



zh  
aw

Life Sciences und  
Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und  
Natürliche Ressourcen

# Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UNESCO Biosphäre Entlebuch während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023 als Bestandteil der Wertschöpfungsstudie

# Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UNESCO Biosphäre Entlebuch während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023 als Bestandteil der Wertschöpfungsstudie

August 2023

**Bild Titelseite: Wandererin vor einem automatischen Zählgerät in der Biosphäre Entlebuch.  
Quelle: Lena Meyer, UNESCO Biosphäre Entlebuch**

**Auftraggeber**  
UNESCO Biosphäre Entlebuch  
Florian Knaus  
Biosphärenzentrum  
Chlosterbüel 28  
6170 Schüpfheim

**Auftragnehmer:**  
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR), Forschungsgruppe Umweltplanung

**Autoren**  
Adrian Hochreutener, Reto Rupf, Martin Wyttenbach

Copyright © 2023



**innovation  
tourismus**

## Abkürzungen und Glossar

Automatische Zählgeräte	Geräte zur Erfassung von Passagen direkt vor Ort, meist an einer Wegstelle. Dabei stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung; sie sind aber alle letztlich «Bewegungsmelder», welche zum Teil zwischen Personen zu Fuss und Fahrrädern unterscheiden können. In dieser Studie wurden Zählgeräte der Firma «Eco-Counter» verwendet.
Besucher:innen	Anzahl Menschen, welche die Region als Tourist:innen bereisen, resp. nicht dort wohnhaft sind. In der Literatur wird auch der Begriff «Gäste» verwendet.
Besuchstage	Anzahl Tage, welche gesamthaft durch Besucher:innen / Gäste besucht werden. Bsp: eine Besucherin bleibt für zwei Tage in der Region. Das entspricht zwei Besuchstagen. Teilweise wird in der Literatur auch der Begriff «Gästefrequenz» verwendet.
Hotellerie	Gesamtheit der Hotels; bietet neben Beherbergung auch weitere Dienstleistungen für Gäste an wie Rezeption, Gastronomie usw.
Parahotellerie	Campingplätze, Gruppenhäuser wie Berg- und Schutzhäuser, Airbnb, Ferienhäuser usw.
Passagen	Anzahl von Bewegungen an einer automatischen Zählstelle, auf einem Wegabschnitt usw.
Sommersaison	In der Biosphäre Entlebuch Zeitraum zwischen dem 20. Juni - 31. Oktober. Im Sommer 2022 waren dies 133 Tage.
Strava	Plattform und App zur Aufzeichnung von sportlichen Aktivitäten, wie Laufen / Jogging, Mountainbiking usw. Die aufgezeichneten Daten werden aggregiert und stehen Planer:innen flächendeckend für alle Wege, welche auf der OpenStreet-Map erfasst sind, zur Verfügung. Dabei können sowohl die Anzahl Besucher:innen als auch die Anzahl aufgezeichneter Aktivitäten bezogen werden.
Swisscom	Grösstes Telekommunikationsunternehmen der Schweiz. Swisscom verfügt über verschiedene anonymisierte Angaben zu den Bewegungsmustern von Personen, welche in ihrem Netz ein Mobiltelefon bei sich trugen und stellt diese für die vorliegende Studie im Rahmen eines Forschungsaustausches zur Verfügung.
UBE	UNESCO Biosphäre Entlebuch (Perimeter siehe Abbildung 1)
Übernachtungsgäste	Anteil Besucher:innen in der UBE, welche in den Betrieben der Hotellerie oder Parahotellerie übernachten.
Wintersaison	In der Biosphäre Entlebuch Zeitraum zwischen dem 24. Dezember. - 31. März. Im Winter 2022/2023 waren dies 97 Tage.

## Zusammenfassung

Das UNESCO Biosphärenreservat Entlebuch (UBE) im Kanton Luzern umfasst knapp 400 km<sup>2</sup> und ist als Regionaler Naturpark ausgezeichnet. In diesen Parks sollen die regionale Wirtschaft inklusive des naturnahen Tourismus ausgebaut und gleichzeitig die wertvollen Naturwerte geschont und gefördert werden. Für die Wertschöpfung in der UBE ist der Tourismus bedeutend, doch präzise und aktuelle Daten hierzu fehlen. Das Ziel dieser Untersuchung ist es, die Anzahl Besucher:innen in der UBE während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023 zu berechnen. Diese Anzahl dient als Grundlage zur Ermittlung der touristischen Wertschöpfung.

Für die Berechnung der Gesamtbesuchszahl innerhalb der UBE werden verschiedene Datenquellen verwendet und zum Teil zusammengeführt: 1) punktuelle Daten von automatischen Zählstellen 2) flächendeckende Mobilitätsdaten der App Strava 3) und des Mobilfunkanbieters Swisscom, 4) Gästezahlen der Bergbahnen Sörenberg und Marbachegg sowie 5) Übernachtungszahlen aus den Gemeinden. 6) Weiter werden einzelne Elemente der aktuellen Gästebefragung einbezogen, was unter anderem die Hochrechnung der Anzahl Besucher:innen auf die Anzahl Besuchstage ermöglicht. Dieser Methoden-Mix ergibt eine möglichst aussagekräftige Schätzung der Gesamtbesuchszahl.

Die berechnete Anzahl Besucher:innen in der UBE geht je nach Methode weit auseinander, was sich zum Teil durch kurze (respektive unvollständige) Datenreihen und unterschiedliche räumliche und zeitliche Auflösung erklären lässt. Diese Unterschiede führen zu Unsicherheiten in der Extrapolation auf die gesamte Saisonlänge. Nachfolgende Angaben basieren auf den, gemäss unseren Berechnungen, besten Schätzungen.

Während der **Sommersaison 2022** erwies sich die Kombination der punktuellen Daten von den automatischen Zählstellen mit Daten der Bergbahnen und den flächendeckenden Daten von Strava als die beste Methode. Gemäss diesen Berechnungen bereisten die UBE in der Sommersaison 2022 etwa **365'000 Besucher:innen**. Viele Besucher:innen wurden im Gebiet Sörenberg erfasst: die Bergbahnen allein erfassten fast 90'000 Besucher:innen. An den untersuchten Wanderwegen ausserhalb Sörenberg wurden etwa 50'000 Passagen erfasst. Somit entfallen auf das restliche Gebiet der UBE etwa 225'000 Besucher:innen. Gemäss der aktuellen Gästebefragung übernachteten im Sommer 42 % der Besucher:innen im Gebiet (Hotellerie und Parahotellerie). Sie blieben im Durchschnitt für 5 Nächte. Dies entspricht etwa 211'000 Tagesgästen und 153'000 Übernachtungsgästen, was ein Total von **978'000 Besuchstagen** ergibt.

Während der **Wintersaison 2022/2023** führte die Verwendung der flächendeckenden Swisscom-Daten in Kombination mit den Daten der Bergbahnen Sörenberg zu den besten Resultaten. Demnach waren in der Wintersaison 2022/2023 etwa **263'000 Besucher:innen** in der UBE unterwegs. Auch hier war das Gebiet Sörenberg wichtig: die Bergbahnen erfassten 190'000 Besucher:innen. Im Winter übernachteten 65 % aller Besucher:innen und blieben im Durchschnitt für 6 Tage. Dies entspricht etwa 92'000 Tagesgäste und 170'000 Übernachtungsgäste, was etwa **1'118'000 Besuchstage** ausmacht.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen und Glossar</b> .....	<b>I</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>II</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ausgangslage und Untersuchungsgebiet	4
1.2 Ziele	6
1.3 Grundlagen	6
<b>2 Methoden</b> .....	<b>7</b>
2.1 Erhebungszeitraum und Perimeter	7
2.2 Methoden-Mix zur Berechnung des Besuchstotals	7
<b>3 Resultate Sommersaison 2022</b> .....	<b>10</b>
3.1 Kennzahlen und Datengrundlage	10
3.2 Besuchstotal: Zählstellen, Strava und Bergbahnen	14
<b>4 Resultate Wintersaison 2022/2023</b> .....	<b>17</b>
4.1 Kennzahlen und Datengrundlage	17
4.2 Besuchstotal: Swisscom und Bergbahnen	21
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>22</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>24</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>25</b>
<b>Quellenverzeichnis</b> .....	<b>26</b>
<b>Anhang27</b>	
I Datenquellen	28
Automatische Zählgeräte	28
Mobilfunkdaten Swisscom	30
Mobilitätsdaten Strava	30
Bergbahnen Sörenberg	30
Übernachtungszahlen Gemeinden	30
Gästabefragung	31
II Datenauswertung	32
Aufbereitung der Zählzeiten	32
Berechnung der Anzahl Besucher:innen und der Besuchstage	34
III Weitere Berechnungsmethoden Sommer	43
Swisscom und Bergbahnen	43
Zählstellen und Gästabefragung	44
Übernachtungsgäste und Gästabefragung	44
IV Weitere Berechnungsmethoden Winter	45
Zählstellen und Gästabefragung	45
Übernachtungsgäste und Gästabefragung	45
V Referenzzählungen	46

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Untersuchungsgebiet

Seit 2001 bilden die sieben Entlebucher Gemeinden das von der UNESCO aufgenommene Biosphärenreservat Entlebuch (UBE; Abbildung 1), welches 2008 auch als Regionaler Naturpark von nationaler Bedeutung anerkannt wurde. Diese Modellregion für eine nachhaltige Entwicklung umfasst knapp 400 km<sup>2</sup>, welche in eine Kernzone mit Naturvorrang (8 %), eine Pflegezone (42 %) und eine Entwicklungszone (50 %) eingeteilt sind. Tourismus und Outdoorsport sind in ländlichen und peripheren Gebieten im Hinblick auf die Wertschöpfung und Regionalentwicklung wichtig (Brändle Schlegel, Caprese, & Roggo, 2011). In regionalen Naturparks soll die nachhaltige Regionalwirtschaft gestärkt werden, vor allem durch die Vermarktung der Waren und Dienstleistungen der Region (NHG, Art. 23g/b). Der naturnahe Tourismus mit natur- und klimaverträglichen Angeboten hat im Entlebuch bereits seit 20 Jahren grosse Bedeutung und wird durch das Management der UBE gefördert (Entlebuch, o. J.). Auch die Standortgemeinden vermarkten diverse Angebote für den Sommer und den Winter («Tourismus Gemeinde Entlebuch», o. J.).

Im Kanton Luzern hat der Tourismus eine grosse Bedeutung, denn fast jeder achte Arbeitsplatz hängt von ihm ab (Grass & Studer, 2021). Für den gesamten Kanton wurde berechnet, dass der Tourismus im Jahr 2019 1'037 Mio. CHF direkte Bruttowertschöpfung generierte und damit ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, welcher weiterentwickelt werden soll: der Tourismus soll resilienter, nachhaltiger und innovativer werden. Dazu ist die kantonale Wertschöpfungsstudie von Grass und Studer (2021) eine wichtige Grundlage, welche aber vor allem auf die Stadt Luzern fokussiert.

Wie im gesamten Kanton ist die touristische Wertschöpfung auch in der UBE von grosser Bedeutung. Zur Messung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Sommertourismus auf die Region hat das Management der UBE bereits 2011 eine Untersuchung durchgeführt (Knaus, 2012). Dabei wurden gut 1'800 Personen zu ihrem Aufenthalt in der UBE befragt. Mit den Angaben aus der Befragung und Hinweisen aus der Fachliteratur wurde die Gesamtbesuchszahl berechnet. Diese Zahl wurde dann wiederum verwendet, um mit den Angaben aus der Befragung die Wertschöpfung abzuschätzen. Die Studie kam zum Schluss, dass total 280'000 Besucher:innen in der Sommersaison 2011 die UBE besuchten, was etwa 600'000 Besuchstagen entspräche. Die gesamte Wertschöpfung inkl. Vorleistungen wurde auf 31.3 Mio CHF berechnet. Gleichzeitig wurde aber auch eingewendet, dass die ermittelten Zahlen mit einigen Unsicherheiten behaftet seien, da einige Berechnungen auf Annahmen beruhen würden; die Resultate seien eine bestmögliche Schätzung.

Die ökonomische Bedeutung der UBE wurde in den Jahren 2022/23 mit einer zweiten Wertschöpfungsstudie (Knaus, 2023) errechnet. Der hier vorliegende Bericht ist eine Grundlage für die Wertschöpfungsstudie, welche Angaben zu der Anzahl Besucher:innen bereitstellt. In der Wertschöpfungsstudie wurde neben einer aktuellen Sommersaison auch ein erstes Mal die Wintersaison untersucht. Die Studie beruht auf einer Befragung, die an 30 Tagen in der Hochsaison im Sommer 2022 und im Winter 2022/2023 durchgeführt wurde. Mittels der Befragung wurde der Aufenthalt charakterisiert, d.h. es wurde untersucht, wie die Personen anreisten, wie lange sie in der Region blieben, welche Aktivitäten sie ausführten und wie viel Geld sie bei ihrem Aufenthalt ausgaben. Diese Befragung konnte allerdings nicht erfassen, wie viele Personen insgesamt die UBE besucht haben. Für die Hochrechnung der Umfrageresultate auf die gesamte touristische Nutzung in der UBE während der Sommer- und Wintersaison wurde die Befragung mit einer Abschätzung der Anzahl Besucher:innen gekoppelt, welche, anders als in der Studie 2012, auf effektiv gemessenen Passagen auf Wanderwegen und zum Teil flächendeckend vorhandenen Daten von Drittanbietern (Strava, Bergbahnen, Swisscom, Übernachtungszahlen Gemeinden) beruht. Der Mehrwert dieses Methoden-Mix liegt darin, dass Unsicherheiten verkleinert und Fehlerbereiche angegeben werden können. Damit wird die Aussagekraft der effektiv berechneten Besuchszahlen für die Sommersaison und die Wintersaison gesteigert und die Abschätzung der touristischen Wertschöpfung belastbarer. In diesem Dokument wird erklärt, wie die Besuchszahlen berechnet wurden und abgeschätzt, wie viele Besucher:innen während der Sommersaison 2022 und Wintersaison 2022/23 in der UBE waren.



## 1.2 Ziele

Mit der vorliegenden Untersuchung werden folgende Ziele erreicht:

1. Die **Freizeitnutzung auf ausgewählten Wegen im Sommer und im Winter** ist durch automatische Zählgeräte erfasst und beschrieben.
2. Ein **Modell zur Abschätzung der touristischen Nutzung des gesamten Perimeters** der Biosphäre Entlebuch ist erstellt.
  - a. Insbesondere fließen in die Berechnung der Anzahl Besucher:innen unterschiedliche Datenquellen mit ein, was eine Abschätzung von Fehlerbereichen erlaubt.
  - b. Die Gesamtbesuchszahl wird für folgende Zeiträume separat ausgewiesen:
    - i. Sommersaison: 20. Juni 2022 - 31. Oktober 2022
    - ii. Wintersaison: 24. Dezember 2022 - 31. März 2023
3. Die **Erkenntnisse** zu der touristischen Nutzung sind in die Wertschöpfungsstudie integriert.

## 1.3 Grundlagen

Dieses Dokument stützt sich auf folgende Grundlagen:

- Gästeanzahl Bergbahnen Sörenberg pro Tag für die Sommersaison 2022 und die Wintersaison 2022/2023
- Gästeanzahl Sportbahnen Marbachegg insgesamt für die Sommersaison 2022 und die Wintersaison 2022/2023
- Anzahl Übernachtungsgäste (ausschliesslich Hotellerie) und Besuchstage pro Monat in der UBE für die Sommersaison 2022 und die Wintersaison 2022/2023
- Resultate aus der Gästebefragung 2022/2023:
  - o Anteil Übernachtungsgäste in der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023
  - o Anteil Personen, welche in der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023 auf Strecken mit automatischen Zählgeräten unterwegs waren
- Daten von Swisscom für die zweite Julihälfte 2022 und Februar 2023 für die UBE und das Gebiet Sörenberg:
  - o Total Einzelpersonen pro Kachel (100 m\*100 m) mit automatischem Zählgerät pro Tag
  - o Total Einzelpersonen, aufgeteilt nach Schweizer Pendler:innen, lokalen Personen, Schweizer Tourist:innen, ausländischen Pendlern:innen, ausländischen Tourist:innen, pro Tag
  - o Total Tourist:innen, die übernachtet haben, inkl. Wohnorte (Kantone, Gemeinden, Länder), aufgeteilt nach Schweizer Tourist:innen und ausländischen Tourist:innen, pro Tag
  - o Verteilung nach Geschlecht und Alter (4 Gruppen), pro Tag
- Daten von Strava für die Sommersaison 2022:
  - o Anzahl Passagen (Fuss / Fahrrad) pro Tag und Monat auf allen OSM-Wegabschnitten in der UBE
  - o Anzahl Aktivitäten und Personen inkl. Demografie für die gesamte UBE, unterteilt nach Monat
- Wertschöpfungsstudie 2012 und Daten (z. B. Fragebogen) der aktuellen Wertschöpfungsstudie (Knaus, F. (2023). Die Gäste der UNESCO Biosphäre Entlebuch und ihre ökonomischen Effekte. Projektbericht. ETH Zürich, Zürich und Biosphärenmanagement, Schüpfheim. 46p.)
- Verschiedene Telefonate und Treffen von Reto Rupf und Adrian Hochreutener (UPLA/ZHAW) mit Florian Knaus (UBE)
- Projektskizze vom 24. Juli 2022
- Schriftlicher und mündlicher Austausch zwischen Adrian Hochreutener und Carlos Sanchez (Strava)
- Schriftlicher und mündlicher Austausch zwischen Adrian Hochreutener, Martin Wyttenbach, Florian Knaus und Silvan Pachlatko (Swisscom)

## 2 Methoden

### 2.1 Erhebungszeitraum und Perimeter

Für die Berechnung der touristischen Wertschöpfung wurden die Sommersaison 2022 (20. Juni - 31. Oktober) und die Wintersaison 2022/2023 (24. Dezember - 31. März) separat betrachtet. Als Grundlage diente ein Methoden-Mix (siehe Kapitel 2.2), wobei nicht alle Datenquellen über den gesamten Zeitraum zur Verfügung standen. Lücken der einzelnen Quellen wurden, wo möglich, inter- und extrapoliert (siehe dazu Anhang, Seite 28 ff.).

Die Anzahl Besucher:innen und die Anzahl Besuchstage werden zum einen für den gesamten Perimeter der UBE (Abbildung 1) angegeben, zum anderen, je nach Methode, auch für einzelne untersuchte Standorte (Anzahl Passagen an den Standorten der automatischen Zählstellen; Standorte siehe Anhang, Seite 28). Diese Studie basiert auf punktuellen Messungen auf einzelnen, wichtigen Wanderwegen in Kombination mit den freigegebenen, flächendeckend vorhandenen Aktivitätsdaten von Strava und der Swisscom.

Der Schweizer Sommer 2022 war der zweitwärmste und gebietsweise der sonnigste Sommer seit Messbeginn 1864. In den Monaten Juni, Juli und August war es aussergewöhnlich heiss und es regnete sehr wenig (MeteoSchweiz, 2022). Auch der Winter 2022/2023 war mild, vor allem in der ersten Hälfte des Januars und im Februar. In den Alpen herrschte Niederschlags- und Schneemangel (MeteoSchweiz, 2023). Sowohl der untersuchte Sommer als auch Winter decken sich betreffend Wetter mit den Kernaussagen der Klimaszenarien CH2018, welche trockene Sommer und schneearme Winter prognostizieren (NCCS, o. J.). Sie sind damit vermutlich ähnlich mit zukünftigen Saisons.

### 2.2 Methoden-Mix zur Berechnung des Besuchstotalis

Die Berechnung der Anzahl Besucher:innen beruht auf verschiedenen Datenquellen, was eine möglichst exakte Aussage zur Anzahl Besucher:innen und zur Angabe von Fehlerbereichen erlaubt:

1. Automatische Zählgeräte an vier Standorten innerhalb der UBE (punktuell)
2. Mobilitätsdaten Strava: verfügbar für alle Wegabschnitte gemäss OpenStreetMap innerhalb der UBE und für die gesamte UBE zusammengefasst (flächendeckend).
3. Mobilfunkdaten der Swisscom: verfügbar für die gesamte UBE, das Teilgebiet Sörenberg und für einige Standorte der automatischen Zählgeräte (flächendeckend und punktuell)
4. Anzahl Gäste der Bergbahnen Sörenberg und der Sportbahnen Marbachegg (punktuell)
5. Übernachtungszahlen Hotellerie in den Gemeinden der UBE (flächendeckend)

In der Abbildung 2 ist der Prozess zur Berechnung der Gesamtbesuchszahl schematisch dargestellt und es wird gezeigt, welche Datenquellen wie miteinander in Verbindung gesetzt wurden. Der Beschrieb der Datenquellen und der Methodik ist im Anhang auf Seite 28 ff. ausführlich gezeigt. Nachfolgend ist eine kurze Zusammenfassung der Methodik zur Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023, welche zu den plausibelsten Resultaten führte.

### Berechnung der Anzahl Besucher:innen für die Sommersaison 2022

Die Daten der automatischen Zählgeräte dienten als Vergleichsbasis / zur Verifizierung der Drittdaten (Strava). Zum Schliessen von Datenlücken und zur Extrapolation der dieser Rohdaten auf die gesamte Saisonlänge<sup>1</sup> wurden darum zuerst die Passagen gemäss den automatischen Zählgeräten mit den Meteodaten von MeteoSchweiz in einem *generalized-linear Model* zusammengeführt, wobei die *Anzahl Passagen pro Tag* die abhängige Variable war und folgende Variablen die Erklärenden: *Ferientag ja / nein*, *Wochentag*, *Tagesmaximaltemperatur*, *Regensumme während des Tages*, *relative Sonnenscheindauer*<sup>2</sup>. Als Resultat dieser Berechnung standen «vorhergesagte» Werte für Tage ohne tatsächliche Messwerte zur Verfügung. An diesen Tagen wurden die fehlenden Werte durch die «vorhergesagten» ersetzt. Nun standen durchgehende Datenreihen an den mit den automatischen Zielgeräten untersuchten Standorten zur Verfügung. Nachdem diese Berechnungen wurden die Zahlen der automatischen Zählstellen zum monatlichen Besuchstotal pro Zählstelle zusammengefasst und anschliessend mit den Strava-Daten von den betreffenden Wegabschnitten verbunden, so dass für die vier Standorte der Zählstellen auch die jeweiligen monatlichen Werte von Strava zur Verfügung standen<sup>3</sup>. Die monatlichen Werte wurden anstelle der höher aufgelösten täglichen Werte verwendet, da Strava erst Passagen angibt, wenn eine gewisse Mindestanzahl überschritten ist (Datenschutz). Diese Mindestanzahl wurde bei den täglich aufgelösten Daten selten erreicht. Für jeden Standort wurde dann geprüft, wie die Daten verteilt sind und ob ein statistischer Zusammenhang der beiden Datenquellen existiert. Anschliessend wurde berechnet, wie viel Prozent der mittels den Zählgeräten erfassten Personen auch Strava verwendeten (Prozentabgabe = Faktor Strava). Die Strava-Daten für den Sommer stehen, im Gegensatz zu den punktuellen Messungen der automatischen Zählgeräte, flächendeckend für die UBE zur Verfügung. Die flächendeckend vorhandenen Strava-Daten wurden mit dem Faktor Strava, welcher von den Standorten mit den automatischen Zählstellen bekannt war, multipliziert. Da die Bergbahnen präzise Daten zu der Anzahl Besucher:innen lieferten, wurden in den unmittelbaren Gebieten der Bergbahnen die Strava-Daten nicht berücksichtigt. Dort wurden anstelle der Strava-Daten die Bergbahn-Daten verwendet. Mit den Erkenntnissen aus der Gästebefragung konnte schliesslich die Anzahl Besuchstage berechnet werden (42 % der Besucher:innen übernachteten im Gebiet im Durchschnitt für 5 Tage; 100 % entsprechen x Besucher:innen → 1 % entspricht y Besucher:innen → 42 % Übernachtungsgäste entsprechen  $42y * 5$  [Übernachtungsgäste] → + 58y [Tagesgäste] = Anzahl Besuchstage).

### Berechnung der Anzahl Besucher:innen für die Wintersaison 2022/2023

Für die Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der Wintersaison 2022/2023 wurden zuerst die flächendeckenden und täglich aufgelösten Swisscom-Daten zusammen mit den punktuellen Daten der Bergbahnen Sörenberg in ein *generalized-linear Model* gegeben. Damit konnten für die gesamte Saisonlänge durchgehende Datenreihen berechnet werden. Die abhängige Variable war das *tägliche Besuchstotal gemäss Swisscom für die gesamte UBE*, die erklärenden Variablen waren *Wochentag* und *Niederschlagsmenge in Millimeter am Tag*. Werte für Tage, an denen keine Swisscom-Daten zur Verfügung standen, wurden nach derselben Methode wie oben beschrieben berechnet. In den Swisscom-Daten werden Personen im Gebiet jeden Tag «neu» erfasst, es wird also die Anzahl Besuchstage abgebildet. Für die Berechnung der Anzahl Besuchstage für die Wintersaison 2022/2023 wurden demnach die extrapolierten täglichen Swisscom-Daten aufsummiert. Anhand der Erkenntnisse aus der Gästebefragung konnte von diesem Wert dann die Anzahl Besucher:innen berechnet werden (65 % der Besucher:innen übernachteten und im Durchschnitt 6 Tage; ; 100 % entsprechen x Besuchstage → 1 % entspricht y Besuchstage → 65 % Übernachtungsgäste entsprechen  $65y / 6$  [Übernachtungsgäste] → + 35y [Tagesgäste] = Anzahl Besuchstage).

<sup>1</sup> Nicht alle Zählgeräte waren über die gesamte Saisonlänge im Einsatz, da teilweise die Bewilligung zur Installation der Geräte durch die Grundeigentümer:innen zum Saisonstart noch nicht vorlag.

<sup>2</sup> Wobei jeweils nur die im Modell signifikanten Variablen miteinbezogen wurden und die Modellgüte mittels verschiedener Methoden überprüft wurde.

<sup>3</sup> Da wir davon ausgehen, dass die Zählstellen von den Besuchenden jeweils nur einmal überschritten wurden, wurden von Strava auch die Anzahl Personen und nicht die Anzahl Aktivitäten (Unterschied siehe Anhang, Seite 32) verwendet.

# Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

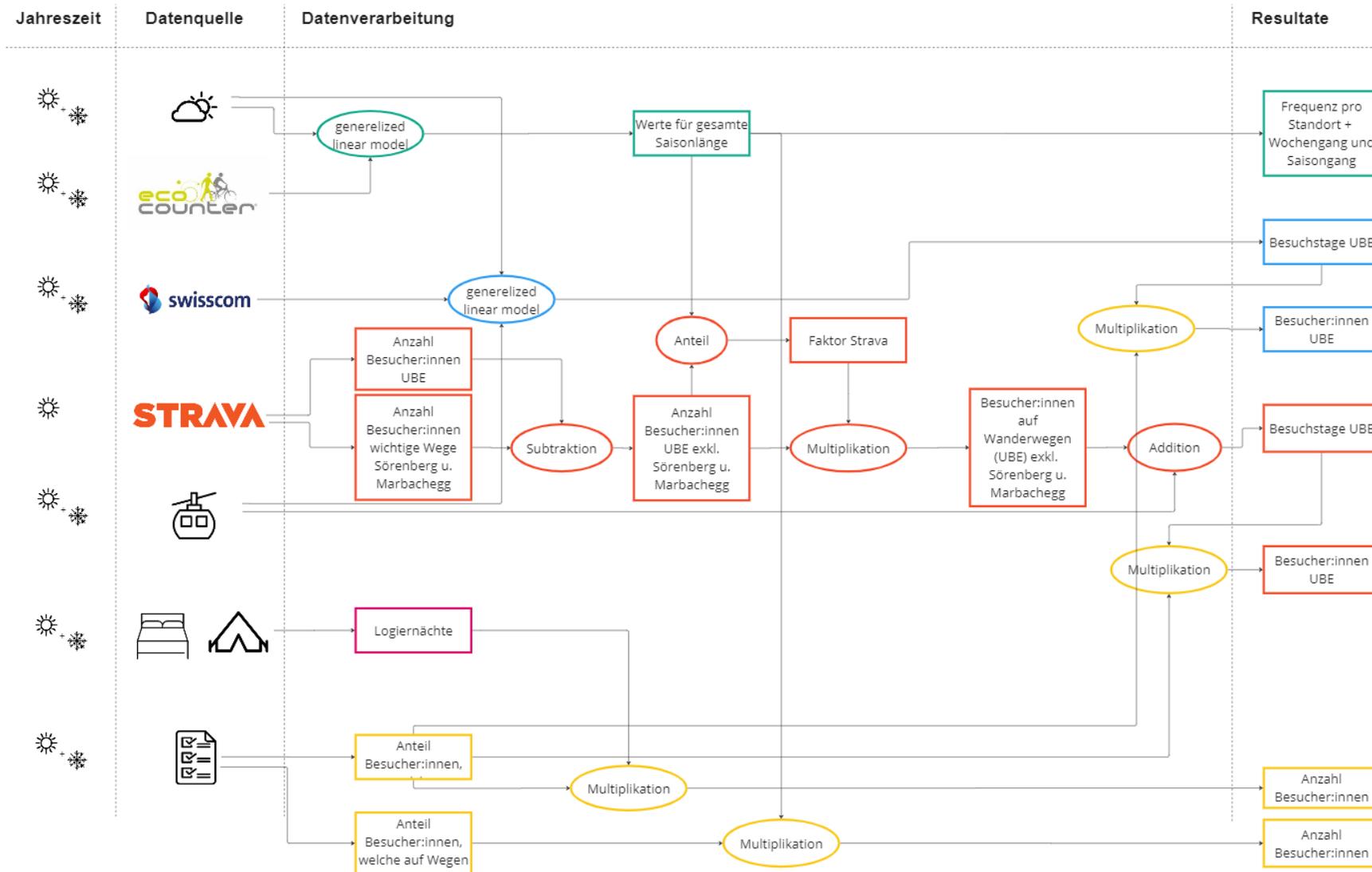


Abbildung 2: Darstellung des Prozesses von den einzelnen Datenquellen zur Synthese und Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023. Die Methodik ist im Anhang auf Seite 28 ff. ausführlich beschrieben. Erklärung der Piktogramme: «Sonne» = Daten für die Sommersaison, «Schneeflocke» = Daten für die Wintersaison, «Sonne mit Wolke» = Meteodaten MeteoSchweiz, «Eco-Counter» = Automatische Zählgeräte, «Swisscom» = Telekommunikationsanbieter, «Strava» = Mobilitätsdaten App, «Seilbahn» = Anzahl Besucher:innen Bergbahnen Sörenberg und Sportbahnen Marbachegg, «Bett und Zelt» = Übernachtungszahlen Hotellerie, «Blatt mit Checkbox» = Gästebefragung.

### 3 Resultate Sommersaison 2022

#### 3.1 Kennzahlen und Datengrundlage

In der Sommersaison zwischen dem 20. Juni 2022 und dem 31. Oktober 2022 waren insgesamt vier **automatische Zählstellen** auf offiziellen Wanderwegen in Betrieb<sup>4</sup>, welche im Feld zwischen etwa 4'000 und 25'000 Passagen erfassten (für die Standorte der Zählstellen siehe Anhang, Tabelle 6 auf Seite 29). Hinzu kommen für den Sommer weitere Datenquellen (Swisscom- und Strava-Daten, Daten der Bergbahnen Sörenberg, Übernachtungszahlen der Gemeinden; Tabelle 1).

Über die gesamte Sommersaison wurden bei den Zählstellen etwas mehr als 67'000 Passagen erfasst (für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten auf die gesamte Sommersaison und die dargestellten Resultate siehe Anhang Seite 34). Zwischen den Kalenderwochen 28 und 34 (2. Juli - 1. Augushälfte) wurden am meisten Passagen erfasst. Im Herbst wurde in den Kalenderwochen 40 bis 43 (1. Oktoberhälfte) ein zweiter Aktivitätspeak erfasst. Während der Kalenderwoche 39 gingen die Besuchszahlen an den Zählstellen Napf und Moorrundweg deutlich zurück (Abbildung 3), was vermutlich auf das schlechte Wetter in dieser Woche zurückzuführen ist (praktisch kein Sonnenschein, max. Temperatur zwischen 10 und 20 °C und ca. 60 mm Niederschlag; MeteoSchweiz 2023). Beim Standort Schratzenfluh und Emmenufurweg war dieser Rückgang nicht erkennbar, was darauf schliessen lässt, dass diese beiden Standorte durch andere Nutzergruppen besucht werden (Emmenufurweg z. B. durch Spaziergänger:innen «Abendrunde», Pendelstrecke usw., Schratzenfluh eventuell durch weniger «wettersensible» Besuchende).

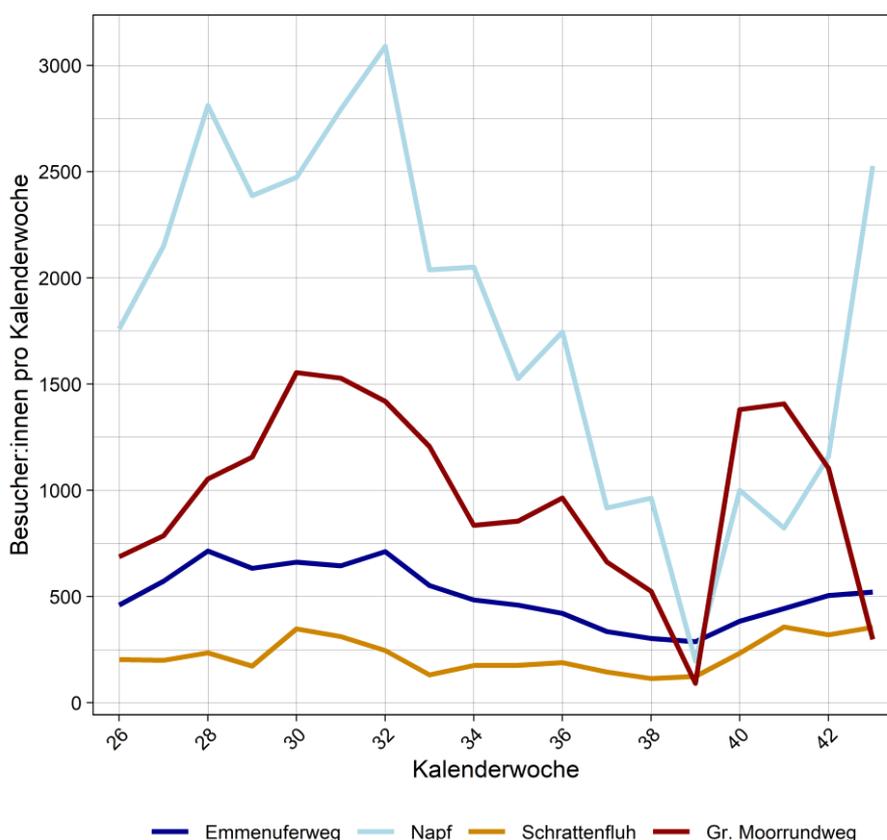


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der wöchentlichen Zählmengen der vier automatischen Zählstellen in der UBE im Sommer 2022. Hinweis: In der Abbildung sind nur komplette Kalenderwochen enthalten.

<sup>4</sup> Nicht alle Geräte waren über den gesamten Zeitraum in Betrieb, da zu Beginn der Saison nicht für alle Standorte die Bewilligung der Grundeigentümer:innen zur Installation vorlag.

Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

Tabelle 1: Erfassungszeiträume der verschiedenen Datenquellen (gelb markierte Kalenderwochen), die Anzahl der jeweiligen Zähltag sowie die aufsummierte Zählmenge der Rohdaten und die hochgerechneten Werte für die Sommersaison 2022. Für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten siehe Anhang ab Seite 32.

Datenquelle	Kalenderwoche																			Anzahl Tage	Zählmenge Rohdaten	Zählmenge hochgerechnet
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
<b>Zählstellen</b>																						
Emmenuferweg																				115	8'279	9'960
Napf																				102	24'636	35'128
Grosser Moorrundweg																				114	16'189	18'264
Schrattenfluh																				115	3'718	4'290
<b>Drittdaten</b>																						
Swisscom																				14	241'192	2'037'000
Strava <sup>5</sup>																				133	ca. 3'500	- <sup>6</sup>
Bergbahnen Sörenberg																				125	88'252	-
Sportbahnen Marbachegg																				vertraulich		
Übernachtungsgäste																				133	9'828	-

<sup>5</sup> Anzahl Aktivitäten, welche gemäss Strava in der UBE auf monatlicher Basis erfasst wurden.

<sup>6</sup> Die Daten von Strava, der Bergbahnen und von den Übernachtungsgästen standen für die gesamte Saisonlänge zur Verfügung. Es wurde keine Hochrechnung vorgenommen.

Von den vier automatischen Zählstellen erfasste das Gerät am Standort Napf am meisten Passagen. Dies sowohl an Werktagen als auch an Wochenenden. Der Sonntag war der bestbesuchte Tag. Während der Ferienzeit wurden unter der Woche nochmals deutlich mehr Passagen erfasst als ausserhalb der Ferienzeit. An den Wochenenden zeigte sich diesbezüglich fast kein Unterschied. An den drei restlichen Standorten war das Muster jeweils ähnlich mit demjenigen am Napf, die Besuchszahlen waren allerdings deutlich kleiner (Abbildung 4).

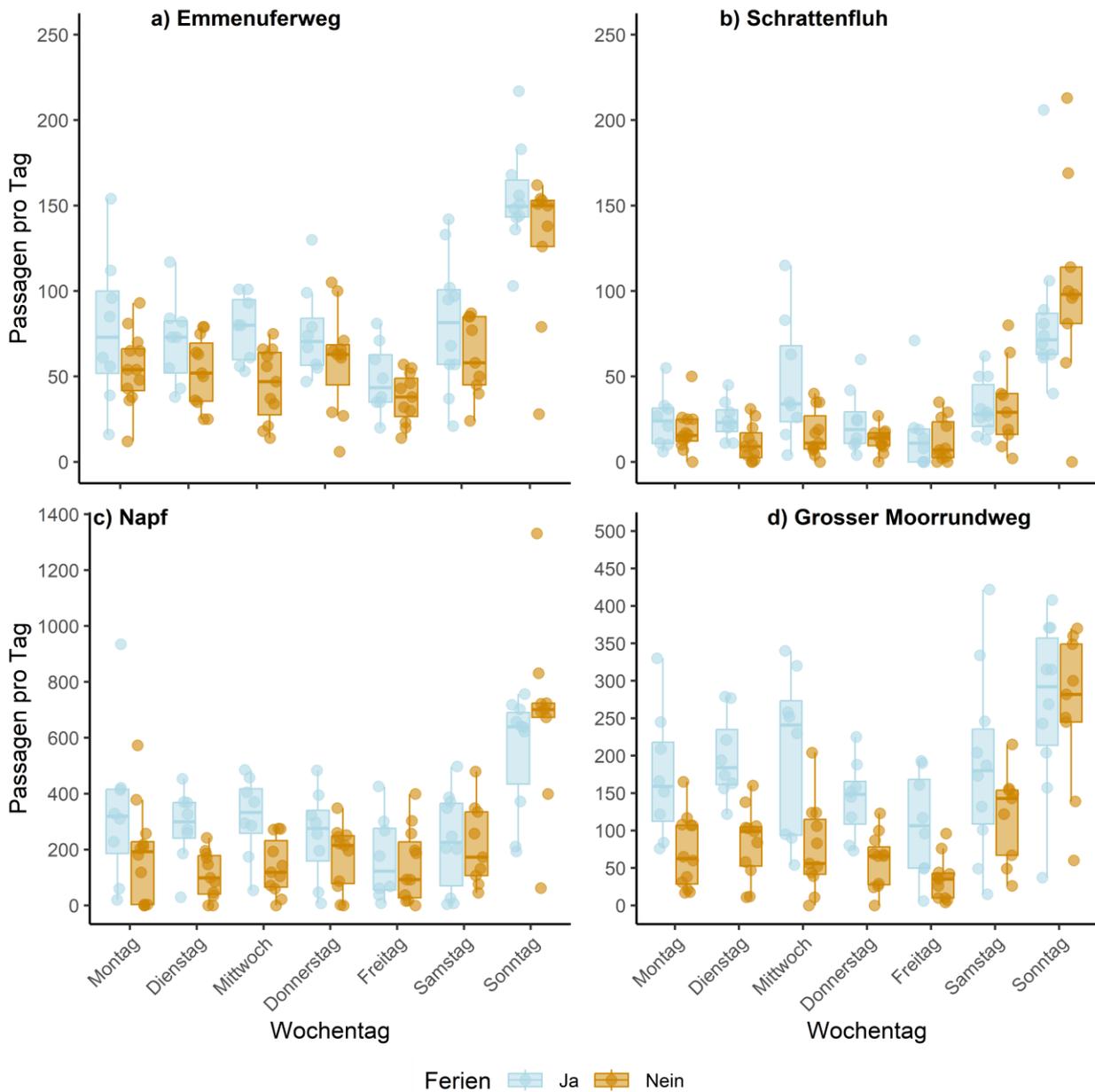


Abbildung 4: Wochengang an den vier untersuchten Zählstellen im Sommer 2022, aufgeteilt in Ferien und keine Ferien. **Achtung: unterschiedliche Skalierung der y-Achse.** Abbildungen inklusive einzelne Messpunkte (= Kreise) und Boxplot mit Median (Querstrich), Bereich im dem 50 % der Werte liegen (Box) sowie Bereich der Whiskers, welche ca. 95 % der Werte beinhalten (feine vertikale Linien).

Die **Swisscom**-Daten (Anzahl Besucher:innen pro Tag) standen für den Zeitraum vom 18.Juli 2022 bis 31.Juli 2022 zur Verfügung. Sie wurden mithilfe eines *generalized linear Model* auf die gesamte Sommersaison extrapoliert (siehe Anhang, Seite 34). Am Spitzentag, am 31.Juli, wurden mehr als 25'000 Besucher:innen gezählt. Mitte Juli wurden dagegen «nur» rund 15'000 Besucher:innen pro Tag erfasst.

Während dem gesamten Jahr 2022 erfassten insgesamt etwas mehr als 1'500 Personen auf **Strava** mehr als 5'000 (Sommer-)Aktivitäten (siehe für die Definition Anhang, Seite 30) in der UBE. Diese Aktivitäten wurden hauptsächlich während den Monaten Mai, Juni, Juli, August und Oktober erfasst (ca. 3'500 Aktivitäten), was sich recht gut mit den Spitzen gemäss der automatischen Zählstellen deckt. Hauptsächlich Personen im Alter zwischen 18 und 54 Jahren nutzen die App. Bei den Aktivitäten zu Fuss wurden Laufstrecken am meisten aufgezeichnet, gefolgt von Wanderungen und Spaziergängen. E-Bikes wurden gemäss Strava mit weniger als 10 % Anteil an den Fahrradaktivitäten in der UBE kaum genutzt.

Die **Bergbahnen** Sörenberg erfassten während der Sommersaison täglich an drei Standorten die Ersteintritte in das Gebiet; in dieser Studie wird das Total der Gäste betrachtet<sup>7</sup>. Hier lagen die Spitzen der Nutzung ebenfalls im Juli, August und Oktober – das Muster deckt sich mit dem Muster, welches die automatischen Zählstellen aufgezeichnet haben. Von den Bergbahnen Marbachegg stand die Gästeanzahl für die gesamte Sommersaison zur Verfügung<sup>8</sup>.

Das Bundesamt für Statistik erfasste die monatlichen **Übernachtungszahlen** der Hotellerie für die Region Entlebuch. Insgesamt wurden in der Sommersaison 2022 9'828 Übernachtungen erfasst.

<sup>7</sup> Besucher:innen mit einer Mehrtageskarte wurden nur bei ihrem ersten Kontakt mit der Bahn erfasst. Falls eine Besucherin also an mehreren Tagen mit einem Ticket die Bergbahnen Sörenberg nutzte, wurde sie nur einmal erfasst.

<sup>8</sup> Die Zahl ist vertraulich und wird im Bericht nicht explizit genannt.

## 3.2 Besuchstotal: Zählstellen, Strava und Bergbahnen

Für die Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE während der Sommersaison 2022 wurden verschiedene Datenquellen miteinander verbunden. Nicht alle Datenquellen und Methoden führten zu plausiblen Resultaten. In diesem Kapitel werden die Resultate der, gemäss unserer Einschätzung, besten Methode gezeigt. Um diese Resultate in einen Kontext zu setzen, sind die Erkenntnisse der weiteren Methoden im Anhang ab Seite 43 aufgeführt.

Für die Sommersaison 2022 wurden die Daten der automatischen Zählstellen in Verbindung mit den Strava- und den Bergbahn-Daten verwendet. Die Methodik dazu ist im Anhang ab Seite 32 aufgeführt. Zuerst wurde berechnet, wie die Daten der automatischen Zählstellen und diejenigen von Strava zusammenhängen, denn das Ziel war es, die punktuell erfassten Zählstellen-Daten auf den gesamten Perimeter der UBE hochzurechnen.

Während des Sommers 2022 korrelierten die monatlichen Passagen bei den vier automatischen Zählstellen (Metadaten der Zählstellen siehe Tabelle 6) nicht signifikant mit den monatlichen erfassten Personen gemäss Strava<sup>9</sup> (Spearman-Korrelations-Test; Emmenauerweg: p-Wert = 1, rho = 0.00, Napf: p-Wert = 0.68, rho = 0.30, Schratzenfluh: p-Wert = 0.45, rho = 0.45, Grosser Moorrundweg: p-Wert = 0.86, rho = -0.11). Allerdings zeigten die linearen Modelle, welche durch den Nullpunkt gezwungen wurden (siehe dazu Anhang, Seite 34), bei allen Standorten eine geringe Signifikanz (Abbildung 5). Somit kann festgehalten werden, dass die Strava-Daten mit den Daten der automatischen Zählstellen auf allen vier untersuchten Wegabschnitten (mindestens) in der Tendenz miteinander zusammenhängen (sie korrelieren nicht signifikant, die linearen Modelle zeigen aber einen geringen Signifikanten Zusammenhang; Abbildung 5). Die geringe Stichprobenanzahl (je fünf untersuchte Monate) ist recht klein, was vermutlich dazu führte, dass die berechneten Korrelationen nicht signifikant waren.

Da die Strava-Daten und die Daten der automatischen Zählstellen miteinander (in der Tendenz) zusammenhängen, wurde berechnet, wie viele von den automatischen Zählstellen erfassten Personen im Durchschnitt (Median<sup>10</sup>) Strava nutzten; es waren 1.64 % (Tabelle 2). Im Gebiet Sörenberg und Marbachegg wurden die präzisen Daten der Bergbahnen anstelle der Strava-Daten verwendet. Ohne das Gebiet Sörenberg (Zählstelle Grosser Moorrundweg) nutzten im Durchschnitt (Median = «Faktor Strava») 2.09 % aller vor Ort gezählten Personen Strava. Gemäss der Formel 1 (siehe Anhang, Seite 34) ergibt sich somit in der UBE für den Sommer 2022 ein Total von etwa **365'000 Besucher:innen**. Die Standardabweichung ist recht gross (Tabelle 2), wodurch sich eine Anzahl von mindestens 278'000 und maximal 699'000 Besucher:innen ergibt.

Am meisten Besucher:innen wurden im Gebiet Sörenberg erfasst: die Bergbahnen allein waren für fast 90'000 Besucher:innen verantwortlich. An den untersuchten Wanderwegen (exkl. Grosser Moorrundweg) wurden etwa 50'000 Passagen erfasst. Somit entfallen auf das restliche Gebiet der UBE etwa 225'000 Besucher:innen.

Gemäss der Gästebefragung liegt im Sommer der Anteil an Übernachtungsgästen bei 42 %, wobei die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei 5 Tagen liegt (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023). Dies entspricht gemäss der Formel 2 (siehe Anhang, Seite 34) **978'000 Besuchstage**<sup>11</sup> für die Sommersaison 2022, welche sich etwa auf 211'000 Tagesgäste und 153'000 Übernachtungsgäste aufteilen.

<sup>9</sup> Weiter wurde auch der Zusammenhang zwischen der Anzahl Aktivitäten gemäss Strava und der Anzahl Passagen gemäss den Zählstellen untersucht. Dieser Zusammenhang war ebenfalls nicht signifikant. Am Standort Napf standen genügend Daten auf täglicher Basis zur Verfügung für die Berechnung einer Spearman-Korrelation. Dieses Ergebnis war signifikant (Spearman-Korrelations-Test; p-Wert = 0.009). Dies stützt die Aussage, dass die Daten von den automatischen Zählstellen und diejenigen von Strava zusammenhängen.

<sup>10</sup> Der Median wurde verwendet, da er gegenüber Ausreisser robuster ist als das arithmetische Mittel. Für die weiteren Hintergründe siehe Kapitel 0 und Anhang ab Seite 37.

<sup>11</sup> Bei der Annahme von 365'000 Besucher:innen.

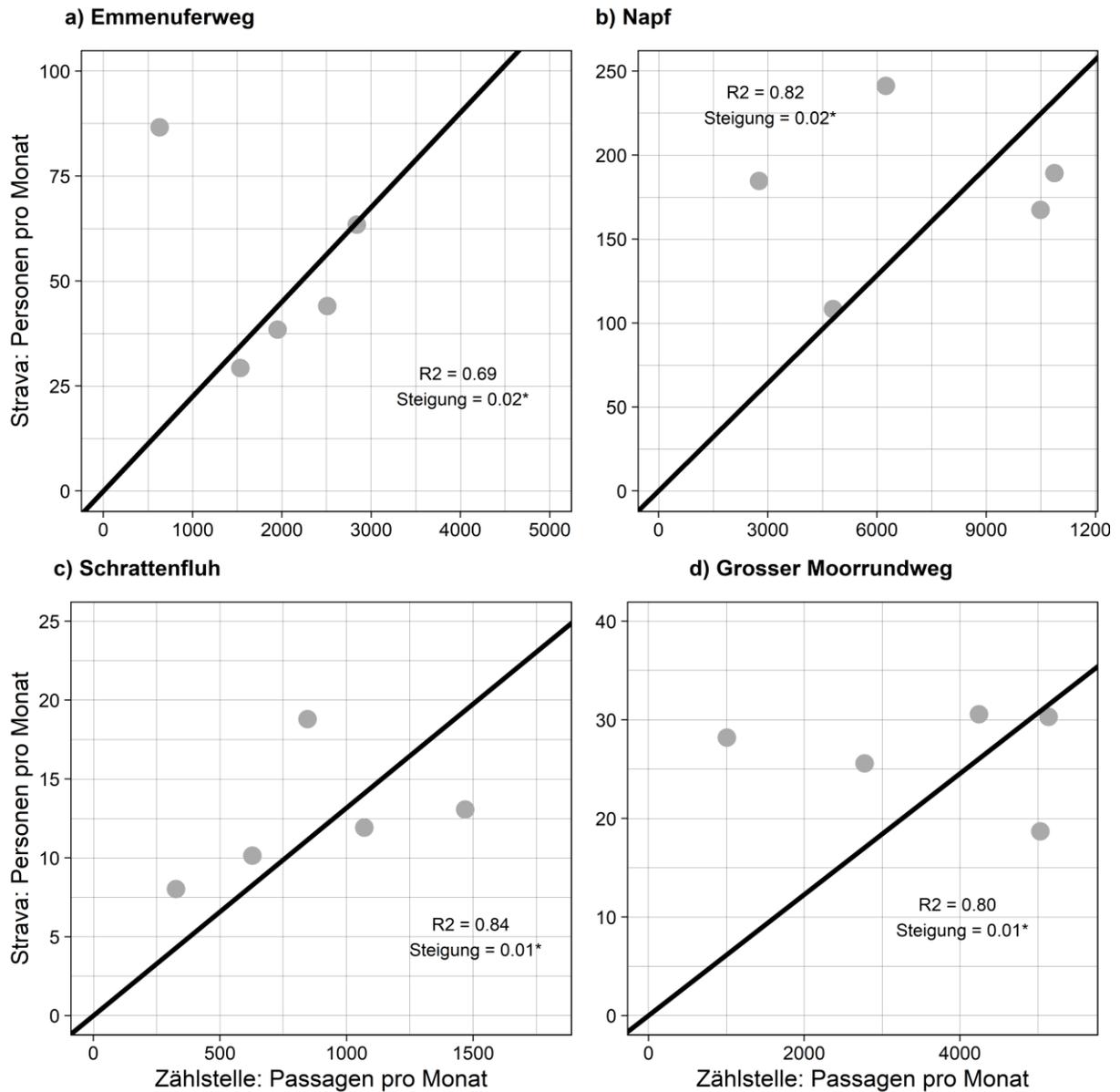


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen den **monatlichen** Passagen der automatischen Zählstellen und der Anzahl Personen gemäss Strava an den vier untersuchten Standorten im Sommer 2022 (graue Punkte). Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade, gezwungen durch den Nullpunkt. **Achtung, die x- und y-Achsen sind jeweils unterschiedlich skaliert.**

Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

Tabelle 2: Durchschnitt der Anzahl Personen, welche gemäss den Strava-Daten an den Standorten erfasst wurden, die dazugehörige Standardabweichung, der Median sowie die Steigung der *generalized linear models*. Grau hinterlegt ist die Zahl, welche als «Faktor Strava» verwendet wurde.

Zählstelle	Durchschnitt Anteil Strava-Benutzung an automatischer Zählstellen ( <b>arithmetisches Mittel</b> ) [%]	<b>Standardabweichung</b> (vom arithmetischen Mittel) [%]	Durchschnitt Anteil Strava-Benutzung an automatischer Zählstellen ( <b>Median</b> ) [%]	<b>Steigung</b> der linearen Modelle
Emmenuferweg	4.02	4.52	1.99	0.023
Napf	3.17	2.02	2.19	0.021
Grosser Moorrundweg <sup>12</sup>	1.93	1.16	1.65	0.013
Schrattenfluh	1.11	1.06	0.70	0.006
Total	2.55	2.12	1.64	0.016
Total exkl. Grosser Moorrundweg <sup>13</sup>	3.04	2.86	1.63	0.017
Total gewichtet exkl. Grosser Moorrundweg	<b>3.23</b>	<b>1.23</b>	<b>2.09</b>	<b>0.020</b>

<sup>12</sup> Der durchschnittliche Anteil der Strava-Passagen wurde an diesem Standort nicht weiter berücksichtigt, da die präziseren Daten der Bergbahnen Sörenberg zur Verfügung standen.

<sup>13</sup> Demnach ohne das Gebiet Sörenberg

## 4 Resultate Wintersaison 2022/2023

### 4.1 Kennzahlen und Datengrundlage

In der Wintersaison zwischen dem 24. Dezember 2022 und dem 31. März 2023 waren insgesamt vier **automatische Zählstellen** auf einer offiziellen Skitourenroute, zwei nicht-präparierten Winterwanderwegen sowie auf einer Langlaufloipe in Betrieb (nicht über den gesamten Zeitraum), welche im Feld zwischen etwa 2'000 und 10'000 Passagen erfassten (für die Standorte der Zählstellen siehe Anhang, Tabelle 6 auf Seite 29). Hinzu kommen für den Winter weitere Datenquellen (Swisscom-Daten, Daten der Bergbahnen Sörenberg und Marbachegg, Übernachtungszahlen der Gemeinden; Tabelle 3).

Während der gesamten Wintersaison wurden bei den Zählstellen mehr als 18'000 Passagen erfasst (für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten auf die gesamte Wintersaison und die dargestellten Resultate siehe Anhang Seite 34). Zwischen den Kalenderwochen 51 und 1 (Weihnachtsferien) wurden am meisten Passagen erfasst, insbesondere am Standort Napf. Dort wurden z. B. am 25. Dezember 2022 knapp 500 Passagen erfasst und am 1. Januar 2023 mehr als 1000. Die Zählmengen scheinen realistisch, denn die Passagen konzentrieren sich auf die Mittagszeit und verteilen sich ziemlich regelmässig in beide Bewegungsrichtungen. In den Wochen 5 bis 8 (Sportferien im Februar) wurde an den Standorten Napf, Laubersmad und Alp Schlund ein zweiter Aktivitäts-Peak verzeichnet (Abbildung 3).

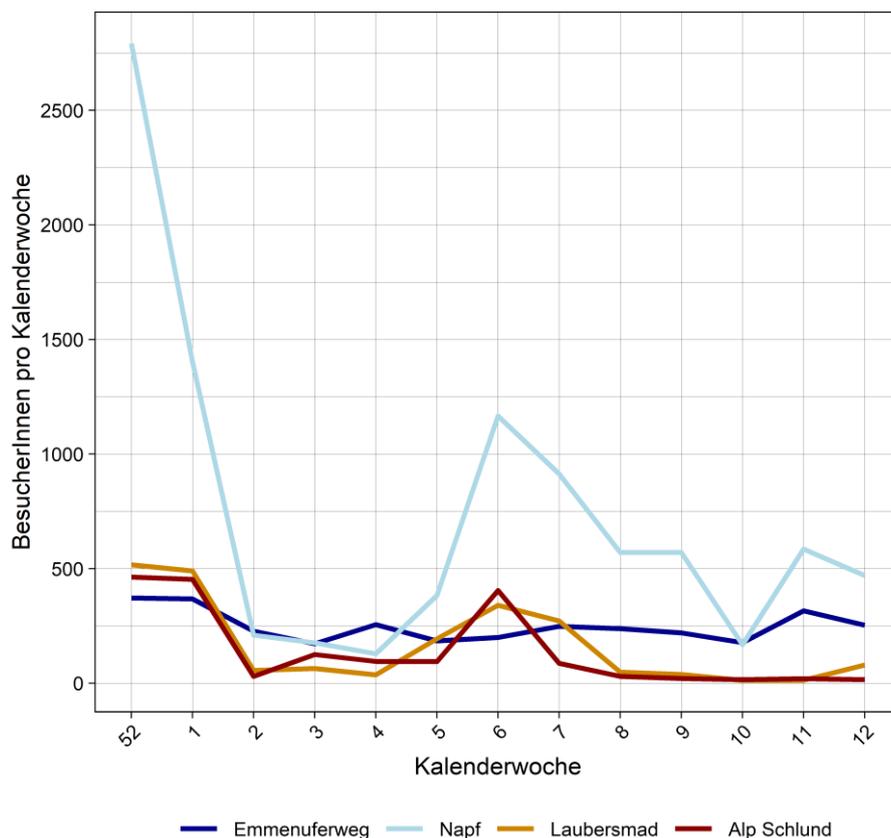


Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf der wöchentlichen Zählmengen der vier automatischen Zählstellen in der UBE im Winter 2022/2023. Hinweis: In der Abbildung sind nur komplette Kalenderwochen enthalten.

Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

Tabelle 3: Erfassungszeiträume der verschiedenen Datenquellen (blau markierte Kalenderwochen), die Anzahl der jeweiligen Zähltag sowie die aufsummierte Zählmenge für die Wintersaison 2022/2023. Für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten siehe Anhang ab Seite 32.

Datenquelle	Kalenderwoche													Anzahl Tage	Zählmenge Rohdaten	Zählmenge hochgerechnet		
	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				13	
<b>Zählstellen</b>																		
Emmenuferweg																97	3'405	3'448 <sup>14</sup>
Napf																97	10'071	10'075
Laubersmad																60	880	2'729
Alp Schlund																60	690	2'036
<b>Drittdaten</b>																		
Swisscom																28	391'481	1'118'428
Strava																nicht verfügbar		
Bergbahnen Sörenberg																97	297'202	_ <sup>15</sup>
Sportbahnen Marbachegg																vertraulich		
Übernachtungsgäste																97	5'317	-

<sup>14</sup> Bei den Standorten Emmenuferweg und Napf waren die Datenreihen für die Wintersaison durchgängig verfügbar. Allerdings wurden an beiden Standorten einige Ausreisser in den Rohdaten identifiziert und herausgefiltert. Diese Lücken wurden durch die Hochrechnung geschlossen.

<sup>15</sup> Die Daten der Bergbahnen und der Übernachtungsgäste standen für die gesamte Saisonlänge zur Verfügung. Es wurde keine Hochrechnung vorgenommen.

In der Wintersaison erfasste die Zählstelle am Standort Napf am meisten Passagen, und dies vor allem während den Ferien. Samstage und Sonntage waren die bestbesuchten Tage; die Unterschiede zwischen Ferien- und Nicht-Ferien-Zeit waren deutlich. Diese ausgeprägten Unterschiede wurden auch bei den Standorten Laubersmad und Alp Schlund beobachtet, nicht aber beim Standort Emmenuferweg (Abbildung 7).

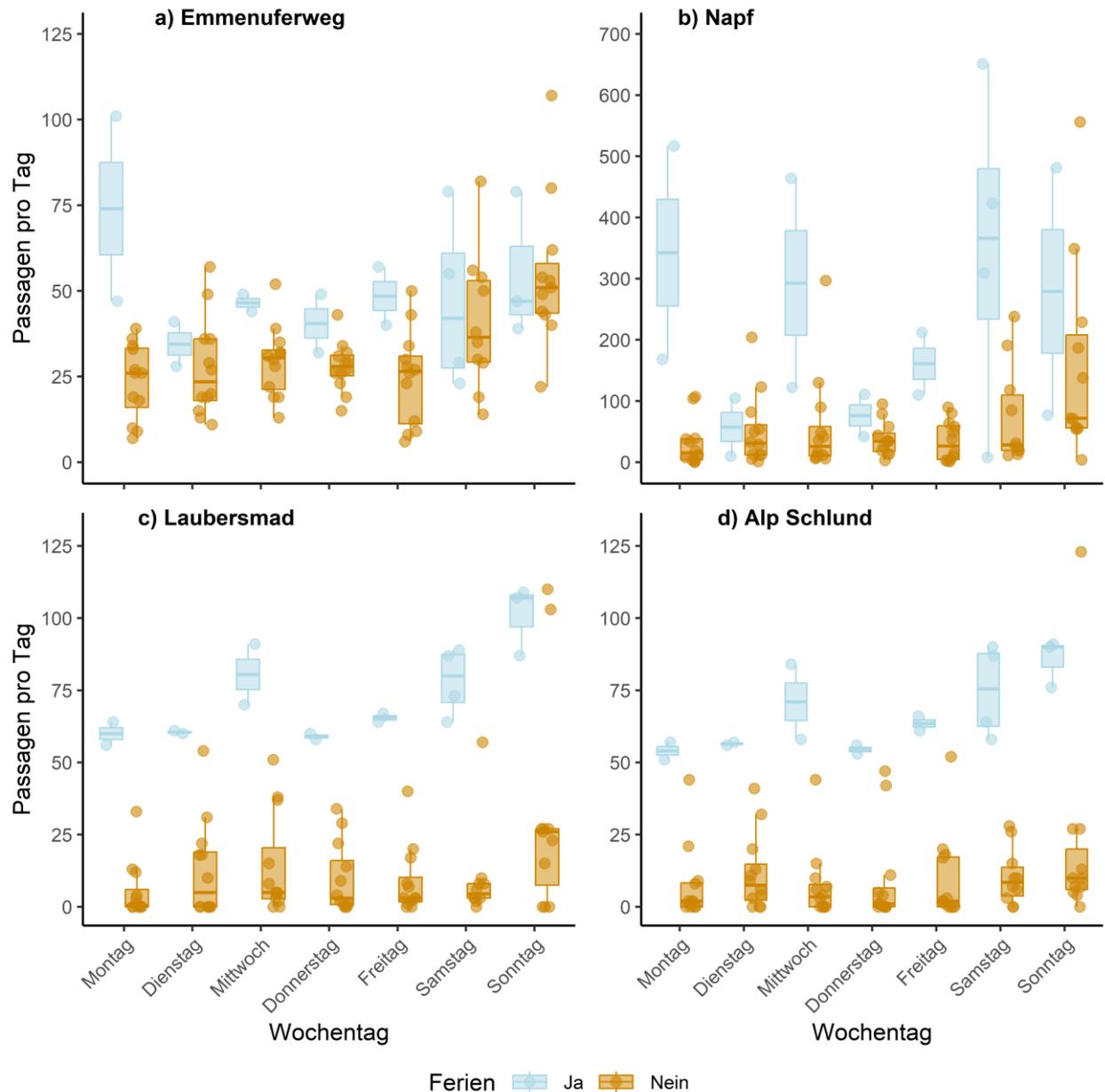


Abbildung 7: Wochengang an den vier untersuchten Zählstellen im Winter 2022/2023, aufgeteilt in Ferien und keine Ferien. **Achtung: unterschiedliche Skalierung der y-Achse.** Abbildungen inklusive einzelne Messpunkte (= Kreise) und Boxplot mit Median (Querstrich), Bereich im dem 50 % der Werte liegen (Box) sowie Bereich der Whiskers, welche ca. 95 % der Werte beinhalten (feine vertikale Linien).

Wie viele Gäste besuchen die Biosphäre Entlebuch?

---

Die **Swisscom**-Daten (Anzahl Besucher:innen pro Tag) standen für den Monat Februar zur Verfügung. Sie wurden mithilfe eines *generalized linear model* auf die gesamte Wintersaison extrapoliert (siehe Anhang, Seite 34). Am Spitzentag anfangs Februar wurden mehr als 20'000 Besucher:innen gezählt. Im Verlauf des Februars nahmen die Zahlen dann regelmässig ab und erreichten Ende Monat mit gut 10'000 Besucher:innen pro Tag das Minimum.

**Strava**-Daten standen für Winteraktivitäten nicht zur Verfügung.

Die **Bergbahnen Sörenberg** erfassten während der Wintersaison täglich die aufsummierten Ersteintritte in das Gebiet. Hier lagen die Spitzen der Nutzung zwischen Ende Januar und Mitte Februar. Von den Bergbahnen Marbachegg stand die Gästeanzahl für die gesamte Wintersaison zur Verfügung<sup>16</sup>.

Das Bundesamt für Statistik erfasste die monatlichen **Übernachtungszahlen** der Hotellerie für die Region Entlebuch. Insgesamt wurden in der Wintersaison 2022/2023 knapp 5'000 Übernachtungen erfasst.

<sup>16</sup> Diese Zahl ist vertraulich und wird im Bericht nicht explizit erwähnt.

## 4.2 Besuchstotal: Swisscom und Bergbahnen

Für die Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE während der Wintersaison 2022/2023 wurden, wie für die Sommersaison 2022, verschiedene Datenquellen miteinander verbunden. Auch hier führten nicht alle Datenquellen und Methoden zu plausiblen Resultaten. In diesem Kapitel werden die Resultate der, gemäss unserer Einschätzung, besten Methode gezeigt. Um diese Resultate in einen Kontext zu setzen, sind die Erkenntnisse der weiteren Methoden im Anhang ab Seite 45 aufgeführt.

Für die Wintersaison 2022/2023 wurden die Swisscom-Daten in Verbindung mit den Bergbahn-Daten gesetzt. Die Methodik dazu ist im Anhang ab Seite 32 aufgeführt. Zuerst wurde berechnet, wie die Daten der Swisscom mit diejenigen von den Bergbahnen Sörenberg zusammenhängen. Auch im Winter war das Ziel, für den gesamten Perimeter der UBE über die gesamte Saison das Besuchstotal anzugeben.

Die Daten zu der täglichen Anzahl Besucher:innen, erfasst von den Bergbahnen Sörenberg<sup>17</sup> und der Swisscom<sup>18</sup>, sind bei den Bergbahnen normalverteilt (Shapiro-Test: p-Wert <0.001), bei der Swisscom knapp nicht (Shapiro-Test: p-Wert = 0.136). Dennoch wurde ein lineares Modell gerechnet, welches einen soliden statistisch signifikanten Zusammenhang zeigte (lineares Modell, p-Wert <0.001; Abbildung 8). Die Extrapolation der für die gesamte UBE verfügbaren Swisscom-Daten auf die gesamte Saisonlänge stützt sich auf die Daten der Bergbahnen Sörenberg, den Wochentag als auch die tägliche Niederschlagsmenge (weiterführende Angaben zur Methodik siehe Anhang, Seite 34). Für die gesamte Wintersaison 2022/2023 wurden **1'118'000 Besuchstage** berechnet.

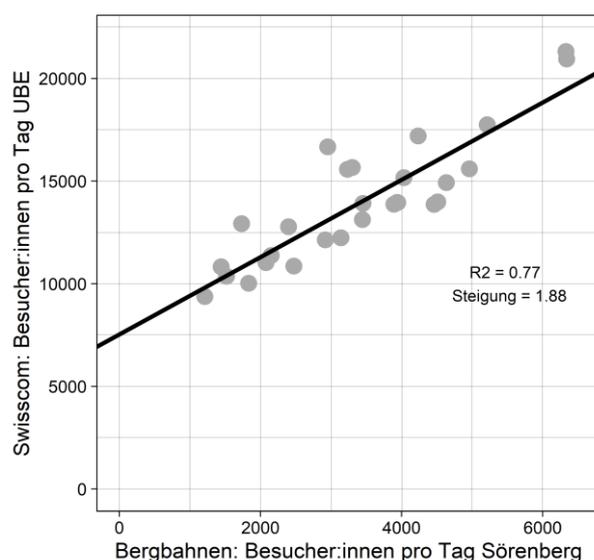


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der **täglichen** Anzahl Besucher:innen im Februar 2023 (graue Punkte) gemäss Bergbahnen Sörenberg und Swisscom. Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade gemäss dem besten Modell.

Im Gebiet Sörenberg erfassten die Bergbahnen fast 190'000 Besuchstage. An den mittels Zählstellen untersuchten Standorten wurden etwa 18'000 Passagen erfasst. Somit entfallen auf das restliche Gebiet der UBE etwa 900'000 Besuchstage.

Im Winter liegt der Anteil an Übernachtungsgästen bei 65 %, wobei die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei 6 Tagen liegt (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023). Dies entspricht gemäss der Formel 3 (siehe Anhang, Seite 34) ungefähr **263'000 Besucher:innen** in der Wintersaison 2022/2023, welche sich auf etwa 92'000 Tagesgäste und 170'000 Übernachtungsgäste aufteilen.

<sup>17</sup> Die Bergbahnen erfassten lediglich den Ersteintritt. Wenn eine Person ein Mehrtagesticket verwendete, wurde sie nur am ersten Tag erfasst.

<sup>18</sup> Von der Swisscom standen für den Winter 2022/2023 Daten für 28 Tage zur Verfügung. Sie umfassen damit etwa einen Drittel der Wintersaison.

## 5 Diskussion

Die vorliegende Studie zur Berechnung der Anzahl Besucher:innen und der Anzahl Besuchstage beruht auf verschiedenen Datenquellen (siehe Kapitel 2 und Anhang ab Seite 28). Diese liegen in unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung vor und nicht überall können Angaben zur Genauigkeit gemacht werden<sup>19</sup>. Dies ist für die Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE eine Herausforderung, denn die Verwendung von Grundlagen, welche eventuell ungenau sind, kann folglich zu ungenauen Resultaten führen. Die Kombination der verschiedenen Quellen und die Priorisierung der Quellen, von welchen wir wissen, dass sie genau sind, erlaubt es aber, die Besuchszahlen miteinander in Beziehung zu bringen und eine bestmögliche Schätzung zu erhalten.

Die Schätzungen der Anzahl Besucher:innen für die **Sommersaison 2022** gehen je nach Methode weit auseinander (Tabelle 4). Basierend auf den Übernachtungszahlen wären im Sommer 2022 lediglich 173'000 Besucher:innen in der UBE. Hingegen deuten die Swisscom-Daten und die automatischen Zählstellen in der Kombination mit der Befragung auf mehr als eine Million Besucher:innen, was gemäss den Erkenntnissen der Wertschöpfungsstudie unrealistisch ist.

Die besten Schätzung für die Sommersaison 2022 basiert auf der Kombination der Daten der automatischen Zählstellen, der Strava-Daten und der Daten der Bergbahnen: somit könnten etwa **365'000 Besucher:innen** in der UBE gewesen sein. Diese Schätzung bewerten wir als die beste, weil 1) die Daten der Bergbahnen, von Strava und von den automatischen Zählstellen (fast) für die ganze Sommersaison durchgehend zur Verfügung standen, 2) die Daten der Bergbahnen äusserst exakt sind, 3) die Referenzzählungen bei den automatischen Zählstellen auf eine hohe Genauigkeit hingewiesen haben und 4) der Zusammenhang zwischen den Daten der automatischen Zählstellen und Strava gering signifikant und in der Tendenz deutlich war.

Tabelle 4: Übersicht der berechneten Anzahl Besucher:innen und Besuchstage in der UBE für die **Sommersaison 2022**. Die beste Schätzung ist farbig hinterlegt, die weiteren Angaben sind ausgegraut. Für die Methodik zur Berechnung und die Resultate der weiteren Schätzungen siehe Anhang ab Seite 43.

Methoden	Anzahl Besucher:innen	Anzahl Besuchstage
<b>Zählstellen – Strava – Bergbahnen</b>	365'000	978'000
<i>Bergbahnen – Swisscom</i>	1'385'000	2'037'000
<i>Zählstellen – Befragung</i>	80'000 – 1'000'000	-
<i>Logiernächte – Befragung</i>	173'000	183'000

Auch für die **Wintersaison 2022/2023** gehen die Schätzungen der Anzahl Besucher:innen weit auseinander (Tabelle 5). Wiederum weisen die Daten der Übernachtungsgäste auf sehr wenige Besucher:innen hin und, je nach Zählstelle, liegen die Schätzungen in Kombination mit der Befragung bei mehr als einer Million Besucher:innen.

Die beste Schätzung für die Wintersaison 2022/2023 liegt bei **263'000 Besucher:innen** für die UBE. Für die Wintersaison 2022/2023 ist dies die beste Schätzung, weil 1) die Daten der Bergbahnen durchgehend für die ganze Saison zur Verfügung standen, 2) die Daten der Bergbahnen äusserst exakt sind, 3) die Swisscom-Daten ca. 1/3 der gesamten Saison abdecken und 3) der Zusammenhang zwischen diesen Daten und den Daten der Bergbahnen signifikant war. Allerdings deckten die Swisscom-Daten «nur» den Monat Februar ab, in welchem gemäss den automatischen Zählstellen der zweite Aktivitäts-Peak erfolgte. Demnach könnten die Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der Wintersaison 2022/2023 etwas zu hoch ausgefallen sein.

Tabelle 5: Übersicht der berechneten Anzahl Besucher:innen und Besuchstage in der UBE für die **Wintersaison 2022/2023**. Die beste Schätzung ist farbig hinterlegt, die weiteren Angaben sind ausgegraut. Für die Methodik zur Berechnung und die Resultate der weiteren Schätzungen siehe Anhang ab Seite 45.

Methoden	Anzahl Besucher:innen	Anzahl Besuchstage
<b>Bergbahnen – Swisscom</b>	263'000	1'118'000
<i>Zählstellen – Befragung</i>	50'000 – 1'000'000	-
<i>Logiernächte – Befragung</i>	106'000	117'000

<sup>19</sup> Wie die Strava- und die Swisscom-Daten aufbereitet werden, ist uns unbekannt. Die Erhebungsmethodik der Übernachtungsgäste ist ebenfalls nicht bekannt.

Anders als in der Sommersaison stellten in der Wintersaison 2022/2023 die Swisscom-Daten – in Kombination mit den Bergbahn-Daten – gemäss unseren Einschätzungen – die beste Datenquelle dar. Die unterschiedliche Güte der Swisscom-Daten im Sommer und Winter basiert sehr wahrscheinlich darauf, dass die Swisscom-Daten in der Sommersaison nur rund einen Zehntel der gesamten Saison abdecken und das während der Hochsaison Mitte bis Ende Juli. Während die Extrapolation der Swisscom-Daten (Abbildung 11) keinen deutlichen Rückgang der Besuchenden im September zeigt, ist dieser an den Standorten der automatischen Zählstellen deutlich (Abbildung 3). Die Wintersaison wird hingegen zu ca. einem Drittel abgedeckt, was die Unsicherheit der Extrapolation auf die gesamte Saisonlänge deutlich verringert. Somit sehen sich auch die Kurven der Besuchszahlen, gemessen durch die automatischen Zählgeräte und durch die Swisscom im Winter (Abbildung 13) ähnlicher als im Sommer.

Die Übernachtungszahlen decken nur die Hotellerie ab, nicht aber die Parahotellerie. Somit handelt es sich um eine recht kleine Stichprobe (gemäss der Gästebefragung im Sommer 17 % und im Winter 5 % aller Besucher:innen), welche, im Vergleich mit der Parahotellerie, nur sehr kurz in der Region blieb. Die Zahlen der Hotellerie seien erfahrungsgemäss immer zu tief angegeben (F. Knaus, schriftliche Mitteilung 20.6.2023). Bei dieser Methode fällt die Anzahl Besuchstage im Vergleich zu den anderen Methoden recht klein aus. Dies beruht auf der Tatsache, dass die Hotelgäste im Durchschnitt nur 2, respektive 3 Tage übernachteten, während die Gäste der Hotellerie und Parahotellerie zusammen im Durchschnitt für 5, respektive 6 Tage übernachteten. Auch hier verzerrt diese Stichprobe also die Hochrechnung.

Im Sommer 2011 wurden in der UBE unter Zuhilfenahme der Bergbahn-Daten, den Postautofrequenzen und Übernachtungs-Zahlen 280'000 Besucher:innen berechnet (Knaus, 2012). Auch damals variierten die Schätzungen je nach Methode stark (zwischen 150'000 und 600'000 Besucher:innen) und die Daten der Bergbahnen wurden 2012 als die präziseste Quelle eingeschätzt. Die 280'000 Besucher:innen in der Sommersaison 2011 ergaben 600'000 Besuchstage. Im Sommer 2022 hat die Anzahl Besucher:innen gegenüber der Sommersaison 2011 demnach zugenommen (+ 85'000) und auch die Besuchstage haben deutlich zugenommen (+ 387'000). Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass die Resultate aufgrund unterschiedlicher Methoden nicht direkt miteinander verglichen werden können. Diese deutliche Zunahme der Anzahl Besucher:innen und der Besuchstage kann darum nicht abschliessend bewiesen werden. Für die Wintersaison wurden 2012 noch keine Berechnungen angestellt.

Die vorliegende Studie zeigt auf, wie die totale Anzahl Besucher:innen und die totale Anzahl Besuchstage mittels verschiedenen Quellen und Methoden in einem Grossschutzgebiet mit verschiedenen Zugängen berechnet und abgeschätzt werden können. Wir sind der Überzeugung, dass dieser Methoden-Mix und vor allem der Vergleich der daraus resultierenden Resultate aussagekräftige Resultate liefert, welche miteinander in Kontext gesetzt werden können. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass teilweise recht grosse Unsicherheiten in den Rohdaten bestehen (genaue Erfassungsmethodik der Drittdaten sowie relativ kurze Erfassungsdauer von nur einer Saison) und damit auch die beste Schätzung eben nur eine Schätzung bleibt.

Die vorliegenden Resultate können teilweise auch mit den Resultaten aus der ersten Gästebefragung aus dem Jahr 2012 (Knaus, 2012) verglichen werden, was spannende Einsichten ermöglicht. Wir empfehlen eine erneute Durchführung dieser Studie in 5 bis 10 Jahren. Damit könnten die hier identifizierten Trends weiter dokumentiert werden und es könnte geprüft werden, wie sich die Besuchszahlen in der Sommersaison und der Wintersaison weiterentwickeln, auch im Hinblick auf das sich ändernde Klima und den Ausbau des Sommertourismus als Ersatz für den sich wandelnden Wintertourismus. Diese Kenntnisse liefern Argumente zur Rechtfertigung von Investitionen und können beim Überprüfen des Erfolgs von umgesetzten Massnahmen / Strategien dienen. Eine erneute Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE sollte dabei zu dieser Studie vergleichbare Methoden anwenden, was die bessere Vergleichbarkeit der Resultate erlaubt.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Perimeter der UBE (hervorgehoben) im Kanton Luzern. ....	5
Abbildung 2: Darstellung des Prozesses von den einzelnen Datenquellen zur Synthese und Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023. Die Methodik ist im Anhang auf Seite 28 ff. ausführlich beschrieben. Erklärung der Piktogramme: «Sonne» = Daten für die Sommersaison, «Schneeflocke» = Daten für die Wintersaison, «Sonne mit Wolke» = MeteoDaten MeteoSchweiz, «Eco-Counter» = Automatische Zählgeräte, «Swisscom» = Telekommunikationsanbieter, «Strava» = Mobilitätsdaten App, «Seilbahn» = Anzahl Besucher:innen Bergbahnen Sörenberg und Sportbahnen Marbachegg, «Bett und Zelt» = Übernachtungszahlen Hotellerie, «Blatt mit Checkbox» = Gästebefragung. ....	9
Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der wöchentlichen Zählmengen der vier automatischen Zählstellen in der UBE im Sommer 2022. Hinweis: In der Abbildung sind nur komplette Kalenderwochen enthalten.....	10
Abbildung 4: Wochengang an den vier untersuchten Zählstellen im Sommer 2022, aufgeteilt in Ferien und keine Ferien. <b>Achtung: unterschiedliche Skalierung der y-Achse.</b> Abbildungen inklusive einzelne Messpunkte (= Kreise) und Boxplot mit Median (Querstrich), Bereich im dem 50 % der Werte liegen (Box) sowie Bereich der Whiskers, welche ca. 95 % der Werte beinhalten (feine vertikale Linien). ....	12
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen den <b>monatlichen</b> Passagen der automatischen Zählstellen und der Anzahl Personen gemäss Strava an den vier untersuchten Standorten im Sommer 2022 (graue Punkte). Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade, gezwungen durch den Nullpunkt. <b>Achtung, die x- und y-Achsen sind jeweils unterschiedlich skaliert.</b> ....	15
Abbildung 6: Zeitlicher Verlauf der wöchentlichen Zählmengen der vier automatischen Zählstellen in der UBE im Winter 2022/2023. Hinweis: In der Abbildung sind nur komplette Kalenderwochen enthalten.....	17
Abbildung 7: Wochengang an den vier untersuchten Zählstellen im Winter 2022/2023, aufgeteilt in Ferien und keine Ferien. <b>Achtung: unterschiedliche Skalierung der y-Achse.</b> Abbildungen inklusive einzelne Messpunkte (= Kreise) und Boxplot mit Median (Querstrich), Bereich im dem 50 % der Werte liegen (Box) sowie Bereich der Whiskers, welche ca. 95 % der Werte beinhalten (feine vertikale Linien). ....	19
Abbildung 8: Zusammenhang zwischen der <b>täglichen</b> Anzahl Besucher:innen im Februar 2023 (graue Punkte) gemäss Bergbahnen Sörenberg und Swisscom. Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade gemäss dem besten Modell.....	21
Abbildung 9: Tägliche gemessene Anzahl <b>Passagen</b> in der <b>Sommersaison 2022</b> sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Emmenuferweg und Schratzenfluh.....	35
Abbildung 10: Tägliche gemessene Anzahl <b>Passagen</b> in der <b>Sommersaison 2022</b> sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Napf und Grosser Moorrundweg. ....	36
Abbildung 11: Tägliche gemessene Anzahl <b>Personen</b> in der <b>Sommersaison 2022</b> sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten für die gesamte UBE. ....	37
Abbildung 12: Tägliche gemessene Anzahl <b>Passagen</b> in der <b>Wintersaison 2022/2023</b> sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Laubersmad und Alp Schlund.....	38
Abbildung 13: Tägliche gemessene Anzahl <b>Personen</b> in der <b>Wintersaison 2022/2023</b> sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten für die gesamte UBE.....	39
Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der <b>täglichen</b> Anzahl Besucher:innen im Februar 2023 (graue Punkte) gemäss Bergbahnen Sörenberg und Swisscom. Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade gemäss dem besten Modell.....	43
Abbildung 15: Anzahl Passagen aus den Referenzzählungen gegenüber der Anzahl vom Zählgerät erfassten Passagen auf Stundenbasis für den Standort Emmenuferweg. Die linke Grafik zeigt die Passagen von Fussgänger:innen, die rechte Grafik die Passagen von Velos. Die schwarzen Punkte zeigen die einzelnen Datenpunkte, die gestichelte graue Linie zeigt eine lineare Steigung von 1, die solide graue Linie zeigt die berechnete Steigung des linearen Modells. ....	48
Abbildung 16: Anzahl Passagen aus den Referenzzählungen gegenüber der Anzahl vom Zählgerät erfassten Passagen auf Stundenbasis für die Standorte Grosser Moorrundweg, Napf und Schratzenfluh. Die schwarzen Punkte zeigen die einzelnen Datenpunkte, die gestichelte graue Linie zeigt eine lineare Steigung von 1, die solide graue Linie zeigt die berechnete Steigung des linearen Modells. ....	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erfassungszeiträume der verschiedenen Datenquellen (gelb markierte Kalenderwochen), die Anzahl der jeweiligen Zähltage sowie die aufsummierte Zählmenge der Rohdaten und die hochgerechneten Werte für die Sommersaison 2022. Für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten siehe Anhang ab Seite 32.....	11
Tabelle 2: Durchschnitt der Anzahl Personen, welche gemäss den Strava-Daten an den Standorten erfasst wurden, die dazugehörige Standardabweichung, der Median sowie die Steigung der <i>generalized linear models</i> . Grau hinterlegt ist die Zahl, welche als «Faktor Strava» verwendet wurde. ....	16
Tabelle 3: Erfassungszeiträume der verschiedenen Datenquellen (blau markierte Kalenderwochen), die Anzahl der jeweiligen Zähltage sowie die aufsummierte Zählmenge für die Wintersaison 2022/2023. Für die Methodik zur Hochrechnung der Rohdaten siehe Anhang ab Seite 32.....	18
Tabelle 4: Übersicht der berechneten Anzahl Besucher:innen und Besuchstage in der UBE für die <b>Sommersaison 2022</b> . Die beste Schätzung ist farbig hinterlegt, die weiteren Angaben sind ausgegraut. Für die Methodik zur Berechnung und die Resultate der weiteren Schätzungen siehe Anhang ab Seite 43.....	22
Tabelle 5: Übersicht der berechneten Anzahl Besucher:innen und Besuchstage in der UBE für die <b>Wintersaison 2022/2023</b> . Die beste Schätzung ist farbig hinterlegt, die weiteren Angaben sind ausgegraut.. Für die Methodik zur Berechnung und die Resultate der weiteren Schätzungen siehe Anhang ab Seite 45. ....	22
Tabelle 6: Übersicht der eingesetzten automatischen Zählgeräte in der UBE während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023. «NA» bei den (De-)Installationsdaten bedeutet, dass die Zähler bereits in Betrieb waren oder weiter in Betrieb blieben. ....	29
Tabelle 7: Anzahl Passagen an den automatischen Zählstellen, der Anteil der Besucher:innen, welche dort unterwegs waren (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023) sowie die Hochrechnung (nach Formel 5) dieser beiden Zahlen auf das Total der Besucher:innen in der UBE für die Sommersaison 2022. ....	44
Tabelle 8: Anzahl Passagen an den automatischen Zählstellen, der Anteil der Besucher:innen, welche dort unterwegs waren (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023) sowie die Hochrechnung (nach Formel 5) dieser beiden Zahlen auf das Total der Besucher:innen in der UBE für die Wintersaison 2022/2023. ...	45
Tabelle 9: Zeiträume der Referenzzählungen bei den vier Zählerstandorten. ....	46
Tabelle 10: Zusammenhang zwischen den Daten aus den Referenzzählungen und den Daten der Zählgeräten ( <b>ohne Richtungstrennung</b> ). ....	50
Tabelle 11: Zusammenhang zwischen den Daten aus den Referenzzählungen und den Daten der Zählgeräte jeweils für die Richtungen IN und OUT ( <b>Richtungsgetrennt</b> ). ....	50

## Quellenverzeichnis

- Brändle Schlegel, N., Caprese, M., & Roggo, M. (2011). *Swiss Issues Branchen: Tourismus Schweiz – Wintersportorte im Wettbewerb*. Martin Neff, Head Credit Suisse Economic Research.
- Entlebuch, U. B. (o. J.). UNESCO Biosphäre Entlebuch—VISIONÄR. NATÜRLICH. Abgerufen 25. April 2023, von Luzern Tourismus website: <https://www.biosphaere.ch/de/>
- ESRI. (2020). *ArcGIS Pro*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Grass, M., & Studer, B. (2021). Die Bedeutung des Tourismus für die Luzerner Volkswirtschaft. *BAK Economics AG*.
- Knaus, F. (2012). *Bedeutung, Charakteristiken und wirtschaftliche Auswirkungen des Sommertourismus in der UNESCO Biosphäre Entlebuch. Resultate einer umfassenden Gästebefragung* [Interner Bericht]. Schüpfheim: ETH Zürich und Biosphärenmanagement UBE.
- Knaus, F. (2023). *Die Gäste der UNESCO Biosphäre Entlebuch und ihre ökonomischen Effekte* [Projektbericht]. Zürich und Schüpfheim: ETH Zürich und Biosphärenmanagement.
- MeteoSchweiz. (2022). *Klimabulletin Sommer 2022*. Zürich. Abgerufen von [https://www.meteoschweiz.admin.ch/dam/jcr:beaabd66-5761-4e1d-a43c-4a6f2d8c90c7/2022\\_JJA\\_d.pdf](https://www.meteoschweiz.admin.ch/dam/jcr:beaabd66-5761-4e1d-a43c-4a6f2d8c90c7/2022_JJA_d.pdf)
- MeteoSchweiz. (2023). *Klimabulletin Winter 2022/23*. Zürich. Abgerufen von <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/publikationen.html#order=date-desc&page=1&pageGroup=publication&type=reportOrBulletin&category=climate>
- NCCS, N. C. for C. S. (o. J.). Schweizer Klimaszenarien CH2018. Abgerufen 10. Mai 2023, von <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html>
- NHG. (2020). *Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz*. Vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. April 2020).
- Swisscom. (2020). *Mobility Insights FAQ*. Abgerufen von <https://mip.swisscom.ch/maps/search>
- Tourismus Gemeinde Entlebuch. (o. J.). Abgerufen 25. April 2023, von Tourismus Gemeinde Entlebuch website: <https://www.tourismus-entlebuch.ch/>

## Anhang

- I Datenquellen
- II Datenauswertung
- III Weitere Berechnungsmethoden Sommer
- IV Weitere Berechnungsmethoden Winter
- V Referenzzählungen

# I Datenquellen

## Automatische Zählgeräte

Die Daten zu der Anzahl Passagen im Perimeter wurden mit vier automatischen Zählstellen der Firma Eco-Counter erhoben, welche während dem Sommer und dem Winter an zum Teil unterschiedlichen Standorten eingesetzt wurden (Tabelle 6). Die Zähler dienten als Vergleichsbasis (Verifizierung) zu den Drittdaten und erfassten stündlich und richtungsgetreunt die effektiven Passagen in und aus dem Perimeter (Abbildung 1). Die Daten wurden täglich via Mobilfunk (GSM) an einen Server übermittelt, von dem sie abgerufen werden konnten. Es wurden zum einen Pyroboxen (Infrarotzähler; <https://de.eco-counter.com/produits/pyro-personenzaehler/pyro-box-evo-urban/>) eingesetzt, welche Passagen erfassten, sobald eine Bewegung einen genügend grossen Temperaturunterschied zur Umgebung aufwies. An einem Standort wurden zusätzlich Fahrräder gezählt. Diese Kombizählgeräte (<https://www.eco-compteur.com/de/produits/multi-personen-fahrradzaehler/multi-natur/>) waren zusätzlich zum Infrarotzähler mit Induktionsschleifen ausgestattet, welche die metallenen Felgen von Fahrrädern erkennen. Die Schleifen waren während der Aufnahmeperiode nicht zu sehen. Die eingesetzten Zähler erfassen keine Personendaten und sind damit datenschutzrechtlich unproblematisch. Weil die Geräte horizontal zählen, kann es zu sogenannten Überdeckungen kommen, wenn sich zwei oder mehr Personen gleichzeitig vor dem Gerät vorbeibewegen. Dies kann zu einer Unterschätzung der realen Zahl von Passagen führen, v. a. an Orten mit vielen Freizeitnutzenden und hohen Frequenzen, da dort der Anteil der Personen zu zweit oder in Gruppen grösser ist als z. B. im Pendelverkehr. Dieser Fehler ist systematisch. Zur Ermittlung dieses Fehlers wurden im Sommer, beziehungsweise Herbst 2022 an allen vier Standorten Referenzzählungen durchgeführt. Die Zählgeräte erfassten etwa 90 % der tatsächlichen Passagen. Aufgrund der hohen Genauigkeit wurden die Rohdaten der automatischen Zählgeräte nicht angepasst (siehe dazu Anhang, Seite 43).

Tabelle 6: Übersicht der eingesetzten automatischen Zählgeräte in der UBE während der Sommersaison 2022 und der Wintersaison 2022/2023. «NA» bei den (De-)Installationsdaten bedeutet, dass die Zähler bereits in Betrieb waren oder weiter in Betrieb blieben.

Saison	Name	Erfassung von	Koordinaten CH1903+ / LV95	Bewegungs- richtung	Installations- datum	Deinstallati- onsdatum
Sommer 2022	<b>Emmenuferweg</b>	Fussgänger und Fahrräder separat und richtungsgetreunt	2'647'530 1'206'833	IN = Entlebuch OUT = Wol- husen	08. Jul 22	NA
	<b>Napf</b>	Passagen kumuliert (richtungsgetreunt)	2'638'441 1'206'157	IN = Richtung Napf OUT = Richtung Stächelegg	21. Jul 22	NA
	<b>Grosser Moor- rundweg</b>	Passagen kumuliert (richtungsgetreunt)	2'644'520 1'184'673	IN = Süd / Res- taurant OUT = Nord / Brunnen	09. Jul 22	08. Dez 22
	<b>Schrattenfluh</b>	Passagen kumuliert (richtungsgetreunt)	2'641'066 1'186'636	IN = Bergauf OUT = Bergab	8. Jul 22	22. Nov 22
Winter 2022/2023	<b>Emmenuferweg</b>	Fussgänger und Fahrräder separat und richtungsgetreunt	2'647'530 1'206'833	IN = Entlebuch OUT = Wol- husen	NA	11.04.2023
	<b>Napf</b>	Passagen kumuliert (richtungsgetreunt)	2'638'441 1'206'157	IN = Richtung Napf OUT = Richtung Stächelegg	NA	11.04.2023
	<b>Alp Schlund</b>	Passagen kumuliert (Richtungsgetreunt)	2'642'033 1'186'481	IN: bergauf	30.01.2023	11.04.2023
	<b>Laubersmad</b>	Passagen kumuliert (Richtungsgetreunt)	2'642'722 1'183'583	IN: Richtung Westen	30.01.2023	11.04.2023

## Mobilfunkdaten Swisscom

Swisscom verfügt über anonymisierte und aggregierte Mobilfunkdaten ihrer Kund:innen. Ausgewählte Daten werden für dieses Forschungsprojekt im Rahmen eines Datenaustausches zur Verfügung gestellt:

1. Total Einzelpersonen pro Kachel mit automatischem Zählgerät pro Tag, pro Stunde
  - Die Heatmap-Mobilfunkdaten von Swisscom basieren auf nord-süd ausgerichteten Kacheln mit einer Seitenlänge von 100 m. Diese Kacheln enthalten als Attribut die stündliche und die tägliche Summe an Passagen.
2. Total Einzelpersonen, aufgeteilt nach Schweizer Pendler:innen, lokale Personen, Schweizer Tourist:innen, ausländische Pendler:innen, ausländische Tourist:innen, pro Tag
3. Total Tourist:innen, die übernachtet haben und deren Wohnorte (Kantone, Gemeinden, Länder), aufgeteilt nach Schweizer Tourist:innen und ausländischen Tourist:innen, pro Tag
4. Verteilung Geschlecht und Alter (4 Gruppen), pro Tag
  - Diese Daten wurden jeweils für den Perimeter UBE und das Teilgebiet Sörenberg geliefert.

Swisscom gibt an, dass ihre Daten repräsentativ für die Gesamtbevölkerung seien (uns ist nicht bekannt, wie dies überprüft wurde). Der Marktanteil von Swisscom ist bei der Berechnung berücksichtigt. Wenn sich pro analysiertem Zeitabschnitt (Stunde / Tag) weniger als 20 Personen in einer Kachel aufgehalten haben, werden diese aus Datenschutzgründen nicht angezeigt (k-Anonymität). Die Zählmenge pro Kachel zeigt die geschätzte Anzahl Passagen im beobachteten Zeitintervall an. Zur Genauigkeit der Daten (mittlerer Fehler horizontale [geografische] Abweichung) in der UBE kann keine Angabe gemacht werden. Der mittlere Fehler über die ganze Schweiz liegt bei 150 m; In ländlichen Gebieten ist er vermutlich grösser (Swisscom, 2020).

## Mobilitätsdaten Strava

Strava ist eine Plattform und App zur Aufzeichnung von sportlichen Leistungen. Die Entwickler:innen werten die Nutzer:innendaten der Sommeraktivitäten (hike = Laufen, Gehen, Wandern, Klettern, Trail Run; bike = Radfahren (inkl. E-Bike), Mountainbike, Gravel-Bike, Skateboard) aus und stellen sie lokalen Behörden und Planer:innen kostenlos zur Verfügung. Die Daten können pro Stunde, Tag und Monat für einzelne Wegabschnitte oder ganze Regionen bezogen werden. Dabei gilt, wenn weniger als 3 Personen pro Zeiteinheit auf dem betreffenden Abschnitt unterwegs waren, werden keine Passagen angezeigt. Aus Datenschutzgründen werden die Passagen auf ein Vielfaches von 5 gerundet. Auf der Plattform werden nur Personen erfasst, die ihre Daten freigeben.

Strava weist für einzelne Wegabschnitte sowohl die Anzahl Passagen als auch die Anzahl verschiedener Personen aus. Zusätzlich stand für diese Studie auch die Anzahl Personen pro Monat für die gesamte UBE zur Verfügung. Dort werden aber nur Personen erfasst, welche ihre Aktivität innerhalb der UBE starteten und auch wieder beendeten,

## Bergbahnen Sörenberg

Die Bergbahnen Sörenberg erfassen täglich die Ersteintritte (= Anzahl Besucher:innen vor Ort). Im Sommer werden die Eintritte auf drei unterschiedliche Bahnen aufgeteilt, im Winter wird nur das Total erfasst. Die Sommersaison dauerte vom 20. Juni 2022 bis am 23. Oktober 2022, die Wintersaison vom 24. Dezember 2022 bis am 31. März 2023.

## Übernachtungszahlen Gemeinden

Das Bundesamt für Statistik erfasste die monatlichen **Übernachtungszahlen** der Hotellerie für die Region Entlebuch.

## **Gästabefragung**

Im Sommer 2022 und im Winter 2022/2023 wurde im Entlebuch unter der Leitung von Florian Knaus eine Gästebefragung durchgeführt. Daraus sind für diese Studie zwei Fragen relevant:

*Wie lange bleiben Sie in der Region Entlebuch?*

- ich war nur heute in der Region und habe nicht übernachtet*
- ich übernachtete in der Region und zwar: .....*

*Auf welcher dieser Strecken waren Sie heute unterwegs?*

- in Sörenberg zwischen Rossweid und Salwiden oder Salwideli*
- in Sörenberg zwischen Alp Schlund und Schrattenfluh (Hängst, Hächle oder Schrattengrat)*
- in Flühli zwischen Stäldeli und Sewensee oder Glaubenberg*
- in Romoos zwischen Napf und Stächelegg oder Hängst*

Während die Resultate der ersten Frage zur Berechnung der Anzahl Besuchstage, respektive der Anzahl Gäste verwendet wurde, wurde die zweite Frage für die Hochrechnung der Anzahl Passagen an den jeweiligen Zählstellen auf das Gebietstotal verwendet.

## II Datenauswertung

### Aufbereitung der Zählzeiten

#### Grundsätzliches

Alle Daten wurden im R Studio (Version 2023.03.1, R Version 4.2.1) ausgewertet. Für die Aufbereitung wurden vor allem die R-Packages «tidyverse» und «lubridate» verwendet. Für die Kartendarstellungen wurde die Software ArcGIS Pro (Version 3.1, ESRI, 2023) verwendet. Die Signifikanzschwellen wurden bei  $\alpha < 0.1$  (: / kaum Signifikanz),  $\alpha < 0.05$  (\* / geringe Signifikanz),  $\alpha < 0.01$  (\*\* / hohe Signifikanz) und  $\alpha < 0.001$  (\*\*\*) / höchste Signifikanz) gesetzt.

In diesem Kasten sind die wichtigsten statistischen Grundlagen und Begrifflichkeiten erläutert, deren grundlegendes Verständnis zur Interpretation der Resultate beiträgt.

#### Statistische Modelle

- Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild der Realität. Für diesen Bericht wurden verschiedene lineare Modelle berechnet. Diese Modelle benötigen normalverteilte Daten, d. h. die Daten sind gemäss einer Glockenkurve verteilt.
- Lineare Modelle zeigen den Zusammenhang zwischen zwei Erfassungsmethoden (z. B. Tagessummen automatischer Zählstellen und Swisscom). Dieser Zusammenhang wird «Steigung» genannt. Die Steigung wird zusammen mit zwei Streuungsmassen angegeben: der Standardfehler und das Konfidenzintervall. Der p-Wert sagt, wie vertrauenswürdig das Modell ist.
- Die Steigung von berechneten Modellen kann mittels einer Regressionsgeraden (Linie) visualisiert werden.

#### Signifikanz

- In der Statistik spricht man von einem signifikanten Resultat, wenn mit grosser Sicherheit (mindestens 90 %) davon ausgegangen werden kann, dass es kein Zufall ist.
- Signifikanzwerte werden als «p-Werte» angegeben. Ein p-Wert von  $< 0.001$  bedeutet z. B., dass das Resultat mit 99.9 %iger Wahrscheinlichkeit kein Zufall ist. Das Resultat wird demnach als sehr verlässlich angesehen.

#### Automatische Zählstellen

Ausreisser von mehr als 100 Passagen pro Stunde (resp. 200 am Standort «Grosser Moorrundweg») und die Tage der Referenzzählung wurden für die Sommersaison entfernt. In der Wintersaison fanden keine Referenzzählungen statt und es wurden keine deutlich erkennbaren Ausreisser gefunden. Für den Vergleich mit den Drittdaten wurden die Summen des Fuss- und des Veloverkehrs zu einem Total (= Langsamverkehr) addiert und zu täglichen, wöchentlichen und monatlichen Zählgemengen aggregiert. Verschiedene «Convenience Variablen» wie der Wochentag, der Monat oder ob Ferien (im Kanton Luzern) waren oder nicht, wurden hinzugefügt.

#### Meteodaten

Von MeteoSchweiz wurden für die Hochrechnung der täglichen Besuchszahlen an den vier Standorten mit den automatischen Zählstellen auf die gesamte Sommer- und Wintersaison und zur Schliessung von Datenlücken (entfernen der Ausreisser und Tagen mit Referenzzählung; siehe nächstes Kapitel) wurden die Meteodaten «Lufttemperatur 2 m über Boden (Tagesmaximum)», «Niederschlag (Halbtagessumme 6 Uhr - 18 Uhr)» und «Sonnenscheindauer (relativ zur absolut möglichen Tagessumme)» am Standort «Schüpfheim» bezogen.

#### Mobilfunkdaten Swisscom

Die Daten der Swisscom wurden tagesbasiert geliefert als .json-file. Diese Daten wurden in ein csv-file transferiert. Diese Daten standen für die Sommersaison für 14 Tage in der Hochsaison Ende Juli 2022 und für die 28 Tage im Februar 2023 zur Verfügung.

### **Mobilitätsdaten Strava**

Zuerst wurden für den Sommer 2022 und die Monate Juni bis Oktober alle Aktivitäten pro OSM-Wegabschnitt für den ganzen Kanton Luzern heruntergeladen (Anzahl Passagen und Personen pro Monat). Diese wurden dann auf den Perimeter der UBE gefiltert und nochmals auf die Wegabschnitte, an welchen auch ein automatisches Zählgerät im Einsatz stand (edge uid = "132476035", "132451263", "132450347", "132472213"). Zum einen wurden die Anzahl Passagen aus den Variablen «forward\_trip\_count» und «reverse\_trip\_count» berechnet, zum anderen die Anzahl unterschiedliche Personen («forward\_people\_count» + «reverse\_people\_count»), welche auf den Wegsegmenten erfasst wurden. Im nächsten Schritt wurden auch hier für den Vergleich mit den weiteren Datenquellen die Passagen von Personen zu Fuss und mit Fahrrad aufsummiert (= Langsamverkehr). Da Strava «NA»-Werte ausgibt, wenn während des festgelegten Zeitraumes keine (resp. weniger als 3) Passagen auf dem betreffenden Wegabschnitt registriert werden, wurden alle «NA»-Werte mit «0» ersetzt.

Zudem wurden die Anzahl Aktivitäten und die Anzahl Personen für die gesamte UBE pro Monat separat für Aktivitäten zu Fuss und für Aktivitäten mit dem Fahrrad heruntergeladen. Diese Daten mussten nicht weiter aufbereitet werden.

### **Ersteintritte Bergbahnen und Übernachtungszahlen Gemeinde**

Für den Sommer und den Winter lagen die Ersteintritte der Bergbahnen Sörenberg auf täglicher Basis vor (= Anzahl unterschiedlicher Personen, welche an einem Tag im Gebiet waren. Falls Personen eine Mehrtageskarte nutzten, wurden diese nur einmal erfasst). Datenlücken gab es keine. Die Sportbahnen Marbachegg stellten die Anzahl Besucher:innen für die Sommersaison und die Wintersaison zusammengefasst zur Verfügung. Diese Daten sind vertraulich und werden nicht explizit genannt.

Die Übernachtungszahlen, welche vom BFS erfasst werden, standen pro Monat zur Verfügung und mussten nicht weiter aufbereitet werden.

## Berechnung der Anzahl Besucher:innen und der Besuchstage

### Hochrechnung auf die gesamte Saisonlänge: Sommer und Winter

Nicht alle Zählstellen waren jeweils über die gesamte Saisonlänge in Betrieb (siehe Tabelle 1 und Tabelle 3), zum Teil mussten Ausreisser ausgeschlossen werden (siehe Anhang, Seite 43) und auch Tage mit Referenzzählungen (siehe nächstes Kapitel) wurden ausgeschlossen. Damit durchgehende Datenreihen für die Verifizierung zur Verfügung standen, wurde im für jeden Standort der automatischen Zählstellen ohne durchgehende Datenreihen (Sommer = alle Standorte, Winter = Standorte «Alp Schlund» und «Laubersmad») mit dem Package «MASS», nachdem die Normalverteilung der Daten geprüft wurde, ein «generalized linear» Modell geschriebene, das die täglichen Besuchszahlen anhand folgender Parameter erklärt: *Ferien ja oder nein, Wochentag, Tagesmaximaltemperatur, Niederschlagssumme Halbtag, relative Sonnenscheindauer*. Die Modelle wurden mittels den Packages «dharma» und «car» auf ihre Güte getestet; es wurden keine groben Verletzungen der Modellvoraussetzungen gefunden. Mit der Funktion «predict.glm» wurden dann pro Standort durchgehende Datenreihen für die gesamte Saisonlänge berechnet. Negative Daten wurden durch «0» ersetzt (Sommersaison 2022: Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11. Wintersaison 2022/2023: Abbildung 12, Abbildung 13). Alle in den Originaldaten nicht vorhandenen Werte wurden durch diese modellierten Werte ersetzt. Die so ergänzten Tages-Daten wurden anschliessend zu Monatswerten für die gesamte Sommersaison aggregiert.

Für die Extrapolation der Swisscom-Daten auf die gesamte Saisondauer (Sommer und Winter) wurde ebenfalls, nachdem die Normalverteilung der Daten geprüft wurde, mit «MASS» je ein «generalized linear» Modell gerechnet, welches die Bergbahn-Daten, den Wochentag und die Variable «Niederschlagsmenge in Millimeter am Tag» als erklärende Variable enthielt. Weitere Variablen im Modell waren nicht signifikant. Die Modellgüte wurde identisch geprüft und fehlende Werte durch die prognostizierten Werte ersetzt.

Sommersaison 2022: Extrapolationen

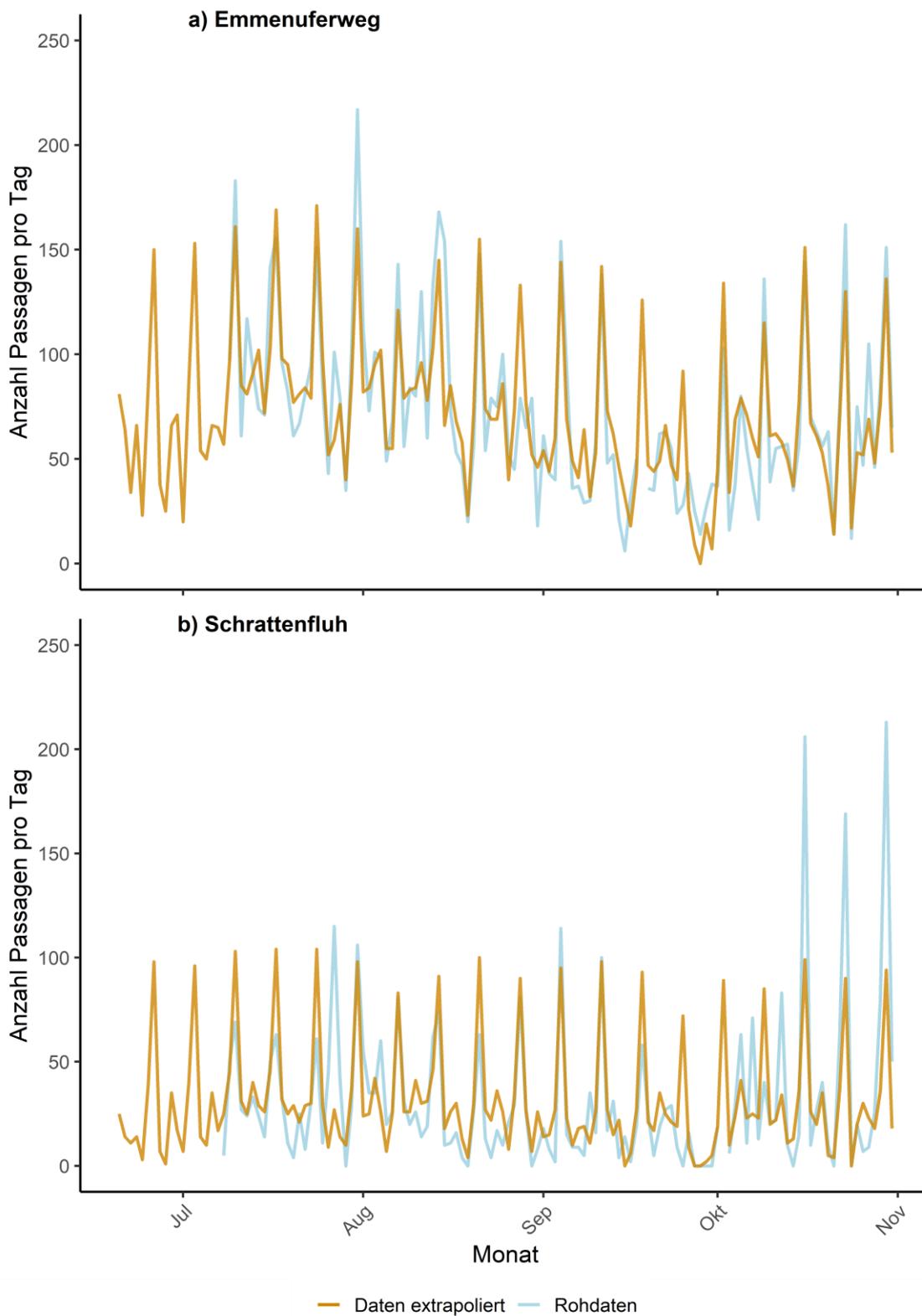


Abbildung 9: Tägliche gemessene Anzahl **Passagen** in der **Sommersaison 2022** sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Emmenuferweg und Schratzenfluh.

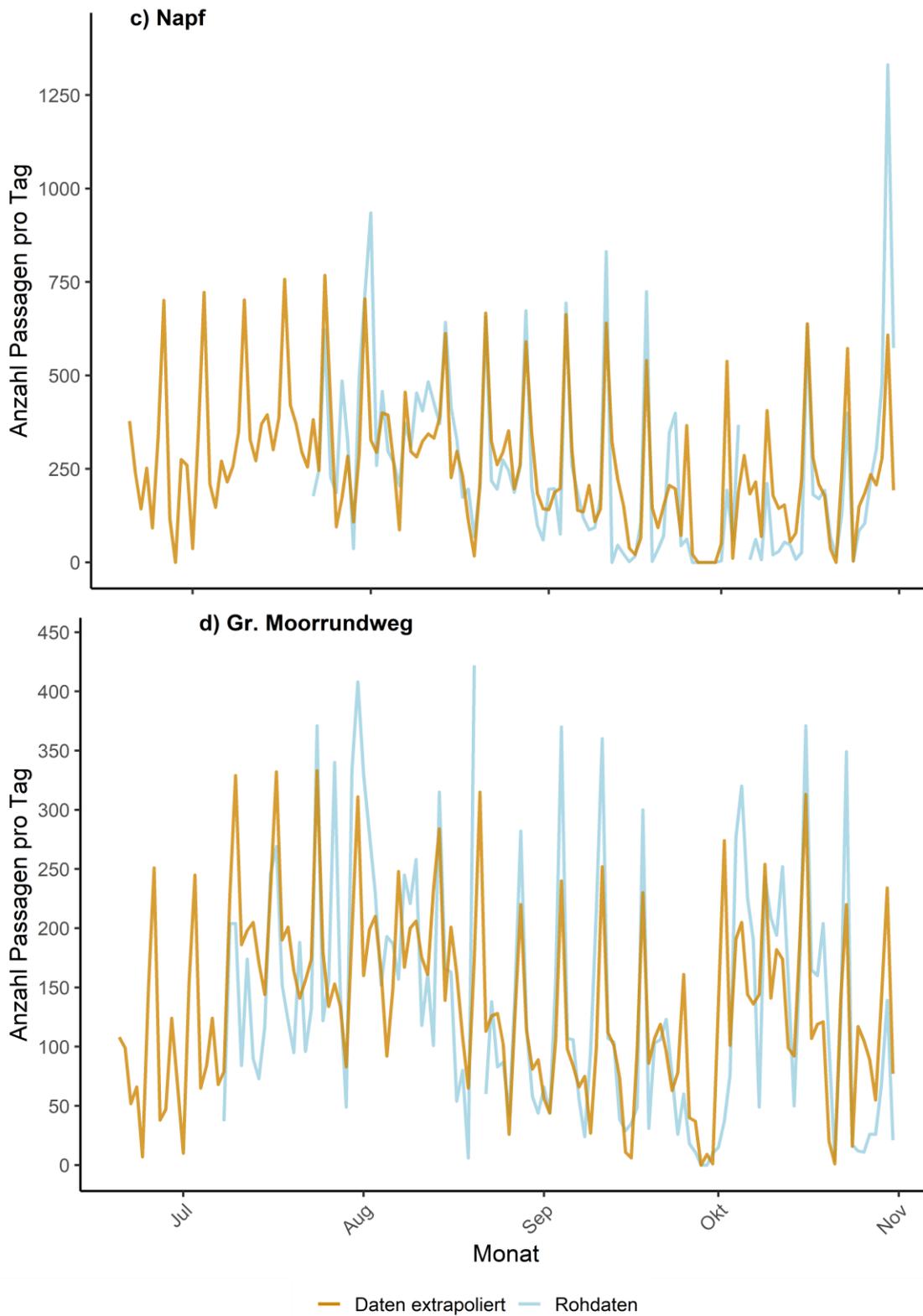


Abbildung 10: Tägliche gemessene Anzahl **Passagen** in der **Sommersaison 2022** sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Napf und Grosser Moorrundweg.

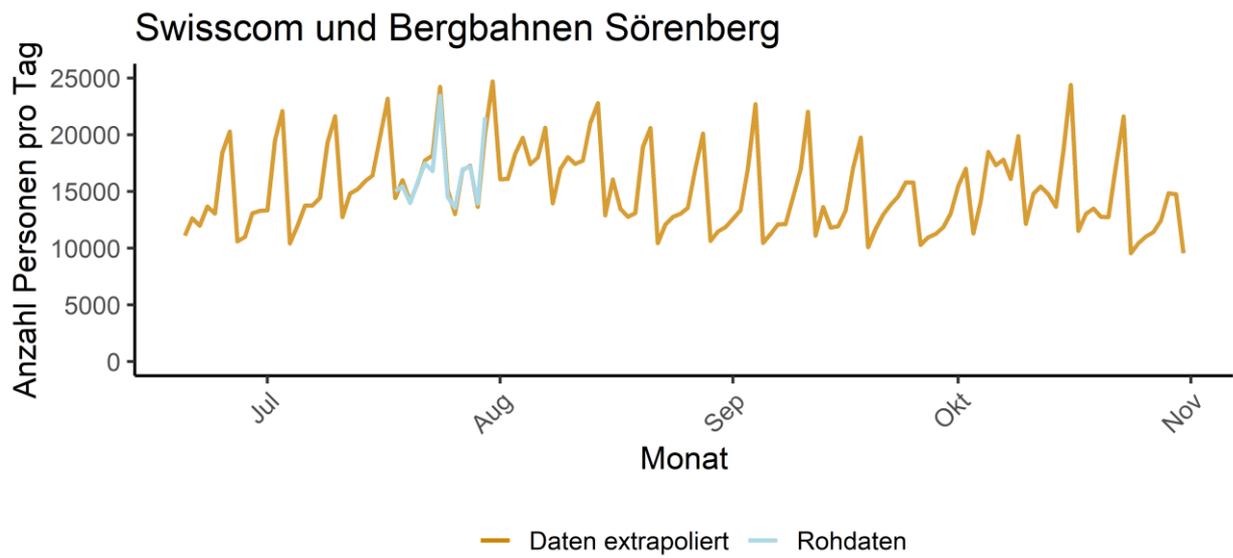


Abbildung 11: Tägliche gemessene Anzahl **Personen** in der **Sommersaison 2022** sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten für die gesamte UBE.

Wintersaison 2022/2023: Extrapolationen

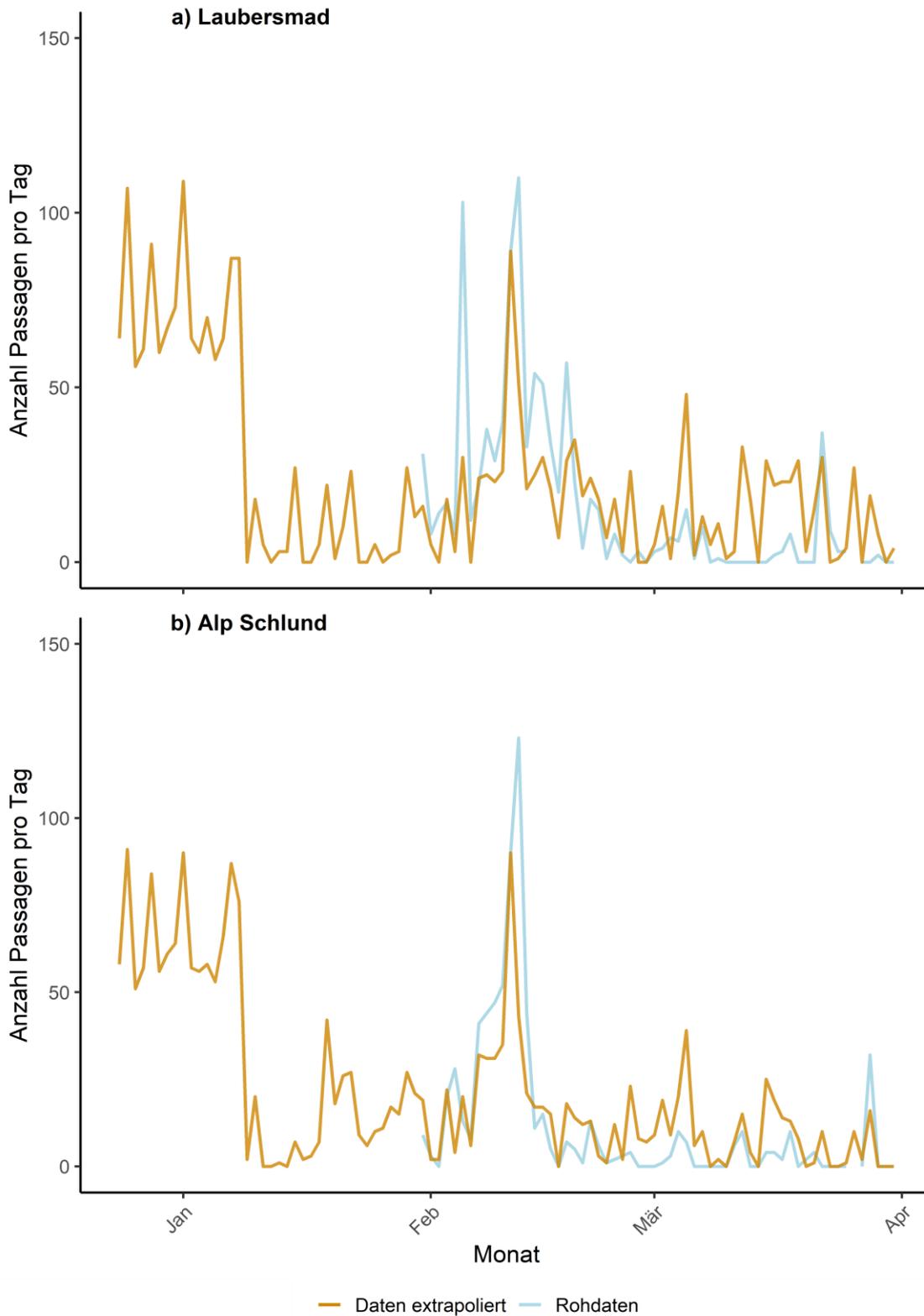


Abbildung 12: Tägliche gemessene Anzahl **Passagen** in der **Wintersaison 2022/2023** sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten an den Standorten der automatischen Zählstellen Laubersmad und Alp Schlund.

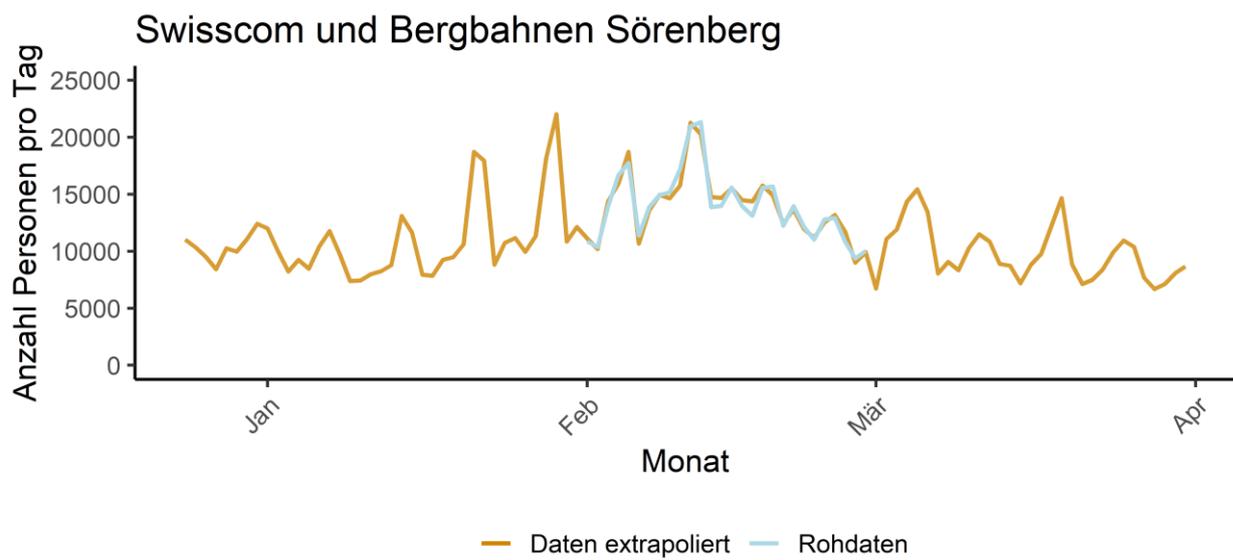


Abbildung 13: Tägliche gemessene Anzahl **Personen** in der **Wintersaison 2022/2023** sowie gemäss dem besten Modell extrapolierte Daten für die gesamte UBE.

## Anzahl Besucher:innen gemäss den automatischen Zählstellen, der Strava- und den Bergbahn-Daten: Sommer

Die flächendeckenden Strava-Daten sollten verwendet werden, um das Besuchstotal für die UBE zu berechnen. Da die Strava-Daten aber nur eine Stichprobe aller Passagen erfassen, sollte zuerst mithilfe der punktuellen Erfassungen der automatischen Zählstellen geprüft werden, welcher Anteil aller Besuchenden von Strava erfasst wird. Für diese Berechnung wurden zuerst die monatlichen Zählmengen gemäss der automatischen Zählstellen und gemäss Strava pro Standort miteinander verbunden («join»), wobei fehlende Werte ausgeschlossen wurden. Zur Untersuchung des statistischen Zusammenhangs der beiden Quellen wurde dann für jeden Standort ein *generalized lineares Model* geschrieben, welches das Besuchstotal gemäss einer Quelle mit dem Total der anderen Quelle zu erklären versucht (abhängige Variable = *Anzahl Personen pro Monat gemäss Strava*; erklärende Variable = *Anzahl Personen pro Monat gemäss den automatischen Zählstellen*). Die Regressionsgerade wurde durch den Nullpunkt gezwungen, da unsere These war, dass wenn die automatischen Zählgeräte keine Passagen erfassen auch wirklich niemand auf dem betreffenden Wegabschnitt unterwegs war. Dabei muss beachtet werden, dass die Anzahl Stützpunkte (= monatliche Zählmengen) recht klein ist (was vermutlich dazu führte, dass die statistisch signifikanten Zusammenhänge nur schwach erkennbar waren; siehe Kapitel 3.2) und lineare Modelle Normalverteilung der Daten voraussetzen, welche bei fast keinem Standort gegeben war. Darum wurde zusätzlich ein Spearman-Korrelations-Test durchgeführt, welcher nicht auf normalverteilte Daten angewiesen ist. Dieser zeigte aber keinen statistisch signifikanten Zusammenhang. Nachdem bekannt war, dass diese beiden Datenquellen in der Tendenz miteinander zusammenhängen wurde zur Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der gesamten UBE untersucht, wie viel Prozent der Besucher:innen<sup>20</sup> gemäss den Strava-Daten auch durch die vier automatischen Zählstellen im Durchschnitt (arithmetisches Mittel, Median sowie Steigung der linearen Modelle) erfasst wurden. Da nicht alle Zählstellen gleich viele Passagen erfassen, wurde zusätzlich ein gewichtetes Mittel berechnet (wobei die Gewichtung der Anzahl Passagen an den jeweiligen Standorten entspricht). Da der Median robuster gegenüber Ausreisser ist (wie sie z. B. am Standort Emmenferweg vorkommen) als das arithmetische Mittel und die linearen Modelle zur Berechnung des statistischen Zusammenhangs auf Normalverteilung angewiesen sind (welche nicht gegeben war), wurde dieser als Faktor zur Hochrechnung der Strava-Daten verwendet («Faktor Strava»). Da für das Gebiet Sörenberg und Marbachegg präzise Daten von den Bergbahnen zur Verfügung standen (Ersteintritte / Anzahl Besucher:innen) und diese in Sörenberg signifikant mit den Daten der Zählstelle zusammenhingen<sup>21</sup>, wurden diese anstelle der Strava-Daten verwendet. Damit Personen nicht doppelt gezählt wurden, wurden vom Personen-Total gemäss der Strava-Daten die Personen im Gebiet Sörenberg und Marbachegg subtrahiert. Diese Zahl wurde dann mit dem «Faktor Strava» dividiert. Dazu wurde schliesslich die Anzahl Personen der Bergbahnen Sörenberg und der Sportbahnen Marbachegg addiert, was das Besuchstotal in der UBE ergab. Ergänzend wurde die Standardabweichung pro Zählstelle berechnet und dieser Prozentbereich den «Faktor Strava» addiert, resp. subtrahiert (Formel 1). Die Standardabweichung sagt, wie weit die Daten vom Mittelwert entfernt liegen. Für diese Berechnung muss keine Normalverteilung vorliegen.

Formel 1: Berechnung der Anzahl Besuchstage in der UBE unter Zuhilfenahme der automatischen Zählstellen, der Strava-Daten und der Daten der Bergbahnen Sörenberg.

Anzahl Personen während des Sommers 2022 in der UBE =

$$\left( \frac{(\text{Personen gem. Strava UBE} - \text{Personen gem. Strava Sörenberg u. Marbachegg})}{\text{"Faktor Strava"}} * 100 \right) + \text{Ersteintritte Bergbahnen Sörenberg} + \text{Ersteintritte Sportbahnen Marbachegg}$$

<sup>20</sup> Neben der Anzahl Personen, wurde auch die Anzahl Aktivitäten (= Anzahl aufgezeichneter Unternehmungen) verwendet. Da die Bergbahnen aber die Anzahl Personen erfassen und diese Rechnung auch die «besseren» Resultate erbrachte, wurde die Anzahl Aktivitäten nicht weiter verwendet.

<sup>21</sup> Für den Standort Grosser Moorrundweg wurde eine lineare Regression berechnet, welche die tägliche Anzahl Passagen an der Zählstelle in Abhängigkeit der täglichen Anzahl Gäste der Bergbahnen Sörenberg erklärt. Es wurde ein signifikanter und deutlicher Zusammenhang gefunden (y-Achsenabschnitt = 90.2, p-Wert = 0.032, Steigung = 4.17, p-Wert = <0.001, R<sup>2</sup> = 0.69). Die Besuchszahlen vor Ort hängen also stark von der Anzahl beförderter Gäste der Bergbahnen ab. Folglich lässt sich die Verwendung der präzisen Bergbahn-Daten anstelle der Strava-Daten rechtfertigen.

Nachdem die Anzahl Besuchstage anhand der Daten der automatischen Zählstellen, von Strava und den Bergbahnen Sörenberg und den Sportbahnen Marbachegg in der UBE für den Sommer 2022 berechnet wurde, wurde diese Zahl mit zu der Anzahl Besucher:innen umgerechnet. Als Grundlage dienen die Resultate aus der Gästebefragung von Knaus et al. (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 7.6.2023). Im Sommer übernachteten 42 % der Gäste und blieben im Durchschnitt für 5 Tage (Nächte) in der Region. Mit der Formel 2 wurde aus der Anzahl Besucher:innen also die Anzahl Besuchstage berechnet (100 % entsprechen a Besucher:innen → 1 % entspricht b Besucher:innen → 42 % Übernachtungsgäste entsprechen  $42b * 5$  [Übernachtungsgäste] → +  $58b$  [Tagesgäste]).

$$5x + y = 365'000 \text{ Besucher:innen}$$

Formel 2: Berechnung der Anzahl Besuchstage in der UBE für den Sommer 2022, wobei  $x$  = Anzahl Übernachtungsgäste und  $y$  = Anzahl Tagesgäste. Im Sommer lag der Anteil Übernachtungsgäste bei 42 %.

### **Anzahl Besucher:innen gemäss den Swisscom- und den Bergbahn-Daten: Sommer und Winter**

Die extrapolierten Swisscom-Daten zeigen die Anzahl Besucher:innen pro Tag. Übernachtungsgäste werden dabei jeden Tag als «neue Touristen» erfasst. Aus der Gästebefragung von Knaus et al. ist bekannt, dass im Winter 65 % der Besucher:innen übernachten und im Durchschnitt 6 Tage (Nächte) in der Region bleiben. Im Sommer übernachteten 42 % und blieben im Durchschnitt 5 Tage (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 7.6.2023). Mit der Formel 3 und Formel 5 wurde aus der Anzahl Besuchstage die Anzahl der Besucher:innen berechnet sowie die Aufteilung in Tagesgäste und Übernachtungsgäste.

$$x = 1'115'000 \text{ Besuchstage}$$

$$n = \text{Anzahl Besucher:innen}$$

$$0.35 * n + 0.65 * n * 6 = x$$

$$(0.35 + 3.9) * n = x$$

$$n = \frac{x}{4.25}$$

$$\mathbf{n = 236'000}$$

$$\mathbf{Tagesgäste: } n * 0.35 = 92'000$$

$$\mathbf{Übernachtungsgäste: } n * 0.65 = 171'000$$

Formel 3: Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE im Winter 2022/2023. Im Winter lag der Anteil Übernachtungsgäste bei 65 %, welche im Durchschnitt 6 Tage in der Region blieben.

$$0.2x + y = 365'000 \text{ Besucher:innen}$$

Formel 4: Berechnung der Anzahl Besuchstage in der UBE im Sommer 2022, wobei  $x$  = Anzahl Übernachtungsgäste und  $y$  = Anzahl Tagesgäste. Im Sommer lag der Anteil Übernachtungsgäste bei 42 %.

#### **Zusammenhang der Besuchszahlen gem. Swisscom mit den Passagen der automatischen Zählstellen: Winter**

Für den Februar 2023 standen am Standort des Zählers Emmenuferweg Swisscom-Daten auf täglicher Auflösung zur Verfügung. Allerdings wurden im Februar 2023 durch die Swisscom dort an keinem Tag so viele Passagen erfasst, dass diese in den Daten auch ausgewiesen wurden. Demnach konnten für die Swisscom-Daten keine «lokalen» Zusammenhänge an den Standorten der Zählstellen berechnet werden.

#### **Hochrechnung des Anteils Besucher:innen gemäss Gästebefragung an den Standorten der automatischen Zählstellen: Sommer und Winter**

Die Gästebefragung zeigt, wie viel Prozent der befragten Personen an den Wegabschnitten, an welchen auch automatische Zählstellen in Betrieb waren, unterwegs waren. Die Anzahl Passagen an diesen Standorten wurde mit den jeweiligen Prozentangaben multipliziert, was jeweils eine Schätzung der Anzahl Besucher:innen<sup>22</sup> im Perimeter der UBE ergab (Formel 5).

$$\begin{aligned} x \% &\rightarrow y \\ 1 \% &\rightarrow \frac{x}{y} \\ 100 \% &\rightarrow 100 * \frac{x}{y} \end{aligned}$$

Formel 5: Berechnung der Anzahl Besucher:innen unter der Verwendung der Daten der automatischen Zählstellen und der Gästebefragung, wobei  $x$  = Anteil der Personen, welche gemäss der Befragung im betreffenden Gebiet unterwegs waren und  $y$  = Anzahl Passagen, welche die automatischen Zählstellen dort erfassten.

#### **Übernachtungszahlen Bundesamt für Statistik: Sommer und Winter**

Die Ankünfte (= Besucher:innen) in Hotels gemäss Bundesamt für Statistik in der Region Entlebuch wurden in den Sommermonaten Juni, Juli, August, September und Oktober aufsummiert, was die Anzahl Besucher:innen für die Sommersaison 2022 ergab. 17 % von aller Besucher:innen übernachteten im Durchschnitt für 2 Tage in der Region (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 7.6.2023) und 5 % im Winter für 3 Tage. Die gesamte Anzahl Besucher:innen (Übernachtungsgäste + Tagesgäste) ergibt sich gemäss der Formel 6. Für die Wintersaison wurde analog vorgegangen.

$$0.17x + 0.83y = \text{Anzahl Besucher:innen}$$

Formel 6: Berechnung der Anzahl Besucher:innen in der UBE für die Sommersaison, wobei  $x$  = Anzahl Übernachtungsgäste und  $y$  = Anzahl Tagesgäste. Im Sommer lag der Anteil Übernachtungsgäste in Hotels bei 17 %.

<sup>22</sup> Unter der realistischen Annahme, dass eine Person die Zählstelle in dem Gebiet nur ein Mal überschritten hat. Demnach entsprechen die Anzahl Passagen den Anzahl Besucher:innen.

### III Weitere Berechnungsmethoden Sommer

#### Swisscom und Bergbahnen

Die tägliche Anzahl Besucher:innen in der Sommersaison 2022, erfasst von den Bergbahnen Sörenberg<sup>23</sup> und der Swisscom (für die gesamte UBE)<sup>24</sup>, standen in einem statistisch signifikanten Zusammenhang (lineares Modell, p-Wert 0.005; Abbildung 8). Die Extrapolation der Swisscom-Daten auf die gesamte Saisonlänge stützt sich auf die Daten der Bergbahnen Sörenberg als auch auf den Wochentag (weiterführende Angaben zur Methodik siehe Anhang, Seite 34). Für die gesamte Sommersaison 2022 ergeben sich gemäss diesen Berechnungen **2'037'000 Besuchstage**.

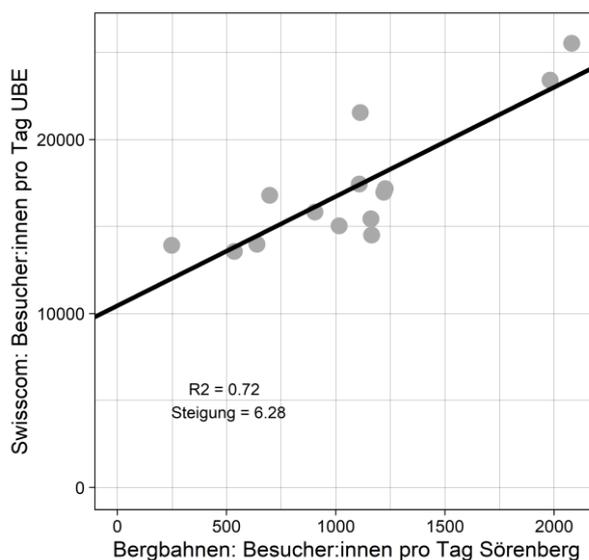


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen der **täglichen** Anzahl Besucher:innen im Februar 2023 (graue Punkte) gemäss Bergbahnen Sörenberg und Swisscom. Die schwarze Linie ist die Regressionsgerade gemäss dem besten Modell.

Im Sommer liegt der Anteil an Übernachtungsgästen bei 42 %, wobei die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei 5 Tagen liegt (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023). Dies entspricht gemäss der Formel 3 (siehe Anhang, Seite 34) ungefähr **1'385'000 Besucher:innen** in der Sommersaison 2022, welche sich auf etwa 1'222'000 Tagesgäste und 163'000 Übernachtungsgäste aufteilen.

<sup>23</sup> Die Bergbahnen erfassten lediglich den Ersteintritt. Wenn eine Person ein Mehrtagesticket verwendete, wurde sie nur am ersten Tag erfasst.

<sup>24</sup> Von der Swisscom standen für den Sommer 2022 Daten für 14 Tage während der Hochsaison Mitte bis Ende Juli zur Verfügung, was etwa einem Zentel der gesamten Sommersaison entspricht.

## Zählstellen und Gästebefragung

Die Schätzungen der Anzahl Besucher:innen gemäss den Daten der automatischen Zählstellen und der Gästebefragung für die Sommersaison 2022 gehen weit auseinander (Tabelle 7) und sind nicht verlässlich, da 1) die Befragung nicht regelmässig über den gesamten Perimeter der UBE verteilt wurde (Emmenuferweg, Napf und Schratzenfluh: Hier war der Umfrage-Erfort recht klein. Gr. Moorrundweg: hier war er dagegen gross) und 2) die Beantwortung von Fragen mit geografischem Kontext erfahrungsgemäss recht schwierig ist. Deshalb sind die Hochrechnungen auf Grundlage der automatischen Zählstellen und der Gästebefragung nicht zuverlässig und diese Angaben können nicht zur Berechnung der Anzahl Besucher:innen und der Besuchstage verwendet werden.

Tabelle 7: Anzahl Passagen an den automatischen Zählstellen, der Anteil der Besucher:innen, welche dort unterwegs waren (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023) sowie die Hochrechnung (nach Formel 5) dieser beiden Zahlen auf das Total der Besucher:innen in der UBE für die Sommersaison 2022.

Standort	Anzahl Passagen gemäss Zählstelle <sup>25</sup>	Anteil gemäss Gästebefragung auf den jeweiligen Strecken [%]	Anzahl Besucher:innen UBE gemäss Hochrechnung
Emmenuferweg	9'960	7	142'286
Napf	35'128	4	953'200
Grosser Moorrundweg	18'264	23	79'409
Schrattenfluh	4'290	4	107'250

## Übernachtungsgäste und Gästebefragung

Gemäss Bundesamt für Statistik übernachteten in der Sommersaison 2022 in der UBE 9'828 Personen in Hotels. Laut der Gästebefragung übernachteten 17 % aller befragten Personen in der Region als Hotelgast und blieben im Durchschnitt für 2 Tage (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023). Dies entspricht gemäss der Formel 6 (siehe Anhang, Seite 34) **173'000 Besucher:innen** und **183'000 Besuchstagen** für die Sommersaison 2022.

<sup>25</sup> Anzahl für die gesamte Sommersaison 2022 gemäss der Hochrechnung (siehe Anhang, Seite 29). Die Anzahl Passagen entspricht hier vermutlich in den meisten Fällen auch der Anzahl Besucher:innen, denn die Standorte wurden so gewählt, dass die Zählstelle bei den meisten Wanderrouten nur ein Mal passiert wird.

## IV Weitere Berechnungsmethoden Winter

### Zählstellen und Gästebefragung

Die Schätzungen der Anzahl Besucher:innen gemäss den Daten der automatischen Zählstellen und der Gästebefragung für die Wintersaison 2022/2023 gehen weit auseinander (Tabelle 7) und sind nicht verlässlich, da 1) die Befragung nicht regelmässig über den gesamten Perimeter der UBE verteilt wurde und 2) die Beantwortung von Fragen mit geografischem Kontext erfahrungsgemäss recht schwierig ist.

Deshalb sind die Hochrechnungen auf Grundlage der automatischen Zählstellen und der Gästebefragung nicht zuverlässig und diese Angaben können nicht zur Berechnung der Anzahl Besucher:innen und der Besuchstage verwendet werden.

Tabelle 8: Anzahl Passagen an den automatischen Zählstellen, der Anteil der Besucher:innen, welche dort unterwegs waren (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023) sowie die Hochrechnung (nach Formel 5) dieser beiden Zahlen auf das Total der Besucher:innen in der UBE für die Wintersaison 2022/2023.

Standort	Anzahl Passagen gemäss Zählstelle <sup>26</sup>	Anteil gemäss Gästebefragung auf den jeweiligen Strecken [%]	Anzahl Besucher:innen UBE gemäss Hochrechnung
Emmenuferweg	3'448	5	68'960
Napf	10'075	1	1'007'500
Laubersmad <sup>27</sup>	-	-	-
Alp Schlund	2'036	4	50'900

### Übernachtungsgäste und Gästebefragung

Gemäss Bundesamt für Statistik übernachteten in der Wintersaison 2022/2023 im Entlebuch 5'317 Personen in Hotels. Laut der Gästebefragung übernachteten 5 % aller befragten Personen in der Region in Hotels und blieben im Durchschnitt für 2 Tage (schriftliche Mitteilung F. Knaus, 26.5.2023). Dies entspricht gemäss der Formel 6 (siehe Anhang, Seite 34) **106'000 Besucher:innen** und **117'000 Besuchstagen** für die Wintersaison 2022/2023.

<sup>26</sup> Anzahl für die gesamte Wintersaison 2022/2023 gemäss der Hochrechnung (siehe Anhang, Seite 29)

<sup>27</sup> Im Winter wurde nach dem Standort «Rossweid» gefragt, wobei es sich hier bei den meisten Angaben vermutlich um Skifahrer:innen handelt, welche auf der präparierten Piste unterwegs waren. Diese Angabe wurde darum nicht weiterverwendet.

## V Referenzzählungen

### Methoden

An jeweils einem Tag im Sommer bzw. Herbst 2022 wurden während 5 bis 7 Stunden pro Standort manuelle Referenzzählungen durchgeführt (Tabelle 9).

Tabelle 9: Zeiträume der Referenzzählungen bei den vier Zählerstandorten.

Standort	Gerätetyp	Richtung	Datum	Uhrzeit	Wetter
Emmenuferweg	Kombi	IN = Richtung Entlebuch OUT = Wolhusen	18.09.2022	11:00 – 16:59	Sonnig
Grosser Moorrundweg	Pyro Evo	IN = Süd / Restaurant OUT = Nord / Brunnen	21.08.2022	10:00 – 16:59	Sonnig
Napf	Pyro Evo	IN = Richtung Napf OUT = Richtung Stächelegg	05.10.2022	10:00 – 14:59	Sonnig
Schrattenfluh	Pyro Evo	IN = Bergauf OUT = Bergab	02.10.2022	08:00 – 12:59	Leichter Regen

Beim Standort **Schrattenfluh** passierte während der Referenzzählung (5 Stunden) nur eine Wandergruppe das Zählgerät. Um mehr Passagen zu generieren, durchquerte die zählende Person den Erfassungsbereich des Zählgerätes in beide Richtungen mehrmals. Beim Standort **Emmenuferweg** wurde dies ebenfalls ausgeführt.

Für die Datenauswertung wurden bei allen Standorten die erfassten Passagen in der Kategorie «Andere» weggelassen, wenn es sich dabei um Tiere handelte (Hund oder Pferd). Bei den Standorten **Grosser Moorrundweg**, **Napf** und **Schrattenfluh** wurden die Kategorien «Fuss» und «Velo» zusammenaddiert, weil die Zählgeräte des Typ **Pyro Evo** nicht zwischen diesen Kategorien unterscheiden können. Das Zählgerät beim **Emmenuferweg** kann unterscheiden zwischen den Kategorien «Fuss» und «Velo». Dort wurde die Datenanalyse für beide Kategorien einzeln durchgeführt. Ein während der Referenzzählung durchgefahrenes Motorrad wurde in die Kategorie «Velo» integriert.

Die Datenauswertung wurde in RStudio Version 4.2.1 (R Core Team, 2022) durchgeführt. Dafür wurden pro Standort die manuell erfassten Passagen pro Stunde zusammengefasst und mit den Zahlen der Zählgeräte verglichen. Mittels Pearson's Korrelationstest und linearer Regression wurde der Zusammenhang zwischen den beiden Datenquellen untersucht. Zudem wurde berechnet, wie viel Prozent der manuell gezählten Passagen durch das Zählgerät erfasst wurden. Um zu untersuchen, wie zuverlässig die Richtungstrennung der Zählgeräte ist, wurde pro Richtung (IN und OUT) ebenfalls der Pearson's Korrelationstest sowie der prozentuale Anteil der erfassten Personen berechnet.

### Resultate

#### Passagen insgesamt (ohne Richtungstrennung)

Bei den Standorten **Emmenuferweg** (Fuss und Velo), **Grosser Moorrundweg** und **Napf** korrelierten die Werte der Referenzzählungen mit denen der Zählgeräte stark und signifikant (bei  $\alpha = 0.05$ ). Beim Standort **Schrattenfluh** korrelierten die Werte mittel, jedoch nicht signifikant (Tabelle 10; Abbildung 15, Abbildung 16).

Die Zählgeräte **Emmenuferweg Fuss**, **Grosser Moorrundweg** und **Napf** erfassten weniger Passagen als manuell gezählt, der Zähler **Emmenuferweg Velo** erfasste exakt gleich viele Passagen wie manuell gezählt. Beim Standort **Schrattenfluh** wurden deutlich zu wenige Passagen vom Zählgerät erfasst (42.33 %; Tabelle 10).

Das lineare Modell wies für die Standorte **Emmenuferweg** (Fuss und Velo), **Grosser Moorrundweg** und **Napf** eine signifikante Steigung auf (bei  $\alpha = 0.05$ ; Tabelle 10, Abbildung 15, Abbildung 16). Die Steigung des linearen Modells für den Standort **Schrattenfluh** war nicht signifikant (Tabelle 10, Abbildung 15, Abbildung 16).

#### Richtungsgetrennte Analyse

Bei den Standorten **Emmenuferweg** (Fuss und Velo), **Grosser Moorrundweg** und **Napf** war die Korrelation sowohl in der Richtung IN als auch OUT stark und signifikant (bei  $\alpha = 0.05$ ). Die Zählgeräte erfassten in Richtung IN weniger Passagen als manuell gezählt. In der Richtung OUT erfassten die Zählgeräte **Emmenuferweg Fuss**, **Grosser Moorrundweg** und **Napf** ebenfalls etwas weniger Passagen. Das Zählgerät **Emmenuferweg Velo** erfasste in der Richtung OUT etwas mehr Passagen als manuell gezählt (Tabelle 11).

Beim Standort **Schrattenfluh** war die Korrelation sowohl in der Richtung IN als auch OUT mittel, jedoch nicht signifikant (bei  $\alpha = 0.05$ ). Das Zählgerät erfasste in beide Richtungen deutlich weniger Passagen als manuell gezählt (IN: 45.10 %, OUT: 39.50 %; Tabelle 11).

### **Schlussfolgerung**

Die Zählgeräte wiesen alle, mit Ausnahme der Schratzenfluh, eine sehr gute Genauigkeit auf. Die gemessenen Zahlen entsprechen dabei etwa 90 % der tatsächlichen Passagen; sie sind damit eine konservative Schätzung und man kann sich sicher sein, dass mindestens so viele Personen am Zahlgerät vorbei gingen. Die Referenzzählung am Standort Schratzenfluh könnte fehlerhaft durchgeführt worden sein, denn bei der Installation und bei einer späteren Stichprobe wurden die Passagen korrekt erfasst. Dennoch sind die Zahlen an diesem Standort mit Vorsicht zu interpretieren.

→ Aufgrund der hohen Genauigkeit und eines möglichen Fehlers bei der Referenzzählung beim Standort Schratzenfluh werden die Rohdaten der automatischen Zählgeräte nicht angepasst.

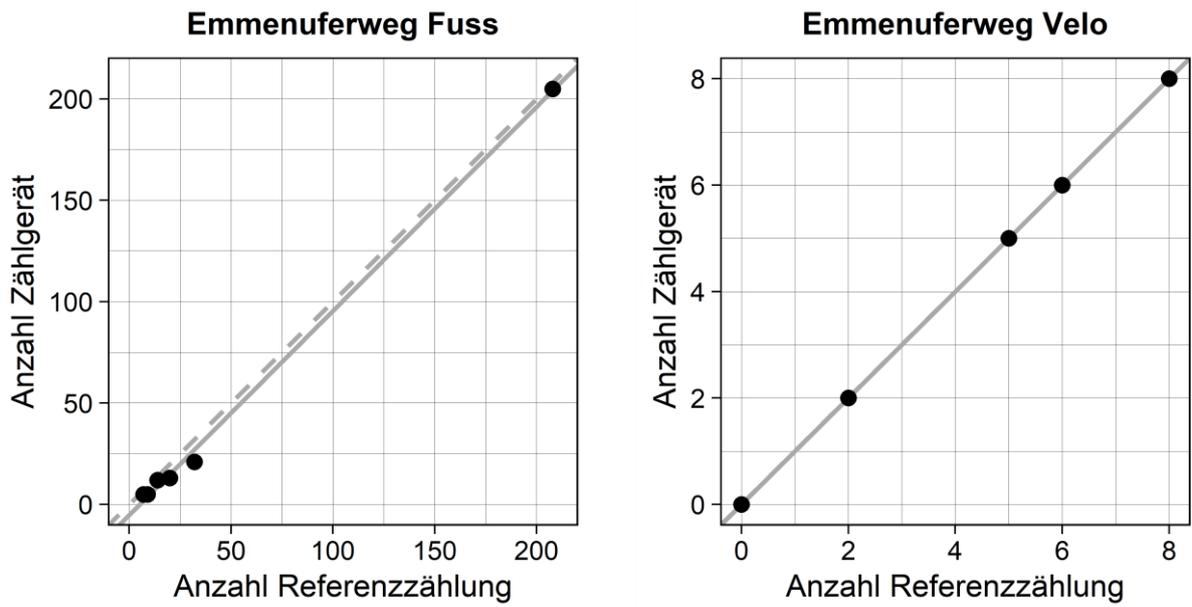


Abbildung 15: Anzahl Passagen aus den Referenzzählungen gegenüber der Anzahl vom Zählgerät erfassten Passagen auf Stundenbasis für den Standort Emmenueferweg. Die linke Grafik zeigt die Passagen von Fussgänger:innen, die rechte Grafik die Passagen von Velos. Die schwarzen Punkte zeigen die einzelnen Datenpunkte, die gestichelte graue Linie zeigt eine lineare Steigung von 1, die solide graue Linie zeigt die berechnete Steigung des linearen Modells.

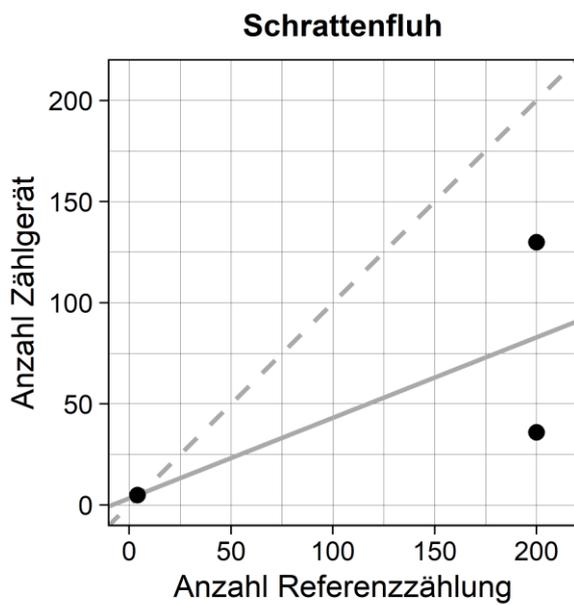
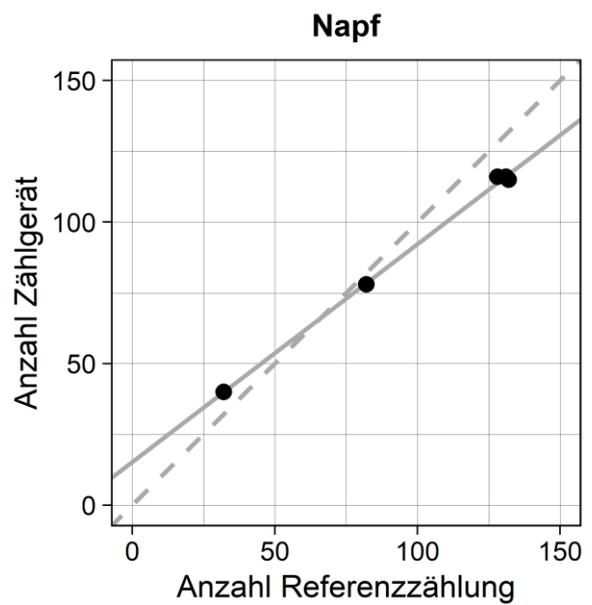
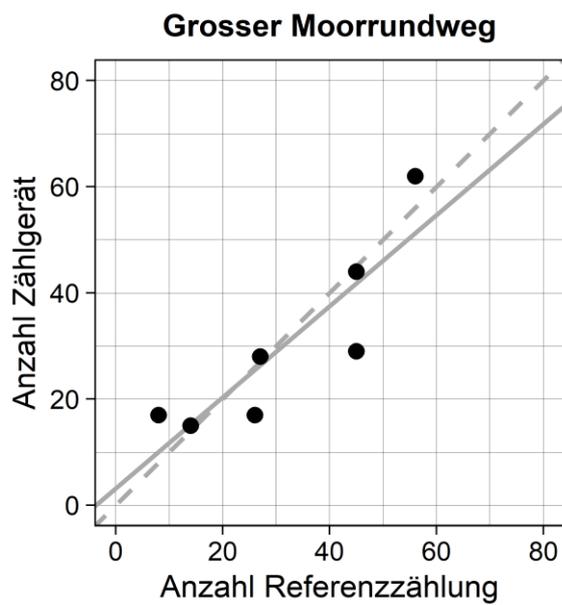


Abbildung 16: Anzahl Passagen aus den Referenzzählungen gegenüber der Anzahl vom Zählgerät erfassten Passagen auf Stundenbasis für die Standorte Grosser Moorrundweg, Napf und Schrattenfluh. Die schwarzen Punkte zeigen die einzelnen Datenpunkte, die gestichelte graue Linie zeigt eine lineare Steigung von 1, die solide graue Linie zeigt die berechnete Steigung des linearen Modells.

Tabelle 10: Zusammenhang zwischen den Daten aus den Referenzzählungen und den Daten der Zählgeräten (**ohne Richtungstrennung**).

Standort	Korrelationsstärke	Signifikanz	Zähler erfasst X % der manuell erfassten Passagen	Lineares Modell y-Achsenabschnitt	Lineares Modell Steigung	Lineares Modell Signifikanz Steigung
Emmenuferweg (Fuss)	1.00	< 0.001	90.00	-5.16	1.01	< 0.001
Emmenuferweg (Velo)	1.00	0.000	100.00	0.00	1.00	< 0.001
Grosser Moorrundweg	0.88	0.009	95.93	3.19	0.86	0.009
Napf	1.00	0.000	92.08	15.27	0.77	< 0.001
Schrattenfluh	0.69	0.514	42.33	3.41	0.40	0.514

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen den Daten aus den Referenzzählungen und den Daten der Zählgeräte jeweils für die Richtungen IN und OUT (**Richtungsgetrennt**).

Standort	Korrelationsstärke IN	Signifikanz IN	Zähler erfasst X % der manuell erfassten Passagen IN	Korrelationsstärke OUT	Signifikanz OUT	Zähler erfasst X % der manuell erfassten Passagen OUT
Emmenuferweg Fuss	1.00	< 0.001	91.85	1.00	< 0.001	88.39
Emmenuferweg Velo	0.97	0.001	90.00	1.00	< 0.001	107.69
Grosser Moorrundweg	0.95	0.001	94.92	0.83	0.022	97.09
Napf	0.98	0.003	87.78	0.83	0.005	95.42
Schrattenfluh	0.60	0.589	45.10	0.79	0.417	39.50