeutlichen diese Unterschiede auch räumlich (Abbildung 20). In beiden Datensätzen treten belastete Korridore entlang der Hauptachsen klar hervor. Die Cyclomania-Daten zeigen dabei eine vergleichsweise flächige Abdeckung des Netzes: Viele Segmente weisen zumindest einzelne Beobachtungen auf, und die Belastung verteilt sich über das gesamte Gemeindegebiet relativ gleichmässig.

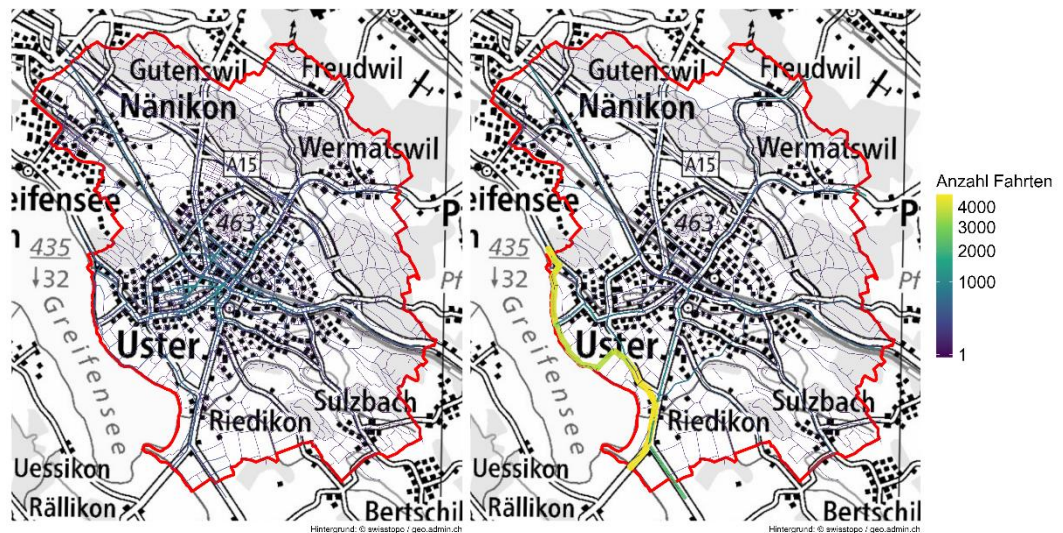


Abbildung 20: Belastungskarten auf Basis des Strava-Segmentnetzes (Monat 2025-09). Dargestellt sind die pro Segment aggregierten Zählwerte (Summe beider Fahrrichtungen) für Cyclomania (links) und Strava (rechts). Die Farbskala ist in beiden Karten identisch

Die Strava-Karte ist demgegenüber deutlich stärker von wenigen Hotspots geprägt. Besonders auffällig ist die Konzentration sehr hoher Zählwerte auf einzelnen Streckenabschnitten, insbesondere entlang des Greifensee-Rundwegs. Abseits dieser stark frequentierten Freizeitachsen bleiben viele Segmente im Monat September ohne beobachtete Trips. Insgesamt stützt die räumliche Verteilung damit die Interpretation aus den Kennzahlen: Cyclomania erfasst in der Pilotstudie ein breiteres Nutzungsspektrum im Netz, während Strava stärker die Nutzung ausgewählter, sportlich bzw. freizeitbezogen attraktiver Routen abbildet.

7.8 Abgleich mit Zählstationen

Die Zeitreihenvergleiche zwischen Zählstelle (Tageswerte) und Cyclomania-Trips zeigen, dass Cyclomania den zeitlichen Verlauf der Belastung grundsätzlich nachvollziehen kann. In den Beispielen (z. B. Nr. 1119 und ZH5123, Abbildung 21 und Abbildung 22) sind Anstiege und Rückgänge im Verlauf des Monats häufig gleichgerichtet, auch wenn die absolute Skala naturgemäss stark unterschiedlich ist (Zählstelle: mehrere hundert bis über tausend Durchfahrten pro Tag; Cyclomania: wenige bis wenige Dutzend pro Tag). Damit eignen sich die Cyclomania-Daten in der Pilotstudie dazu, relative Unterschiede über die Zeit (Tagesmuster, Peaks) abzubilden. Der Vergleich mit den Zählstellen zeigt, dass die zeitliche Dynamik der Cyclomania-Daten in den betrachteten Beispielen plausibel ist.

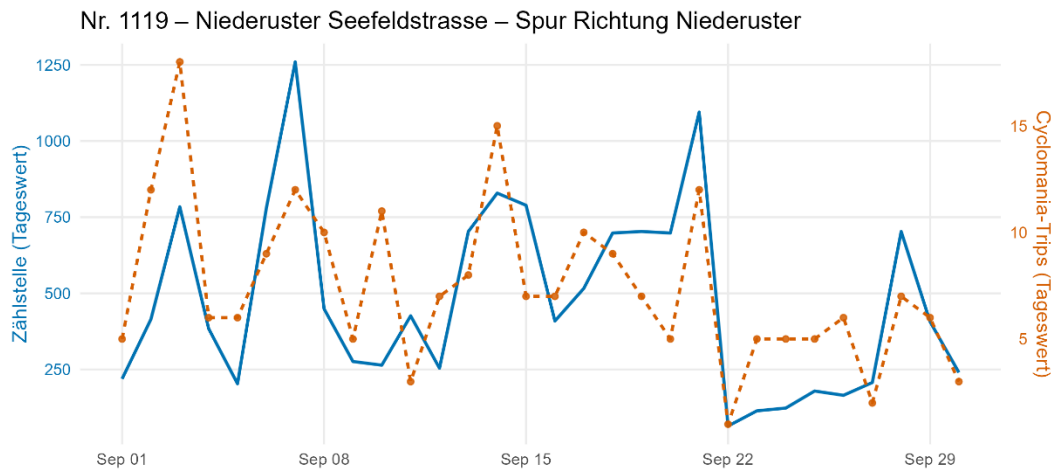


Abbildung 21: Vergleich Tageswerte Zählstelle und Cyclomania-Trips (September 2025) an der Zählstelle Nr. 1119 (Richtung Niederuster). Die Cyclomania-Trips sind als sekundäre Achse dargestellt; die Skalen sind unterschiedlich, relevant ist primär der zeitliche Verlauf

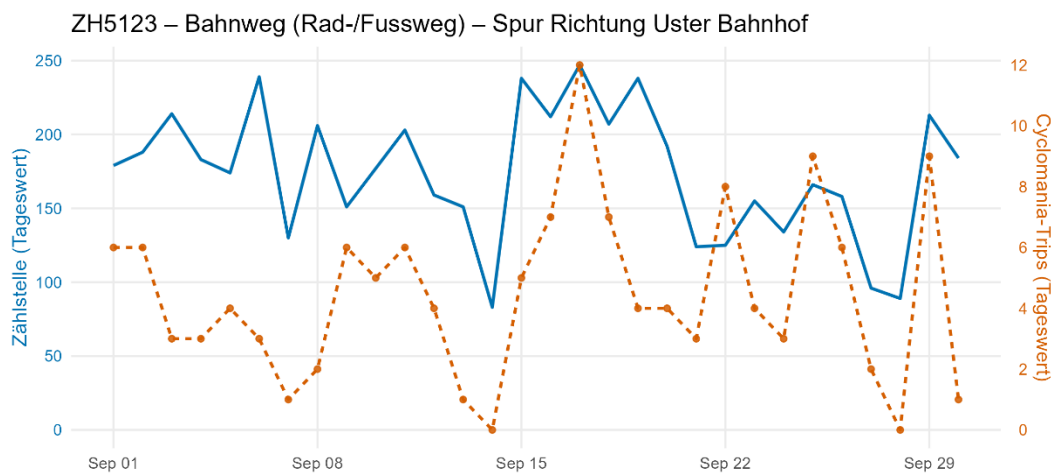


Abbildung 22: Vergleich Tageswerte Zählstelle und Cyclomania-Trips (September 2025) an der Zählstelle ZH5123 (Richtung Uster Bahnhof). Trotz unterschiedlicher Skalen zeigt Cyclomania ein plausibles Tagesmuster im Vergleich zur Zählstelle

Die aus den Zählstellen abgeleiteten Cyclomania-Abdeckungsgrade liegen über alle betrachteten Stationen und Richtungen in einem relativ engen Bereich. Die Punktschätzer liegen bei rund 1.4 % bis 4.7 % pro Richtung (Abbildung 23). Die 95 %-Wilson-Intervalle zeigen zusätzlich, dass die Schätzunsicherheit je nach Station variiert, die Grössenordnung insgesamt jedoch stabil bleibt. Die Werte sind zwischen den beiden Richtungen einer Station meist ähnlich, und die Unterschiede zwischen Stationen bleiben moderat. Insgesamt spricht die relativ homogene Abdeckung dafür, dass in der Pilotstudie eine grobe Hochrechnung der Cyclomania-Belastung auf eine allgemeine Exposition über das Untersuchungsgebiet möglich ist, indem ein mittlerer Korrekturfaktor aus den Zählstellen verwendet wird. Diese Hochrechnung bleibt eine Näherung, da sie keine räumlichen Unterschiede in der Abdeckung innerhalb des Netzes abbildet.

Aus den 20 Station-/Richtungs-Kombinationen ergibt sich für Cyclomania ein medianer Abdeckungsgrad von 2.70 % (Median von $p = \text{Cyclomania}/\text{Zählstelle}$; $p_{\text{med}} = 0.02698$). Daraus folgt ein Korrekturfaktor von $k = 1/p_{\text{med}} \approx 37.1$. In der Pilotstudie wird dieser Faktor als *globale, grobe* Skalierung verwendet, um aus den beobachteten Cyclomania-Trips eine erste Abschätzung der allgemeinen Veloexposition abzuleiten. Die entsprechend skalierten Belastungswerte sind in der Belastungskarte dargestellt (Abbildung 24).

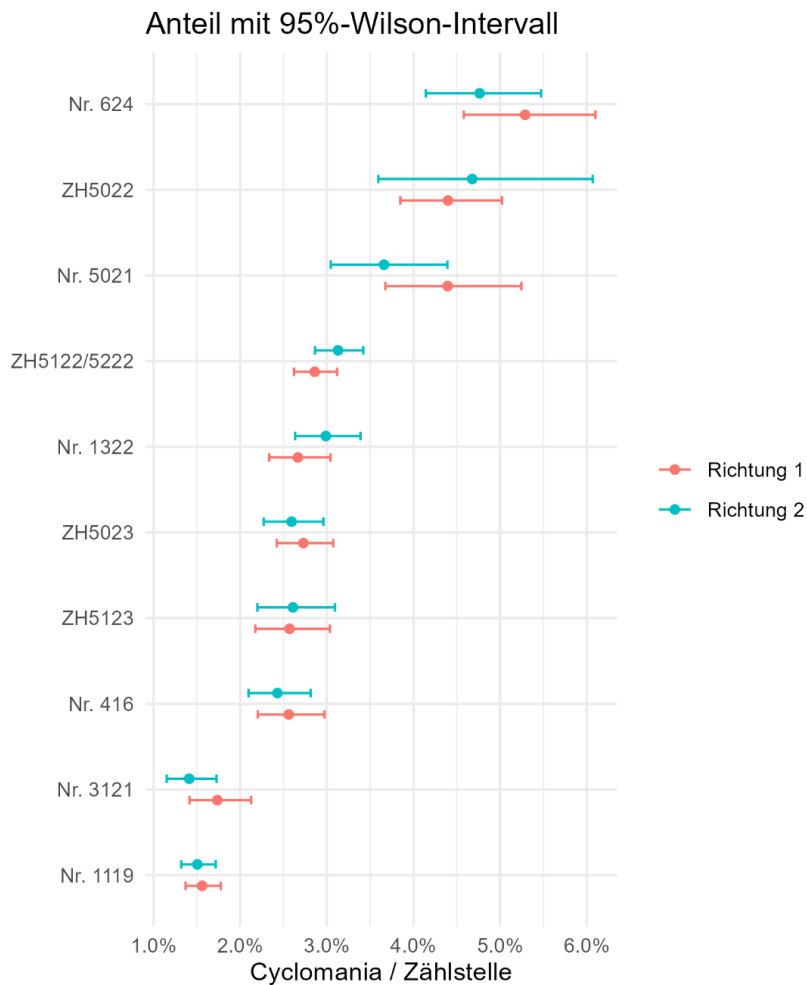


Abbildung 23: Cyclomania-Abdeckungsgrad pro Zählstelle und Richtung (September 2025): Anteil Cyclomania-Trips / gemessener Gesamtverkehr. Punkte: Schätzer; Balken: 95 %-Wilson-Konfidenzintervalle

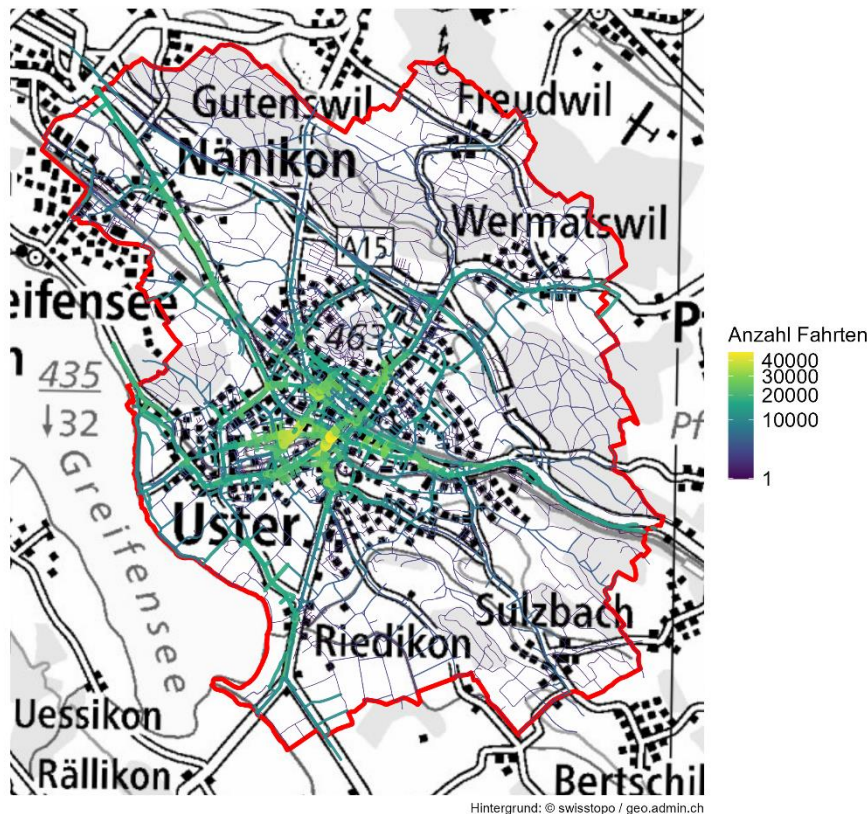


Abbildung 24: Hochgerechnete Cyclomania-Belastungskarte für Uster (September 2025). Segmentbelastung aus beobachteten Cyclomania-Durchfahrten, skaliert mit einem mittleren Korrekturfaktor von 37.1 (aus Zählstellen-Abdeckungsgraden)

Bei Strava zeigt sich dagegen ein sehr heterogenes Bild (Abbildung 25): Die Anteile variieren je nach Zählstelle stark, von 0.4 % bis zu nahe 19.6 %. Zusätzlich fallen teils deutliche Richtungsunterschiede innerhalb derselben Station auf. Das deutet darauf hin, dass Strava an den Zählstellen nicht als „konstante Stichprobe“ interpretiert werden kann, sondern stark vom Streckentyp und der Nutzung abhängt.

Hohe Strava-Anteile finden sich plausibel dort, wo Infrastruktur und Nutzung stärker mit sportlich/freizeitbezogenem Veloverkehr zusammenfallen (z. B. Nr. 1119 Niederuster Seefeldstrasse am Greifensee-Rundweg oder ZH5022 Oberlandstrasse in der Richtung Stadt auswärts). Dagegen sind Anteile auf eher pendlerorientierten Abschnitten (z. B. ZH5123 Bahnweg) deutlich tiefer, teils auch tiefer als Cyclomania, was gut zum Bias von Strava in Richtung „sportlich/Tracking-affin“ passt.

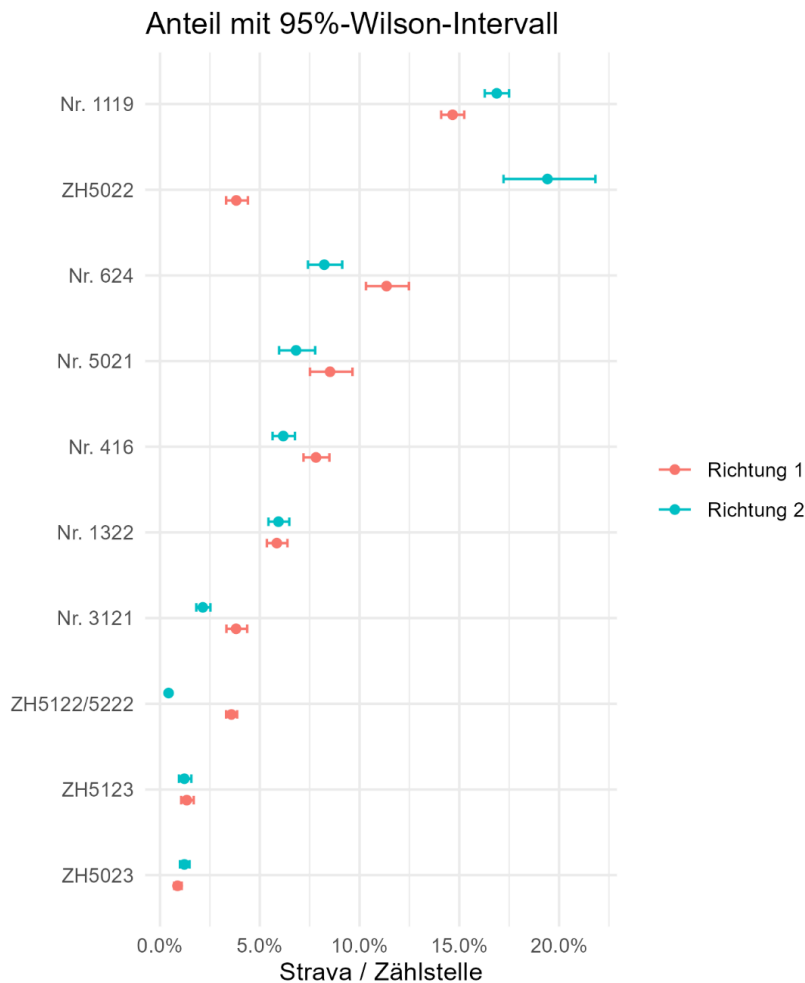


Abbildung 25: Strava-Abdeckungsgrad pro Zählstelle und Richtung (September 2025): Anteil Strava-Zählung / gemessener Gesamtverkehr. Punkte: Schätzer; Balken: 95 %-Wilson-Konfidenzintervalle

Dass die Strava-Anteile an einzelnen Zählstellen höher ausfallen können als bei Cyclomania, obwohl Strava insgesamt weniger getrackte Kilometer abdeckt, ist plausibel: Strava-Nutzung ist nicht proportional zur gesamten Velonutzung verteilt, sondern konzentriert sich stärker auf bestimmte Streckenprofile (z. B. Trainings- und Freizeitverkehr sowie besonders attraktive oder „segment-affine“ Routen). Die Zählstellen bilden zudem nur einzelne Querschnitte ab und sind damit keine neutrale Stichprobe des gesamten Netzes. Dadurch kann es passieren, dass Strava an ausgewählten Standorten einen relativ hohen Anteil erreicht, während die Abdeckung auf anderen Streckenabschnitten deutlich tiefer ist. Zusätzlich können sich Richtungsunterschiede ergeben, wenn eine Richtung stärker mit typischen Strava-Trips (z. B. Ausfahrten/Rundkurse) zusammenfällt als die Gegenrichtung.

7.9 Abgleich mit Mikrozensus

Der MZMV erlaubt eine bevölkerungsrepräsentative Einordnung der Pilot-Daten. Basierend auf den gewichteten MZMV-Mikrodaten (Personengewicht WP) sind am Erhebungstag 11.35 % der Zielpersonen mit mindestens einer Velo- oder E-Bike-Etappe

unterwegs. Der Anteil Velofahrender variiert systematisch nach Alter und Geschlecht: In jüngeren Altersgruppen ist der Anteil höher, während er in höheren Altersgruppen abnimmt; zudem zeigen sich Unterschiede zwischen Männern und Frauen (Abbildung 26). Diese Muster dienen im Folgenden als Referenz für die Zusammensetzung der Velofahrenden in der Bevölkerung. Im Vergleich zu den Pilotteilnehmenden (Abbildung 11) zeigt sich, dass im Pilot insbesondere jüngere Altersgruppen stark untervertreten sind.

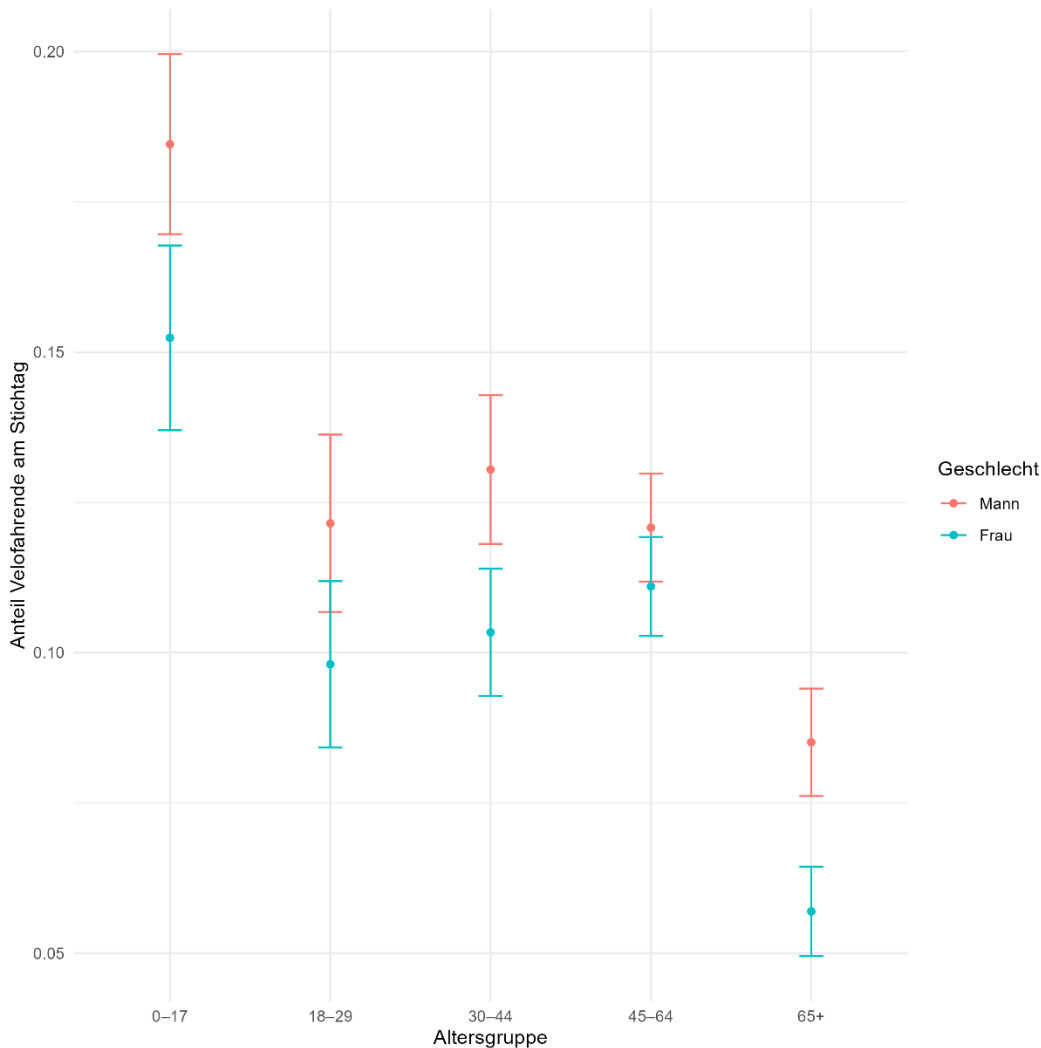


Abbildung 26: Anteil Zielpersonen mit mindestens einer Velo- oder E-Bike-Etappe am Stichtag nach Altersgruppe und Geschlecht (MZMV 2021; gewichtete Auswertung mit Personengewicht WP). Fehlerbalken zeigen 95 %-Konfidenzintervalle

Für den Vergleich mit der Pilotstudie wird die MZMV-Tagesdistanz bedingt auf Velofahrende ausgewertet (Zielpersonen mit mindestens einer Velo-/E-Bike-Etappe am Stichtag). In Abbildung 27 wird die mittlere Tagesdistanz des MZMV den Pilot-Daten gegenübergestellt. Für die Pilotstudie wird als analoge Grösse die Distanz pro aktivem Tag (Summe der Tripdistanzen pro Nutzer:in und Tag mit mindestens einem Trip) verwendet. Insgesamt liegen die Tagesdistanzen in der Pilotstudie in einer ähnlichen Grössenordnung wie im MZMV; bei den Frauen ist die Übereinstimmung über die Altersgruppen hinweg relativ gut. Bei den Männern liegen die Pilot-Werte tendenziell

höher, was jedoch aufgrund kleiner Gruppengrößen in einzelnen Altersklassen mit grosser Unsicherheit behaftet ist (Annotationen in Abbildung 27).

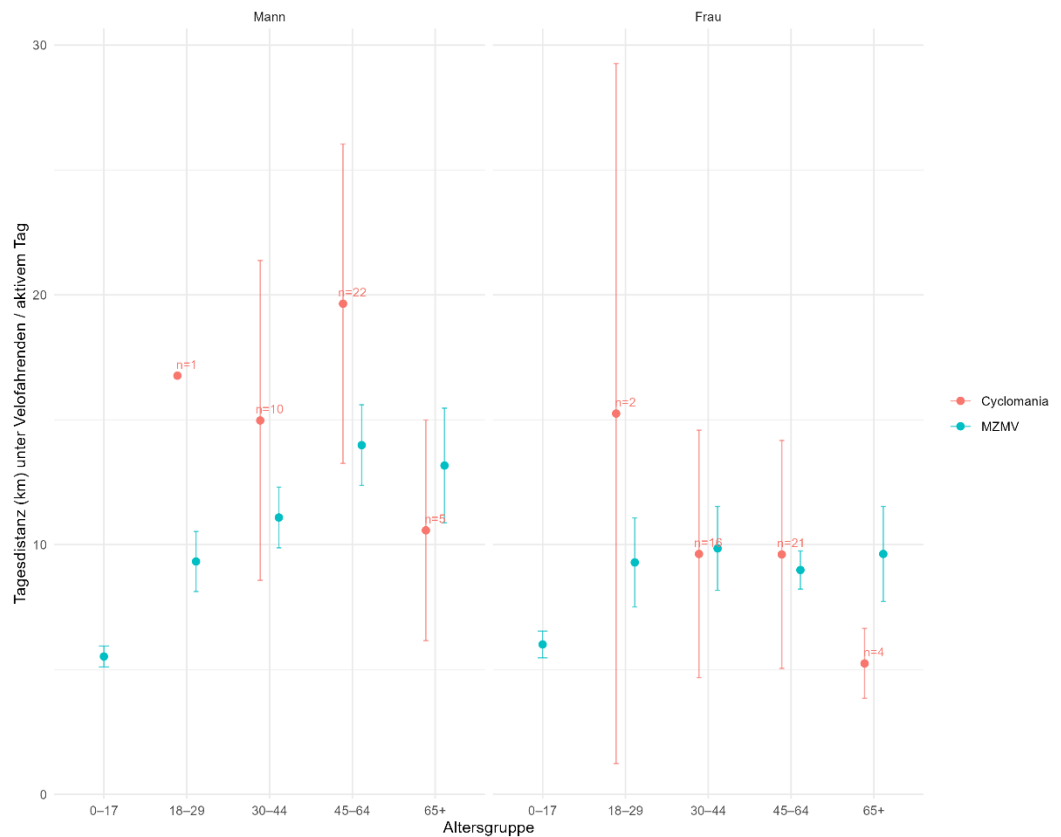


Abbildung 27: Vergleich der mittleren Tagesdistanz unter Velofahrenden im MZMV 2021 mit der mittleren Distanz pro aktivem Tag in den Cyclomania-Daten (Pilotgruppe), jeweils nach Altersgruppe und Geschlecht. Fehlerbalken zeigen 95 %-Konfidenzintervalle (MZMV: designbasiert mit WP; Cyclomania: stichprobenbasiert auf User-Ebene). Annotationen geben die Anzahl Cyclomania-Nutzenden pro Stratum an.

Da die Pilotstudie keine bevölkerungsrepräsentative Stichprobe ist, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um den Einfluss der demografischen Zusammensetzung auf die beobachteten Tagesdistanzen zu prüfen. Dazu wurden die Cyclomania-Nutzenden mittels Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht so gewichtet, dass ihre Verteilung der Velofahrenden im Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) entspricht (Altersgruppe 0 bis 17 wurde ausgeschlossen, da in den Pilotdaten nicht vertreten; die MZMV-Anteile wurden auf 18+ renormiert).

Zum Abgleich mit einer bevölkerungsrepräsentativen Referenz wird die im MZMV geschätzte Tagesdistanz unter Velofahrenden herangezogen (9.94 km; 95 %-KI 9.49–10.4). In den Pilotdaten beträgt die mittlere Distanz pro aktivem Tag 13.1 km (roh) bzw. 13.5 km nach Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht (Tabelle 6). Die demografische Korrektur verändert den Mittelwert damit nur geringfügig. Aufgrund kleiner Fallzahlen in einzelnen Strata sowie konzeptioneller Unterschiede (Cyclomania: aktive Tage; MZMV: Stichtag) ist der Abgleich primär als Sensitivitätsanalyse/Proof-of-Concept zu interpretieren. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Pilotdaten aus dem September stammen, der tendenziell zu den velointensiveren Monaten zählt. Ein Teil

der Differenz könnte daher auch auf saisonale Effekte zurückzuführen sein. Eine entsprechende saisonale Korrektur wäre grundsätzlich denkbar.

Etwas höhere Tagesdistanzen im Pilot im Vergleich zum MZMV sind aber plausibel und können u. a. durch Selbstselektion erklärt werden: Cyclomania-Nutzende sind tendenziell stärker veloaffin und zeichnen Fahrten aktiver auf als die durchschnittliche Bevölkerung der Velofahrenden im MZMV.

Abgleich Cylomania vs. MZMV

Kennzahl	Cyclomania roh	Cyclomania post-stratifiziert	MZMV (Velofahrende)
Tagesdistanz (km)	13.1 (KI 10.4-15.7)	13.5 (KI 11.1-15.9)	9.94 (KI 9.49-10.4)

Tabelle 6: Abgleich Cyclomania vs. MZMV (Velofahrende). Für Cyclomania beziehen sich die 95 %-Konfidenzintervalle auf die Pilotstichprobe (user-spezifische mittlere Tagesdistanzen). Das Roh-CI basiert auf Normalapproximation ($\text{Mean} \pm 1.96 \cdot \text{SE}$); das korrigierte CI wurde mittels Bootstrap über Nutzende (Resampling auf User-Ebene; $B = 2000$) nach Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht bestimmt. Die Intervalle sind nicht bevölkerungsrepräsentativ zu interpretieren.

Zusätzlich zur demografischen Post-Stratifizierung kann, als einfache Sensitivitäts-idee, eine nivau-basierte Skalierung in Betracht gezogen werden, indem Pilot-Kennzahlen mit einem Faktor kalibriert werden, der aus dem Verhältnis der mittleren Tagesdistanzen (MZMV unter Velofahrenden vs. Pilot) abgeleitet wird. Eine solche Skalierung ist jedoch nur als grobe Heuristik zu verstehen, da sie konzeptionelle Unterschiede (Stichtag vs. aktive Tage) und weitere Selektionsmechanismen nicht explizit modelliert.

Der Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) eignet sich als externe Referenz, um Cyclomania-Kennzahlen zu plausibilisieren und die Auswirkungen von Stichprobenverzerrungen transparent zu machen. Erstens liefert der MZMV eine bevölkerungsrepräsentative Größenordnung für die Tagesdistanzen unter Velofahrenden sowie deren Unterschiede nach Alter und Geschlecht. Zweitens erlaubt eine Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht, Cyclomania-Kennzahlen im Sinne einer Sensitivitätsanalyse an die demografische Zusammensetzung der Velofahrenden im MZMV anzunähern. Im vorliegenden Datensatz verändert diese Korrektur die mittlere Distanz pro aktivem Tag nur geringfügig, was darauf hindeutet, dass demografische Unterschiede die beobachteten Abweichungen zwischen Cyclomania und MZMV nur teilweise erklären. Drittens bleibt als plausible Erklärung eine Selbstselektion bestehen: Cyclomania-Nutzende dürften im Mittel stärker veloaffin sein und an aktiven Tagen tendenziell längere Distanzen zurücklegen als Velofahrende in der Bevölkerung. Insgesamt zeigt der Abgleich, wie der MZMV genutzt werden kann, um Cyclomania-Daten methodisch zu kontextualisieren und, zumindest hinsichtlich zentraler demografischer Merkmale, robuster zu interpretieren.

7.10 Selektions- und Teilnahmebias

Cyclomania ist eine freiwillige Teilnahme-Challenge. Dadurch ist davon auszugehen, dass sich Teilnehmende bereits vor der Challenge vom Bevölkerungsdurchschnitt unterscheiden und im Mittel veloaffiner sind (Selektionsbias). Zusätzlich verfolgt die Challenge das Ziel, das Velofahren zu fördern, sodass sich das Verhalten während der Teilnahme gegenüber dem üblichen Verhalten verändern kann (Teilnahme- bzw. Interventionseffekt).

Zur Einordnung des Teilnahme- bzw. Interventionseffekts wurde im Anschluss an die Challenge eine freiwillige Nachbefragung unter Cyclomania-Teilnehmenden durchgeführt, die verschiedene Aspekte der Nutzung und Wahrnehmung abdeckt. Im vorliegenden Bericht wird daraus eine Frage herangezogen, welche direkt den Interventionseffekt adressiert („Hast du während der Teilnahme mehr Strecken mit dem Velo zurückgelegt als üblich?“; $n = 2555$). 12.8 % beantworteten dies mit „ja“ und 22.0 % mit „eher ja“, während 23.7 % „eher nein“ und 40.2 % „nein“ angaben (Abbildung 28). Insgesamt deutet dies darauf hin, dass ein zusätzlicher Challenge-Effekt vorhanden ist.

Für räumliche Analysen (z. B. Segmentbelastungen/Hotspots) ist eine höhere Aktivität eher vorteilhaft, da dadurch mehr Beobachtungen vorliegen. Für die Interpretation aggregierter Kennzahlen (z. B. Tagesdistanzen) ist dagegen eine vorsichtige Einordnung notwendig, da sich Selektions- und Teilnahmeeffekte überlagern können. Als Sensitivitätsanalyse kann eine Kalibrierung an bevölkerungsrepräsentative Referenzen (z. B. MZMV; Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht) genutzt werden, um den Einfluss der demografischen Zusammensetzung auf zentrale Kennzahlen abzuschätzen (siehe Kapitel 7.9).

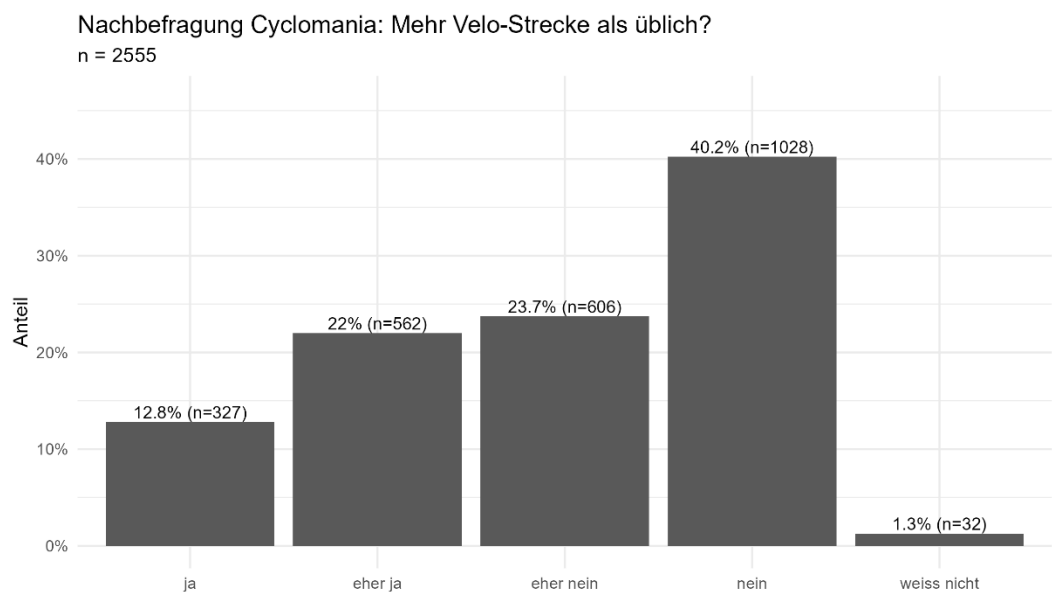


Abbildung 28: Ergebnisse der Nachbefragung aller Cyclomania-Teilnehmenden zur Selbsteinschätzung des Challenge-Effekts („mehr Strecken mit dem Velo als üblich?“; $n = 2555$). Dargestellt sind pro Antwortkategorie der Anteil sowie die absolute Anzahl der Antworten.

8 Diskussion Praxiseinsatz

Dieses Kapitel diskutiert, inwiefern sich Cyclomania und die damit verbundenen Daten für den Praxiseinsatz zur Messung und/oder Abschätzung der Exposition des Velo- und E-Bike Verkehrs eignen. Im Zentrum stehen der praktische Nutzen, die Voraussetzungen für belastbare Auswertungen sowie die organisatorischen Rahmenbedingungen für einen dauerhaften Betrieb.

8.1 Einsatzmodell und Nutzen

Die in Cyclomania eingesetzte Tracking-Technologie eignet sich als praxisnahe Datengrundlage, weil für jede aufgezeichnete Fahrt eine räumlich und zeitlich detaillierte Trajektorie vorliegt und damit vielfältige Auswertungen ermöglicht werden. Daraus lassen sich verschiedene Produkte ableiten, die in der Planung und Wirkungskontrolle genutzt werden können, beispielsweise Belastungskarten, Grundlagen zur expositionsbezogenen Einordnung von Unfallzahlen, räumliche Schwerpunkte und Hauptachsen, Zeitprofile (Tageszeit/Wochentag) sowie Kennzahlen zu Distanzen, Bewegungsmustern und Fahrtzweck. Auswertungen nach Merkmalen wie Geschlecht, Alter und Velo-Typ sind dank der für den Pilot erfolgreich in der App umgesetzten technischen Anpassungen sowie den entsprechenden Anpassungen bei Einwilligung und Datenschutz nun zukünftig möglich. Die Angaben zum Velo-Typ sind aber bei Personen, welche mehrere Velo-Typen verwenden, weniger zuverlässig, da sie diese Angaben selbständig pro Velofahrt machen müssen. Das Trackingsystem kann aktuell noch nicht automatisch zwischen einzelnen Velo-Typen unterscheiden.

Für den Praxiseinsatz ist es wichtig, dass Cyclomania nicht nur als Event im September verstanden wird, sondern bei entsprechender Mobilisierung und Betriebsform auch als Grundlage für wiederkehrende oder ganzjährige Beobachtungen. Die Tracking-App ist bereits heute auf einen ganzjährigen Betrieb ausgelegt und wird von einem Teil der Nutzenden für das Monitoring der persönlichen Mobilität verwendet. Durch die grosse Anzahl an vorhandenen Nutzenden erscheint eine Erweiterung um zusätzliche Challenges in anderen Monaten grundsätzlich realistisch. Damit könnten künftig saisonale Unterschiede und Entwicklungen über die Zeit besser untersucht werden.

8.2 Voraussetzungen und Datenqualität

Die Aussagekraft der Auswertungen hängt zentral von der verfügbaren Datenmenge und ihrer Verteilung über Raum und Zeit ab. Da die Aktion Cyclomania auf freiwilliger Teilnahme basiert, bildet die Datenbasis nicht automatisch die Gesamtbevölkerung ab. Entsprechend sind Auswertungen als Indikatoren zu verstehen, deren Belastbarkeit je nach Region, Zielgruppe, Zeitraum und Art der Auswertung variieren kann. Für den Praxiseinsatz ist daher eine transparente Kommunikation entscheidend: Cyclomania liefert eine detaillierte Sicht auf beobachtete Nutzung, die für Einordnung und Hochrechnungen zusätzliche Referenzen benötigt.

Die freiwillige Teilnahme führt zudem typischerweise zu einer selektiven Nutzerstruktur, wobei bestimmte Gruppen, etwa Kinder und Jugendliche oder weniger technikaffine Personen, tendenziell untervertreten sind oder gar nicht erreicht werden. Dies ist bei der Interpretation von Kennzahlen und beim Vergleich mit Referenzdaten explizit zu berücksichtigen.

Die Zuverlässigkeit einzelner Tracks kann durch GPS-Genauigkeit, Empfangssituationen und energiesparendes Tracking beeinflusst werden. Solche Effekte sind in der Regel nicht der zentrale Engpass, können aber die Akzeptanz bei Teilnehmenden der Aktion und Gemeinden prägen. Aus Praxissicht ist deshalb neben der objektiven Datenqualität auch die wahrgenommene Trackingqualität relevant.

Für die Akzeptanz ist ausserdem eine klare, verständliche Datenschutz- und Kommunikationspraxis zentral, insbesondere zur Zweckbindung, zur Aggregation der Ergebnisse und zur Vermeidung von Rückschlüssen auf Einzelpersonen.

8.3 Einordnung und Kombination mit Referenzdaten

Für quantitative Aussagen zur Grösse des Gesamtverkehrs und für Hochrechnungen auf die Gesamtbelastung ist eine Einordnung über externe Datenquellen zwingend. Zählstellen liefern dazu standortbezogene Referenzwerte mit hoher zeitlicher Auflösung. Über den Anteil von durch Cyclomania erfassten Durchfahrten bei einer Zählstelle lässt sich ein Hochrechnungsfaktor für die netzweite Gesamtbelastung schätzen. Die Pilotstudie zeigt zwar, dass die geschätzten Abdeckungsgrade zwischen den untersuchten Zählstellen variieren, insgesamt jedoch in einer ähnlichen Grössenordnung (1.4 % bis 4.7 %) liegen. Der daraus abgeleitete Hochrechnungsfaktor ist jedoch als pilotspezifische Grösse zu verstehen und ist nicht ohne Weiteres auf andere Regionen übertragbar. Für eine räumlich differenzierte Hochrechnung könnte ein Modell, basierend auf Strassenattributen und allgemeiner regionaler Abdeckung, entwickelt werden. Ebenfalls denkbar wäre eine Hochrechnung unter Einbezug der Erschliessungsqualitäten gemäss der Velo-Güteklassen A-E. Die VSS-Norm zu den Velo-Güteklassen ist derzeit in Arbeit.

Zu beachten ist zudem, dass die September-Challenges durch Wettbewerb und Anreize das Mobilitätsverhalten beeinflussen können. Die im Kampagnenmonat beobachteten Muster sollten deshalb als Kombination aus realer Nutzung und möglichem Teilnahmeeffekt interpretiert werden.

Zusätzlich kann der Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV) als bevölkerungsrepräsentative Referenz für Kenngrössen wie Tagesdistanz und Anzahl Etappen unter Velofahrenden herangezogen werden. Der Abgleich zeigt, dass die Pilotstudie bei den Tagesdistanzen tendenziell höher liegt, was plausibel mit Selektions- und Teilnahmeeffekten zusammenhängt. Eine Post-Stratifizierung nach Alter×Geschlecht kann genutzt werden, um den Einfluss der demografischen Zusammensetzung auf aggregierte Kennzahlen abzuschätzen; sie reduziert mögliche Verzerrungen, kann jedoch verbleibende Unterschiede, etwa aufgrund unterschiedlicher Veloaffinität, nicht vollständig ausschliessen.

8.4 Flächendeckende Anwendung

Die im Rahmen von Cyclomania eingesetzte Tracking-Methodik bietet grundsätzlich eine geeignete Basis für Expositionsmessungen und -berechnungen im Veloverkehr. Ihr besonderer Vorteil liegt darin, dass pro aufgezeichnete Fahrt räumlich und zeitlich detaillierte Trajektorien vorliegen und damit sowohl aggregierte Kennzahlen als auch räumlich differenzierte Auswertungen möglich sind. Die Cyclomania-Community und die bestehende Mitmachaktion sind dabei von besonderer Bedeutung, weil sie eine breite Mobilisierung der Teilnehmenden und damit überhaupt erst eine ausreichend grosse Datengrundlage ermöglichen. Für die Beurteilung einer flächendeckenden Anwendung ist jedoch zwischen aggregierten Kennzahlen und räumlich differenzierten Belastungskarten zu unterscheiden.

Damit aggregierte Kennzahlen wie Tagesdistanz, Unterwegszeit oder Anzahl Etappen pro Person verlässlich sind, ist eine vollständige Erfassung aller Velofahrenden nicht zwingend erforderlich. Entscheidend ist vielmehr, dass systematische Unterschiede gegenüber der Zielbevölkerung bei der Interpretation oder Modellierung berücksichtigt werden. Die Datengrundlage von Cyclomania erscheint grundsätzlich ausreichend, um für den Monat September schweizweit Kennzahlen abzuleiten, die in ihrer Art jenen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr entsprechen. Einschränkungen bestehen dabei insbesondere für die italienischsprachige Schweiz sowie für Bevölkerungsgruppen, die über die App kaum erreicht werden, namentlich Kinder und Jugendliche. Da Cyclomania-Teilnehmende im Mittel veloaffiner sind als die allgemeine velofahrende Bevölkerung, ist eine direkte Übertragung der beobachteten Werte auf die Gesamtbevölkerung nicht angezeigt. Vielmehr sollten diese Kennzahlen mit den jeweils aktuellsten Mikrozensusdaten kalibriert oder eingeordnet werden. Die Ergebnisse der Pilotstudie deuten darauf hin, dass der Einfluss der demografischen Zusammensetzung auf einzelne aggregierte Kennzahlen mittels Post-Stratifizierung auf Basis des Mikrozensus abgeschätzt werden kann. Künftig können die dafür nötigen demografischen Angaben dank der im Pilot erfolgreich umgesetzten Anpassungen bei Datenerhebung, Einwilligung und Datenschutz direkt im regulären Prozess erhoben werden. Die Unterscheidung nach Velo-Typ dürfte durch die technische Entwicklung künftig ebenfalls möglich sein, konnte in der vorliegenden Studie jedoch noch nicht abschliessend belegt werden.

Die Aussagekraft solcher schweizweiten Kennzahlen ist derzeit jedoch auf den Erhebungsmonat September beschränkt. Ob sich die im September beobachteten Muster ohne Weiteres auf andere Jahreszeiten übertragen lassen, bleibt offen. Gerade im Veloverkehr sind saisonale und wetterbedingte Einflüsse erheblich. Diese Problematik stellt sich zwar in anderer Form auch beim Mikrozensus, wird dort aber über den Erhebungszeitraum im Jahresverlauf tendenziell stärker ausgeglichen. Für Fragestellungen, bei denen jahreszeitliche Unterschiede relevant sind, müsste die Datenerhebung deshalb auf weitere Monate ausgedehnt werden.

Ein zusätzliches Potenzial der Methodik liegt in der Beobachtung zeitlicher Entwicklungen über mehrere Jahre. Solche Daten könnten künftig helfen, Unfallzahlen und andere Entwicklungen im Veloverkehr besser einzuordnen, indem sie eine expositionsbezogene Betrachtung unterstützen. Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte

dies jedoch nicht untersucht werden, da nur ein einzelner Erhebungsmonat in einem Jahr betrachtet wurde. Für belastbare Aussagen zu Trends wären entsprechend vergleichbare Auswertungen über mehrere Jahre erforderlich.

Für räumlich differenzierte Aussagen zur Belastung des Netzes ist die Situation anders zu beurteilen. Hier ist weniger entscheidend, ob die Teilnehmenden im Mittel etwas veloaffiner sind als die Gesamtbevölkerung. Wichtiger ist vielmehr, ob innerhalb eines Gebiets genügend Beobachtungen vorliegen, um die räumliche Verteilung der Fahrten belastbar abzubilden. Für Gemeinden oder Regionen mit ausreichend hoher Teilnahmeintensität kann die Methodik daher zuverlässige Belastungskarten liefern, sofern die Teilnehmenden nicht grundsätzlich andere Routen und Wege wählen wie in Cyclomania nicht vertretene Velofahrende – nach unserer Ansicht eine plausible Annahme. Dies gilt insbesondere für Regionen, in denen eine Cyclomania-Challenge durchgeführt wurde und eine entsprechend breite Datengrundlage vorliegt. Für Gebiete ohne Challenge oder mit geringer Beteiligung sind direkte Aussagen hingegen nur eingeschränkt möglich.

Für die Hochrechnung beobachteter Fahrten auf die Gesamtbelastung des Netzes sind zudem zusätzliche Referenzdaten erforderlich. Zählstellen sind hierfür zentral, da sie die Einordnung der beobachteten Durchfahrten in Bezug auf den Gesamtverkehr ermöglichen. Entsprechende Kalibrierungsansätze werden im Rahmen von Cyclomania bereits heute punktuell genutzt. Der in der Pilotstudie verwendete globale Korrekturfaktor von 37.1 ist dabei als Beispiel für die Region Uster unter den Bedingungen des Piloten zu verstehen und nicht als allgemein übertragbarer Faktor für andere Regionen oder für die ganze Schweiz. Für eine räumlich differenzierte Hochrechnung auf das gesamte Netz sind weiterführende Modelle erforderlich, welche den Abdeckungsgrad auch auf Strassenabschnitten ohne Zählstelle schätzen.

Im Vergleich zum Mikrozensus Mobilität und Verkehr liegt der Mehrwert der Methodik insbesondere in der höheren zeitlichen Verfügbarkeit, in der potenziell grösseren Zahl an beobachteten Fahrten sowie in der deutlich höheren räumlichen Auflösung der Daten. Während der Mikrozensus bevölkerungsrepräsentative Kennzahlen liefert, aber nur im Fünfjahresrhythmus durchgeführt wird, können mit der hier eingesetzten Methodik jährlich oder sogar ständig neue Daten erhoben werden. Damit eignet sie sich insbesondere als ergänzende Datenquelle für aktuelle Auswertungen, für die Beobachtung zeitlicher Entwicklungen über mehrere Jahre sowie für räumlich differenzierte Anwendungen wie Belastungskarten. Gerade für die Einordnung von Unfallzahlen kann dies einen relevanten Mehrwert bieten. Solche Auswertungen erfordern jedoch eine sorgfältige fachliche Interpretation; eine unreflektierte Anwendung der Ergebnisse wäre kritisch.

8.5 Betrieb, Partnerschaften und Governance

Für den dauerhaften Praxiseinsatz braucht es klare Rollen und einen stabilen Datenprozess, der die Datenerhebung, die Datenaufbereitung und die Auswertung sowie die Bereitstellung von Ergebnissen für Interessierte umfasst. Cyclomania verfügt bereits

über eine etablierte organisatorische Struktur, eine gewisse Bekanntheit in der Zielgruppe und Erfahrung in der Auswertung von Mobilitätsdaten. Partnerschaften mit Tracking und Auswertungsdienstleistern sind dabei ein wichtiger Erfolgsfaktor, weil sie Betriebssicherheit, Weiterentwicklung und Wiederverwendbarkeit der Auswertungen unterstützen.

Ein kritischer Punkt ist die mittel- bis langfristige Finanzierung. Wenn zentrale Finanzierungsquellen wegfallen, kann dies Reichweite, Betrieb und Weiterentwicklung unmittelbar einschränken. Zum aktuellen Zeitpunkt ist aufgrund des Ausstiegs des BFE als Subventionsgeberin die Durchführung der Mitmachaktion Cyclomania ab 2027 nicht gesichert.

Damit möglichst viele Gemeinden insbesondere in den urbanen Zentren aus der ganzen Schweiz an Cyclomania teilnehmen, wären Anpassungen am heutigen Betriebs- und Finanzierungsmodell sinnvoll. Das Mitmachkonzept ist aktuell auf eine vergleichsweise intensive individuelle Betreuung der Gemeinden ausgerichtet und nicht eine Maximierung des räumlichen Abdeckungsgrades. Diese neue Ausrichtung erhöht den Ressourcenbedarf bei Pro Velo und wirkt sich auf die Höhe der Teilnahmegebühren aus. Gerade diese Teilnahmegebühren können für einzelne Gemeinden eine Hürde darstellen. Für eine breitere und flächendeckendere Teilnahme wäre daher entweder ein stärker skalierbares Betriebsmodell oder eine Entlastung der Gemeinden durch Drittmittel erforderlich. Nach aktueller Einschätzung wären dafür jährlich rund CHF 500'000 notwendig.

Mögliche Nutzende dieser Forschungsergebnisse sind insbesondere Behörden und Organisationen. Dazu zählen beispielsweise die Beratungsstelle für Unfallverhütung (BFU) zur expositionsbezogenen Einordnung von Unfallzahlen, das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) im Zusammenhang mit Verkehrsaufkommen, Verkehrsprognosen sowie externen Kosten-Nutzenanalysen einzelner Verkehrsmittel, das ASTRA für die Beurteilung von Velo-Infrastrukturmassnahmen sowie der Beurteilung der Unfallentwicklung und das Projekt Velozähl Datenzentrale Schweiz der Roadmap Velo für das Monitoring der Entwicklung der Mobilität sowie das Bundesamt für Statistik (BFS) das im Rahmen des MZMV eine Smartphone-App zur Mobilitätsdatenerhebung in der Pilotphase betreibt.

Auch Kantone, Gemeinden, Agglomerationen und Planungsbüros sind für die Erarbeitung von Projekten und deren Wirkungskontrolle auf eine gute Datengrundlage angewiesen. Hinzu kommen das Projekt „Velozähl Datenzentrale Schweiz“, das „Netzwerk Monitoring Fuss- und Veloverkehr“ sowie verschiedene Verbände, Parteien oder Forschungsinstitutionen, welche aus politischer oder wissenschaftlicher Perspektive interessiert sind. Die unterschiedlichen Bedürfnisse und Interessen dieser Akteure könnten in einem gemeinsamen Workshop gebündelt werden, um Anknüpfungspunkte für die weitere Nutzung der Methodik sowie Fragen der zukünftigen Finanzierung und Trägerschaft zu klären.

8.6 Empfehlungen für den Praxiseinsatz

Aus der Pilotstudie lässt sich ableiten, dass Cyclomania und die dazugehörige Tracking-Methodik für Expositionsauswertungen grundsätzlich geeignet sind, wenn Zielsetzung und Aussagegrenzen klar definiert sind. Dabei ist insbesondere zwischen aggregierten Kennzahlen auf übergeordneter Ebene und räumlich differenzierten Auswertungen auf Ebene einzelner Regionen oder Netze zu unterscheiden. Ein besonderer Nutzen liegt in der möglichen Ergänzung des Mikrozensus, da mit Cyclomania häufiger und mit potenziell grösserer Fallzahl Daten erhoben werden können und damit zeitlich höher aufgelöste Auswertungen möglich werden. Für einen robusten Praxiseinsatz werden folgende Schritte empfohlen:

- **Sicherstellung des Betriebs:** Aufgrund der auslaufenden Finanzierungspartnerschaft ist zeitnah ein tragfähiges Modell zur Finanzierung und Trägerschaft erforderlich.
- **Klare Definition der Anwendungsfälle:** Für den Praxiseinsatz sollte klar unterschieden werden, ob aggregierte Kennzahlen für grössere Räume oder räumlich differenzierte Belastungskarten für einzelne Regionen im Vordergrund stehen. Die Anforderungen an Datengrundlage, Referenzdaten und Interpretation unterscheiden sich je nach Anwendungsfall.
- **Wiederkehrende Erhebung:** Für stabilere Aussagen sind wiederholte Erhebungen sinnvoll, beispielsweise jährlich im September oder ergänzt durch weitere Messfenster, ohne zwingend eine ganzjährige Erfassung vorauszusetzen.
- **Ergänzung für saisonale Fragestellungen:** Wenn Fragestellungen jahreszeitliche Unterschiede betreffen oder Ergebnisse über den September hinaus verallgemeinert werden sollen, sind zusätzliche Erhebungen in weiteren Monaten erforderlich.
- **Teilnehmendenmobilisierung auch ausserhalb der Challenge:** September-Challenges eignen sich zur Aktivierung, für stabilere Daten ist eine Motivation zur längerfristigen Nutzung hilfreich.
- **Klare Einordnung über Referenzen:** Zählstellen und Mikrozensus sollten systematisch genutzt werden, um Abdeckung, Verzerrungen und Aussagegrenzen transparent einzuordnen. Strava kann als zusätzliche Vergleichsquelle dienen, insbesondere für Freizeit- und Sportverkehr. Ebenfalls könnten weitere Datenquellen ergänzend ausgewertet werden, beispielsweise zum Velo-Verkehrsverhalten von Kindern und Jugendlichen, sofern solche Daten lokal zur Verfügung stehen.
- **Schrittweiser Ausbau der Anwendung:** Ein breiterer Praxiseinsatz sollte mit klar definierten Anwendungsfällen beginnen. Geeignete Beispiele sind lokale Belastungskarten in Regionen mit ausreichender Datendichte, aggregierte Kennzahlen für den Monat September oder Vergleiche zwischen Tagestypen.
- **Mehrjährige Beobachtung prüfen:** Für die Beobachtung zeitlicher Entwicklungen und für die bessere Einordnung von Unfallzahlen sollte geprüft werden, wie sich die Datenerhebung und Auswertung über mehrere Jahre konsistent weiterführen lässt. Die vorliegende Pilotstudie konnte dieses Potenzial noch nicht empirisch beurteilen.

9 Fazit

Die Untersuchungen in diesem Bericht fokussieren sich auf die Forschungsfragen, welche Methoden das Potenzial zur Bestimmung der Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs aufweisen und ob sich eine ausgewählte Methode exemplarisch implementieren und anwenden lässt. Ziel war es dabei nicht, die Exposition für die gesamte Schweiz direkt zu bestimmen, sondern die methodische Grundlage für eine systematischere Erhebung und Abschätzung solcher Expositionsdaten zu legen.

9.1 Methodenauswahl

Es wurde eine breite Auswahl von Methoden zur Expositionsbestimmung in Betracht gezogen und wissenschaftlich bewertet. Im Zentrum standen dabei Bewegungsdaten aus Tracking-Apps, welche die Nutzenden den Betreiberplattformen zur Auswertung überlassen. Ebenso wurden Mobilfunkdaten, Partnerschaften mit Bike-Sharing-Anbietern sowie behördlich erhobene Daten via Zählstellen oder telefonische Befragungen evaluiert. Die zentralen Bewertungskriterien waren das Vorliegen von georeferenzierten Trajektorien und der Verkehrsmittelwahl, weiter auch die Menge, Flächenabdeckung und Repräsentativität der Erhebung sowie die Zugänglichkeit der Daten und die Kooperationsbereitschaft der Anbieter. Während keine der evaluierten Methoden derzeit in der Lage ist, alle gewünschten Informationen zeitnah, flächendeckend und bevölkerungsrepräsentativ zu liefern, wurde das grösste Potenzial in der Cyclomania-App identifiziert. Sie verfügt über die nötige Infrastruktur und spricht im Rahmen ihrer Mitmachkampagne eine grosse Community veloaffiner Personen in der Schweiz an. Ein entscheidender Vorteil war auch die Möglichkeit, die Datenaufzeichnung im Rahmen eines Pilotprojekts aktiv mitzugestalten.

9.2 Beurteilung der Pilotstudie

Die Pilotstudie zur Bestimmung der Velo-Exposition mit der Cyclomania-App wurde im Rahmen der Challenge Uster im September 2025 durchgeführt. Es war möglich, die aufgezeichneten Trajektorien mit demografischen Informationen und Angaben zum Velo-Typ von Teilnehmenden an der Pilotstudie zu verknüpfen. Somit lagen alle Informationen vor, welche für die Auswertung notwendig waren. Dabei manifestierten sich auch gewisse Herausforderungen in Bezug auf homogene und vollständige Datenerhebung, weil die Software mit vielen unterschiedlichen Endgeräten und deren sich laufend weiterentwickelnden Betriebssystemen kompatibel sein muss. Wie die Pilotstudie zeigt, ist die Bereitschaft des Zielpublikums zur Teilnahme an der Datenerhebung zur aktuellen Zeit gegeben. Es gilt, sich aber auch bewusst zu sein, dass diese ein möglicherweise fragiles Gut darstellt. Bei einer sich gesellschaftlich verändernden Sicht auf Themen wie Verfolgbarkeit und Datenschutz könnten die Teilnehmendenzahlen einbrechen und die Handlungsoptionen der Anbieter wie Cyclomania wären diesbezüglich beschränkt.

Für unsere Pilotstudie im Raum Uster lagen schliesslich die Trajektorien von nahezu 10'000 Trips von 627 verschiedenen Usern vor. Angaben aus der Pilotstudie und aus Nachbefragungen von Cyclomania deuten darauf hin, dass unter den Teilnehmenden beide Geschlechter annähernd gleich stark vertreten sind und auch die Altersgruppen im Erwachsenenbereich gut abgedeckt werden. Kaum vorhanden sind hingegen Informationen zu Kindern und Jugendlichen, die entweder kein Smartphone besitzen, dieses nicht stets mitführen oder aus verschiedenen Gründen nicht affin für die Teilnahme an Mitmachaktionen sind. Es scheint aus aktueller Perspektive unwahrscheinlich, via Cyclomania genügend Teilnehmende in diesem Alterssegment anzuziehen, um eine repräsentative Expositionsbestimmung zu erreichen. Um ergänzende Informationen zu dieser Bevölkerungsgruppe zu erhalten, wären z. B. Kooperationen mit Schulen denkbar, bei denen die Velotracks von Schüler:innen manuell oder mit einem Chip am Fahrrad aufgezeichnet werden.

Die Ermittlung der Trajektorien, deren Mapping auf Strassenabschnitte und die Erhebung von Kennzahlen für Trips und Personen konnte im Rahmen der Pilotstudie zur vollen Zufriedenheit gelöst werden. Auch die Erhebung und Zuordnung der personenspezifischen Merkmale war im Rahmen der Pilotgruppe (81 Personen) durchführbar. Mehr Fragezeichen verbleiben hingegen bei der Qualität der fahrtenspezifischen Merkmale. Der Aufforderung, das ausgewählte Verkehrsmittel (Velo, langsame E-Bikes und schnelle E-Bikes) in der App für jede Fahrt zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren, kamen mutmasslich nicht alle Nutzenden vollumfänglich nach. Auf die Erhebung des Fahrtzwecks wurde bewusst verzichtet, da der Aufwand, bzw. die Anforderungen an die User von vornherein als zu hoch eingeschätzt wurde. Im Rahmen der Auswertung der Pilotstudie wurden stattdessen Heuristiken zur Klassifizierung verschiedener Fahrtencharakteristika eingesetzt. Diese liessen sich mit entsprechendem Aufwand noch verfeinern, ebenso wäre eine Klassifizierung der verschiedenen Velo-Typen anhand der aufgezeichneten Tracks zumindest bei längeren Fahrten denkbar. Die dafür notwendige Technologie steht derzeit jedoch noch nicht zur Verfügung.

In den Auswertungen der Pilotstudie wurden beispielhaft Expositionskenzahlen abgeleitet, kartografisch dargestellt und plausibilisiert. Ziel war es, aufzuzeigen, welche Arten von Expositionsabschätzungen mit Cyclomania grundsätzlich möglich sind und wie diese durch die Kombination mit Informationen aus dem Mikrozensus sowie Daten von Zählstellen eingeordnet und verfeinert werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass die im Rahmen der Challenge Uster erhobenen Daten die Alltagsmobilität der Velofahrenden in der Region Uster räumlich und zeitlich gut abbilden. Gleichzeitig macht die Pilotstudie deutlich, dass zwischen verschiedenen Anwendungsfällen unterschieden werden muss.

Für aggregierte Kennzahlen wie Tagesdistanzen, Unterwegszeiten oder Anzahl Etappen erscheint die Datengrundlage grundsätzlich geeignet, um, in Kombination mit Referenzdaten, auch über die Pilotregion hinaus Aussagen abzuleiten. Solche Kennzahlen lassen sich jedoch nicht ohne Weiteres direkt auf die Gesamtbevölkerung übertragen, da Cyclomania-Teilnehmende im Mittel veloaffiner sind als die allgemeine velofahrende Bevölkerung und zudem Teilnahmeeffekte durch die Challenge nicht ausgeschlossen werden können. Der Mikrozensus stellt hier eine wichtige Referenz dar, um solche Verzerrungen zumindest teilweise einzuordnen oder zu korrigieren.

Für räumlich differenzierte Aussagen zur Belastung des Netzes ist die Situation anders zu beurteilen. Hier steht weniger die durchschnittliche Veloaffinität der Teilnehmenden im Vordergrund als vielmehr die Frage, ob in einem Gebiet genügend Beobachtungen vorliegen, um die räumliche Verteilung der Fahrten belastbar abzubilden. Die Pilotstudie zeigt, dass dies für eine Region wie Uster mit aktiver Challenge und guter Datengrundlage möglich ist. Für Gebiete ohne Challenge oder mit geringer Beteiligung sind direkte, räumlich differenzierte Aussagen hingegen nur eingeschränkt möglich.

Zu beachten ist zudem, dass nur rund 3 % der an den Zählstellen gemessenen Durchfahrten via Cyclomania erfasst wurden. Für absolute Expositionszahlen ist deshalb eine Hochrechnung erforderlich. Der in der Pilotstudie verwendete Hochrechnungsansatz zeigt, dass eine solche Einordnung grundsätzlich möglich ist, stellt jedoch keine unmittelbar auf andere Regionen oder gar die gesamte Schweiz übertragbare Lösung dar. Für eine flächendeckendere Anwendung wären weiterführende Modelle notwendig, welche den Abdeckungsgrad auch auf Strassenabschnitten ohne Zählstelle schätzen.

Insgesamt bestätigt die Pilotstudie damit die Folgerungen aus der Methodenbeurteilung im Grundsatz. Der gewählte Ansatz ist unter realen Bedingungen technisch und methodisch umsetzbar und bietet ein substanzielles Potenzial für Expositionsauswertungen. Die Studie belegt jedoch noch nicht, dass damit bereits heute eine flächendeckende, räumlich hochaufgelöste und ganzjährig belastbare Expositionsbestimmung für die gesamte Schweiz möglich ist. Vielmehr zeigt sie, unter welchen Bedingungen Cyclomania eine belastbare Grundlage für unterschiedliche Arten von Expositionsauswertungen darstellen kann. Für zukünftige Erhebungen ist zudem relevant, dass zukünftig grundsätzlich alle Cyclomania-Teilnehmenden Teil einer solchen Erhebung sein könnten, da die datenschutzrechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen entsprechend getestet und vorbereitet wurden.

9.3 Weiterer Forschungsbedarf

Falls Cyclomania künftig breiter zur Expositionsbestimmung des Veloverkehrs eingesetzt werden soll, bestehen noch mehrere zentrale Entwicklungs- und Forschungsbedarfe. Diese betreffen sowohl die Qualität einzelner Merkmale auf Fahrtenebene als auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf grössere Räume und weitere Zeiträume. Ein wichtiger nächster Schritt ist die automatische Unterscheidung von Velos, langsamen E-Bikes und schnellen E-Bikes auf Basis von Beschleunigungs- und Positionsdaten. Dadurch könnten die heute noch erforderlichen manuellen Korrekturen durch die Nutzenden reduziert und die Zuverlässigkeit der fahrtenspezifischen Angaben verbessert werden. Auch die Bestimmung des Fahrtzwecks könnte durch die Einbindung geokodierter Raumnutzungsdaten, etwa zu Arbeitsstätten, Schulen, Einkaufsmöglichkeiten oder Freizeitanlagen, weiter verfeinert werden. Zudem bleibt die Frage offen, wie untervertretene Bevölkerungsgruppen, insbesondere Kinder und Jugendliche, besser in eine Expositionsbestimmung einbezogen werden können.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bei der Hochrechnung beobachteter Fahrten auf Expositionswerte für das gesamte Netz. Dazu wären Modelle erforderlich, welche den

durch Cyclomania abgedeckten Anteil der Fahrten anhand von Strassenattributen, regionaler Teilnahmeintensität und weiteren Kontextmerkmalen schätzen. Dies ist insbesondere für räumlich differenzierte Belastungskarten ausserhalb gut abgedeckter Pilotregionen relevant. Für aggregierte Kennzahlen stellt sich zusätzlich die Frage, wie sich die Ergebnisse besser an die Zusammensetzung der Gesamtbevölkerung angleichen lassen. Der Mikrozensus bildet hierfür eine zentrale Referenzquelle; die Pilotstudie liefert erste Hinweise, wie entsprechende Post-Stratifizierungen umgesetzt werden können.

Darüber hinaus ist zu prüfen, wie saisonale Effekte des Erhebungsmonats künftig besser berücksichtigt werden können. Die vorliegende Studie bezieht sich auf den Monat September eines einzelnen Jahres. Ob und in welchem Ausmass sich die dabei beobachteten Muster auf andere Monate übertragen lassen, bleibt offen. Für Fragestellungen mit jahreszeitlichem Bezug oder für Zeitreihenanalysen wären entsprechend zusätzliche Erhebungen in weiteren Monaten sowie vergleichbare Auswertungen über mehrere Jahre erforderlich. Gerade für die Einordnung von Unfallzahlen erscheint dieses Potenzial relevant, konnte im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch noch nicht untersucht werden.

Schliesslich wäre auch ein Vergleich mit der Smartphone-App sinnvoll, die im Rahmen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr bereits eingesetzt wird. Damit könnte besser eingeordnet werden, inwiefern die Cyclomania-Technologie als Ergänzung zu bestehenden Erhebungen verwendet werden kann.

Literaturverzeichnis

Bhowmick, D., Dai, D., Saberi, M., Nelson, T., Stevenson, M., Seneviratne, S., Nice, K., Pettit, C., Vu, H.L., & Beck, B. (2025). *Collecting population-representative bike-riding GPS data to understand bike-riding activity and patterns using smartphones and Bluetooth beacons*. *Travel Behaviour and Society*, 38, 100919.

Bundesamt für Statistik BFS & Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2023). *Mobilitätsverhalten der Bevölkerung. Mikrozensus Mobilität und Verkehr MZMV 2021*, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/erhebungen/mzmv.html>

Bundesamt für Statistik BFS (2025). STAT-TAB – interaktive Tabellen (BFS). *Verkehrsunfälle nach Velo-Typ*. Online (13.02.2026): <https://www.pxweb.bfs.admin.ch/sq/28ac8e71-985a-44ec-987b-708doc25371f>

Bundesamt für Statistik BFS & Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2023). *Mobilitätsverhalten der Bevölkerung. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2021*, Neuchâtel und Bern

Bundesamt für Strassen ASTRA (2021). *Unfallstatistik Strassenverkehr, Ganzes Jahr (Januar - Dezember), 2016 - 2020*.

Bundesamt für Strassen ASTRA (2025). *Unfallstatistik Strassenverkehr, Ganzes Jahr (Januar - Dezember), 2020 - 2024*.

Ferster, C., Nelson, T., Laberee, K., & Winters, M. (2021). *Mapping bicycling exposure and safety risk using Strava Metro*. *Applied Geography*, 127, 102388.

Gutmann, N., & Stemmler, J. (2017). *Evaluation von Via sicura, Technischer Bericht*. Bundesamt für Strassen ASTRA, 33.

Hakkert, A.S., & Braimaister, L. (2002). *The uses of exposure and risk in road safety studies*. SWOV Institute for Road Safety Research, 3.

Hood, J., Sall, E., & Charlton, B. (2011). *A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California*. *Transportation letters*, 3(1), 63-75.

Lee, K., & Sener, I. N. (2020). *Emerging data for pedestrian and bicycle monitoring: Sources and applications*. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100095.

Lee, K., & Sener, I. N. (2021). *Strava Metro data for bicycle monitoring: a literature review*. *Transport Reviews*, 41(1), 27-47.

- Loidl, M., Effertz, L., Kazyeva, D., Tomschy, R., Scheffer, N., Lißner, S., Reh, J., Straumann, R., & Speckert, T. (2024). *VERA – Verlagerungswirkung von Radverkehrsanlagen, Ergebnisbericht und Leitfaden*. D-A-CH-Kooperation Verkehrsinfrastrukturforschung 2022.
- Lukawska, M., Paulsen, M., Rasmussen, T. K., Jensen, A. F., & Nielsen, O. A. (2023). *A joint bicycle route choice model for various cycling frequencies and trip distances based on a large crowdsourced GPS dataset*. Transportation research part A: policy and practice, 176, 103834.
- Musakwa, W., & Selala, K. M. (2016). *Mapping cycling patterns and trends using Strava Metro data in the city of Johannesburg, South Africa*. Data in brief, 9, 898-905.
- Nelson, T., Ferster, C., Laberee, K., Fuller, D., & Winters, M. (2021). *Crowdsourced data for bicycling research and practice*. Transport reviews, 41(1), 97-114.
- Ohnmacht, T., Frey, M., Ruckstuhl, A., Dettling, M., Schade, J., Rößger, L., & Mahrer, M. (2016). *Massnahmen und Potenziale im Bereich Verkehrsteilnehmende*. Forschungspaket VeSPA, Teilprojekt 1-M, 33, 111.
- Roy, A., Nelson, T. A., Fotheringham, A. S., & Winters, M. (2019). *Correcting bias in crowdsourced data to map bicycle ridership of all bicyclists*. Urban Science, 3(2), 62.
- Scaramuzza, G., Uhr, A., & Niemann, S. (2015). *E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse*. bfu-Report 72, bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern, 73, 79.
- Schindler, F. (2020). *E-Bikes: Unfallstatistiken sagen bloss die halbe Wahrheit*. Infosperber.ch, Online (24.07.2023): <https://www.infosperber.ch/umwelt/bodenraum-verkehr/e-bikes-unfallstatistiken-sagen-bloss-die-halbe-wahrheit/>
- Stadt Zürich (2026). *Verkehrsunfallstatistik 2025 Stadt Zürich, 11.03.2026*. Zürich: Stadt Zürich Dienstabteilung Verkehr, 10.
- Straumann et al. (2020). *Eignung von STRAVA-Daten für Fragestellungen des Veloverkehrs*. EBP im Auftrag des Amt für Verkehr des Kanton Zürich.
- Velosuisse (2025). *Entwicklung Schweizer Fahrrad- und E-Bike-Markt, 2005 bis 2025*. Gesamt Veloverkaufsstatistik Schweizer Markt. Online (13.02.2026): <https://www.velosuisse.ch/news-statistik/>
- Venter, Z. S., Gundersen, V., Scott, S. L., & Barton, D. N. (2023). *Bias and precision of crowdsourced recreational activity data from Strava*. Landscape and Urban Planning, 232, 104686.
- Zare, P., Pettit, C., Leao, S., & Gudes, O. (2022). *Digital Bicycling Planning: A Systematic Literature Review of Data-Driven Approaches*. Sustainability, 14(23), 16319.

Anhang

A.1 Übersicht der nicht ausgewählten Methoden

Übersicht der nicht ausgewählten Methoden			
Kategorie	Erfassungsplattform	Kurz-Beschrieb der Methode	Begründung, warum nicht ausgewählt
Tracking-Apps	Garmin, Fitbit	Fitnesstracker mit GPS.	Ohne Datenzugang für Dritte.
	Posmo (Weforvelo u. ä.)	Datengenossenschaft für nachhaltige Mobilität. Sammelt und verwaltet Mobilitätsdaten.	Keine Kontaktaufnahme während das Forschungsprojekt läuft.
	CycleTracks	App, welches in USA verwendet wird, um Nachfrage und Velovolumen auf spezifischen Strassen abzuschätzen.	Nicht weiterverfolgt, da keine Daten in der Schweiz erfasst werden.
	Sunrise, Business Insights	Reiseverhalten und Aufenthalte, vielbesuchte Orte und überlastete Verkehrsknotenpunkte anhand vordefinierter Mobilitäts-Dashboards.	Nicht weiterverfolgt, da bereits Swisscom Mobility Insights ausgewählt wurde.
Karten-Anbieter	Google Maps	Google Maps nutzt Echtzeit-GPS-Daten von Nutzenden, um das Verkehrsaufkommen zu analysieren.	Datenbezug im Rahmen des Projektes nicht möglich.
	Routenplaner (z. B. Komoot)	Ermittelt Velorouten.	Nicht weiterverfolgt, da nicht bekannt, ob Daten gesammelt werden.
Bike-Sharing-Anbieter	Lime-Bike	Mikromobilitätsanbieter	Nicht weiterverfolgt, da bereits PubliBike ausgewählt wurde.
	Donkey Republic	Bike-Sharing	Nicht weiterverfolgt, da bereits PubliBike ausgewählt wurde.

Tabelle 7: Übersicht der nicht weiterverfolgten Methoden

A.2 Memorandum Datenschutzrechtliche Einordnung



Memorandum

12. März 2025

Von: RA Muriel Künzi / MLaw Samuel Gasser, BKS Rechtsanwälte AG
 An: Anna Schuler, Pro Velo
 Betrifft: ASTRA-Forschungsprojekt mit Cyclomania (Pilotstudie)
 Datenschutzrechtliche Einschätzung

250312 Memorandum Cyclomania

1. Ausgangslage

Pro Velo führt in Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und der R + R Burger und Partner AG das Forschungsprojekt «Methoden zur Messung bzw. Berechnung der Exposition von Velofahrenden» des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) durch. Teil dieses Forschungsprojekts bildet die Pilotstudie, die mit der Gemeinde Uster durchgeführt wird.

Für die dafür notwendige Datenerhebung will Pro Velo die bestehende Struktur ihres Cyclomania-Angebots nutzen. Cyclomania ist eine jährlich im Herbst stattfindende Aktion zur Förderung des Velofahrens in Zusammenarbeit mit Gemeinden, Städten und Regionen. Teilnehmende können durch die Cyclomania-Challenges Preise gewinnen und die Standort- und Bewegungsdaten werden aggregiert zur Erstellung von Statistiken den Gemeinden und Regionen zur weiteren Förderung des Velos zur Verfügung gestellt.

Die Datenerhebung für diese Pilotstudie wird im Herbst 2025 bei Cyclomania-Challenge-Teilnehmer:innen in der Region Uster gemacht, die sich mit einem zusätzlichen Formular für die Teilnahme anmelden.

2. Grundsätze des Datenschutzes

2.1 Personendaten

Gemäss Art. 5 lit. a des Bundesgesetzes über den Datenschutz (DSG) sind Personendaten alle Angaben, die sich auf eine bestimmte oder bestimmbare natürliche Person beziehen. Die Bearbeitung von Personendaten muss datenschutzkonform gemäss Gesetz erfolgen.

Im vorliegenden Fall sind insbesondere die Stammdaten der Nutzer:innen Personendaten (Ziff. 3.1 und 3.2), wobei auch Standort- und Bewegungsdaten Personendaten sein können, wenn sie entweder durch Verbindung mit anderen Daten oder an sich (bspw. durch Rückschlüsse auf Wohn- oder Arbeitsort) einer bestimmten oder bestimmbaren Person zugeordnet werden können. Solche

Daten können durch hinreichende Anonymisierung und/oder Aggregation so verändert werden, dass sie keine Personendaten mehr darstellen und entsprechend nicht mehr dem Datenschutzgesetz unterstehen, resp. durch eine Pseudonymisierung der Personenbezug lediglich noch unter Zuhilfenahme weiterer Informationen möglich ist.

2.2 Bearbeiten

Das Bearbeiten von Personendaten (DSG, Art. 5 lit. a) meint jeden Umgang mit Personendaten, unabhängig von den angewandten Mitteln und Verfahren. D.h. jedes Beschaffen, Speichern, Aufbewahren, Verwenden, Verändern, Bekanntgeben, Archivieren, Löschen oder Vernichten von Personendaten stellt eine Bearbeitung dar und untersteht somit dem Datenschutzgesetz.

2.3 Bearbeitungsgrundsätze

Die Bearbeitung von Personendaten ist grundsätzlich erlaubt, sofern die Datenschutzgrundsätze beachtet werden. Namentlich müssen Personendaten rechtmässig, nach Treu und Glauben und verhältnismässig bearbeitet werden (Art. 6 Abs. 1 und 2 DSG). Zudem müssen Personendaten immer zu einem bestimmten und für die Person erkennbaren Zweck beschafft und nur so bearbeitet werden, dass es mit diesem Zweck vereinbar ist (Art. 6 Abs. 3 DSG). Weitere Grundsätze, die es zu beachten gilt, sind der Datenschutz durch Technik und datenschutzfreundliche Voreinstellungen (Art. 7 DSG) und die Datensicherheit (Art. 8 DSG).

3. «Datentöpfe»

Als Grundlage für das Forschungsprojekt dient die Infrastruktur von Pro Velo, die für die Cyclomania App verwendet wird. Die Infrastruktur basiert einerseits auf einem Datentopf für Stammdaten sowie andererseits einem solchen für Standort- und Bewegungsdaten. Diese werden weitgehend getrennt bearbeitet und einzig mithilfe randomisierter Nutzer-IDs (uuid) verknüpft, um die Cyclomania-Dienste anzubieten. Für das Forschungsprojekt begründet Pro Velo einen weiteren Datentopf, der die Stammdaten für das Projekt enthält.

3.1 Datentopf 1: Stammdaten Cyclomania Konto

Die Stammdaten umfassen alle Personendaten, die Nutzer:innen bei der Erstellung eines Cyclomania Kontos angeben. Dies sind:

- Handynummer
- Vorname
- E-Mail-Adresse
- Postleitzahl
- Optionale Angaben:
 - Nachname
 - Adresse
 - Geschlecht
 - Alter
 - Fahrzeugtyp

3.2 Datentopf 2: Standort- und Bewegungsdaten

Standort- und Bewegungsdaten sind die GPS-Daten, die bei Nutzer:innen der Cyclomania App erhoben werden, sofern die Trackingfunktion aktiviert ist. Standort- und Bewegungsdaten sind nicht an sich Personendaten wie bspw. E-Mail-Adressen, sie können aber durch wiederkehrende Aufenthaltsorte bspw. Rückschlüsse auf Wohn- oder Arbeitsort geben, wodurch diese in gewissen Fällen bestimmten/bestimmbaren Personen zugeordnet werden können. In solchen Fällen handelt es sich bei diesen Daten um Personendaten und die Bearbeitung untersteht dem Datenschutzgesetz. An dieser Stelle sei angemerkt, dass es nicht Ziel der Studie ist, einen Bezug zu klar identifizierten Personen herzustellen.

Die **Standort- und Bewegungsrohdaten** sind GPS-Punkte. Erfasst werden diese von der Motiontag GmbH (Motiontag). In einem ersten Schritt «säubert» Motiontag diese Rohdaten, in dem bspw. grobe Ausreisser (nicht plausible Daten) entfernt werden. Diese **gesäuberten Standort- und Bewegungsdaten** werden für das Forschungsprojekt anschliessend durch die ZHAW aufbereitet. Konkret werden die GPS-Punkten einzelnen Fahrten (Tracks) zugeordnet und es werden für jede Fahrt Start- und Endpunkt inkl. dazwischenliegender GPS-Punkte, Startzeitpunkt, Streckenlänge, durchschnittliche Geschwindigkeit und Transportmittel festgehalten. Dabei handelt es sich um **aufbereitete Standort- und Bewegungsdaten**. Diese (durch Nutzer-IDs) bereits pseudonymisierten Daten können in weiteren Schritten auch aggregiert werden, um etwa Statistiken über die Velonutzung zu erstellen.

Weitere Begriffe/Synonyme:

In der vorhandenen Dokumentation für das Forschungsprojekt und Cyclomania sowie in den relevanten Verträgen finden sich verschiedene Begriffe für diese Kategorie von Daten (bspw. Tracking-, GPS-, Mobilitätsdaten). Es handelt sich dabei immer um GPS-Punkte, die einerseits den Standort einer Person angeben und durch Verknüpfung mit weiteren GPS-Punkten eine Bewegung der Person zeigen – der Klarheit halber wird hier nur der Begriff Standort- und Bewegungsdaten verwendet, dieser umfasst aber sämtliche dieser Bezeichnungen.

3.3 Datentopf 3: Spezifische Stammdaten Forschungsprojekt

Die Stammdaten Forschungsprojekt umfassen Personendaten, die Nutzer:innen bei der Anmeldung für das Forschungsprojekt angeben. Diese Daten werden ausschliesslich für das Forschungsprojekt bearbeitet. Dies sind:

- E-Mail-Adresse (welche bei der Cyclomania-App verwendet wird)
- Alter
- Geschlecht
- Velo-Typ (nicht elektrische Fahrräder, langsame E-Bikes mit Tretunterstützung bis 25 km/h, schnelle E-Bikes mit Tretunterstützung bis 45 km/h)

4. Datenfluss beim Forschungsprojekt – Modellfall

Max Mustermann ist begeisterter Velofahrer und wohnt und arbeitet in Uster. Er hat vom Forschungsprojekt «Methoden zur Messung bzw. Berechnung der Exposition von Velofahrenden» erfahren und möchte gerne am Pilotprojekt teilnehmen, bzw. seine Daten zur Verlonutzung dafür zur Verfügung stellen.

4.1 Cyclomania App

Um am Projekt teilnehmen zu können, braucht Max die Cyclomania App und ein Cyclomania-Konto. Dafür registriert er sich per App, wobei er die benötigten Personendaten für die Kontoerstellung angibt. Damit er die Registrierung abschliessen kann, muss er die [Nutzungsbedingungen für die Aktion Cyclomania](#) und die [Datenschutzerklärung Cyclomania App](#) akzeptieren. Die Datenschutzerklärung informiert ihn darüber, wie und welche Art von Daten erhoben werden und zu welchen Zwecken dies erfolgt.

→ Datenschutzrechtliche Einordnung für das Forschungsprojekt:

Bei der Registrierung werden keine Standort- und Bewegungsdaten bearbeitet – dies ist erst nach einem Opt-In («Einschalten Tracking») der Nutzer:innen möglich (vgl. dazu Ziff. 4.3). Die erhobenen Stammdaten werden nicht für das Forschungsprojekt verwendet. Einzig die E-Mail-Adresse wird später als Identifikator derjenigen Nutzer:innen verwendet, die sich für das Forschungsprojekt anmelden (vgl. dazu Ziff. 4.2).

Die Stammdaten werden von Pro Velo bearbeitet, um den Nutzer:innen die Cyclomania-Dienste zur Verfügung zu stellen. Für die Stammdaten ist Pro Velo Verantwortliche im Sinne des Datenschutzgesetzes. Gespeichert werden sie in der Schweiz bei Panter AG als Entwicklerin/Betreiberin der App. Panter ist vertraglich verpflichtet, die Daten nur für das Projekt Cyclomania zu verwenden. Die Stammdaten werden zur Identifikation der Nutzer:innen, für die Kommunikation sowie zur Preisvergabe verwendet. Diese Zwecke sind klar erkennbar und es wird in der Datenschutzerklärung Cyclomania App transparent und ausführlich darüber informiert. Die Datenbearbeitungen der Stammdaten erfolgt somit datenschutzkonform.

4.2 Anmeldung für Pilotstudie Uster

Um an der Pilotstudie teilzunehmen, muss Max nach erfolgreicher Erstellung seines Cyclomania-Kontos in einem Registrierungsformular seine Stammdaten Forschungsprojekt (Ziff. 3.3) angeben, d.h. seine demographischen Merkmale (Alter und Geschlecht) sowie den Velo-Typ. Er willigt explizit ein, dass die im Rahmen der Pilotstudie generierten Standort- und Bewegungsdaten mit den im Formular angegebenen Daten in Verbindung gebracht werden dürfen.

→ Datenschutzrechtliche Einordnung für das Forschungsprojekt:

Für die Stammdaten Forschungsprojekt (vgl. dazu Ziff. 3.3.) ist Pro Velo Verantwortliche im Sinne des Datenschutzgesetzes. Bearbeitet werden die Daten von Pro Velo (Erfassung, Zuordnung) und von der ZHAW (Auswertung), von letzterer jedoch ohne E-Mail-Adresse. Die ZHAW ist vertraglich verpflichtet, die Daten nur für das Forschungsprojekt zu verwenden.

Die teilnehmenden Nutzer:innen geben ihre explizite Einwilligung in die Bearbeitung ihrer Daten für das Forschungsprojekt im Registrierungsformular. Da die Einwilligung explizit für die im Forschungsprojekt geplanten Bearbeitungen erteilt wird, sind diese datenschutzrechtlich unproblematisch, sofern im Formular zusätzlich über die konkrete Bearbeitung im Rahmen des Forschungsprojekts transparent informiert wird.

4.3 Erhebung der Standort- und Bewegungsdaten im Rahmen der Cyclomania-Challenge

4.3.1 An der Pilotstudie Uster Teilnehmende

Mit erfolgreicher Registrierung für die Pilotstudie meldet sich Max für die Challenge-Uster im Herbst 2025 an. Für den Zeitraum der Challenge schaltet er die Trackingfunktion auf der Cyclomania App ein und benutzt fleissig das Fahrrad für den täglichen Arbeitsweg.

Durch das Einschalten der Trackingfunktion auf der Cyclomania App werden die Standort- und Bewegungsdaten von Max anhand von GPS-Punkten, deren Abgleich mit Geodaten sowie daraus entstehenden Beschleunigungsmuster von Motiontag erhoben und gespeichert. Diese Daten werden gesäubert (vgl. Ziff. 3.2) und für das Forschungsprojekt an die ZHAW übermittelt.

→ Datenschutzrechtliche Einordnung für das Forschungsprojekt:

Über die Trackingfunktion und die damit erhobenen Standort- und Bewegungsdaten werden die Nutzer:innen bei der Cyclomania-Registrierung informiert. Über die Übermittlung der Daten an die ZHAW für Forschungszwecke werden die Teilnehmenden mittels Registrierungsformular informiert. Die ZHAW ist vertraglich verpflichtet, die Daten ausschliesslich für das Forschungsprojekt zu verwenden. Die Datenbearbeitung erfolgt datenschutzkonform, da sie ausschliesslich dem spezifischen Zweck dient, in den die Teilnehmenden ausdrücklich eingewilligt haben, und transparent darüber informiert wird.

4.3.2 Andere Cyclomania App Nutzer:innen

Die Standort- und Bewegungsdaten derjenigen Nutzer:innen (mit randomisierter Nutzer-ID), die an Cyclomania-Challenges im Herbst 2025 teilnehmen, nicht aber an der Pilotstudie Uster, werden ebenfalls an die ZHAW übermittelt. Für das Forschungsprojekt verwendet die ZHAW allerdings einzig die Daten der Nutzer:innen in Uster, wobei die Daten der Nutzer:innen, die nicht an der Pilotstudie teilnehmen, ohne demografischen Informationen verwendet werden.

→ Datenschutzrechtliche Einordnung für das Forschungsprojekt:

Pro Velo hat keine *explizite* Einwilligung (in einem separaten Formular) für die Weitergabe der Daten dieser Nutzer:innen. Eine Einwilligung ist dann nicht nötig, wenn die Bearbeitung an sich datenschutzkonform ist oder wenn keine Personendaten bearbeitet werden.

Bei reinen Standort- und Bewegungsdaten, die mit randomisierten Nutzer-IDs gekennzeichnet sind, handelt es sich bereits bloss in Ausnahmefällen um Personendaten – nämlich dann, wenn diese Daten an sich einer bestimmten/bestimmbaren Person zugeordnet werden können (bspw. durch sehr unübliche, wiederholte Fahrten). Bei allen

anderen Daten (Standort- und Bewegungsdaten in Verbindung mit einer Nutzer-ID) handelt es sich um pseudonymisierte Daten (die ZHAW kennt die zugehörigen Nutzer:innen nicht). Über das Zurverfügungstellen pseudonymer Standort- und Bewegungsdaten an ausgewählte Projektpartner in der Forschung informiert Pro Velo in der Datenschutzerklärung der Cyclomania App¹ und braucht folglich keine Einwilligung dieser Nutzer:innen. Überdies ist die ZHAW vertraglich verpflichtet, die Standort- und Bewegungsdaten nur im Rahmen des Projektes zu bearbeiten und insbesondere nicht an Dritte bekanntzugeben. D.h. die Daten aller Cyclomania Nutzer:innen ausserhalb von Uster werden von der ZHAW nicht weiterverwendet, während von Nutzer:innen in Uster, die nicht an der Pilotstudie teilnehmen, die reinen Standort- und Bewegungsdaten verwendet werden. Einzig die Daten der an der Studie teilnehmenden Nutzer:innen werden in Verbindung mit demografischen Angaben ausgewertet (vgl. dazu Ziff. 4.4).

Insgesamt ist diese konkrete Bearbeitung im Pilotprojekt Uster somit als datenschutzkonform zu betrachten, unter Hinweis auf die Datenschutzerklärung Cyclomania, wobei für die Ausnahmefälle, in denen die Standort- und Bewegungsdaten an sich Personendaten sind, eine zeitnahe Löschung der Daten (nach Aussortieren der Teilnehmenden-Daten) seitens ZHAW eine datenschutzfreundliche Option ist.

4.4 Auswertung der Teilnehmenden-Daten für das Forschungsprojekt

Für die Auswertung der Daten für das Forschungsprojekt «Methoden zur Messung bzw. Berechnung der Exposition von Velofahrenden» benötigt die ZHAW zusätzlich zu den Standort- und Bewegungsdaten die demografischen Angaben sowie den Velo-Typ der am Forschungsprojekt Teilnehmenden. Diese Daten liefert Pro Velo, in dem sie die Stammdaten Forschungsprojekt (vgl. Ziff. 3.3.) mit den Stammdaten Cyclomania (vgl. Ziff. 3.1.) anhand der E-Mail-Adresse zuordnen kann und dadurch die für das Forschungsprojekt benötigten Angaben zusammen mit der randomisierten Nutzer-ID der ZHAW zur Verfügung stellen kann. Durch die Nutzer-IDs erhält die ZHAW so Standort- und Bewegungsdaten in Verbindung mit den demografischen Angaben inkl. Velo-Typ, welche sie für das Forschungsprojekt weiterbearbeitet.

Die Analyse erfolgt durch Aggregierung der Daten sowie Zusammenführung mit Daten von Velozählstellen der Gemeinde. Diese Ergebnisse lassen keine Rückschlüsse auf bestimmte/bestimmbare Personen mehr zu (Strassen mit weniger als drei Durchfahrten werden nicht visualisiert), wodurch es sich nicht mehr um Personendaten handelt und sich somit weitere datenschutzrechtlichen Fragen erübrigen.

→ Datenschutzrechtliche Einordnung für das Forschungsprojekt:

In die Datenbearbeitungen haben alle betroffenen Personen (nämlich die am Forschungsprojekt Teilnehmenden) explizit eingewilligt. Entsprechend sind diese Datenbearbeitungen klar datenschutzkonform und unproblematisch.

¹ Ziffer 8.1., vorletzter Absatz: „Pro Velo behält sich das Recht vor, pseudonymisierte Daten ausgewählten Projektpartnern in der Forschung zu konkret definierten Forschungszwecken oder Zwecken, die der nachhaltigen Verkehrsplanung dienen, zur Verfügung zu stellen. Die Verwendungszwecke zielen nicht auf die Herstellung einer Verbindung zu einer konkreten Person ab.“

5. Fazit und Ausblick

Das Forschungsprojekt baut mit Cyclomania auf eine bereits datenschutzfreundlich gestaltete Infrastruktur auf und erweitert diese im gleichen Sinn. Es werden nur die für die Erbringung der Leistungen notwendigen Personendaten bearbeitet und mit dem Konzept der getrennten Datentöpfe zusätzlich sparsam bearbeitet. Mit Vertragspartnern ist jeweils die Datenverantwortlichkeit klar geregelt, es existieren vertragliche Verpflichtungen zur Datenbearbeitung selbst und die Daten werden ausschliesslich in der Schweiz und im EU-Raum bearbeitet. Zu jedem Zeitpunkt sind die Bearbeitungszwecke klar erkennbar und die betroffenen Personen werden transparent informiert.

Durch das Einholen einer Einwilligung aller Teilnehmenden am Forschungsprojekt wird ein sehr starkes Mittel eingesetzt, das keine Zweifel an der Datenschutzkonformität dieser Datenbearbeitungen lässt. Gerade im Zusammenhang mit den Hauptzielen von Cyclomania (Förderung des Velos und Motivation für das Velofahren) könnte die Verwendung für solche Forschungsprojekte sogar als ohne weiteres erkennbarer Zweck angesehen werden. Um in Zukunft auf ein separates Registrierungsformular (wie es vorliegend für das Pilotprojekt Uster verwendet wird) verzichten zu können, ist es zu empfehlen, eine *explizite* Zustimmung standardmässig in den Cyclomania-Registrierungsprozess aufzunehmen und die bereits bestehenden Regelungen in Cyclomania-Datenschutzerklärung – sofern nötig – noch zu spezifizieren.

Datenverwendung

In diesem Kapitel wird erläutert, welche Art von Daten im Forschungsprojekt verwendet wurden und auf welche Weise diese zum Einsatz kamen. Ebenfalls wird aufgezeigt, ob und in welcher Form die verwendeten Daten für Dritte beispielsweise für weitere Forschungsarbeiten zugänglich sind.

Primärdaten

- Cyclomania-Rohdaten: GPS-basierte Trajektoriendaten der Cyclomania-App, erhoben über das Trackingsystem von Motiontag. Die Datenhoheit liegt bei Cyclomania. Verwendet wurden die Rohdaten der im Untersuchungszeitraum aufgezeichneten Fahrten. Diese Daten sind aus Datenschutzgründen nicht zugänglich.
- Pilotdaten der Cyclomania-Teilnehmenden: Zusätzliche Angaben aus dem Einwilligungsformular der Pilotstudie, insbesondere zu Alter, Geschlecht und bevorzugtem Velo-Typ. Diese Daten ermöglichten die datenschutzkonforme Verknüpfung mit den Trajektorien. Diese Daten sind aus Datenschutzgründen nicht zugänglich.

Referenzdaten

- Zählstellendaten: Stündliche Velozählungen des Kantons Zürich und der Gemeinde Uster. Diese Daten wurden für den Abgleich mit den Cyclomania-Daten sowie für die Abschätzung von Abdeckungsgraden und Hochrechnungsfaktoren verwendet. Diese Daten können bei den zuständigen Behörden bezogen werden.
- Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV): Anonymisierte MZMV-Einzeldaten, die über den geregelten Datenzugang des Bundesamts für Statistik bezogen wurden. Diese Daten dienten als bevölkerungsrepräsentative Referenz, insbesondere für aggregierte Kennzahlen und Post-Stratifizierungen. Die aggregierten Mikrodaten sind öffentlich zugänglich. Rohdaten wurden beim BFS mit einem geregelten Datenzugang und einer Vertraulichkeitsvereinbarung bezogen.
- Strava Metro Daten: Aggregierte Monatsdaten von Strava Metro. Diese wurden für den Vergleich der räumlichen Netznutzung sowie als ergänzende Referenz für den Freizeit- und Sportverkehr verwendet. Der Datenbezug erfolgte durch R+R Burger und Partner AG über das Strava Metroview Dashboard und die Strava Metro Data gemäss den Strava Metro Terms of Use sowie den OpenStreetMap Foundation Services Terms of Use zur Anwendung im vorliegenden Forschungsprojekt.

Geobasis- und Hilfsdaten

- Velostrassennetz / OSRM: Für das Map-Matching der GPS-Trajektorien wurde die Open Source Routing Machine (OSRM) verwendet. Damit wurden die aufgezeichneten Fahrten auf das Velostrassennetz projiziert und segmentbasiert ausgewertet. Diese Daten sind öffentlich zugänglich.
- Gemeindeperimeter Uster: Der Gemeindeperimeter wurde zur räumlichen Abgrenzung der Pilotregion sowie zur Kategorisierung von Start- und Zielorten der Fahrten verwendet. Diese Daten sind öffentlich zugänglich.
- Kartengrundlage swisstopo: Für die Visualisierung wurde die swisstopo-Kartengrundlage über den WMTS-Dienst von geo.admin.ch verwendet. Quelle: © swisstopo / geo.admin.ch. Diese Daten sind öffentlich zugänglich.

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 17.04.2026

Grunddaten

Projekt-Nr.: MFZ_20_04E_03

Projekttitel: Messung Exposition Veloverkehr

Enddatum: 31.05.2026

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die Pilotstudie in Uster hat gezeigt, dass Cyclomania in Kombination mit Velozählstellen und dem Mikrozensus eine geeignete und technisch umsetzbare Grundlage für eine räumlich differenzierte und regelmässige Erhebung der Velo-Exposition darstellt. Die wichtigsten Befunde lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die mit der App generierten Daten bilden die Alltagsmobilität räumlich und zeitlich realitätsnah ab. Die Ganglinien der Tageswerte und die räumlichen Schwerpunkte werden nachvollziehbar erfasst.

Die Kombination mit Referenzdaten ergibt ein robustes System für Expositionsschätzungen in unterschiedlichen Kontexten. Zählstellen ermöglichen die Einordnung und Hochrechnung der beobachteten Durchfahrten, während der Mikrozensus als bevölkerungsrepräsentative Referenz für die Einordnung und Korrektur aggregierter Kennzahlen dient. Cyclomania deckt den Alltagsverkehr in der Pilotregion Uster im Monat September plausibel ab.

Die in Cyclomania beobachteten Tagesdistanzen der Teilnehmenden liegen etwas über den Werten des Mikrozensus, was plausibel mit Selbstselektion und Challenge-Effekten zusammenhängt. Ganz sicher sind Kinder und Jugendliche stark untervertreten, vermutlich auch wenig technikaffine Bevölkerungsteile. Dies schränkt die Repräsentativität ein. Um ergänzende Informationen für unterrepräsentierte Bevölkerungsgruppen zu gewinnen, wären zusätzliche Erhebungsansätze zu prüfen.

Insgesamt hinterlässt die Pilotstudie einen sehr positiven Eindruck. Die technische Infrastruktur existiert, die Teilnahmebereitschaft der Bevölkerung ist vorhanden und der Prozess der Datenauswertung funktioniert. Für einen langfristigen Praxiseinsatz braucht es nun eine tragfähige Trägerschaft, mit klaren Rollen und einer stabilen Finanzierung.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Das Forschungsprojekt hatte zwei aufeinander aufbauende Ziele: Erstens einen systematischen Methodenvergleich zur Bestimmung der Velo- und E-Bike-Exposition und zweitens die Erprobung des vielversprechendsten Ansatzes in einer Pilotstudie. Beide Ziele wurden im Wesentlichen erreicht, mit einigen Einschränkungen bei der Repräsentativität und den noch offenen Folgefragen.

Forschungsfrage 1: Methodenvergleich vollständig erreicht. Sieben Methoden wurden systematisch anhand einheitlicher Kriterien bewertet (Trajektorienqualität, Demografiedaten, Fahrtzweck, Repräsentativität, räumliche Abdeckung u. a.). Das Ergebnis ist eindeutig: Keine Methode erfüllt allein alle Anforderungen. Cyclomania wurde als bester Kandidat für die Pilotstudie identifiziert. Aufgrund der vorhandenen Infrastruktur, der grossen und alltagsorientierten Nutzerbasis und der Möglichkeit zur Mitgestaltung der Datenerhebung.

Forschungsfrage 2: Eignungsnachweise von Cyclomania überwiegend erreicht. Die Pilotstudie in Uster (September 2025) lieferte belastbare Ergebnisse: 81 auswertbare Teilnehmende, 1'902 Trajektorien. Die Kombination mit Velozählstellen und Mikrozensus funktioniert methodisch. Die räumlichen Belastungskarten sind plausibel, die Ganglinien der Tageswerte validieren sich gegenüber den Zählstellen (Korrekturfaktor 37,1), und die demografische Differenzierung nach Alter und Geschlecht sowie dem Velo-Typ wurde ermöglicht. Einschränkungen bestehen bei der Repräsentativität: Cyclomania-Teilnehmende sind veloaffiner als die Durchschnittsbevölkerung, Kinder und Jugendliche sind stark untervertreten, und der Challenge-Effekt (rund 35 % fahren während der Challenge mehr als üblich) muss bei der Interpretation berücksichtigt werden. Die Tagesdistanzen liegen mit 13,1 km deutlich über dem Mikrozensus-Referenzwert von 9,94 km.

Folgerungen und Empfehlungen:

Die Pilotstudie zeigt mehrere Ansatzpunkte für die methodische Weiterentwicklung. Ein wichtiger nächster Schritt ist die automatische Unterscheidung von Velos, langsamen E-Bikes und schnellen E-Bikes auf Basis von Beschleunigungs- und Positiondaten, damit Nutzende den Velo-Typ nicht mehr manuell pro Fahrt eingeben müssen. Auch die Bestimmung des Fahrtzwecks könnte weiter verbessert werden, etwa durch die Einbindung geokodierter Raumnutzungsdaten wie Arbeitsstätten, Schulen, Einkaufsmöglichkeiten oder Freizeitanlagen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bei der Hochrechnung der beobachteten Trips auf Expositionswerte für das gesamte Netz. Dazu wären Modelle nötig, die den Abdeckungsgrad anhand von Strassenattributen, regionaler Teilnehmereintensität und weiteren Kontextmerkmalen schätzen. Ergänzend ist zu prüfen, wie aggregierte Kennzahlen besser an die Zusammensetzung der Gesamtbevölkerung angepasst werden können, etwa auf Basis des Mikrozensus. Auch saisonale Effekte des Erhebungsmonats sollten künftig besser berücksichtigt werden.

Schliesslich stellt sich die Frage, wie Bevölkerungsgruppen, die durch Cyclomania nur unzureichend erreicht werden, besser abgedeckt werden können, insbesondere Kinder und Jugendliche. Denkbar wären hierfür ergänzende Erhebungsansätze, beispielsweise in Kooperation mit Schulen z. B. mit vereinfachten Tracking-Lösungen. Darüber hinaus wäre ein Vergleich mit der im Mikrozensus-Piloten eingesetzten Smartphone-App sinnvoll, um das Potenzial der Cyclomania-Technologie als Ergänzung zu bestehenden Erhebungen besser einordnen zu können.

Publikationen:

Der Schlussbericht kann kostenlos von <https://www.mobilityplatform.ch> in elektronischer Form als PDF heruntergeladen werden oder kostenpflichtig als physischer Bericht bestellt werden.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Thomet

Vorname: Michel

Amt, Firma, Institut: R+R Burger und Partner AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

Digital unterschrieben von Michel
Thomet
DN: cn=Michel Thomet, o=R+R
Burger und Partner AG, ou,
email=thomet@rag.ch, c=CH
Datum: 2026.04.17 11:27:09 +02'00'



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Die Begleitkommission schätzt die Ergebnisse des Forschungsprojekts als solide, praxisorientiert und methodisch gut begründet ein. Das Projekt hatte zum Ziel, mittels Pilotstudie zu untersuchen, wie die Exposition des Velo- und E-Bike-Verkehrs in der Schweiz künftig zuverlässig, räumlich differenziert und regelmässig erhoben werden kann. Beide Forschungsfragen – welche Methoden das Potenzial besitzen und ob sich Cyclomania in Kombination mit Velozählstellen und dem Mikrozensus bewährt – wurden beantwortet. Diese Ziele sind erreicht worden.

Der systematische Vergleich von sieben Methoden (Strava, bike to work, Cyclomania, Swisscom Mobility Insights, PubliBike, Mikrozensus, Velozählstellen) anhand einheitlicher Kriterien liefert eine nachvollziehbare und belastbare Grundlage für die Methodenwahl. Cyclomania überzeugte durch seine grosse und alltagsorientierte Nutzerbasis, die automatische Hintergrund Erfassung und die Möglichkeit zur aktiven Mitgestaltung der Datenerhebung. Die Pilotstudie in Uster (September 2025) lieferte mit 81 auswertbaren Teilnehmenden und 1'902 Trajektorien aussagekräftige Resultate. Die räumlichen Belastungskarten bilden die Alltagsmobilität flächig und plausibel ab. Die Ganglinien der Tageswerte von Cyclomania folgen den Velozählstellen plausibel und der globale Korrekturfaktor von 37,1 erlaubt eine Hochrechnung auf den Gesamtverkehr in Uster. Die erstmalige datenschutzkonforme Verknüpfung von Tracking-Daten mit demographischen Merkmalen (Alter und Geschlecht) sowie dem Velo-Typ wertet die Methode wesentlich auf.

Einschränkend stellt die Begleitkommission fest, dass Cyclomania-Teilnehmende strukturell veloaffiner sind als die Gesamtbevölkerung (Selektionsbias) und dass der Challenge-Effekt das Fahrverhalten moderat beeinflusst. Kinder und Jugendliche sind strukturell kaum erreichbar. Die Tagesdistanzen (13,1 km) liegen erwartungsgemäss über dem Mikrozensus-Referenzwert (9,94 km). Diese bekannten Einschränkungen sind im Bericht transparent ausgewiesen und bei der Interpretation aggregierter Kennzahlen zu berücksichtigen.

Umsetzung:

Das Projekt wurde in drei Phasen mit neun Arbeitspaketen planmässig umgesetzt. Es fanden vier Begleitkommissionssitzungen statt (November 2024, März 2025, Dezember 2025, März 2026), eine optional vorgesehene Sitzung im Sommer 2025 wurde als nicht notwendig beurteilt und entfiel. Die Kommunikation zwischen Forschungsstelle und Begleitkommission war durchgehend transparent und konstruktiv.

Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen des vorgegebenen Projektbudgets abgewickelt. Innerhalb des Rahmens gab es jedoch Verschiebungen: AP 7 Auswertung Pilot (225 Ist- vs. 180 Plan-Stunden, +41%) und AP 3 Datenkombination (102 Ist- vs. 75 Plan-Stunden, +35%) übertrafen die Planung infolge des höheren Aufwands bei Datenaufbereitung und Methodenentwicklung. Demgegenüber blieb AP 6 Pilotdurchführung (2 Ist- vs. 60 Plan-Stunden) deutlich unter Plan, da organisatorische Aufgaben im Rahmen der regulären Cyclomania-Challenge abgewickelt wurden. Diese Verschiebungen sind nachvollziehbar begründet und innerhalb des Gesamtbudgets kompensiert.

Technische Herausforderungen, wie eine Fehlfunktion der iOS-App in der Pilotphase sowie Unschärfen bei der automatischen Velo-Typ-Erkennung wurden identifiziert, analysiert und behoben, ohne die Datenqualität wesentlich zu beeinträchtigen. Das Vorgehen wurde von der Forschungsstelle offen kommuniziert und ist sachgerecht.

weitergehender Forschungsbedarf:

- Die automatische Unterscheidung von Velo, langsamem E-Bike und schnellem E-Bike auf Basis von Beschleunigungs- und Positionsdaten, damit die Nutzenden den Velo-Typ nicht mehr manuell korrigieren müssen.
- Für eine räumlich differenzierte Hochrechnung auf das Gesamtnetz sind Modelle erforderlich, die den Abdeckungsgrad anhand von Strassenattributen, regionaler Teilnehmendensität und weiteren Kontextmerkmalen schätzen. Ein globaler Korrekturfaktor reicht dafür nicht aus.
- Unterrepräsentierte Bevölkerungsgruppen, wie Kinder und Jugendliche sowie technikaverse Personen, sollten durch ergänzende Erhebungsansätze, z. B. in Kooperation mit Schulen, besser abgedeckt werden. Ebenfalls die Berücksichtigung saisonaler Effekte und jahresübergreifender Auswertungen.

Einfluss auf Normenwerk:

Es sind keine Änderungen oder Ergänzungen der einschlägigen Normen aufgrund der Forschungsergebnisse vorzunehmen. Die entwickelte Methodik kann jedoch als Grundlage für eine expositionsbezogene Einordnung der Unfalldaten im Velobereich dienen und ist in diesem Sinne für künftige normative Arbeiten relevant.

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Habegger

Vorname: Adrian

Amt, Firma, Institut: Projektleiter Mobilität, Bsc ZFH in Verkehrssysteme

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission: