

# Zusammenhang zwischen dem Bundesbeschluss über die Velowegen und der Veloinfrastruktur in einer Gemeinde

Dario De Luca

2. Juni 2023

Leitung: Prof. Dr. Martin Raubal, Prof. Dr. Lorenz Hurni

Betreuung: Dr. Christian Häberling, Nina Wiedemann

Institut für Kartografie und Geoinformation



Abbildung 1: Velo- und Wanderwege (Lenzerheide) [1]

## Abstract

Im Rahmen des Projekts «GIS & Kartografie» befasst sich dieser Bericht mit der räumlichen Analyse der schweizerischen Abstimmungsergebnisse über den Bundesbeschluss zu Velowegen sowie Fuss- und Wanderwegen. Ziel der Analyse ist es, den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Ja-Stimmen und dem Vorhandensein von Veloinfrastruktur in den Gemeinden zu untersuchen. Die Analyse basiert auf verschiedenen Datenquellen wie Abstimmungsdaten, Informationen zu Fahrradwegen und Unfallstatistiken. Die Ergebnisse werden mithilfe von Choroplethenkarten und Kreisdiagrammen visuell dargestellt, um einen umfassenden Überblick über den Zusammenhang zu geben. Die Ergebnisse zeigen, dass kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Ja-Stimmen und dem Vorhandensein von Fahrradinfrastruktur oder den Unfallraten besteht. Vielmehr haben sozioökonomische Aspekte einen Einfluss auf die Abstimmungsresultate

## Einleitung

Im Rahmen der Lehrveranstaltung Projekt GIS & Kartografie befasst sich dieser Bericht mit der räumlichen Analyse schweizerischer Abstimmungsergebnissen. Konkret wird der Bundesbeschluss über die Velowegen sowie die Fuss- und Wanderwege genauer analysiert. Dieser wurde vom Volk mit 73,6 % und allen Ständen angenommen. Der Bundesbeschluss über Velowegen ermöglicht es dem Bund, die Arbeit der Kantone und Gemeinden auf bewährte Weise zu

unterstützen, um sichere und attraktive Velowegen zu schaffen.

Das Thema ist von grosser Bedeutung, da Velowegen eine Lösung zur Bewältigung der Mobilität bieten. Fast 80 % aller Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln und jede zweite Autofahrt in der Schweiz sind kürzer als fünf Kilometer. Ein gut ausgebautes Velowegnetz macht das Fahrradfahren für kurze Strecken attraktiver. Angesichts des wachsenden Mobilitätsbedarfs in der Schweiz ist es sinnvoll, das Potenzial des Fahrradverkehrs besser zu

nutzen [2].

Die Zahl der getöteten und verletzten Fahrradfahrerinnen und Fahrradfahrer ist in den letzten Jahren gestiegen. Mit durchgängigen Velowegen können Auto-, Fahrrad- und Fußgängerverkehr besser voneinander getrennt werden, was die Verkehrssicherheit erhöht.

Des Weiteren tragen Velowegen zur Schonung der Umwelt bei, da Fahrradfahrer den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen senken und weder Lärm noch Abgase verursachen.

### Fragestellungen

Die Analyse soll folgende Frage beantworten:

- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Anzahl Ja-Stimmen und den Velowegen in der Gemeinde?

Zusätzlich wird folgende Hypothese aufgestellt:

- In Gemeinden mit einer höheren Anzahl Velounfällen ist der Anteil der Ja-Stimmen höher als in Gemeinden mit weniger oder keinen Velounfällen.

Um diese Hypothese zu testen, werden die Daten pro Gemeinde analysiert sowie getestet, ob eine Korrelation zwischen Ja-Stimmen und Velounfällen besteht.

### Kartografische Zielsetzungen

Die kartografische Visualisierung zielt darauf ab, die Ergebnisse der Abstimmung im Zusammenhang mit der Veloinfrastruktur, also die Anzahl der Ja-Stimmen auf Gemeindeebene, sowie eine sogenannte «Velogütekasse» zu veranschaulichen. Dies wird mittels einer Choroplethenkarte erreicht. Zusätzlich wird die Anzahl der Velounfälle pro 100'000 Einwohner für jeden Kanton mittels Kreisdiagrammen dargestellt, um eine Vergleichbarkeit der Velounfallraten zwischen den Kantonen zu ermöglichen. Somit liefert die Visualisierungsstrategie einerseits einen detaillierten geografischen Überblick über das Abstimmungsergebnis und andererseits einen kantonalen Vergleich der Fahrradunfallraten.

## Methoden

### Datengrundlage

Die vorliegende Analyse stützt sich auf mehrere Datenquellen. Die Abstimmungsdaten stammen vom Bundesamt für Statistik (BFS) [3] und mussten für die spätere Verwendung bereinigt werden. Des Weiteren wurden sie mit den Geometrien der Gemeinden verbunden. Die Gemeindegeometrien wurden von

Swisstopo bezogen [4]. Ferner wurden Informationen zu Velowegen sowohl vom ASTRA [5] als auch von OpenStreetMap (OSM) [6] gesammelt. Während die ASTRA-Daten primär Velorouten in Form von LineStrings darstellen, liefert OSM zusätzlich Informationen zu einzelnen Velowegen, ebenfalls in Form von LineStrings. Die Daten beider Quellen wurden durch einen Full-Outer-Join miteinander verknüpft. Zur Erfassung von Unfallstatistiken wurde ebenfalls auf Daten des ASTRA zurückgegriffen. Diese enthalten Informationen zu allen Verkehrsunfällen, aus denen speziell die Daten zu Velounfällen extrahiert und für die vorliegende Analyse verwendet wurden.

### Methodisches Vorgehen bei der Datenanalyse

Zur Datenanalyse und Präsentation wurden sowohl Python als auch QGIS verwendet. Das Vorgehen umfasste mehrere Schritte, beginnend mit der Kombination der Abstimmungsergebnisse mit den Gemeindegeometrien und der Einbeziehung zusätzlicher Bevölkerungsdaten.

Als Nächstes wurden Velodaten aus OpenStreetMap (OSM) und vom Bundesamt für Straßen (ASTRA) verwendet, um ein detailliertes Bild der vorhandenen Velowegen zu erhalten. Darauf folgten die Auswahl und Filterung der Unfalldaten, wobei nur die für die Analyse relevanten Daten ausgewählt wurden.

In der darauffolgenden Phase der Datenbereinigung und -analyse wurden die Unfälle in den Gemeinden gezählt und die Velowegen sowie die gesamte Strasseninfrastruktur für jede Gemeinde quantifiziert, gemessen an der Gesamtlänge der Wege. Dieser Rechenschritt erforderte erhebliche Rechenleistung und beanspruchte eine umfangreiche Bearbeitungszeit.

Zur Bewertung der Gemeinden wurde ein Entscheidungsbaum angewendet, der zwei Kriterien berücksichtigt: Erstens, ob die Gemeinde eine überdurchschnittliche Anzahl an Velowegen hat. Dieser Wert wird anhand des Durchschnittes der Gewinnergemeinden des Prixvelo ermittelt (Schnitt aller Velowegen der jeweiligen Gewinnergemeinden). Zweitens, ob die Gemeinde eine Zustimmungsrate von mehr oder weniger als der Eidgenössische Durchschnitt von 73 % bei der Abstimmung hatte.

Der Entscheidungsbaum führte zu diskreten Werten, die dann zur Bewertung der Gemeinden verwendet wurden. Durch diese umfassende Methode konnten die Zusammenhänge zwischen Unfällen und Zustimmungsquoten untersucht und Gemeinden mit überdurchschnittlicher Veloinfrastruktur und Zustimmungsrate identifiziert werden.

## Kartografische Methoden

Um die analysierten Daten auf einer statischen thematischen Karte darzustellen, wurde das Vorgehen wie folgt gewählt:

1. Massstab 1:1 Million auf A3: Um eine angemessene Grösse und Lesbarkeit der Karte zu gewährleisten, wurde ein Massstab von 1:1 Million auf A3 gewählt. Die Karte ist als Inselkarte im Querformat konzipiert.
2. Stark vereinfachte Basiskarte: Um die Übersichtlichkeit zu verbessern und sich auf die relevanten Informationen zu konzentrieren, wird die Basiskarte auf das Wesentliche reduziert. Dabei werden nur die Geometrien der Gemeinden und Seen berücksichtigt.
3. Choroplethenkarte mit vier kategorischen Werten: Die Abstimmungsdaten und die Anzahl der Velowegen pro Gemeinde werden auf einer Choroplethenkarte dargestellt. Hierbei werden kategoriale Werte verwendet, um den Zusammenhang zwischen den Abstimmungsdaten und den Velowegen pro Gemeinde visuell darzustellen. Die Farbwahl erfolgt mithilfe des Online-Tools ColorBrewer, das die Generierung von Farbschemata für Karten ermöglicht. Ein Vorteil dieses Tools besteht darin, dass der Nutzer Farbschemata generieren lassen kann, die «colorblind safe» und «printer friendly» sind. Siehe Abbildung Karte.
4. Kreisdiagramm mit Velounfällen pro 100.000 Einwohner je Kanton: Zur Darstellung der Velounfallraten wird für jeden Kanton ein Kreisdiagramm verwendet. Dabei werden proportional skalierende Symbole verwendet, um die Mengen darzustellen. Die Methode «Natural Breaks» (Jenks) wird angewendet, um die vorhandenen Daten in sinnvolle Klassen einzuteilen, die direkt als Klassengrenzen für die Darstellung verwendet werden können.
5. Legende: Die Legende wird speziell gestaltet, da für die Beschriftung der kategorischen Werte ein Baumdiagramm in der Legende verwendet wird. Die Kreisdiagramme werden in der Legende mithilfe der «stetigen Mengendarstellung» dargestellt.

Durch die gewählte Kombination aus Choroplethenkarte und Kreisdiagrammen können die Ergebnisse der Analyse übersichtlich und anschaulich auf einer statischen thematischen Karte präsentiert werden.

## Resultate

### Resultat der Datenanalyse

Zur Darstellung von numerischen Zusammenhängen wurde die Pearson-Korrelation (siehe Gleichung 1) als Analyseverfahren gewählt. Die Formel zur Berechnung wird in der Datei "corr.py" implementiert, und die Ergebnisse werden in einem Korrelationsplot visualisiert.

$$\rho = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Die durchgeführte Datenanalyse liefert folgende Erkenntnisse:

- o Es wurde der Zusammenhang zwischen Velowegen und Abstimmungsresultaten untersucht (siehe Abbildung 2). Die statistische Auswertung ergab, dass **kein Zusammenhang** zwischen den Ja-Stimmen-Anteilen und den Velowegen vorliegt. Der berechnete Korrelationskoeffizient beträgt lediglich 0.062 (Ein  $\rho$  von +1 bzw. -1 bedeutet eine vollständig positive bzw. negative Korrelation, 0 steht für keine Korrelation).
- o Ebenso wurde der Zusammenhang zwischen Unfällen und Abstimmungsresultaten analysiert (siehe Abbildung 3). Die statistische Auswertung zeigt ebenfalls **keinen Zusammenhang**. In der Tat beträgt der Korrelationskoeffizient -0.12, hier könnte sogar argumentiert werden, dass eine negative Korrelation vorliegt (Der Wert von |-0.12| ist jedoch ebenfalls viel zu gering, sodass eine Korrelation bestünde).

### Resultat der kartografischen Visualisierung

Die kartografische Darstellung der Ergebnisse erscheint ein wenig klarer, der Leser wird auf den ersten Blick mit einer klaren Datendarstellung (und Auswertung) konfrontiert. Die Karte ist in Abbildung 4 abgebildet.

Zur Wertermittlung wurde der Entscheidungsbaum – wie in Kapitel 2 bereits erwähnt – verwendet. Ergänzend zu den kategorischen Werten zu den Abstimmungsdaten und den Velowegen wird die Anzahl Velounfälle pro 100'000 Personen dargestellt. Die genauen Unfalldaten können in Tabelle 1 abgelesen werden.

Bei der Analyse der Werte aus dem Entscheidungsbaum fällt auf, dass diese teilweise eine willkürliche Verteilung aufweisen. Auffallend ist jedoch, dass in der Romandie und im Tessin ein überdurchschnittlich hoher Anteil von Ja-Stimmen verzeichnet wurde. Im

Gegensatz dazu war die Zustimmung in den Voralpen eher unterdurchschnittlich.

## Diskussion

### Frage 1

**«Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Anzahl Ja-Stimmen und den Velowegen in der Gemeinde?»**

Der in der Datenanalyse berechnete Korrelationskoeffizient zeigt eindeutig, dass aus statistischer Sicht kein Zusammenhang zwischen den Abstimmungsergebnissen und der Anzahl Velowegen besteht. Vielmehr spielen bei den Abstimmungsergebnissen sozioökonomische, demografische und politische Aspekte eine Rolle. In der Karte ist einerseits klar der «Röstigraben» zu erkennen. Die Welschen stimmten der Vorlage also überdurchschnittlich zu. Des Weiteren sind die Ja-Stimmenanteile auch im Tessin, im Bünderland und entlang des Bodensees überdurchschnittlich. Diese Gebiete sind allesamt Tourismusgebiete. Aus den Resultaten lässt sich demnach möglicherweise auch schliessen, dass der wirtschaftliche Aspekt des Tourismus einen grösseren Einfluss auf das Abstimmungsresultat hatte als die vorhandenen Velowege. Ferner stimmten auch die Städte der Vorlage überdurchschnittlich zu. Dies war teilweise zu erwarten, da von der städtischen Bevölkerung oft die Forderung nach besser ausgebauten Velowegen zu hören ist.

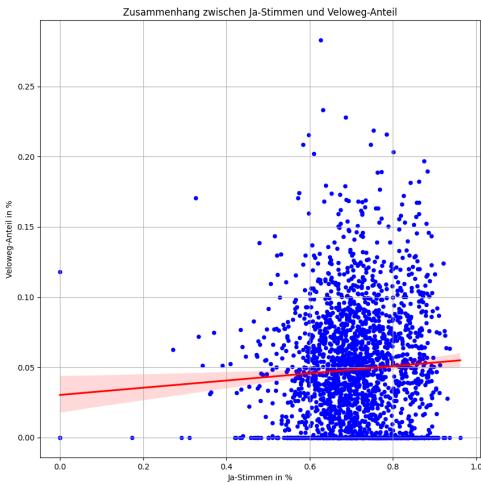


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Ja-Stimmen und Veloweg-Anteil

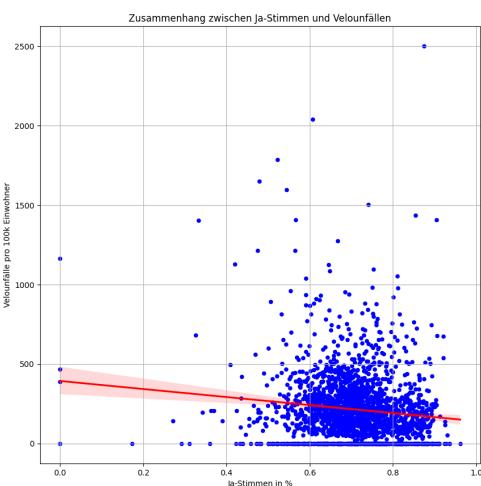


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Ja-Stimmen und Velounfällen

### Frage 2

**«In Gemeinden mit einer höheren Anzahl Velounfällen ist der Anteil der Ja-Stimmen höher als in Gemeinden mit weniger oder keinen Velounfällen»**

Auch diese Frage lässt sich aus statistischer Sicht mit Nein beantworten, da keine Korrelation zwischen den Abstimmungsresultaten und den Velounfällen besteht. Unter Berücksichtigung weiterer relevanter Faktoren sowie einer präziseren und umfangreichereren Datenanalyse besteht die Möglichkeit, dass sich diese Hypothese unter bestimmten Bedingungen als plausibel erweisen könnte.

## Einschränkungen

Die Datenanalyse hat gezeigt, dass statistisch kein Zusammenhang zwischen den Abstimmungsresultaten und den Velowegen und Unfällen hergestellt werden kann. Gerade bei den Daten der Velowege muss beachtet werden, dass es sich um Open-Source-Daten handelt [6]. Diese Daten können unter Umständen mit Fehlern behaftet und nicht vollständig sein.

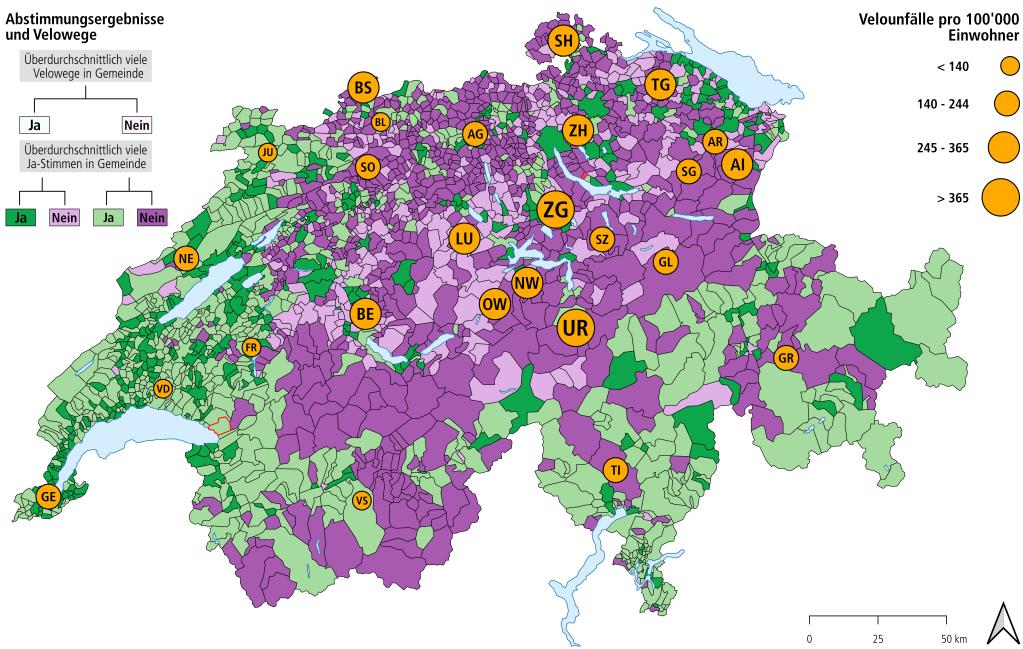


Abbildung 4: Finale Karte

## Beurteilung der kartografischen Visualisierung

Die kartografische Darstellung ist gelungen und vermittelt alle relevanten Informationen, um den Zusammenhang zwischen den Abstimmungsergebnissen und der Veloweg-Infrastruktur auf Gemeindeebene zu verstehen.

Insgesamt bietet die gewählte kartografische Darstellung eine solide Grundlage zur Interpretation der Ergebnisse. Sie ermöglicht es, dem Leser persönliche Schlussfolgerungen über die Resultate zu ziehen.

## Fazit

In dieser Arbeit wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Ja-Stimmen und dem der Anzahl Velowegen in einer Gemeinde besteht. Die Ergebnisse der Datenanalyse zeigen, dass statistisch gesehen kein solcher Zusammenhang besteht. Sozioökonomische Faktoren und Tourismus scheinen eine grössere Rolle bei den Abstimmungsergebnissen zu spielen. Die kartografische Darstellung der Ergebnisse liefert eine klare Übersicht über das Abstimmungsergebnis und die Velounfälle. Es wurden zusätzlich Einschränkungen hinsichtlich der Datenqualität, insbesondere der Open-Source-Daten zu Velowegen, infrage gestellt.

Im grösseren Kontext betrachtet liefern die Ergebnisse Erkenntnisse darüber, dass der Zusammenhang zwischen Abstimmungsergebnissen und der Veloinfrastruktur komplexer ist als angenommen.

Soziologische und wirtschaftliche Faktoren können eine bemerkenswerte Rolle bei der Entscheidungsfindung der Bevölkerung spielen. Es besteht weiterhin die Frage, welche anderen Faktoren den Ausbau von Velowegen und die Zustimmung der Bevölkerung beeinflussen könnten. Zukünftige Untersuchungen könnten diese offenen Fragen angehen, indem sie zusätzliche demografische, wirtschaftliche und soziale Variablen in die Analyse einbeziehen. Darüber hinaus könnte eine umfassendere Datenerfassung und Qualitätskontrolle der Velodaten durchgeführt werden, um eine genauere Analyse zu ermöglichen.

Tabelle 1: Velounfälle pro 100'000 Personen je Kanton

Kanton	Kürzel	Unfälle
Aargau	AG	211
Appenzell Ausserrhoden	AR	202
Appenzell Innerrhoden	AI	365
Basel-Landschaft	BL	131
Basel-Stadt	BS	286
Bern	BE	290
Fribourg	FR	140
Genève	GE	239
Glarus	GL	244
Graubünden	GR	189
Jura	JU	123
Luzern	LU	274
Neuchâtel	NE	179
Nidwalden	NW	329
Obwalden	OW	255
Schaffhausen	SG	260
Schwyz	SZ	210
Solothurn	SO	226
St. Gallen	SG	240
Tessin	TI	178
Thurgau	TG	282
Uri	UR	487
Valais	VS	130
Vaud	VD	137
Zug	ZG	426
Zürich	ZH	302

## Literaturverzeichnis

- [1] H. Keller, “Velowege.” [https://unsplash.com/photos/hwTZ7\\_NUSZ8?utm\\_source=unsplash&utm\\_medium=referral&utm\\_content=creditShareLink](https://unsplash.com/photos/hwTZ7_NUSZ8?utm_source=unsplash&utm_medium=referral&utm_content=creditShareLink).
- [2] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr (UVEK), “Bundesbeschluss über die Velowege Sowie Die fuss- und Wanderwege.” <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/abstimmungen/velovorlage>.
- [3] Bundesamt für Statistik (BFS), “Bundesamt für Statistik.” <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home.html>.
- [4] Federal Office of Topography (swisstopo), “Swisstopo.” <https://www.swisstopo.admin.ch/>.
- [5] Bundesamt für Strassen, “Bundesamt für Strassen (ASTRA).” <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home.html>.
- [6] OpenStreetMap contributors, “Planet dump retrieved from <https://planet.osm.org>.” <https://www.openstreetmap.org>, 2023.