Endbericht

Potenzial von Seilbahnen im regionalen öffentlichen Personenverkehr

Auftraggeber:
Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Mobilitätsplanung
Ansprechperson: Ing. Mag. Martin Gassner, MSc
Herrengasse 3, 6020 Innsbruck

Auftragnehmer:
Technische Universität Graz, Inst. f. Straßen- und Verkehrswesen
Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

Bearbeiter
Dipl.-Ing. Alexandra Lechner
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Graz, 05.02.2026

Technische Universität Graz
Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Inhaltsverzeichnis

1 Problemstellung 4

2 Ergebnisse der Machbarkeitsstudie 2021 6

3 Befragung 10

3.1 Untersuchungsgebiet 10

3.2 Stated Choice Experiment 12

3.2.1 Attribute und Ausprägungen 13

3.2.2 Basiswerte der Attribute 17

3.2.3 Versuchsplan 19

3.3 Fragebogen 21

3.3.1 Teil 1: Fragen zur Person 21

3.3.2 Teil 2: Verkehrsmittelwahl 21

3.3.3 Teil 3: Zielwahl 23

3.4 Begleitende Maßnahmen 24

3.5 Rücklauf und Plausibilisierung 25

4 Ergebnisse Befragung 30

4.1 Stichprobe 30

4.1.1 Statistische Angaben zur Person 32

4.1.2 Erwerbstätigkeit 35

4.1.3 Ausbildung 38

4.1.4 Mobilitätsverhalten 40

4.1.5 Seilbahnen im öffentlichen Verkehr 44

4.2 Grundgesamtheit 49

4.2.1 Statistische Angaben zur Person 52

4.2.2 Erwerbstätigkeit 54

4.2.3 Ausbildung 56

4.2.4 Mobilitätsverhalten 57

4.2.5 Seilbahnen im öffentlichen Verkehr 59

4.3 Kernergebnisse 61

5 Verkehrsmittelwahl 62
5.1 Neuronale Netze 62
5.1.1 Aufbau 63
5.1.2 Aktivierungsfunktionen 64
5.1.3 Hyperparameter 66
5.1.4 Modelltraining 67
5.2 Verkehrsmittelwahl mit Neuronalem Netz 70
5.2.1 Stichprobe 70
5.2.2 Datenvorverarbeitung 71
5.2.3 Modelltraining 78
5.2.4 Modellauswahl 86
5.2.5 Modellinterpretation 88
5.3 Anwendung im Untersuchungsgebiet 96
5.3.1 Methodisches Vorgehen 96
5.3.2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes 97
5.3.3 Ergebnisse 101

6 Zusammenfassung 108

7 Literaturverzeichnis 115

8 Anhang 116

1 Problemstellung

Der regionale öffentliche Personenverkehr ist in der städtischen Agglomeration aber auch in ländlichen Gebieten oft bis zur Kapazitätsgrenze ausgelastet. Ein Ausbau und eine Verbesserung des Angebotes der klassischen öffentlichen Verkehrssysteme (Bus, Bahn, Straßenbahn) wären in vielen Regionen notwendig, um ein Umsteigen auf den öffentlichen Personenverkehr zu erreichen. Dabei stößt man jedoch immer öfter an Grenzen. Die dichte Verbauung, die topografischen Gegebenheiten, nicht mehr realisierbare Taktverdichtungen oder auch nicht mehr erweiterbare Gefäßgrößen sind einige Gründe, die eine Kapazitätserhöhung häufig unmöglich machen. Um für die Zukunft eine hohe Bedienungsqualität zu ermöglichen, wird der Einsatz alternativer ÖV-Infrastrukturen wie z.B. Seilbahnen diskutiert. Besonders im Zentralraum zwischen den Gemeinden des „Speckgürtels“ und den Stadtzentren müssen für den öffentlichen Verkehr in Zukunft leistungsfähige Hauptachsen bereitgestellt werden. Sie müssen in der Lage sein, eine hohe Nachfrage zu bedienen und gleichzeitig bequem und schnell genug für das Pendeln zur Arbeit und Ausbildung, respektive den Freizeitverkehr zu sein. Dabei sind die räumliche Trennung vom Individualverkehr und die problemlose Überwindung großer Höhenunterschiede oder anderer Hindernisse (Flüsse, Bahnstrecken etc.) ganz entscheidende Vorteile von Seilbahnsystemen.

In den vergangenen Jahren haben südamerikanische Städte wie La Paz, Medellín oder Rio de Janeiro urbane Seilbahnen gebaut, um den wenig entwickelten öffentlichen Verkehr zu verbessern. Insbesondere die topographische Umgebung dieser Städte bietet ideale Voraussetzungen für Seilbahnsysteme, da große Höhendifferenzen überwunden werden müssen. Europäische Städte wie London, Lissabon oder Koblenz bauten hingegen städtische Seilbahnen für spezielle Veranstaltungen (Olympia, Weltausstellung, Bundesgartenschau). Sie sind jedoch kein integraler Bestandteil des öffentlichen Verkehrsnetzes und haben nur die Funktion die Stadt mit einem Veranstaltungsgelände zu verbinden. [1]

In europäischen Städten und Stadtregionen gibt es kaum Erfahrungen hinsichtlich der verkehrlichen Wirkung eines Seilbahnsystems bei vollständiger Integration in den öffentlichen Personenverkehr. Sind Seilbahnen attraktiv genug, schnell genug und komfortabel genug, um den motorisierten Individualverkehr auf den öffentlichen Verkehr zu verlagern und vor allem, wie groß ist das Verlagerungspotenzial im Vergleich zu Bussen oder Straßenbahnen?

Auch in der Stadt Innsbruck ist das Liniennetz des öffentlichen Personenverkehrs teilweise bis zur Kapazitätsgrenze ausgelastet. Die dichte Verbauung und die Topografie lassen eine Ausweitung der konventionellen Infrastruktur nur schwer zu. Auch das Straßennetz in und um Innsbruck, insbesondere die A 12 im Bereich des Großraums Innsbruck, ist zu den Spitzenstunden überlastet und PendlerInnen sind von Verkehrsstaus betroffen. Um in Zukunft eine entsprechende Bedienungsqualität anbieten zu können, ist eine Ausweitung der Kapazität durch neue Technologien bzw. neue Verkehrsmittel, wie z.B. eine Seilbahn, anzustreben.

Eine Studie von 2021 [2] hat dargelegt, dass eine Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge grundsätzlich machbar ist und weiterverfolgt werden soll. Aus diesem

Grund wurde die Technische Universität Graz vom Land Tirol beauftragt, das Potenzial dieser Seilbahnverbindung als Ergänzung des regionalen öffentlichen Personenverkehrs zu untersuchen. Um die Akzeptanz eines derartigen öffentlichen Verkehrsmittels im Alltag zu ermitteln, wurde in einem ersten Schritt eine Befragung im Raum Innsbruck sowie in den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges durchgeführt. Dabei wurde unter anderem die Stated Choice Methode angewendet, mit der die Reaktionen auf das zusätzliche Verkehrsangebot abgefragt werden können. Die Ergebnisse aus der Befragung dienen als Grundlage für die nachfragegestützte Modellierung des Mobilitätsverhaltens. Mithilfe eines Nachfragemodells wird das Nachfragepotenzial dieser Seilbahnverbindung abgeschätzt. Die vorliegende Studie zielt dabei auf Personen ab, die im Untersuchungsgebiet leben und zwischen den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges und der Stadt Innsbruck pendeln. Der touristische Verkehr wird nicht berücksichtigt.

2 Ergebnisse der Machbarkeitsstudie 2021

Das Büro BERNARD Gruppe ZT GmbH führte im Jahr 2021 im Auftrag vom Land Tirol eine Machbarkeitsstudie für die Projektregionen „Östliches Mittelgebirge“, „Westliches Mittelgebirge“, und „Nordhang Innsbruck“ für alternative ÖV-Infrastrukturen durch. Im Zuge dieser Studie wurden mehrere Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Umland untersucht [2]. Eine Voruntersuchung brachte eine Reihe von technisch machbaren Korridoren und Seilbahnvarianten hervor. Dabei handelt es sich um folgende sechs Varianten:

- Götzens – Völs (Westliches Mittelgebirge)
- Götzens – Sieglanger/Flughafen (Westliches Mittelgebirge)
- Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn (Östliches Mittelgebirge)
- Amras – Lans – Patscherkofelbahn (Östliches Mittelgebirge)
- Bahnhof Hall – Tulfes Glungezer Bahn (Östliches Mittelgebirge)
- Bahnhof Hötting – Großer Gott – Neubaugebiet Gramartboden (Innsbruck Nord)

Im Anschluss wurde die verkehrliche Wirksamkeit der sechs definierten Trassenvarianten grob abgeschätzt. Hierfür wurden für relevante Quell-Ziel-Beziehungen mithilfe des Landesverkehrsmodells Tirol Reisezeitauswertungen mit und ohne Seilbahn vorgenommen. Der Vergleich der Reisezeiten des bestehenden Angebotes (Pkw, ÖV) mit den Reisezeiten einer Seilbahn ermöglichte eine grobe Abschätzung der Fahrgastpotenziale. Bei einem Reisezeitvorteil des neuen Verkehrssystems gegenüber den bestehenden Systemen ergeben sich Grundpotenziale aus Umsteigern vom Pkw oder vom ÖV zur Seilbahn. Als Ergebnis dieser Wirksamkeitsabschätzung ging hervor, dass die Trasse Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn das größte Potenzial aufweist und somit als am verkehrswirksamsten gilt.

Abb. 1 zeigt die Lage der untersuchten Varianten mit hervorgehobener Bestvariante.

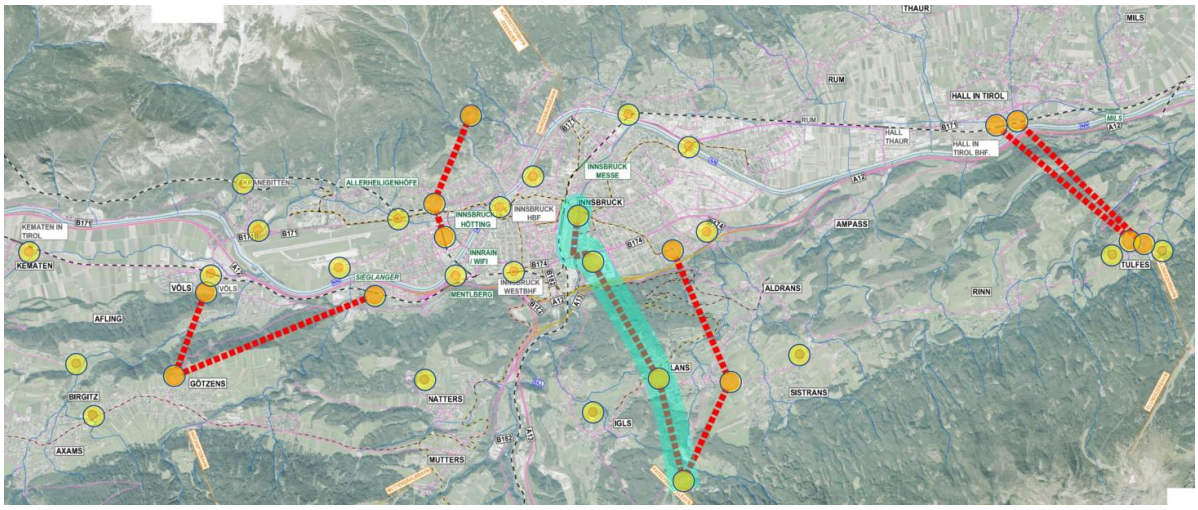


Abb. 1: Übersicht der Varianten mit hervorgehobener Bestvariante [2]

Die Trasse der Bestvariante „Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn“ ist in drei wesentliche Teile/Sektionen gegliedert. Die erste Sektion führt vom Bereich Sillpark über den Hauptbahnhof mittels eines City-Cable-Car-Systems bis zum derzeitigen Parkplatz der Olympiaworld (Abb. 2). Hier ist geplant, den Parkplatz zu überplatten, darunter ein Busterminal für Fernbusse zu errichten und so bietet sich an, eine mögliche Station auf dieser Überplattung vorzusehen. Damit können Veranstaltungen in der Olympiaworld unmittelbar und umstiegsfrei vom Bahnhof Innsbruck aus erschlossen werden.



Abb. 2: Sektion 1 – City Cable Car [2]

Nach dieser Station führt die Trasse über Sportplätze, über die Inntalautobahn und den Hangbereich in das Gebiet zwischen Lans und Igls, wo auf freiem Feld eine Station entstehen könnte (Abb. 3). Diese Station ist so gewählt, dass sie für Menschen aus Igls und aus Lans sehr gut mit dem Fahrrad erreichbar ist. Für weitere BewohnerInnen des Mittelgebirges ist die Station über einen Pendelbus bzw. Zubringerbus in guter Taktlage ebenso gut erreichbar.

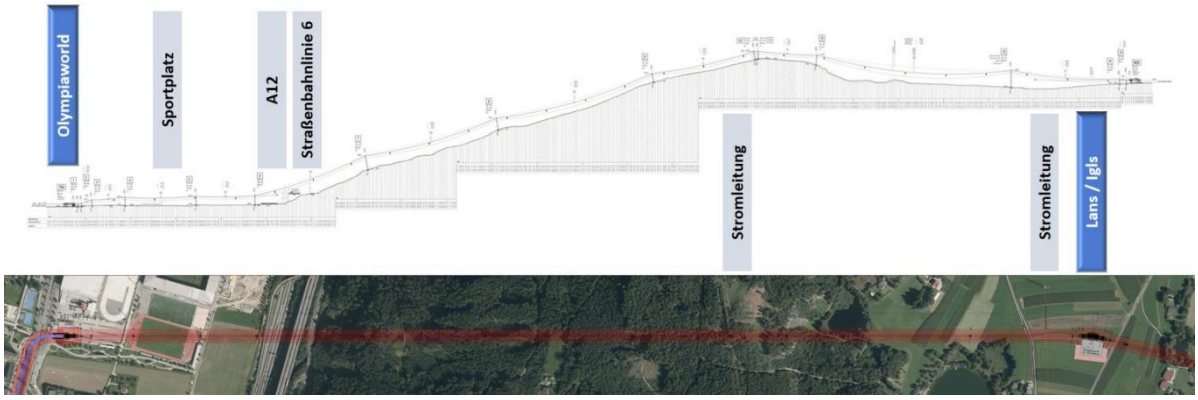


Abb. 3: Sektion 2 – Umlaufbahn [2]

Nach dieser 2. Sektion für eine 3. Sektion über einen bewaldeten Hangbereich bis zum Parkplatz der Patscherkofel Talstation (Abb. 4).

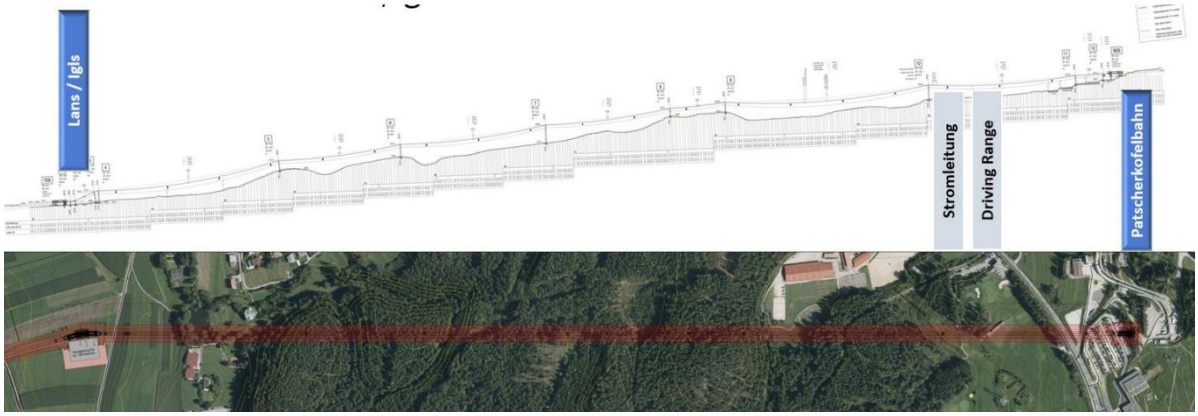


Abb. 4: Sektion 3 – Umlaufbahn [2]

Mit dieser Trassenvariante wäre eine direkte Anbindung eines hochrangigen Freizeitziels mit dem Bahnhof Innsbruck gegeben. Außerdem hätten die BewohnerInnen des östlichen Mittelgebirges eine gute Anbindung zum Bahnhof und zum Einkaufszentrum Sillpark.

Tab. 1 beinhaltet einige Eckdaten der Seilbahnverbindung. Die Seilbahn soll mit Gondeln/ Kabinen ausgestattet werden, welche ein Fassungsvermögen von bis zu 10 Personen haben. Die geplante Fahrzeugfolgezeit beträgt 15 s, so dass eine Beförderungskapazität von 2.400 Personen/h erreicht wird. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 6 m/s (= 21,6 km/h). Die gesamte Trasse weist eine Länge von etwa 5,3 km auf und eine Gesamtreisezeit von etwa 18 min. In dieser Reisezeit sind bereits die Verzögerungen an den Stationen miteinkalkuliert. Um von der Seilbahnstation Lans/Igls zur Seilbahnstation Hauptbahnhof zu gelangen, werden etwa 10 min benötigt. In Summe wird ein Höhenunterschied von rund 420 m überwunden (von Innsbruck bis zur Patscherkofelbahn).

Kenngröße	Wert
Kabinengröße	10 Personen
Frequenz	15 s
Kapazität	2.400 Personen/h
Fahrgeschwindigkeit	6 m/s
Länge	ca 5,3 km
Reisezeit	ca. 18 min
Höhenunterschied	ca. 420 m

Tab. 1: Eckdaten der Seilbahn [3]

Die Umsetzung dieses Seilbahnprojektes erfordert zahlreiche Begleitmaßnahmen, um Push- und Pull-faktoren für die Nutzung der Seilbahn zu etablieren. Diese Begleitmaßnahmen werden auch in der Machbarkeitsstudie [2] beschrieben. Dazu gehört zuerst die Neuorganisation des Busverkehrs, der in Zukunft nicht mehr jeweils in eigenen Linien vom Mittelgebirge nach Innsbruck geführt werden soll, sondern als Pendelverkehr die Seilbahnstation im Bereich Lans/Igls schnell und unkompliziert anfahren soll. Neben einer Busverbindung ist vor allem die Nutzung des Fahrrads in diesem Bereich ein zentraler Hebel. Durch die Verbreitung von Elektrofahrrädern und einen Ausbau der Fahrradinfrastruktur können hier wesentliche Steigerungsraten bei der Nutzung des Fahrrads für die Anbindung der Seilbahnstation lukriert werden. Eine weitere Maßnahme, die bei der Entwicklung der vorgeschlagenen Trasse berücksichtigt wurde, ist eine geplante Rad- und Fußwegverbindung im Bereich des Hauptbahnhofs in Innsbruck, so dass eine direkte Verbindung von der Seilbahnstation zum Hauptbahnhof gegeben ist.

3 Befragung

Die Machbarkeitsstudie [2] hat dargelegt, dass eine Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge grundsätzlich machbar ist und weiterverfolgt werden soll, im speziellen die Variante Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn. Nun gilt es das Fahrgastpotenzial dieser Seilbahnverbindung als Alternative oder Ergänzung zum regionalen öffentlichen Personenverkehr zu ermitteln. Hierzu ist es zunächst erforderlich Grundlagendaten zu erarbeiten und eine Mobilitätserhebung im Einzugsbereich der Seilbahn durchzuführen. Dabei wird eine Befragung nach der Stated Choice Methode durchgeführt, mit der Reaktionen auf bisher nicht vorhandene Mobilitätsangebote abgefragt werden. Jeder Proband muss sich bei der Stated Choie Methode zwischen verschiedenen Wahlalternativen entscheiden. Es handelt sich um fiktive, aber realistische und für die Probanden nachvollziehbare Wahlalternativen.

3.1 Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet wurde die Stadt Innsbruck sowie die Gemeinden des östlichen Mittelgebirges festgelegt, da diese im direkten Einzugsbereich der Seilbahnverbindung liegen. Die Befragung wurde im Zeitraum April bis Mai 2023 durchgeführt. Für die Teilnahme an der Befragung standen zwei Modi zur Verfügung: online (für alle) und schriftlich (nur für BewohnerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge).

Die Teilnahme am Online-Fragebogen war für jeden möglich, unabhängig vom Wohnort. Somit konnten auch Personen mit Wohnort außerhalb des Untersuchungsgebietes an der Befragung teilnehmen. Um speziell im östlichen Mittelgebirge einen hohen Rücklauf zu erhalten, wurde jedem Haushalt ein schriftlicher Fragebogen per Post zugesendet. Im Vergleich zu Innsbruck ist die Grundgesamtheit im östlichen Mittelgebirge wesentlich geringer. Somit stand den BewohnerInnen des östlichen Mittelgebirges zusätzlich zur Teilnahme über den Onlinefragebogen auch die Teilnahme über den schriftlichen Fragebogen zur Auswahl. Dies betraf zum einen die Gemeinde Lans, welche in unmittelbarer Nähe zur geplanten Seilbahnstation Lans/ Igls liegt und zum anderen die Gemeinden Patsch, Rinn, Sistrans und Tulfes, für welche ein Expressbus als Zubringer zur Seilbahnstation Lans/Igls angedacht ist. Des Weiteren wurden auch die Haushalte der zwei Innsbrucker Katastralgemeinden Igls und Vill schriftlich per Post kontaktiert, da auch für diese zwei Katastralgemeinden auf Grund ihrer Nähe zur Seilbahnstation Lans/Igls mit höheren Nutzungsraten der Seilbahn zu rechnen ist. Die Haushalte der Gemeinde Aldrans erhielten hingegen keinen schriftlichen Fragebogen, da speziell diese Seilbahnverbindung für diese Gemeinde keine realistische Alternative darstellt. Aus Aldrans ist es nicht denkbar, erst hangaufwärts zu fahren, um dann mit der Seilbahn in den Talboden nach Innsbruck zu gelangen.

In Abb. 5 ist das Untersuchungsgebiet mit den relevanten Gemeinden bzw. Katastralgemeinden dargestellt.

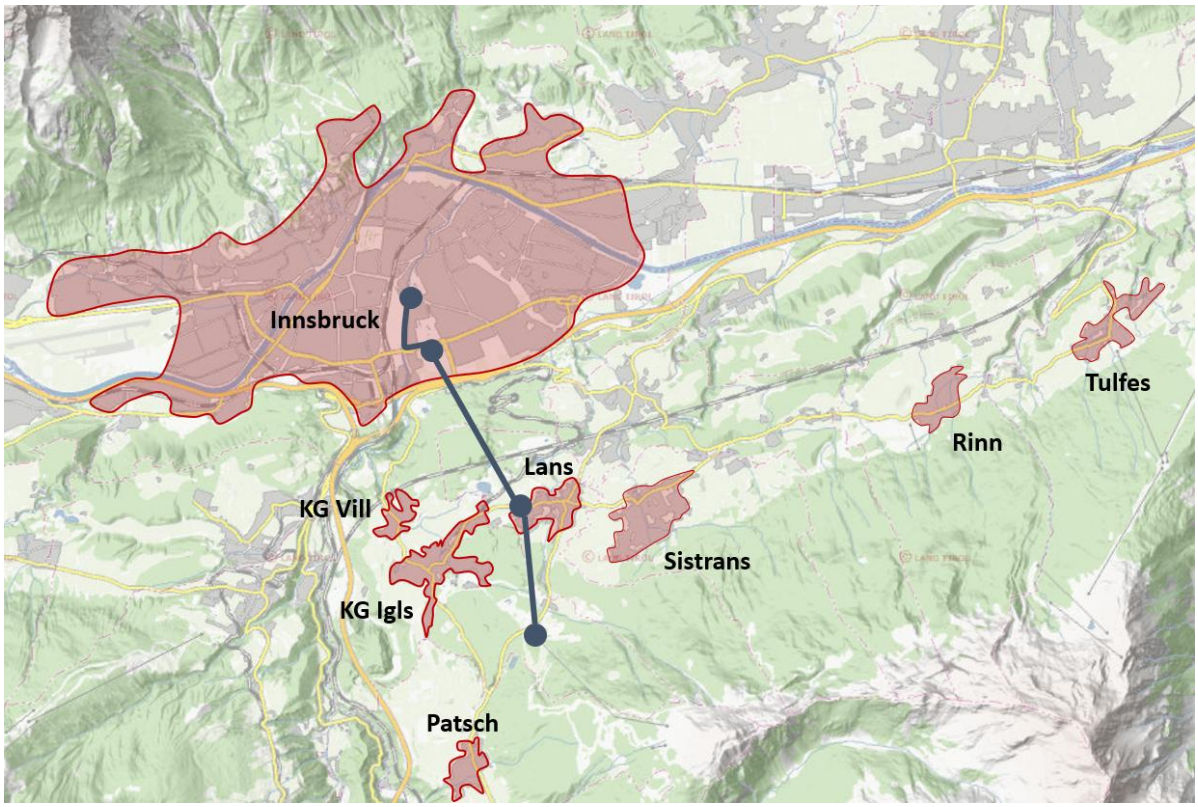


Abb. 5: Untersuchungsgebiet (Kartengrundlage: tirisMaps)

Nachfolgende Tabelle (Tab. 2) gibt einen Überblick über die Anzahl der Einwohner aller Gemeinden im Untersuchungsgebiet. Mit Stand 01.01.2023 wies die Stadt Innsbruck rund 131.400 mit Hauptwohnsitz gemeldete Personen auf. Davon sind etwa 2.590 Personen in der Katastralgemeinde Igls und etwa 520 Personen in der Katastralgemeinde Vill gemeldet. Somit entfallen 2,4% der in Innsbruck mit Hauptwohnsitz gemeldeten Personen auf diese zwei Katastralgemeinden. In den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges sind jeweils zwischen 1.100 und 2.300 Personen gemeldet. Zählt man Igls und Vill auf Grund ihrer Lage und der Seilbahnfragestellung zum östlichen Mittelgebirge dazu, erhält man eine Anzahl von rund 11.300 Einwohner für das östliche Mittelgebirge. Im gesamten Untersuchungsgebiet sind knapp 140.000 Personen gemeldet.

Gemeinde	Einwohner	Untersuchungsgebiet
Innsbruck (ohne Igls und Vill)	128.255	128.255
Igls	2.586	11.324
Vill	517	
Lans	1.167	
Patsch	1.136	
Rinn	1.937	
Sistrans	2.285	
Tulfes	1.696	

Tab. 2: Einwohner und Haushalte im Untersuchungsgebiet, Stand 01.01.2023 [4]

Die Betrachtung der PendlerInnen zwischen der Stadt Innsbruck und den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges (Tab. 3) zeigt, dass erwartungsgemäß mehr Personen vom östlichen Mittelgebirge nach Innsbruck pendeln als von Innsbruck in das östliche Mittelgebirge. Mit Stichtag 31.10.2021 gab es rund 2.000 ErwerbspendlerInnen zwischen den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges und der Stadt Innsbruck. Die meisten PendlerInnen kommen aus Sistrans mit 31% und aus Rinn mit 23%. In der entgegengesetzten Richtung sind etwa 330 ErwerbspendlerInnen vorhanden. Die meistens davon pendeln von Innsbruck nach Lans (44%). Diese erste Abschätzung ergibt etwa 2.300 ErwerbspendlerInnen, für die die betrachtete Seilbahnverbindung eine mögliche Alternative für das tägliche Pendeln zur Arbeit wäre.

Von	Nach	Erwerbspendler:innen
Innsbruck (alle Katastralgemeinden)	Lans	143
	Patsch	24
	Rinn	32
	Sistrans	73
	Tulfes	54
Lans	Innsbruck (alle Katastralgemeinden)	299
Patsch		309
Rinn		445
Sistrans		598
Tulfes		305

Tab. 3: Erwerbspendler:innen innerhalb des Untersuchungsgebietes, Stand 31.10.2021 [5]

Aus den Daten geht jedoch nicht hervor, um welche Katastralgemeinde es sich bei der Stadt Innsbruck handelt. Demzufolge ist eine detailliertere Betrachtung von Igls und Vill nicht möglich. Außerdem wurden in dieser Auswertung nur die ErwerbspendlerInnen berücksichtigt, die SchulpendlerInnen blieben unberücksichtigt.

3.2 Stated Choice Experiment

Im Zuge der Befragung wurden Stated Choice Experimente durchgeführt. Dies ist erforderlich, um eine verlässliche Grundlage für Verkehrsprognosen zu schaffen und um die Nachfrageveränderungen bei Erweiterung des Verkehrsangebotes, wie z.B. bei einer noch nichtexistierenden Seilbahnverbindung, abzuschätzen. Die Ergebnisse aus den Stated Choice Experimenten geben Auskunft über die einzelnen Einflussfaktoren auf das Entscheidungsverhalten der VerkehrsteilnehmerInnen im Hinblick auf das zusätzliche neue Verkehrsangebot. Somit ist es auch möglich hypothetische Entwicklungen zu bewerten.

Bei einem Stated Choice Experiment sollen sich die Probanden für eines von mehreren Alternativen (z.B. verschiedene Verkehrsmittel) entscheiden. Jede Alternative wird dabei anhand verschiedener Attribute/Merkmale beschrieben. Die Probanden werden aufgefordert mehrere Experimente durchzuführen, wobei die Ausprägungen der einzelnen Attribute

innerhalb der Experimente variieren. Die Variation der Ausprägungen aller Alternativen wird vorab über einen Versuchsplan festgelegt.

3.2.1 Attribute und Ausprägungen

In dieser Studie wurden folgende Attribute in den Stated Choice Experimenten berücksichtigt:

- Reisezeit (Zugangszeit, Fahrzeit im Fahrzeug, Abgangszeit)
- Kosten
- Anzahl Umstiege
- Verspätung (Wahrscheinlichkeit und Dauer der Verspätung)
- Auslastung
- Ökologischer Fußabdruck

Das Attribut Reisezeit umfasst die Zugangszeit zum Fahrzeug, die Fahrzeit im Fahrzeug und die Abgangszeit vom Fahrzeug. Für die Alternative Pkw wurde die Fahrzeit von A nach B über Google Maps für die Morgenspitze bestimmt und entspricht somit den realen Gegebenheiten. Dabei wurde die schnellste Route für die Berechnung verwendet. Für die Alternative Bus wurde die Fahrzeit von Haltestelle A zur Haltestelle B über den VVT Routenplaner [6] berechnet und auch hier die schnellste Option gewählt. Bei der Seilbahn wurde die von Doppelmayr berechnete Fahrzeit (vgl. Kap. 2) angesetzt. Die Alternative Seilbahn ist für die meisten Quelle-Ziel-Relationen im Untersuchungsgebiet auch mit einer Fahrt im Zubringerbus (östliches Mittelgebirge) und/oder einer Fahrt in einer der städtischen öffentlichen Verkehrsmittel (Innsbruck) verbunden. Diese Fahrzeiten wurden separat berechnet und in die Reisezeit des Verkehrsmittels Seilbahn miteinkalkuliert. Auch die Umsteigezeit zwischen Seilbahn und Bus wurde mit je 3 min pro Umstieg berücksichtigt.

Für die Zugangs- und Abgangszeit der Alternative Pkw wurden folgende Werte angesetzt: für Quellen und Ziele im östlichen Mittelgebirge je 2 min und für Quellen und Ziele in Innsbruck je 4 min. Für das östliche Mittelgebirge kann davon ausgegangen werden, dass ein Abstellen des Pkws in unmittelbarer Nähe der Quelle bzw. des Ziels möglich ist. In Innsbruck ist meistens noch ein Fußweg von der Quelle zum Pkw-Stellplatz bzw. vom Pkw-Stellplatz zum Ziel verbunden. Die Zu- und Abgangszeiten für die Alternative Bus wurden auf Basis der Haltestellendichte der einzelnen Gemeinden bzw. der einzelnen Katastralgemeinden von Innsbruck berechnet. Bei der Alternative Seilbahn wurde eine erhöhte Zu- und Abgangszeit von je 5 min angenommen.

Für die Kosten der Alternative Pkw wurde das amtliche Kilometergeld in Höhe von 0,42 €/km angesetzt. Mit diesem Kilometersatz sind sämtliche Ausgaben, wie z.B. Spritkosten, Wartung und Reparatur, Abschreibung, Versicherungen, Finanzierungskoten usw., pauschal abgedeckt. [7]. Für die zwei öffentlichen Verkehrsmittel Bus und Seilbahn wurde der Ticketpreis für ein Einzelticket basierend auf dem Zonenplan vom VVT [8] berechnet. Der Ticketpreis

variiert mit der Anzahl der Zonen, die durchfahren werden müssen, um von A nach B zu gelangen.

Das Attribut Anzahl Umstiege beinhaltet die erforderlichen Umstiege zwischen öffentlichen Verkehrsmitteln und wird für die beiden Alternativen Bus und Seilbahn berechnet. Auch hier wurde wiederum der Routenplaner vom VVT [6] als Datenbasis herangezogen. Für die Seilbahn ergibt sich die Anzahl der Umstiege aus erforderlichen Verkehrsmittelwechsel zwischen Bus und Seilbahn.

Bei der Verspätung werden zum einen die Verspätungswahrscheinlichkeit und zum anderen die Verspätungsdauer berücksichtigt. Verspätungen entstehen insbesondere durch ein erhöhtes Verkehrsauskommen und damit verbundenen Stauerscheinungen auf den Straßen. Die Seilbahn ist durch ihr vom Straßennetz abgekoppeltes System und durch ihre ständige Verfügbarkeit von Verspätungen befreit. Demnach werden die Attribute zur Verspätung nur für die Alternativen Pkw und Bus definiert. Bei der Verspätungswahrscheinlichkeit wird angegeben, bei wie vielen Fahrten mit einer Verspätung zu rechnen ist (z.B. bei jeder 2ten Fahrt). Die Verspätungsdauer gibt die mittlere Dauer der Verspätung an und wird in Abhängigkeit zur Reisezeit berechnet.

Die Auslastung beschreibt den Auslastungszustand in den öffentlichen Verkehrsmitteln. Dabei wird zwischen einer geringen, mittleren, hohen Auslastung und einer Überlastung unterschieden. In Abb. 6 sind die vier Auslastungszustände im ÖV grafisch veranschaulicht.

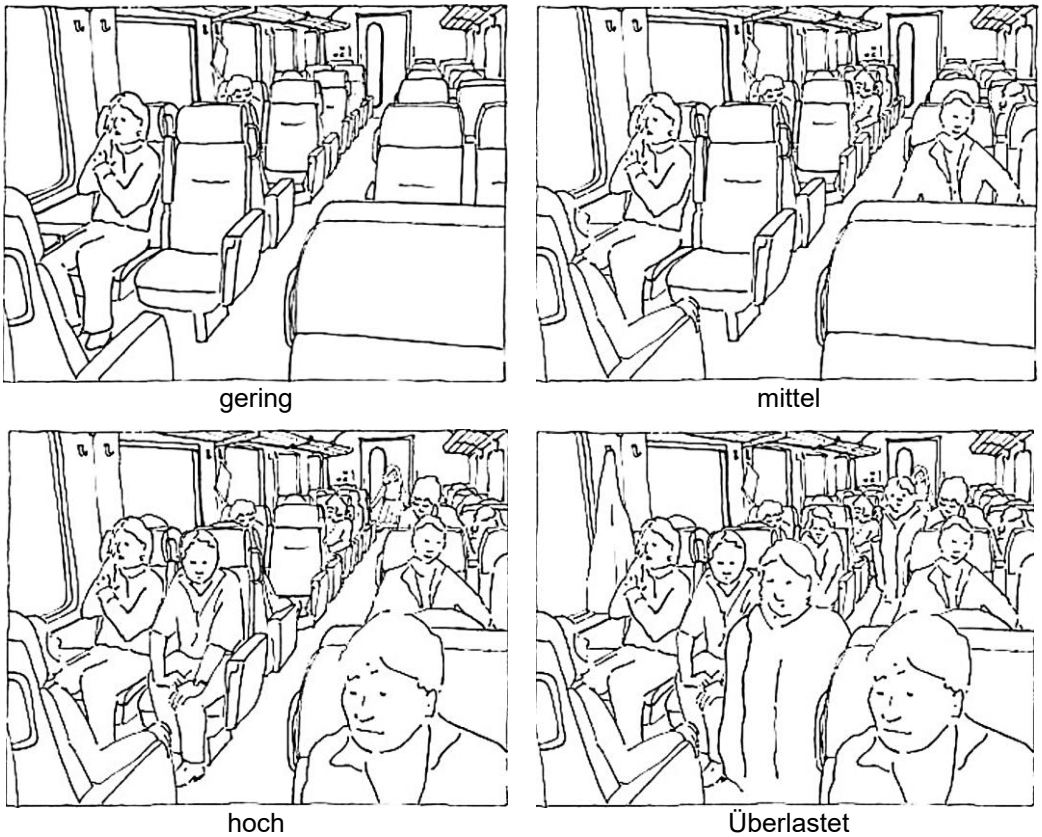


Abb. 6: Veranschaulichung der Auslastungszustände im ÖV [9]

Da der Umwelt- und Klimaschutz heutzutage immer wichtiger wird, wurde auch der ökologische Fußabdruck als Attribut in das Stated Choice Experiment mitaufgenommen. Dieser gibt den CO_2 Ausstoß für die getätigte Fahrt und das jeweilige Verkehrsmittel an. Hier wurden Annahmen zum mittleren Verbrauch und zum CO_2 Ausstoß der verschiedenen Verkehrsmittel getroffen.

Für jedes Attribut werden die Anzahl der Ausprägungen und deren Werte festgelegt. Um möglichst unterschiedliche Situationen zu generieren, werden die Attributwerte der Ausprägungen in den einzelnen Choice Experimenten variiert.

In der Tab. 4 sind die verwendeten Attribute mit ihren Ausprägungen für die Stated Choice Befragung zur Verkehrsmittelwahl angeführt. Als mögliche Alternativen stehen die drei Verkehrsmittel Pkw, Bus und Seilbahn zur Auswahl.

Für die Stated Choice Befragung zur Zielwahl wird eine geringere Anzahl an Attributen verwendet (Tab. 5). In diesem Experiment sollen sich die Probanden zwischen zwei gleichwertig attraktiven Zielen entscheiden, wobei ein Ziel gut mit dem Pkw oder dem Bus erreichbar ist und das andere Ziel sehr gut durch die neue Seilbahn erschlossen ist.

Alternative	Attribut	Anzahl Ausprägungen	Werte Ausprägungen
Pkw	Zugangszeit	2	-50% / +50%
	Fahrzeit	4	-25% / ±0% / +25% / +50%
	Abgangszeit	2	-50% / +50%
	Kosten	4	-25% / ±0% / +25% / +50%
	Stauwahrscheinlichkeit	3	jede 10te / 5te / 2te Fahrt
	mittlere Zeit im Stau	3	10% / 25% / 40% von Fahrzeit im Fahrzeug*
	Ökologischer Fußabdruck	1	Ist ±0%
Bus	Zugangszeit	2	-50% / +50%
	Fahrzeit	3	-25% / ±0% / +25%
	Abgangszeit	2	-50% / +50%
	Ticketpreis	3	-20% / ±0% / +20%
	Anzahl Umstiege	3	Ist -1 / ±0 / +1
	Verspätungswahrscheinlichkeit	3	jede 10te / 5te / 2te Fahrt
	mittlere Verspätungsdauer	3	10% / 25% / 40% von Fahrzeit im Fahrzeug*
	Auslastung	4	gering, mittel, hoch, überlastet
	Ökologischer Fußabdruck	1	Ist ±0%
Seilbahn	Zugangszeit	2	-50% / +50%
	Fahrzeit Bus	3	-25% / ±0% / +25%
	Fahrzeit Seilbahn	3	-25% / ±0% / +25%
	Abgangszeit	2	-50% / +50%
	Ticketpreis	3	-20% / ±0% / +20%
	Anzahl Umstiege	1	Ist ±0
	Auslastung	4	gering, mittel, hoch, überlastet
	Ökologischer Fußabdruck	1	Ist ±0%

* jedoch mindestens 3 min Verspätung

Tab. 4: Attribute mit Ausprägungen für die Stated Choice Befragung zur Verkehrsmittelwahl

Alternative	Attribut	Anzahl Ausprägungen	Werte Ausprägungen
Ziel A mit Pkw	Fahrzeit	4	-25% / ±0% / +25% / +50%
	Kosten	4	-25% / ±0% / +25% / +50%
Ziel A mit Bus	Fahrzeit	3	-25% / ±0% / +25%
	Ticketpreis	3	-20% / ±0% / +20%
	Anzahl Umstiege	3	Ist -1 / ±0 / +1
Ziel B mit Seilbahn	Fahrzeit Bus	3	-25% / ±0% / +25%
	Fahrzeit Seilbahn	3	-25% / ±0% / +25%
	Ticketpreis	3	-20% / ±0% / +20%
	Anzahl Umstiege	1	Ist ±0

Tab. 5: Attribute mit Ausprägungen für die Stated Choice Befragung zur Zielwahl

3.2.2 Basiswerte der Attribute

Bei Stated Choice Befragungen ist es wichtig, dass sich die Experimente auf alltägliche, bekannte Strecken der TeilnehmerInnen beziehen und realitätsnahe Entscheidungssituationen abgebildet werden. Deshalb sollten Ziele gewählt werden, die den TeilnehmerInnen gut vertraut sind.

Als Vorbereitung für die Befragung wurden für verschiedenste Quelle-Ziel-Relationen innerhalb des Untersuchungsgebietes die Wege für die drei Verkehrsmittel mit den dazugehörigen Attributen ermittelt. Hierzu wurde das Untersuchungsgebiet in 14 Zonen eingeteilt (Tab. 6). Bei den Zonen handelt es sich um die neun Katastralgemeinden von Innsbruck (Abb. 7) sowie um die fünf betrachteten Gemeinden im östlichen Mittelgebirge, wobei die zwei Katastralgemeinden Igls und Vill für die Fragestellung dieser Studie dem östlichen Mittelgebirge zuzuordnen sind.

Auf Basis der Zoneneinteilung ergibt sich eine 14x14 Quelle-Ziel-Matrix mit 98 relevanten Quelle-Ziel-Beziehungen (Tab. 7). Die Zellen in grün stellen den Binnenverkehr im östlichen Mittelgebirge dar, die blauen Zellen den Binnenverkehr in Innsbruck. Diese sind für die Studie und für eine mögliche Seilbahnverbindung uninteressant. Bei den roten Zellen handelt es sich um Relationen, die für die vorliegende Seilbahnverbindung relevant sind (Verkehre zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge). Für die roten Zellen werden die Zellwerte bestimmt, welche die Attributwerte der einzelnen Attribute darstellen. Hierzu wurde für jede Zone ein Zonenmittelpunkt festgelegt. Am Ende liegt für jedes einzelne Attribut eines jeden Verkehrsmittels eine Matrix mit Attributwerten für die relevanten Quelle-Ziel-Beziehungen vor. Diese gelten als Basiswerte für die Stated Choice Experimente, welche mit dem Versuchsplan verknüpft werden.

Nr.	Zone	Untersuchungsgebiet
1	Lans	östliches Mittelgebirge
2	Patsch	östliches Mittelgebirge
3	Rinn	östliches Mittelgebirge
4	Sistrans	östliches Mittelgebirge
5	Tulfes	östliches Mittelgebirge
6	KG Amras	Innsbruck
7	KG Arzl	Innsbruck
8	KG Hötting	Innsbruck
9	KG Igls	östliches Mittelgebirge
10	KG Innsbruck	Innsbruck
11	KG Mühlau	Innsbruck
12	KG Pradl	Innsbruck
13	KG Vill	östliches Mittelgebirge
14	KG Wilten	Innsbruck

Tab. 6: Zoneneintelung Untersuchungsgebiet

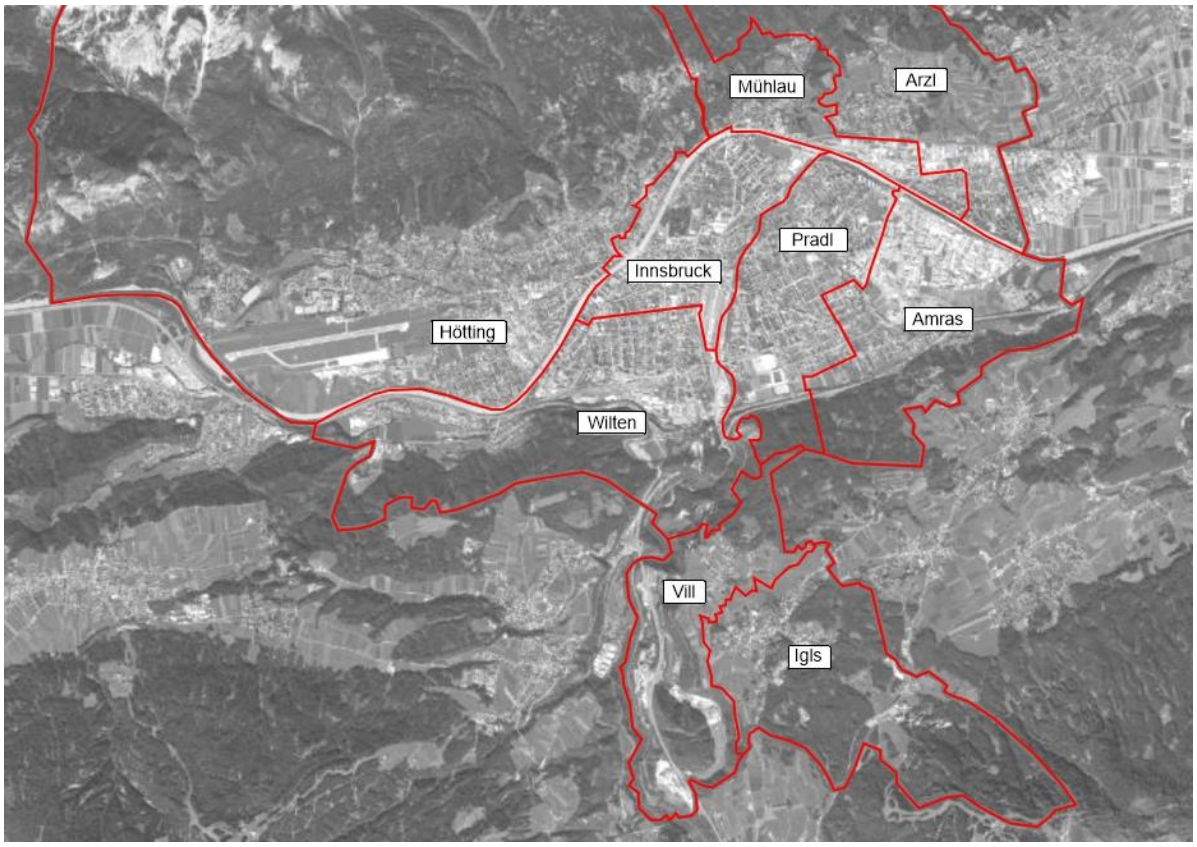


Abb. 7: Katastralgemeinden von Innsbruck (Kartegrundlage: tirisMaps)

von/nach	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1						x	x	x		x	x	x		x
2						x	x	x		x	x	x		x
3						x	x	x		x	x	x		x
4						x	x	x		x	x	x		x
5						x	x	x		x	x	x		x
6	x	x	x	x	x				x				x	
7	x	x	x	x	x				x				x	
8	x	x	x	x	x				x				x	
9						x	x	x		x	x	x		x
10	x	x	x	x	x				x				x	
11	x	x	x	x	x				x				x	
12	x	x	x	x	x				x				x	
13						x	x	x		x	x	x		x
14	x	x	x	x	x				x				x	

	Binnenverkehr östliches Mittelgebirge
	Binnenverkehr Innsbruck
x	Verkehre zwischen Innsbruck und östlichem Mittelgebirge (mit Attributwerten versehen)

Tab. 7: Quelle-Ziel-Matrix im Untersuchungsgebiet

Mit den rot markierten Quelle-Ziel-Beziehungen können die relevanten Wege für PendlerInnen abgebildet werden. Für TeilnehmerInnen, die nicht zwischen dem östlichen Mittelgebirge und Innsbruck zur Arbeit/Ausbildung pendeln, werden Wege zu bekannten Zielen berechnet. Für TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge wurden folgende Ziele in Innsbruck gewählt: Einkaufszentrum Sillpark, Olympiaworld, Kaufhaus Tyrol, Cineplexx, Klinik Innsbruck und Universität Innsbruck. Für TeilnehmerInnen aus Innsbruck wurden bekannte Ziele im östlichen Mittelgebirge gewählt: Patscherkofel, Lanser See und Glungezer. Bei der Auswahl der Ziele wurde darauf geachtet, dass alle Ziele unterschiedliche Erreichbarkeiten zur Seilbahn aufweisen.

Auch für diese Relationen wurden auf Basis der Zonenmittelpunkte sämtliche Attributwerte berechnet und als Basiswerte hinterlegt.

3.2.3 Versuchsplan

Für die Generierung des Versuchsplans wurde die Software Ngene verwendet. Die Software erstellt und prüft jede Entscheidungssituation anhand der vordefinierten Kombinationen von Ausprägungen der einzelnen Attribute. Ein vollständiger Versuchsplan, bei der jede mögliche Ausprägung eines Attributs mit allen anderen kombiniert wird, hätte knapp 1 Billion Entscheidungssituationen (2 x 4 x 2 x 4 x 3 x 3 x 1 x 2 x 3 x 2 x 3 x 3 x 3 x 3 x 4 x 1 x 2 x 3 x 3 x 2 x 3 x 1 x 4 x 1 = 1^4 x 2^6 x 3^{10} x 4^4 = 967.458.816). Mit Hilfe eines orthogonalen oder

effizienten Versuchsplans, unter Wahrung der Unabhängigkeit jedes Attributs, lässt sich die Anzahl der Entscheidungssituationen deutlich reduzieren.

Um einen effizienten Versuchsplan für die vorliegende Studie zu erstellen, wurde das Efficient Design verwendet. Unter Verwendung eines implementierten Optimierungsalgorithmus und mithilfe des Efficient Design generiert die Software die Choice Sets. Dabei wird sichergestellt, dass die einzelnen Attribute mit ihren Ausprägungen die Entscheidungssituationen bestmöglich abbilden. Abb. 8 zeigt die Generierung des Versuchsplans mit Ngene.

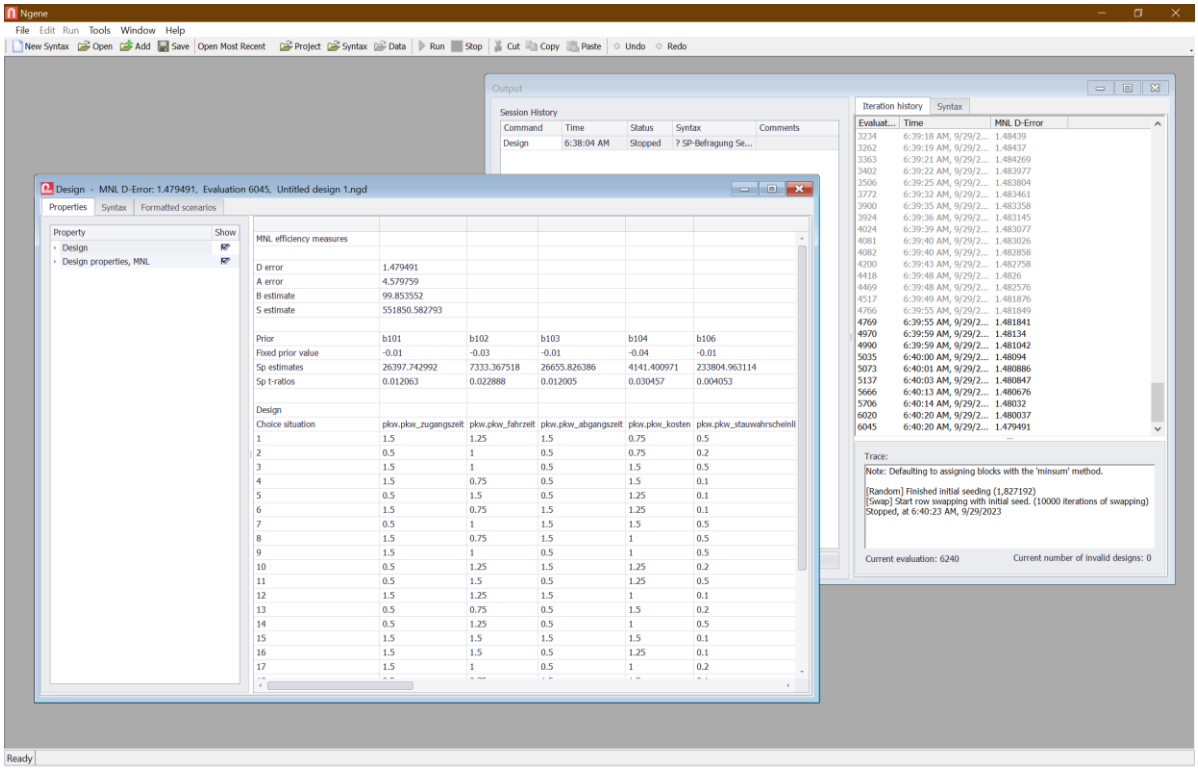


Abb. 8: Auszug aus der Software Ngene zur Erstellung eines effizienten Versuchsplans

Für die Stated Choice Befragung zur Verkehrsmittelwahl wurden 24 Entscheidungssituationen generiert. Diese wurden auf dominante Alternativen geprüft und bei Bedarf korrigiert. Die Entscheidungssituationen wurden in drei Blöcke zu je acht Situationen aufgeteilt. Jedem Teilnehmer wurden acht Entscheidungssituationen vorgelegt, dabei wurden die drei Blöcke abwechselnd herangezogen. Für die Stated Choice Befragung zur Zielwahl wurden 12 Szenarien generiert, welche in vier Blöcke zu je drei Entscheidungssituationen aufgeteilt wurden. Für jede Quelle-Ziel-Relation wurden drei Entscheidungssituationen vorbereitet, dabei wurde jeder Relation ein anderer Block zugewiesen.

3.3 Fragebogen

Der Fragebogen kann im Wesentlichen in drei Teile gegliedert werden:

- Teil 1: Fragen zur Person
- Teil 2: Verkehrsmittelwahl mit Stated Choice Experiment
- Teil 3: Zielwahl mit Stated Choice Experiment

Ein exemplarischer Befragungsbogen befindet sich im Anhang.

3.3.1 Teil 1: Fragen zur Person

Das Entscheidungsverhalten von Personen wird von soziodemographischen Bedingungen beeinflusst [10]. Um mögliche Abhängigkeiten zu prüfen, wurden folgende soziodemographischen Daten im ersten Teil des Fragebogens erfasst: Geschlecht, Alter, Wohnort, Anzahl Haushaltsmitglieder, Anzahl Kinder pro Haushalt, monatliches Haushaltsnettoeinkommen, höchste Ausbildungsstufe und derzeitige Beschäftigung. Diese soziodemographischen Daten werden einerseits zur Überprüfung von Korrelationen im Entscheidungsprozess und andererseits zur Gewichtung der Stichprobe herangezogen.

Über die Frage zur derzeitigen Beschäftigung können Erwerbstätige und Personen in Ausbildung detektiert werden. Diese wurden gebeten, einen zusätzlicher Fragenblock (4-7 Fragen) zur Erwerbstätigkeit bzw. zur Ausbildung auszufüllen. Über die Lage der Arbeits- bzw. Ausbildungsstätte und der Kenntnis über den Wohnort der befragten Person, kann auf PendlerInnen auf der Relation Innsbruck – östliches Mittegebirge rückgeschlossen werden. Auch das verwendete Verkehrsmittel für den Weg zur Arbeit bzw. zur Ausbildung wurde abgefragt.

Die TeilnehmerInnen wurden außerdem zu den Themen Mobilitätsverhalten und Motorisierung befragt, wie z.B. Führerscheinbesitz, Anzahl Fahrzeuge im Haushalt, Verfügbarkeit der Fahrzeuge, Zeitkartenbesitz für den ÖV, Nutzungshäufigkeit des ÖV, Entfernung zur nächstgelegenen Haltestelle usw.

Im letzten Abschnitt ging es um Seilbahnen im öffentlichen Verkehr, im speziellen um deren Akzeptanz und Nutzungshäufigkeit. Hier wurde konkret auf die zu untersuchende Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge eingegangen.

3.3.2 Teil 2: Verkehrsmittelwahl

Im zweiten Teil des Fragebogens wurden die Stated Choice Experimente zur Verkehrsmittelwahl durchgeführt. Den TeilnehmerInnen wurden mehrere Entscheidungssituationen zur Wahl eines geeigneten Verkehrsmittels gezeigt. Es standen die drei Alternativen Pkw, Bus und Seilbahn zur Auswahl, wobei sie jenes Verkehrsmittel wählen sollten, das für die

vorgegebene Fahrt, unter den Angaben zu Reisezeit, Kosten, usw., aus ihrer persönlichen Sicht am besten geeignet ist.

Jeder Teilnehmer sollte insgesamt acht Choice Experimente durchführen, je vier Choice Experimente für zwei verschiedene Wege. Nachfolgende Abbildung (Abb. 9) zeigt ein Beispiel für eines der Choice Experimente zur Verkehrsmittelwahl. Hier wurde z.B. der Weg von Igls ins Einkaufszentrum Sillpark abgefragt.

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?			
	Pkw	**Bus**	**Seilbahn**
Gesamtzeit:	**23 min**	**18 min**	**19 min**
- Zugangszeit:	3 min	1 min	8 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	18 min	15 min	9 min
- Abgangszeit:	2 min	2 min	2 min
Kosten:	**1,80 €**	**2,80 €**	**2,70 €**
Anzahl Umstiege:	-	**1**	**0**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 5te Fahrt**	**jede 5te Fahrt**	-
Verspätungsdauer:	**3 min**	**3 min**	-
Auslastung:	-	**überlastet**	**gering**
Ökologischer Fußabdruck:	**0,82 kg CO_2**	**0,23 kg CO_2**	**0,15 kg CO_2**
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

Abb. 9: Beispiel eines Stated Choice Experiment zur Verkehrsmittelwahl

In den schriftlichen Fragebögen wurden bereits vorab zwei verschiedene Wege festgelegt: Weg vom Zuhause ins Einkaufszentrum Sillpark und Weg vom Zuhause in die Klinik Innsbruck. Das erste der beiden Ziele ist sehr gut mit der Seilbahn erreichbar, während das zweite Ziel mit einem Umstieg von der Seilbahn auf die öffentlichen Verkehrsmittel in Innsbruck verbunden ist. Für jede Gemeinde bzw. Zone im östlichen Mittelgebirge wurden die Experimente im Fragebogen an die tatsächlichen Wege angepasst. Hierzu wurden die Attributwerte der Alternativen basierend auf den Basiswerten (siehe Kapitel 3.2.2) und den Versuchsplan aktualisiert. Für die Gemeinden Patsch, Rinn, Sistrans und Tulfes wurde für die Alternative Seilbahn auch der Zubringerbus berücksichtigt.

Im Online-Fragebogen hingegen war eine individuellere Gestaltung der Choice Experimente möglich. Hier konnte die Auswahl der Ziele den Probanden überlassen werden. Für die TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge standen sechs Ziele zur Auswahl (Abb. 10) und für jene aus Innsbruck drei Ziele (Abb. 11).



Abb. 10: Ziele für die TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge



Abb. 11: Ziele für die TeilnehmerInnen aus Innsbruck

Außerdem war es möglich, den Weg zur Arbeitsstätte bzw. zur Ausbildungsstätte abzubilden. Sollte es sich beim Befragten um einen Pendler zwischen dem östlichen Mittelgebirge und Innsbruck handeln, wurde dem Teilnehmer der Weg zur Arbeit bzw. zur Ausbildung mit vier Choice Experimenten präsentiert. Im Anschluss konnte er sich noch für bis zu zwei weiteren Zielen für weitere Choice Experimente entscheiden.

Außerdem wurde im Online-Fragebogen der Besitz einer ÖV-Zeitkarte berücksichtigt. Sollte der Teilnehmer über ein Klimaticket Österreich oder ein Ticket für ganz Tirol (Klimaticket, Schul- und Lehrticket, Semesterticket) verfügen, wurden die Werte des Attributs Kosten für die zwei Alternativen Bus und Seilbahn auf null gesetzt.

Auf Basis der individuellen Attribute ergeben sich personalisierte standardisierte Fragebögen. Die Standardisierung bei den Fragebögen besteht in den im Voraus festgelegten Ausprägungen pro Alternative laut Versuchsplan.

3.3.3 Teil 3: Zielwahl

Im dritten Teil des Fragebogens wurden die Stated Choice Experimente zur Zielwahl durchgeführt. Den TeilnehmerInnen wurden mehrere Entscheidungssituationen zur Wahl eines Zieles gezeigt. Es standen die drei Alternativen Ziel A mit Pkw, Ziel A mit Bus und Ziel B mit Seilbahn zur Auswahl, wobei sie jenes Ziel mit Verkehrsmittel wählen sollten, das sie bevorzugen würden. Dabei sollte angenommen werden, dass die Ziele A und B dieselbe Attraktivität aufweisen. Der Grundgedanke hinter dieser Fragestellung ist, ob eine Seilbahn das Zielwahlverhalten der Personen verändern kann.

Jeder Teilnehmer sollte in Summe sechs Choice Experimente durchführen, je drei Choice Experimente für zwei verschiedene Ziele. Nachfolgende Abbildung (Abb. 12) zeigt ein

Beispiel für eines der Choice Experimente zur Zielwahl. Hier wurde z.B. der Weg von Lans in ein Einkaufszentrum in Innsbruck abgefragt, wobei die zwei Ziele DEZ und Sillpark zur Auswahl standen.

Welches Ziel würden Sie wählen?	dez	dez	SILLPARK
	DEZ (Pkw)	DEZ (Bus)	Sillpark
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	13 min	20 min	14 min
Kosten:	4,80 €	2,80 €	3,40 €
Anzahl Umstiege:	-	1	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

Abb. 12: Beispiel eines Stated Choice Experiment zur Zielwahl

Für die TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge wurde ein Stated Choice Experiment für ein Einkaufsziel und ein weiteres für ein Freizeitziel vorbereitet. Beim Einkaufsziel sollten sich die TeilnehmerInnen vorstellen, für einen Einkaufsbummel nach Innsbruck zu fahren. Dabei konnte zwischen den zwei Einkaufszentren DEZ und Sillpark gewählt werden. Beim Freizeitziel wurde der Besuch einer Abend-/Freizeitveranstaltung in Innsbruck abgebildet, wobei die zwei Ziele Kongresshaus und Olympiaworld zu Auswahl standen. Den TeilnehmerInnen aus Innsbruck wurde ein Stated Choice Experiment für ein Freizeitziel gezeigt. Bei den zwei Zielen handelte es sich um die Skigebiete Axamer Lizum und Patscherkofel.

Auch in der Stated Choice Befragung zur Zielwahl wurde im Online-Fragebogen der Besitz einer ÖV-Zeitkarte berücksichtigt und bei vorhandener ÖV-Zeitkarte (Klimaticket Österreich oder ein Ticket für ganz Tirol) die Werte des Attributs Kosten für die zwei Verkehrsmittel Bus und Seilbahn auf null gesetzt.

3.4 Begleitende Maßnahmen

Der schriftliche Fragebogen wurde gemeinsam mit einem Begleitschreiben des Landes Tirol sowie einem Informationsblatt bzw. einer Ausfüllhilfe an die Haushalte des östlichen Mittelgebirges versendet. Außerdem befand sich ein Rücksendekuvert für das Rücksenden des ausgefüllten Fragebogens im Briefumschlag. Der Online-Fragebogen konnte entweder über einen Link oder einen QR-Code aufgerufen werden.

Um die Rücklaufquote zu erhöhen, konnte am Ende des Fragebogens an einem Gewinnspiel teilgenommen werden. Zu gewinnen gab es ein Klimaticket Tirol sowie mehrere Einkaufsgutscheine. Die Verlosung der Preise wurde im Sommer 2023 durchgeführt.

Des Weiteren wurde die Befragung mit Pressetexten und Veröffentlichungen medial unterstützt, um auf die Befragung aufmerksam zu machen. In mehreren bekannten Zeitungen, wie z.B. Tiroler Tageszeitung, Standard, Kurier, Kronen Zeitung usw., wurden Artikel mit Informationen zur Befragung veröffentlicht. Des Weiteren wurden Anzeigen in den Gemeindezeitungen der Gemeinden Lans, Rinn, Sistrans und Tulfes sowie in der Innsbrucker

Stadtzeitung „Innsbruck informiert“ gedruckt. Auch auf den Homepagen der Gemeinden des östlichen Mittelgebirges sowie auf den Socialmedia Kanälen (Facebook, Instagramm usw.) der Stadt Innsbruck wurde über die Befragung informiert. Ein Beispiel hierfür kann der Abb. 13 entnommen werden.

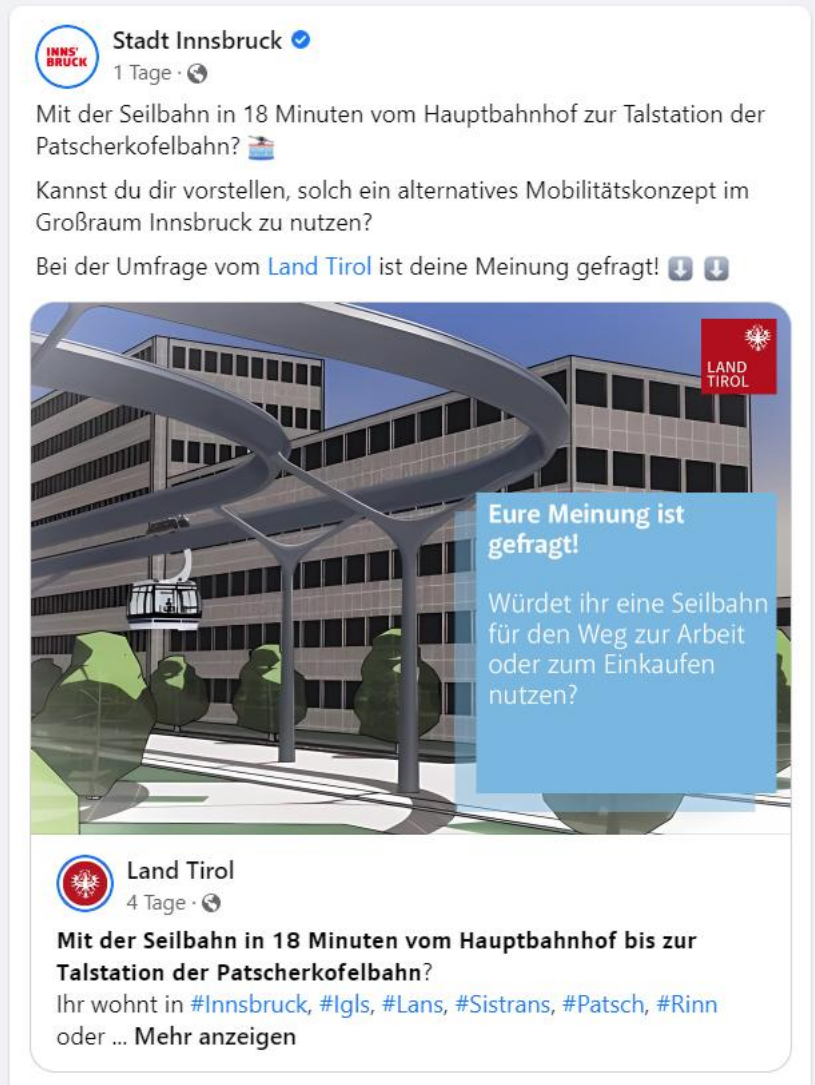


Abb. 13: Anzeige auf Facebook seitens der Stadtgemeinde Innsbruck [11]

Zusätzlich wurde auf den Infoscreens der Innsbrucker Verkehrsbetriebe während dem Zeitraum der Befragung (April bis Mai 2023) Infomaterial geschaltet. Somit konnten auch PendlerInnen in Innsbruck auf die Befragung aufmerksam gemacht werden.

3.5 Rücklauf und Plausibilisierung

Am Ende des Befragungszeitraums lagen rund 3.700 Antworten vor. 80% der TeilnehmerInnen nahmen über den Onlinefragebogen teil und 20% über den schriftlichen Fragebogen. In Summe wurden rund 5.280 schriftliche Fragebögen ausgegeben, davon kamen 730 wieder retour. Dies entspricht einem mittleren Rücklauf von 14% (Tab. 8). Betrachtet man die Rücklaufquoten des schriftlichen Fragebogens getrennt nach Gemeinde bzw. Katastralgemeinde, weist Igls mit 17,3% die höchste Quote auf. Danach folgen die Gemeinden Patsch

mit 17,0%, Vill mit 16,3% und Lans mit 15,9%. Demnach gab es von Gemeinden bzw. Katastralgemeinden, die stärker von der untersuchten Seilbahnverbindung betroffen sind, einen höheren Rücklauf als von Gemeinden, die nicht unmittelbar von der Seilbahn betroffen sind (z.B. Tulfes).

Gemeinde/ Katastralgemeinde	ausgegebene Fragebögen	zurückgeschickte Fragebögen	Rücklaufquote
Lans	552	88	15,9%
Patsch	493	84	17,0%
Rinn	843	116	13,8%
Sistrans	1.054	114	10,8%
Tulfes	811	66	8,1%
KG Igls	1.290	223	17,3%
KG Vill	240	39	16,3%
Gesamt	**5.283**	**730**	**13,8%**

Tab. 8: Rücklauf Fragebogen schriftlich

In der nachfolgenden Karte von Österreich (Abb. 14) sind die Wohnorte aller TeilnehmerInnen farblich dargestellt. Da der Online-Fragebogen für jede Person frei zugänglich war, gab es auch Antworten von außerhalb des Untersuchungsgebietes und auch von außerhalb Tirols, wie z.B. Wien oder Salzburg. Aus der Gemeinde Innsbruck kamen die meisten Antworten (rot markiert). Antworten ohne Angabe zum Wohnort (105 Stück) und Angaben mit Wohnorten außerhalb von Österreich (4 Stück) wurden nicht berücksichtigt.

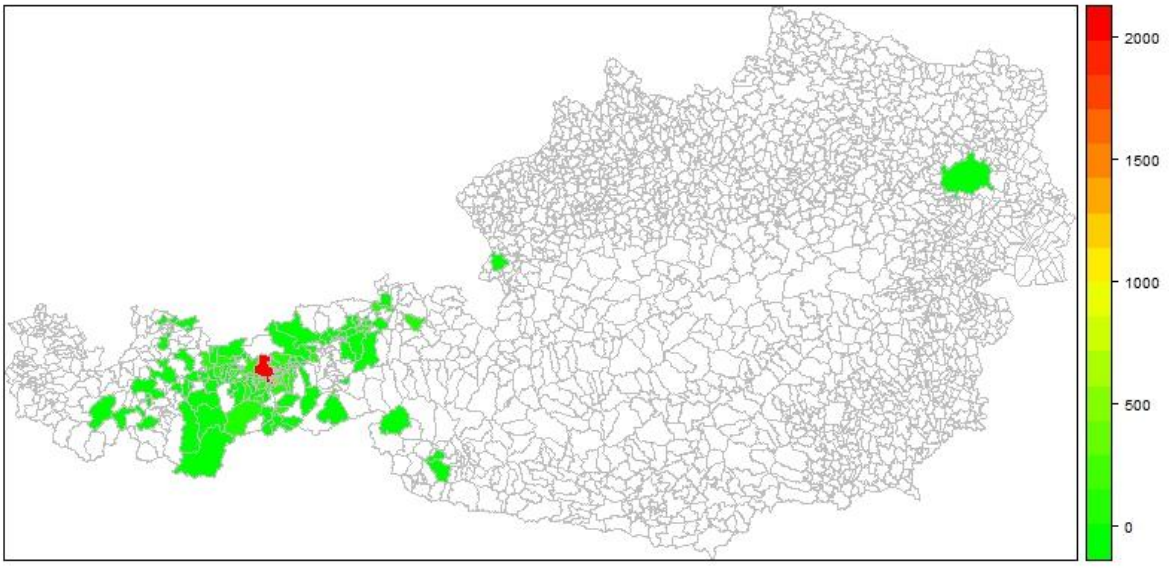


Abb. 14: Herkunft der TeilnehmerInnen innerhalb Österreich (n = 3.594)

In der Tab. 9 sind die Gemeinden nach der absoluten Teilnehmerzahl (online + schriftlich) absteigend sortiert. In der Tabelle wurden die 15 stärksten Gemeinden berücksichtigt. Aus der Stadtgemeinde Innsbruck (alle Katastralgemeinden) kamen knapp 1.990 Antworten. Danach folgen, wie zu erwarten, die Gemeinden des östlichen Mittelgebirges mit je 130 bis

350 Antworten und Gemeinden im Umkreis von Innsbruck wie Hall in Tirol, Rum, Thaur oder Völs mit je 10 bis 30 Antworten.

Herkunft der Teilnehmer	**Anzahl**	**Anteil**
Innsbruck (alle Katastralgemeinden)	1.986	55,2%
Sistrans	343	9,5%
Lans	232	6,4%
Rinn	221	6,1%
Patsch	163	4,5%
Aldrans	133	3,7%
Tulfes	131	3,6%
Hall in Tirol	27	0,8%
Rum	24	0,7%
Absam	18	0,5%
Thaur	13	0,4%
Völs	13	0,4%
Ampass	12	0,3%
Kematen in Tirol	12	0,3%
Zirl	12	0,3%

Tab. 9: Gemeinden nach Anzahl der Teilnehmer absteigend sortiert

Beim Online-Fragebogen war auch die Auswertung des Teilnahmedatums sowie der Teilnahmedauer möglich. Der Online-Fragebogen wurde am 30.03.2023 freigeschaltet. Am selben Tag wurden auch die Pressetexte in verschiedensten Tageszeitungen veröffentlicht, was zu einem sehr hohen Rücklauf führte. Aus der Abb. 15 ist ersichtlich, dass am ersten Tag rund 1.100 Personen am Online-Fragebogen teilgenommen haben. Am zweiten Tag waren es noch rund 460 Personen, am dritten und vierten Tag weniger als 100 Personen. Am 03.04.2023 wurde wiederum ein erhöhter Rücklauf festgestellt, was vermutlich auf den Wochentag (Montag) zurückzuführen ist. Auch gegen Mitte des Monats April ist wieder ein leichter Anstieg hinsichtlich der Teilnahmen am Online-Fragebogen zu erkennen. In diesem Zeitraum sind die schriftlichen Fragebögen bei den Haushalten angekommen, welche am 11.04.2023 (kurz nach Ostern) per Post an die Haushalte versendet wurden.

Aus Abb. 16 geht die Teilnahmedauer des Online-Fragebogens hervor. Die meisten TeilnehmerInnen benötigten 5 bis 12 Minuten, um den Fragebogen vollständig zu beantworten. Etwa 160 TeilnehmerInnen haben länger als 30 Minuten gebraucht, davon 40 länger als einen Tag. Dies ist der Möglichkeit der Unterbrechung und Fortführung des Fragebogens zu einem späteren Zeitpunkt geschuldet. Der Median der Teilnahmedauer liegt bei 9 Minuten.

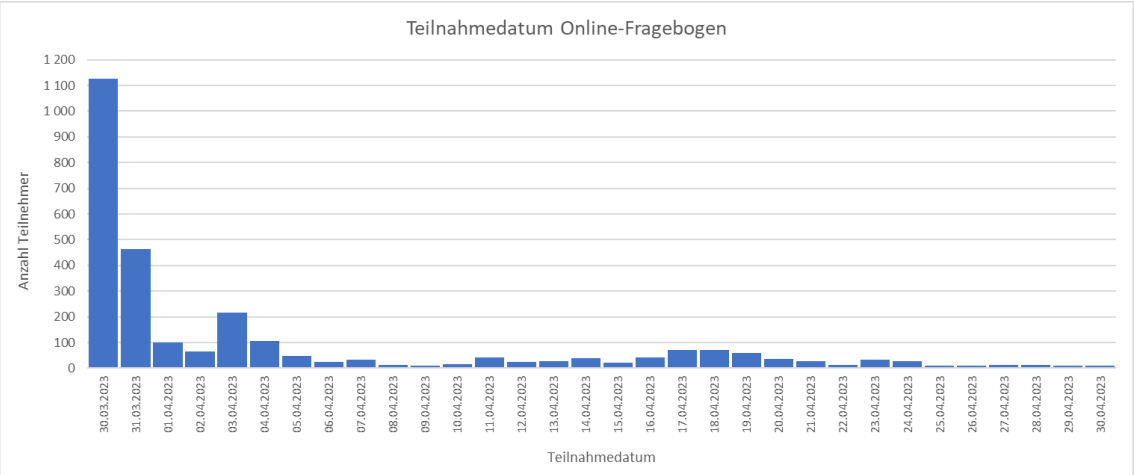


Abb. 15: Teilnahme am Online-Fragebogen zwischen 30.03.2023 und 30.04.2023

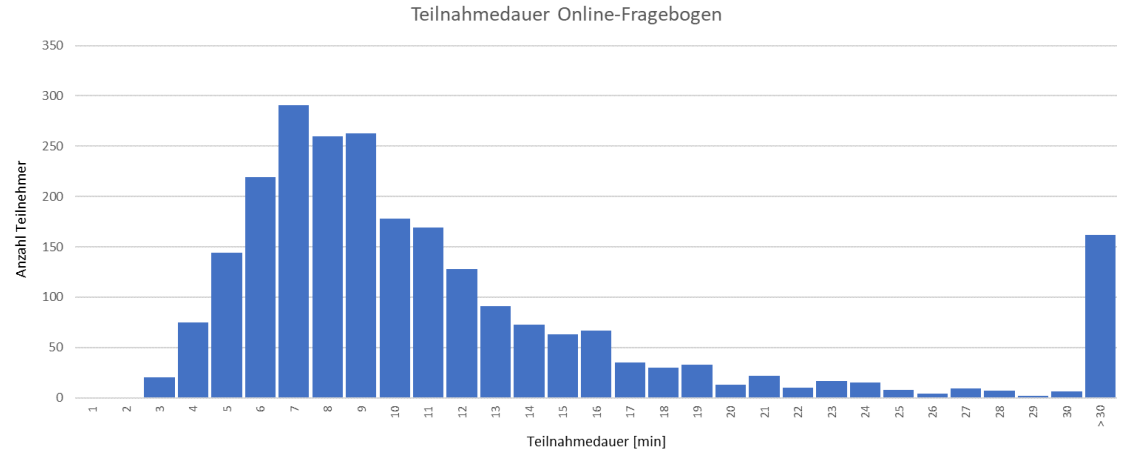


Abb. 16: Teilnahmedauer am Online-Fragebogen

Bevor die Daten weiter analysiert und ausgewertet werden konnten, war eine Datenbereinigung und Plausibilisierung erforderlich. Diese Schritte waren notwendig, um bereits vorab unplausible Beantwortungen zu beseitigen und so Verzerrungen der Ergebnisse zu vermeiden.

Folgende Schritte wurden im Zuge der Datenbereinigung vorgenommen:

1. Beantwortungen mit fehlender Angabe zu Geschlecht, Alter oder Wohnort wurden entfernt. Diese Angaben wurden als zwingend erforderlich erachtet, da sie für die Gewichtung der Daten in einem späteren Schritt benötigt werden.

2. Rückläufe von minderjährigen Personen (< 18 Jahre) wurden gelöscht. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund des fehlenden Führerscheinbesitzes und des fehlenden eigenen Einkommens, die Stated Choice Befragung nicht realitätsnah beantwortet werden kann.

3. Rückläufe von Personen mit Wohnort außerhalb des Untersuchungsgebietes wurden entfernt. Da der Rücklauf innerhalb des Untersuchungsgebietes sehr hoch ist, kann

auf die Antworten der Personen mit Wohnort außerhalb davon verzichtet werden. Die TeilnehmerInnen mussten entweder aus Innsbruck oder aus einer Gemeinde des östlichen Mittelgebirges (Lans, Patsch, Rinn, Sistrans und Tulfes) kommen. Da auch sehr viele Teilnehmer aus der Gemeinde Aldrans gezählt wurden, wurde diese Gemeinde in den Auswertungen mitberücksichtigt.

4. Mindestens ein Stated Choice Experiment musste beantwortet werden. Die Antworten zu den Stated Choice Experimenten gelten als Datengrundlage für die spätere Nachfragemodellierung. Aus diesem Grund mussten sämtliche Rückläufe mit fehlenden Stated Choice Experimenten entfernt werden.

Nach der grundsätzlichen Datenbereinigung fand die Plausibilisierung der Daten statt. In diesem Schritt wurden sämtliche Angaben auf Plausibilität geprüft und bei Bedarf entfernt. Beispielsweise wurden Beantwortungen mit Geburtsjahren 1900 oder 1910 gelöscht.

Am Ende der Datenbereinigung und Plausibilisierung lagen noch 2.789 verwertbare Fragebögen vor (Tab. 10). Somit hat sich die Anzahl der Beantwortungen um 25% reduziert. Bei den schriftlichen Fragebögen wurden 16% der Beantwortungen entfernt, beim Online-Fragebogen waren es 27%. Der größte Anteil an nicht verwertbaren Fragebögen (rund 500 Stück) ist auf die Wohnorte außerhalb des Untersuchungsgebietes zurückzuführen.

Befragungsmodus	Rücklauf	nicht verwertbar	verwertbar
schriftlich	730	115	615
online	2.973	799	2.174
Gesamt	**3.703**	**914**	**2.789**

Tab. 10: Anzahl der verwertbaren Beantwortungen

4 Ergebnisse Befragung

4.1 Stichprobe

In diesem Kapitel werden die Befragungsdaten ausgewertet. Grundlage hierfür sind die 2.789 verwertbaren Fragebögen (siehe Kapitel 3.5), welche als Stichprobe der Studie betrachtet werden. Eine Übersicht zur Stichprobe befindet sich in Tab. 11. In Summe liegen 1.558 verwertbare Fragebögen vom östlichen Mittelgebirge (56%) und 1.231 von Innsbruck (44%) vor. Dabei ist anzumerken, dass in dieser Auswertung und auch in sämtlich nachfolgenden Auswertungen die zwei Katastralgemeinden Igls und Vill auf Grund ihrer Lage und der Relevanz für die Seilbahnverbindung immer zum östlichen Mittelgebirge und nicht zur Stadt Innsbruck gezählt werden.

Gemeinde/ Katastralgemeinde	**online**		**schriftlich**		**gesamt**	
Aldrans	111	100%	-	-	111	100%
Lans	136	65%	74	35%	210	100%
Patsch	75	51%	71	49%	146	100%
Rinn	108	52%	98	48%	206	100%
Sistrans	206	68%	97	32%	303	100%
Tulfes	62	53%	54	47%	116	100%
KG Amras	75	100%	-	-	75	100%
KG Arzl	71	100%	-	-	71	100%
KG Hötting	350	100%	-	-	350	100%
KG Igls	198	51%	188	49%	386	100%
KG Innsbruck	269	100%	-	-	269	100%
KG Mühlau	46	100%	-	-	46	100%
KG Pradl	257	100%	-	-	257	100%
KG Vill	47	59%	33	41%	80	100%
KG Wilten	163	100%	-	-	163	100%
Gesamt	**2.174**	**78%**	**615**	**22%**	**2.789**	**100%**

Tab. 11: Übersicht Stichprobe

Abb. 17 zeigt die Herkunft der TeilnehmerInnen bzw. der Stichprobe grafisch in einer Karte. Äquivalent dazu befindet sich in Abb. 18 die Teilnahmequote der einzelnen Gemeinden bzw. Katastralgemeinden. Die Teilnahmequote wurde als Anteil der Stichprobe zur Einwohnerzahl berechnet. Es zeigt sich, dass Gemeinden im unmittelbaren Einzugsbereich der Seilbahn eine höhere Teilnahmequote aufweisen und somit ein größeres Interesse für die Seilbahn zeigen als weiter entfernt liegende Gemeinden. Mit 18% weist Lans die höchste Teilnahmequote auf, gefolgt von Igls und Vill mit 15% und von Sistrans und Patsch mit 13%. In Innsbruck sind die Teilnahmequoten aufgrund der vergleichsweisen hohen Einwohnerzahlen sehr niedrig (ca. 1%).

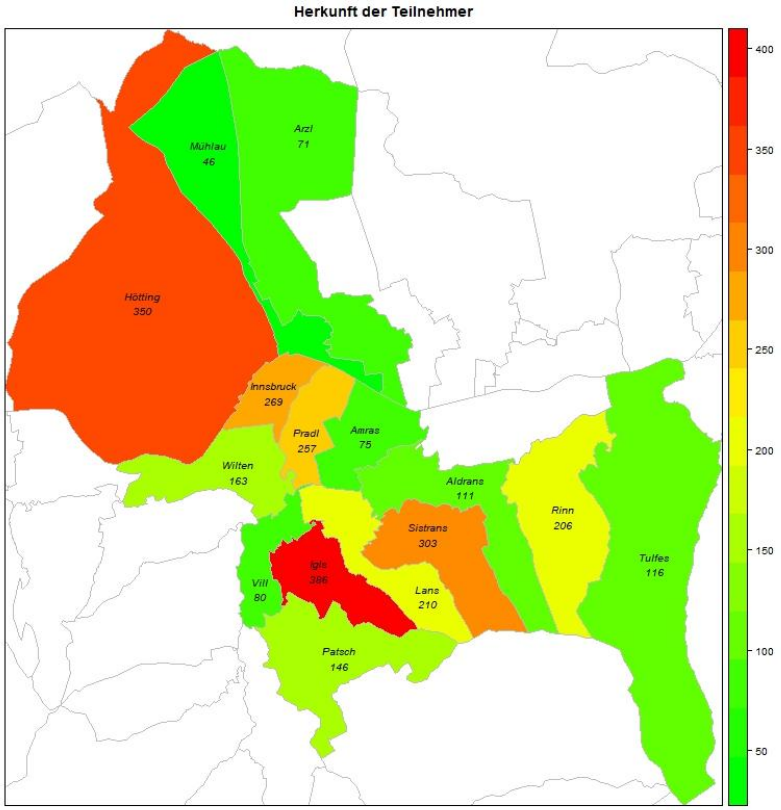


Abb. 17: Herkunft der Teilnehmer (n = 2.789)

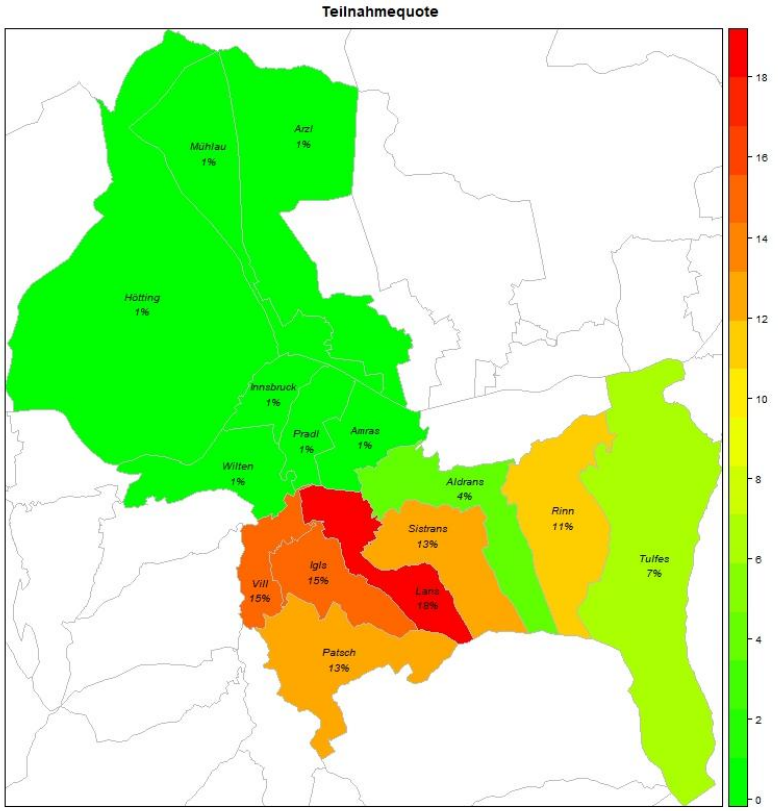


Abb. 18: Teilnahmequote(n = 2.789)

4.1.1 Statistische Angaben zur Person

Beim **Geschlecht** wurde die Antwortmöglichkeit „divers“ in der Stichprobe 14mal angegeben (Tab. 12). Weil statistische Auswertungen bei so wenig Vertretern einer Kategorie keinen Sinn machen, wurden diese Respondenten auf die Klassen „männlich“ und „weiblich“ zufällig aufgeteilt, was dann eine Verteilung gemäß Tab. 13 ergibt. Im östlichen Mittelgebirge liegt eine nahezu gleichmäßige Verteilung auf die zwei Geschlechter vor (53,5% männlich und 46,5% weiblich). In Innsbruck hingegen dominieren die männlichen Teilnehmer mit 68,6% in der Stichprobe deutlich. Auf die gesamte Stichprobe bezogen zeigt sich eine Geschlechterverteilung von 60/40.

Geschlecht	**Östliches Mittelgebirge**		**Innsbruck**		**Untersuchungs-gebiet**	
männlich	829	53,2%	842	68,4%	1.671	59,9%
weiblich	722	46,4%	382	31,0%	1.104	39,6%
divers	7	0,4%	7	0,6%	14	0,5%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 12: Geschlechterverteilung in der Stichprobe

Geschlecht	**Östliches Mittelgebirge**		**Innsbruck**		**Untersuchungs-gebiet**	
männlich	833	53,5%	845	68,6%	1.678	60,2%
weiblich	725	46,5%	386	31,4%	1.111	39,8%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 13: überarbeitete Geschlechterverteilung in der Stichprobe

Beim **Alter** wurden fünf Klassen gebildet, welche einen Kompromiss zwischen gewünschter Differenzierung und erforderlichen Klassengrößen darstellen. Bei allen Klassen sind die Fallzahlen so groß, dass abgesicherte statistische Aussagen möglich sind. Die Aufteilung der Respondenten auf die einzelnen Altersklassen kann Tab. 14 entnommen werden. Im östlichen Mittelgebirge ist knapp 50% der Stichprobe über 50 Jahre alt, im Gegensatz dazu nur 9% unter 30 Jahre. In Innsbruck waren die TeilnehmerInnen deutlich jünger: 50% der Stichprobe ist jünger als 40 Jahre.

Alter	**Östliches Mittelgebirge**		**Innsbruck**		**Untersuchungs-gebiet**	
18-29	141	9,1%	251	20,4%	392	14,1%
30-39	298	19,1%	375	30,5%	673	24,1%
40-49	358	23,0%	254	20,6%	612	21,9%
50-64	486	31,2%	250	20,3%	736	26,4%
65+	275	17,7%	101	8,2%	376	13,5%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 14: Altersverteilung in der Stichprobe

Bei der Anzahl der **Haushaltsmitglieder** zeigt sich ein Unterschied zwischen den Haushalten in Innsbruck und jenen im östlichen Mittelgebirge (Tab. 15). In Innsbruck sind Haushaltsgrößen mit 1 oder 2 Personen deutlich wahrscheinlicher (rund 61,5%) als im östlichen Mittelgebirge (49,4%). Der Zwei-Personen-Haushalt ist mit rund 37% am stärksten in der Stichprobe vertreten.

Haushalts-mitglieder	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
1	238	15,3%	265	21,5%	503	18,0%
2	532	34,1%	492	40,0%	1.024	36,7%
3	298	19,1%	207	16,8%	505	18,1%
4	342	22,0%	197	16,0%	539	19,3%
5	106	6,8%	52	4,2%	158	5,7%
mehr als 5	25	1,6%	14	1,1%	39	1,4%
keine Angabe	17	1,1%	4	0,3%	21	0,8%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 15: Verteilung der Haushaltsmitglieder in der Stichprobe

Beim **Haushaltseinkommen** wurden fünf Klassen gebildet (Tab. 16). Im östlichen Mittelgebirge sind geringfügig höhere Einkommen vorhanden als in Innsbruck, was vermutlich auch mit der Altersverteilung zusammenhängt. In Innsbruck besteht die Stichprobe aus vergleichsweise jüngeren Personen, deren Einkommen aufgrund der geringen Berufserfahrung geringer ist als von älteren Personen mit viel Berufserfahrung.

Haushalts-einkommen	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
< 1.500 €	52	3,3%	50	4,1%	102	3,7%
1.500 – 3.000 €	294	18,9%	326	26,5%	620	22,2%
3.001 – 4.500 €	419	26,9%	351	28,5%	770	27,6%
4.501 – 6.000 €	350	22,5%	245	19,9%	595	21,3%
> 6.000 €	201	12,9%	123	10,0%	324	11,6%
keine Angabe	242	15,5%	136	11,0%	378	13,6%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 16: Verteilungs des Haushaltseinkommens in der Stichprobe

Hinsichtlich der höchsten abgeschlossenen **Ausbildungsstufe** gilt grundsätzlich, dass nur wenige keinen Abschluss haben bzw. nur die Volks-/Hauptschule ohne Lehre abgeschlossen haben (Tab. 17). Die Ausbildungsstufe „Hochschule, Universität, Fachhochschule“ ist mit knapp 60% sehr stark in der Stichprobe vertreten, in Innsbruck noch etwas stärker als im östlichen Mittelgebirge. Im östlichen Mittelgebirge wurden im Vergleich zu Innsbruck mehr Volks-/Hauptschulen mit Lehren oder Fachschulen abgeschlossen.

Ausbildungsstufe	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
(noch) kein Abschluss	8	0,5%	6	0,5%	14	0,5%
Volks-/Haupt-schule ohne Lehre	22	1,4%	26	2,1%	48	1,7%
Volks-/Haupt-schule mit Lehre, Fachschule	324	20,8%	178	14,5%	502	18,0%
Matura	342	22,0%	241	19,6%	583	20,9%
Hochschule, Universität, Fachhochschule	852	54,7%	774	62,9%	1.626	58,3%
keine Angabe	10	0,6%	6	0,5%	16	0,6%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 17: Verteilung der höchsten Ausbildungsstufe in der Stichprobe

Die Auswertung der derzeitigen **Beschäftigung** zeigt, dass rund 71% der Personen in der Stichprobe berufstätig und 15% in Pension sind (Tab. 18). Erwartungsgemäß liegen die Anteile der berufstätigen Personen und der Personen in Ausbildung in Innsbruck (81,2%) über jenen im östlichen Mittelgebirge (71,2%). Im Gegensatz dazu liegt der Anteil der Pensionisten in Innsbruck (10,1%) unter jenem im östlichen Mittelgebirge (19,4%). Da Städte im Vergleich zu ländlichen Gemeinden eine Vielzahl an attraktiven Arbeits- und Ausbildungsmöglichkeiten bieten, ziehen viele berufs- oder ausbildungsbedingt vom Land in die Stadt. In der Pension hingegen geht die Tendenz in die entgegengesetzte Richtung (von der Stadt aufs Land). Knapp 6% der Respondenten machten eine Mehrfachnennung mit zwei oder drei verschiedenen Beschäftigungsarten. Am häufigsten wurde die Kombination „berufstätig“ und „in Ausbildung“ genannt.

Beschäftigung	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
berufstätig	1.063	68,2%	927	75,3%	1.990	71,4%
in Ausbildung	47	3,0%	73	5,9%	120	4,3%
in Karenz	31	2,0%	16	1,3%	47	1,7%
Hausfrau/ Hausmann	11	0,7%	10	0,8%	21	0,8%
in Pension	302	19,4%	124	10,1%	426	15,3%
Präsenz-/Zivildiener	1	0,1%	6	0,5%	7	0,3%
auf Arbeitssuche	9	0,6%	8	0,6%	17	0,6%
Mehrfachnennung	94	6,0%	67	5,4%	161	5,8%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 18: Verteilung der derzeitigen Beschäftigung in der Stichprobe

4.1.2 Erwerbstätigkeit

Von allen TeilnehmerInnen haben 2.147 Personen angegeben berufstätig zu sein. Davon sind 1.990 Personen (93%) ausschließlich berufstätig und 157 Personen (7%) berufstätig in Kombination mit einer weiteren Beschäftigung (Mehrfachnennung). Somit sind rund 77% der Stichprobe berufstätig (Tab. 19). Dieser Anteil ist in Innsbruck mit 81% höher als jener im östlichen Mittelgebirge (74%). Den erwerbstätigen Personen wurden Detailfragen zu ihrer Beschäftigung gestellt.

Erwerbstätigkeit	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
ja	1.155	74,1%	992	80,6%	2.147	77,0%
nein	403	25,9%	239	19,4%	642	23,0%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 19: Verteilung der Erwerbstätigkeit in der Stichprobe

Betrachtet man die Anteile der Erwerbstätigkeit getrennt nach Altersgruppen (Tab. 20), so zeigt sich, dass die älteste Altersgruppe „65+“ Jahre mit 10% den geringsten Anteil an erwerbstätigen Personen aufweist, gefolgt von der jüngsten Altersgruppe „18-29“ Jahre mit 67%. Die Personen in der Altersgruppe „40-49“ Jahre sind mit 98% fast zur Gänze erwerbstätig.

Erwerbstätigkeit nach Alter	18-29	30-39	40-49	50-64	65+
ja	67%	91%	98%	86%	10%
nein	33%	9%	2%	14%	90%

Tab. 20: Verteilung der Erwerbtätigkeit in der Stichprobe nach Altersgruppen

In der Tab. 21 ist die Verteilung des zeitlichen **Umfangs der Erwerbstätigkeit** aufgelistet. Knapp 80% der berufstätigen Personen arbeiten in Vollzeit (mindestens 32h/Woche) und 20% in Teilzeit (weniger als 32h/Woche). In Innsbruck gibt es im Vergleich zum östlichen Mittelgebirge mehr Vollzeitbeschäftigte als Teilzeitbeschäftigte. Ein wesentlicher Unterschied tritt beim Vergleich der Geschlechter auf: 92% der männlichen Erwerbstätigen arbeiten in Vollzeit, bei den weiblichen Erwerbstätigen sind es hingegen nur 57%.

Umfang der Erwerbstätigkeit	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Vollzeit beschäftigt	854	73,9%	829	83,6%	1.683	78,4%
Teilzeit beschäftigt	295	25,5%	159	16,0%	454	21,1%
keine Angabe	6	0,5%	4	0,4%	10	0,5%
Gesamt	**1.155**	**100,0%**	**992**	**100,0%**	**2.147**	**100,0%**

Tab. 21 Verteilung Umfang der Erwerbstätigkeit in der Stichprobe

Etwa ein Drittel der berufstätigen Personen in der Stichprobe hat ein **Arbeitszeitmodell** mit festen Arbeitszeiten und ein weiteres Drittel mit Gleitzeiten (Tab. 22). Die freie Zeiteinteilung, so wie sie beispielsweise bei Selbstständigen üblich ist, ist mit 21% vertreten. Vergleicht man die zwei Regionen ergeben sich für Innsbruck mehr Gleitzeitbeschäftigungen und für das östliche Mittelgebirge mehr freie Zeitwahlen als Arbeitszeitmodell.

Arbeitszeitmodell	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
feste Arbeitszeiten	409	35,4%	341	34,4%	750	34,9%
Schichtarbeit	80	6,9%	58	5,8%	138	6,4%
Gleitzeit	388	33,6%	417	42,0%	805	37,5%
freie Zeitwahl	272	23,5%	171	17,2%	443	20,6%
keine Angabe	6	0,5%	5	0,5%	11	0,5%
Gesamt	**1.155**	**100,0%**	**992**	**100,0%**	**2.147**	**100,0%**

Tab. 22: Verteilung des Arbeitszeitmodells in der Stichprobe

Bei der Frage, ob ein Teil der Arbeit auch von zu Hause erledigt werden kann (**Homeoffice**), antworteten ca. 60% der Respondenten mit „ja“ und ca. 40% mit „nein“. Für die in Innsbruck lebenden Erwerbstätigen ist die Möglichkeit von Homeoffice geringfügig höher als für die Erwerbstätigen aus dem östlichen Mittelgebirge. Die Ergebnisse zur Verteilung können der Tab. 23 entnommen werden.

Homeoffice	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
ja	642	55,6%	608	61,3%	1.250	58,2%
nein	506	43,8%	376	37,9%	882	41,1%
keine Angabe	7	0,6%	8	0,8%	15	0,7%
Gesamt	**1.155**	**100,0%**	**992**	**100,0%**	**2.147**	**100,0%**

Tab. 23: Verteilung Homeoffice-Möglichkeit in der Stichprobe

Etwa 40% der Erwerbstätigen in der Stichprobe verfügen über einen **kostenlosen Parkplatz am Arbeitsplatz** (Tab. 24). Für Erwerbstätige aus dem östlichen Mittelgebirge liegt der Anteil mit 46% höher als jener von Erwerbstätigen aus Innsbruck (34%). Somit kann knapp die Hälfte der ErwerbspendlerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge problemlos mit dem Pkw zur Arbeit fahren, da ein kostenloser Parkplatz garantiert wird.

Kostenloser Parkplatz	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
ja	531	46,0%	335	33,8%	866	40,3%
nein	614	53,2%	649	65,4%	1.263	58,8%
keine Angabe	10	0,9%	8	0,8%	18	0,8%
Gesamt	**1.155**	**100,0%**	**992**	**100,0%**	**2.147**	**100,0%**

Tab. 24: Verteilung kostenloser Parkplatz am Arbeitsplatz in der Stichprobe

Bei der Frage zum **verwendeten Verkehrsmittel**, um zum Arbeitsplatz zu gelangen, gibt es deutliche Unterschiede zwischen den zwei Regionen (Tab. 25). PendlerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge nützen größtenteils den eigenen Pkw (59,2%) oder den öffentlichen Verkehr (27,4%) um zur Arbeitsstätte zu gelangen. Für PendlerInnen aus Innsbruck verteilen sich die verwendeten Verkehrsmittel gleichermaßen auf Pkw (25,3%), ÖV (27,7%) und Fahrrad (29,0%). Auch der Anteil an Fußwegen ist nicht zu unterschätzten (14,6%).

Verkehrsmittel zum Arbeitsplatz	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Pkw als Lenker	684	59,2%	251	25,3%	935	43,5%
Pkw als Mitfahrer	20	1,7%	7	0,7%	27	1,3%
ÖV	316	27,4%	275	27,7%	591	27,5%
Moped/Motorrad	19	1,6%	18	1,8%	37	1,7%
Fahrrad/E-Bike	56	4,8%	288	29,0%	344	16,0%
Scooter/E-Scooter	0	0,0%	5	0,5%	5	0,2%
zu Fuß	46	4,0%	145	14,6%	191	8,9%
keine Angabe	14	1,2%	3	0,3%	17	0,8%
Gesamt	**1.155**	**100,0%**	**992**	**100,0%**	**2.147**	**100,0%**

Tab. 25: Verteilung Verkehrsmittel zur Arbeit in der Stichprobe

In einer nächsten Frage wurde abgeklärt, ob sich der **Arbeitsplatz in Innsbruck** und auch in welcher Katastralgemeinde befindet. Erwartungsgemäß liegt für den Großteil der Erwerbstätigen in der Stichprobe (72%) der Arbeitsplatz in Innsbruck. Davon entfallen 57% der Arbeitsplätze auf die Katastralgemeinde Innsbruck (Zentrum). Weitere 14% der Arbeitsplätze liegen in der Katastralgemeinde Wilten und jeweils 7% in Amras und Pradl.

Aus der Kombination Wohnort und Arbeitsplatz können die für die Untersuchung relevanten Pendlerbeziehungen ermittelt werden. In der Stichprobe gibt es 731 Erwerbstätige, welche vom östlichen Mittelgebirge nach Innsbruck pendeln (Tab. 26). In der entgegengesetzten Richtung sind es 32 PendlerInnen (Tab. 27).

von/nach	Amras	Arzl	Hötting	Innsbruck	Mühlau	Pradl	Wilten
Aldrans	2	4	4	35	1	2	10
Lans	6	0	6	60	2	17	16
Patsch	4	0	11	24	1	7	9
Rinn	9	0	4	65	2	6	14
Sistrans	9	3	17	84	2	15	24
Tulfes	5	0	5	27	1	4	4
Igls	10	4	14	116	2	11	19
Vill	3	0	2	18	1	3	7
Gesamt	**48**	**11**	**63**	**429**	**12**	**65**	**103**

Tab. 26: PendlerInnen vom Östlichen Mittelgebirge nach Innsbruck in der Stichprobe

von/nach	Aldrans	Lans	Patsch	Rinn	Sistrans	Tulfes	Igls	Vill
Amras	0	1	0	0	0	1	1	0
Arzl	0	1	1	1	1	0	0	1
Hötting	0	0	1	0	1	0	0	0
Innsbruck	1	2	1	0	1	0	3	1
Mühlau	0	0		0	0	1	0	0
Pradl	1	1	1	0	0	3	0	0
Wilten	0	2	0	1	2	1	0	0
Gesamt	**2**	**7**	**4**	**2**	**5**	**6**	**4**	**2**

Tab. 27: PendlerInnen von Innsbruck ins Östliche Mittelgebirge in der Stichprobe

4.1.3 Ausbildung

Von allen Respondenten haben 205 Personen angegeben in einer Ausbildung zu sein. Davon sind 120 Personen (59%) ausschließlich in einer Ausbildung und 85 Personen (41%) in einer Ausbildung in Kombination mit einer weiteren Beschäftigung (Mehrfachnennung). Somit befinden sich rund 7% der Stichprobe in einer Ausbildung (Tab. 28). Dieser Anteil ist in Innsbruck mit 10% höher als jener im östlichen Mittelgebirge (5%). Den Personen in einer Ausbildung wurden Detailfragen zu ihrer Ausbildung gestellt.

Ausbildung	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
ja	83	5,3%	122	9,9%	205	7,4%
nein	1.475	94,7%	1.109	90,1%	2.584	92,6%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 28: Verteilung Ausbildung in der Stichprobe

Betrachtet man die Anteile der Personen in einer Ausbildung getrennt nach Altersgruppen (Tab. 29), so zeigt sich, dass die jüngste Altersgruppe „18-29“ Jahre mit 41% den größten Anteil an auszubildenden Personen aufweist, gefolgt von der nächsten Altersgruppe „30-39“ Jahre mit 5%. Personen ab 40 Jahre befinden sich kaum mehr in einer Ausbildung (max. 1%).

Ausbildung nach Alter	18-29	30-39	40-49	50-64	65+
ja	41%	5%	1%	1%	0%
nein	59%	95%	99%	99%	100%

Tab. 29: Verteilung Ausbildung in der Stichprobe nach Altersgruppen

Die Auswertung hinsichtlich des **Ausbildungstyps** kann der Tab. 30 entnommen werden. Bei den Auszubildenden aus Innsbruck handelt es sich bei rund 85% um Studenten an einer Universität oder einer Fachhochschule und bei knapp 10% um Schüler. Im Vergleich dazu ist im östlichen Mittelgebirge der Anteil an Studenten niedriger (66%) und jener an Schülern

höher (18%). Beim Ausbildungstyp „sonstige“ wurden das WIFI oder die BAUAkademie in Innsbruck genannt.

Ausbildungstyp	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Student (Uni, FH)	55	66,3%	104	85,2%	159	77,6%
Schüler	15	18,1%	12	9,8%	27	13,2%
Lehrling	6	7,2%	2	1,6%	8	3,9%
sonstige	4	4,8%	2	1,6%	6	2,9%
keine Angabe	3	3,6%	2	1,6%	5	2,4%
Gesamt	**83**	**100,0%**	**122**	**100,0%**	**205**	**100,0%**

Tab. 30: Verteilung Ausbildungstyp in der Stichprobe

Bei der Frage zum **verwendeten Verkehrsmittel**, um zur Ausbildungsstätte zu gelangen, zeigt sich, dass Auszubildende aus Innsbruck fast zur Gänze ein Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖV, Fahrrad/E-Bike, Scooter/E-Scooter, zu Fuß) für den Weg zur Ausbildung wählen (ca. 94%). Im Gegensatz dazu nutzen Auszubildende aus dem östlichen Mittelgebirge nur zu 71% den Umweltverbund. Der Pkw wird von 24% genutzt.

Verkehrsmittel zum Arbeitsplatz	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Pkw als Lenker	17	20,5%	3	2,5%	20	9,8%
Pkw als Mitfahrer	3	3,6%	1	0,8%	4	2,0%
ÖV	54	65,1%	50	41,0%	104	50,7%
Moped/Motorrad	4	4,8%	2	1,6%	6	2,9%
Fahrrad/E-Bike	5	6,0%	42	34,4%	47	22,9%
Scooter/E-Scooter	0	0,0%	3	2,5%	3	1,5%
zu Fuß	0	0,0%	20	16,4%	20	9,8%
keine Angabe	0	0,0%	1	0,8%	1	0,5%
Gesamt	**83**	**100,0%**	**122**	**100,0%**	**205**	**100,0%**

Tab. 31: Verteilung Verkehrsmittel zur Ausbildung in der Stichprobe

In einer nächsten Frage wurde abgeklärt, ob sich der **Ausbildungsplatz in Innsbruck** und auch in welcher Katastralgemeinde befindet. Erwartungsgemäß liegt für den Großteil der Auszubildenden (88%) der Ausbildungsplatz in Innsbruck. Davon entfallen 61% der Ausbildungsplätze auf die Katastralgemeinde Innsbruck, 25% auf Hötting und 11% auf Wilten.

Aus der Kombination Wohnort und Ausbildungsplatz können die für die Untersuchung relevanten Pendlerbeziehungen ermittelt werden. In der Stichprobe gibt es 70 Personen in Ausbildung, welche aus einer Gemeinde des östlichen Mittelgebirges nach Innsbruck pendeln. In der entgegengesetzten Richtung ist es genau 1 Pendler.

4.1.4 Mobilitätsverhalten

Bei der Frage zum **Führerscheinbesitz** wurden die Führerscheinklassen „Moped/Motorrad“ und „Pkw“ abgefragt. Aus der Tab. 32 ist ersichtlich, dass die Personen in der Stichprobe fast zur Gänze über einen Pkw-Führerschein verfügen (95,7%). Es gibt nur sehr wenige Personen, die keinen der angegebenen Führerscheinklasse besitzen, in Innsbruck sind es mit 4,5% etwas mehr als im östlichen Mittelgebirge mit 2,2%. Vergleicht man die zwei Geschlechter zeigt sich, dass 51% der männlichen Personen in der Stichprobe einen Moped/Motorrad-Führerschein besitzen, während es bei den weiblichen Personen nur 25% sind.

Führerschein-besitz	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
keine der angegebenen	34	2,2%	56	4,5%	90	3,2%
Moped/Motorrad	5	0,3%	9	0,7%	14	0,5%
Pkw	869	55,8%	686	55,7%	1.555	55,8%
Moped/Motorrad & Pkw	643	41,3%	471	38,3%	1.114	39,9%
keine Angabe	7	0,4%	9	0,7%	16	0,6%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 32: Verteilung Führerscheinbesitz in der Stichprobe

In der Tab. 33 ist der **Besitz von funktionsfähigen Fahrzeugen im Haushalt** aufgelistet. 87% aller Haushalte in der Stichprobe besitzen zumindest ein Fahrrad, 87% zumindest einen Pkw, 23% zumindest ein Moped/Motorrad und 16% zumindest einen Scooter. Interessant ist hier der regionale Unterschied sowie der Zusammenhang mit dem Führerscheinbesitz. Im östlichen Mittelgebirge verfügen 94% aller Haushalte über zumindest einen Pkw, in Innsbruck sind es nur 77% aller Haushalte, obwohl 94% der befragten Personen aus Innsbruck einen Pkw-Führerschein besitzen. Betrachtet man den Anteil an Elektrofahrzeuge zeigt sich, dass 18% aller Fahrräder, 15% aller Scooter und 6% aller Mopeds/Motorräder elektrisch betrieben werden. Bei den Pkws handelt es sich bei 7% um Elektro-Pkws und bei 6% um Hybrid-Pkw.

Fahrzeugbesitz im Haushalt	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Fahrrad	1.344	86,35	1.092	88,7%	2.436	87,3%
Scooter	232	14,9%	201	16,3%	433	15,5%
Moped/Motorrad	420	27,0%	227	18,4%	647	23,2%
Pkw	1.461	93,8%	952	77,3%	2.413	86,5%

Tab. 33: Besitz von Fahrzeugen im Haushalt in der Stichprobe

Aus der Anzahl an Fahrzeugen pro Haushalt lässt sich auch die **mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt** berechnen (Tab. 34). Die Stichprobe im Untersuchungsgebiet besitzt im Schnitt 3,0 Fahrräder, 0,4 Scooter und 0,4 Mopeds/Motorräder. Beim Pkw-Besitz zeigen

sich Unterschiede zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge. In Innsbruck liegt der Mittelwert mit 1,1 Pkws pro Haushalt niedriger als mit 1,6 Pkws pro Haushalt im östlichen Mittelgebirge.

mittlere Anzahl an Fahrzeugen	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck	Untersuchungs-gebiet
Fahrrad	2,9	3,0	3,0
Scooter	0,4	0,4	0,4
Moped/Motorrad	0,4	0,3	0,4
Pkw	1,6	1,1	1,4

Tab. 34: Mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt in der Stichprobe

Aus der Anzahl an Fahrzeugen pro Haushalt und der Haushaltsgröße, lässt sich auch die mittlere Anzahl an Fahrzeugen pro Person (**Motorisierungsgrad**) berechnen. Die Motorisierungsgrade für die Fahrzeugklassen Fahrrad, Scooter, Moped/Motorrad und Pkw können der Tab. 35 entnommen werden. In Innsbruck werden 471 Pkw pro 1.000 Einwohner in der Stichprobe gemessen, im östlichen Mittelgebirge ist der Wert mit 589 Pkw pro 1.000 Einwohner erwartungsgemäß höher.

Motorisierungs-grad	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck	Untersuchungs-gebiet
Fahrrad	1.069	1.235	1.137
Scooter	156	195	172
Moped/Motorrad	172	156	166
Pkw	589	471	541

Tab. 35: Motorisierungsgrad in der Stichprobe

Bei der **Verfügbarkeit von Fahrzeugen** wird zwischen „jederzeit“, „teilweise bzw. nach Absprache“ und „nie“ unterschieden. Für 84% aller Respondenten steht ein Fahrrad jederzeit zur Verfügung. Für 69% steht ein Pkw jederzeit zur Verfügung und für 18% nur teilweise. Bei den zwei Fahrzeugklassen Scooter und Moped/Motorrad sind die Anteile für die Angabe „nie“ mit 62% bzw. 57% am höchsten.

Verfügbarkeit Fahrzeuge	jederzeit	teilweise	nie	keine Angabe
Fahrrad	84%	3%	9%	4%
Scooter	13%	3%	62%	23%
Moped/Motorrad	17%	6%	57%	20%
Pkw	69%	18%	10%	4%

Tab. 36: Verfügbarkeit von Fahrzeugen in der Stichprobe

Tab. 37 gibt einen Überblick über den **Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr** in der Stichprobe. Beim Ticket für ganz Tirol sind beispielsweise das KlimaTicket Tirol, das Schul- und Lehrticket Tirol oder das Semestertickt Tirol gemeint. Die Auswahlmöglichkeit Ticket für

Innsbruck beinhaltet das KlimaTicket Innsbruck und das Semesterticket Innsbruck. Grundsätzlich sind die Anteile einer vorhandenen ÖV-Zeitkarte in Innsbruck höher (51,3%), dies betrifft alle Typen von Zeitkarten. Im Gegensatz dazu besitzen nur 36,5% der Stichprobe aus dem östlichen Mittelgebirge eine Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr. Die Betrachtung nach Altersgruppen zeigt, dass vor allem junge Personen (18-29 Jahre) vergleichsweise häufiger eine ÖV-Zeitkarte besitzen (64%). Der ÖV-Zeitkartenbesitz der Altersgruppen „40-49“ Jahre und „50-64“ Jahre ist mit 36% am geringsten.

Zeitkarte im ÖV	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
KlimaTicket Österreich	116	7,4%	161	13,1%	277	9,9%
Ticket für ganz Tirol	311	20,0%	352	28,6%	663	23,8%
Ticket für Innsbruck	142	9,1%	118	9,6%	260	9,3%
keines dieser Tickets	989	63,5%	600	48,7%	1.589	57,0%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 37: Verteilung Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr in der Stichprobe

In einer weiteren Frage wurden vorhandene **Mitgliedschaften/Registrierungen** bei diversen Mobilitätsangeboten abgefragt (Tab. 38). Da auch Mehrfachnennungen möglich waren, ist die Anzahl der Antworten höher als die Anzahl der Stichprobe. 89% der Stichprobe aus dem östlichen Mittelgebirge verfügt über keine dieser Registrierungen, in Innsbruck sind es nur 66%. Von den abgefragten Registrierungen wurde das Stadtrad Innsbruck mit 11,3% am häufigsten genannt. Der Geschlechtervergleich zeigt, dass die männlichen Respondenten bei sämtlichen Mitgliedschaften/Registrierungen die höheren Anteile verzeichnen. Insgesamt haben 27% der männlichen und 14% der weiblichen Respondenten eine Mitgliedschaft/ Registrierung bei einer der abgefragten Angebote.

Mitgliedschaften/ Registrierungen	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
Car-Sharing (für Tirol)	29	1,8%	60	4,6%	89	3,1%
Stadtrad Innsbruck	89	5,6%	237	18,0%	326	11,3%
Leihanbieter für E-Scooter	63	4,0%	150	11,4%	213	7,4%
keine dieser Registrierungen	1.401	88,6%	868	66,0%	2.269	78,3%
Gesamt	**1.582**	**100,0%**	**1.315**	**100,0%**	**2.897**	**100,0%**

Tab. 38: Verteilung Mitgliedschaften/Registrierungen in der Stichprobe

In der Abb. 19 ist die **Entfernung der nächsten Haltestelle des öffentlichen Verkehrs** in einem Diagramm dargestellt. Die Angaben beziehen sich dabei auf den Fußweg zwischen

dem Zuhause und der nächstgelegenen ÖV-Haltestelle. Die mittlere Entfernung liegt bei 5 min, der Median bei 3 min. Es liegen nur sehr wenige Entfernungen mit einem Fußweg von länger als 10 min vor. Auffällig sind die Spitzen bei den Standardwerten 5 min, 10 min, 15 min, 20 min usw. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei einer Dauer von mehr als 5 min größtenteils gerundet wird.

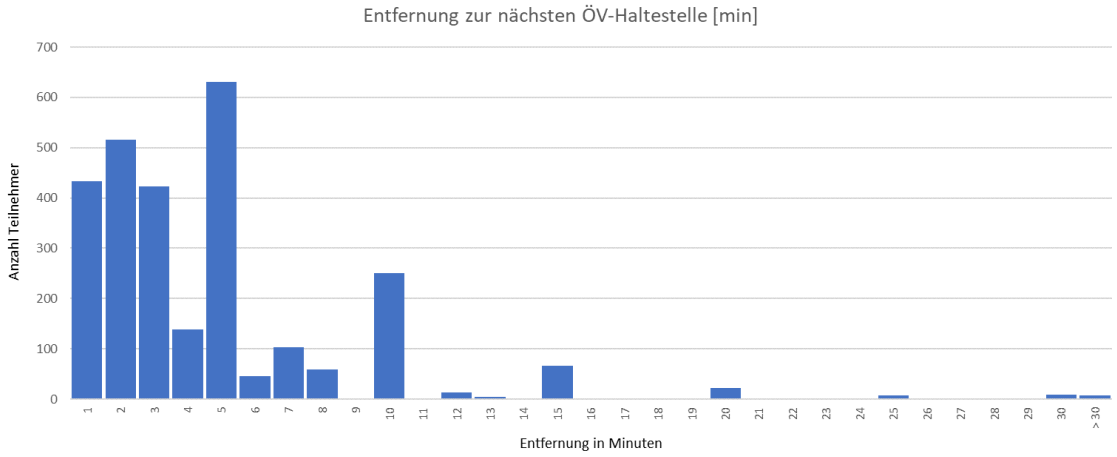


Abb. 19: Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle (n = 2.740)

Betrachtet man die Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle nach Regionen (Tab. 39), zeigt sich, dass Personen aus Innsbruck grundsätzlich einen kürzeren Fußweg zur nächsten ÖV-Haltestelle haben als Personen aus dem östlichen Mittelgebirge. In Innsbruck benötigen etwa zwei Drittel der Stichprobe max. 3 min bis zur nächsten ÖV-Haltestelle. Im östlichen Mittelgebirge liegt die nächste ÖV-Haltestelle für zwei Drittel der Stichprobe max. 5 min entfernt. 13% benötigen 10 min, um zur ÖV-Haltestelle zu gelangen, und 8,5% sogar noch länger.

Entfernung ÖV-Haltestelle	**Östliches Mittelgebirge**		**Innsbruck**		**Untersuchungs-gebiet**	
1 min	159	10,2%	275	22,3%	434	15,6%
2 min	207	13,3%	309	25,1%	516	18,5%
3 min	209	13,4%	214	17,4%	423	15,2%
4 min	75	4,8%	64	5,2%	139	5,0%
5 min	395	25,4%	236	19,2%	631	22,6%
6 min	33	2,1%	13	1,1%	46	1,6%
7 min	90	5,8%	14	1,1%	104	3,7%
8 min	50	3,2%	9	0,7%	59	2,1%
9 min	1	0,1%	0	0,0%	1	0,0%
10 min	206	13,2%	44	3,6%	250	9,0%
> 10min	133	8,5%	53	4,3%	186	6,7%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 39: Verteilung Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle

Die **Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel** hängt stark mit dem ÖV-Angebot zusammen. Während in Innsbruck 20% aller Respondenten den ÖV täglich und 25% mehrmals pro Woche nutzen, sind es im östlichen Mittelgebirge nur 12% bzw. 22%. In Innsbruck benutzen nur 10% nie ein öffentliches Verkehrsmittel, im östlichen Mittelgebirge hingegen 17% (Tab. 40). Wie bereits beim ÖV-Zeitkartenbesitz zeigt die Betrachtung nach Altersgruppen, dass vor allem junge Personen (18-29 Jahre) den ÖV häufiger nutzen (33% täglich und 27% mehrmals pro Woche), die Altersgruppen „40-49“ Jahre und „50-64“ Jahre hingegen am seltensten (13% täglich und 20% mehrmals pro Woche).

Nutzung ÖV	**Östliches Mittelgebirge**		**Innsbruck**		**Untersuchungs-gebiet**	
täglich	187	12,0%	249	20,2%	436	15,6%
mehrmals pro Woche	335	21,5%	301	24,5%	636	22,8%
mehrmals pro Monat	273	17,5%	240	19,5%	513	18,4%
seltener	498	32,0%	316	25,7%	814	29,2%
nie	259	16,6%	119	9,7%	378	13,6%
keine Angabe	6	0,4%	6	0,5%	12	0,4%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 40: Verteilung Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in der Stichprobe

4.1.5 Seilbahnen im öffentlichen Verkehr

In diesem Abschnitt geht es um die Akzeptanz von Seilbahnen im öffentlichen Verkehr und deren Eigenschaften sowie um die Haltung zur untersuchten Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge.

Die erste Frage lautete: „Halten Sie eine **Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge** als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr als **sinnvoll**?“ Die Antwort dazu kann der Tab. 41 entnommen werden. Grundsätzlich finden 72% der Stichprobe eine Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge für sinnvoll, dies gilt für die TeilnehmerInnen aus Innsbruck als auch für die TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge. Einen Unterschied gibt es jedoch in der Geschlechterverteilung (Tab. 42). Weibliche Teilnehmerinnen sind skeptischer gegenüber der Seilbahn als männliche Teilnehmer (67% Zustimmung vs. 75% Zustimmung). Weitere Unterschiede lassen sich in der Altersverteilung erkennen (Tab. 43). Der höchste Zuspruch geht von der Altersgruppe 40-49 Jahre (78%) aus, der niedrigste Zuspruch eindeutig von der ältesten Altersgruppe 65+ (64%).

Seilbahn sinnvoll	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
ja	1.127	72,3%	884	71,8%	2.011	72,1%
nein	413	26,5%	344	27,9%	757	27,1%
keine Angabe	18	1,2%	3	0,2%	21	0,8%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 41: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe

Seilbahn sinnvoll	männlich	weiblich
ja	75,4%	67,1%
nein	24,2%	31,6%
keine Angabe	0,4%	1,3%

Tab. 42: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe nach Geschlecht

Seilbahn sinnvoll	18-29	30-39	40-49	50-64	65+
ja	70,2%	70,6%	77,6%	74,3%	63,6%
nein	29,8%	28,8%	22,1%	24,5%	34,8%
keine Angabe	0,0%	0,6%	0,3%	1,2%	1,6%

Tab. 43: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe nach Altersgruppen

Auch die differenzierte Betrachtung nach Gemeinden bzw. Katastralgemeinden (Abb. 20) offenbart unterschiedliche Haltungen zur untersuchten Seilbahnverbindung. Die geringste Zustimmung kommt von den zwei Katastralgemeinden Vill mit 59% und Amras mit 61%, gefolgt von der Gemeinde Lans mit 69% und den Katastralgemeinden Pradl (70%), Wilten (71%) und Igls (72%). Daraus lässt sich für das Untersuchungsgebiet schließen, dass Gemeinden, die näher zur Seilbahn liegen, die Seilbahn tendenziell stärker ablehnen als Gemeinden, die weiter weg von der Seilbahn liegen; wohlgemerkt die Unterschiede zwischen den einzelnen Gemeinden bzw. Katastralgemeinden bewegen sich auf einem sehr geringen Niveau.

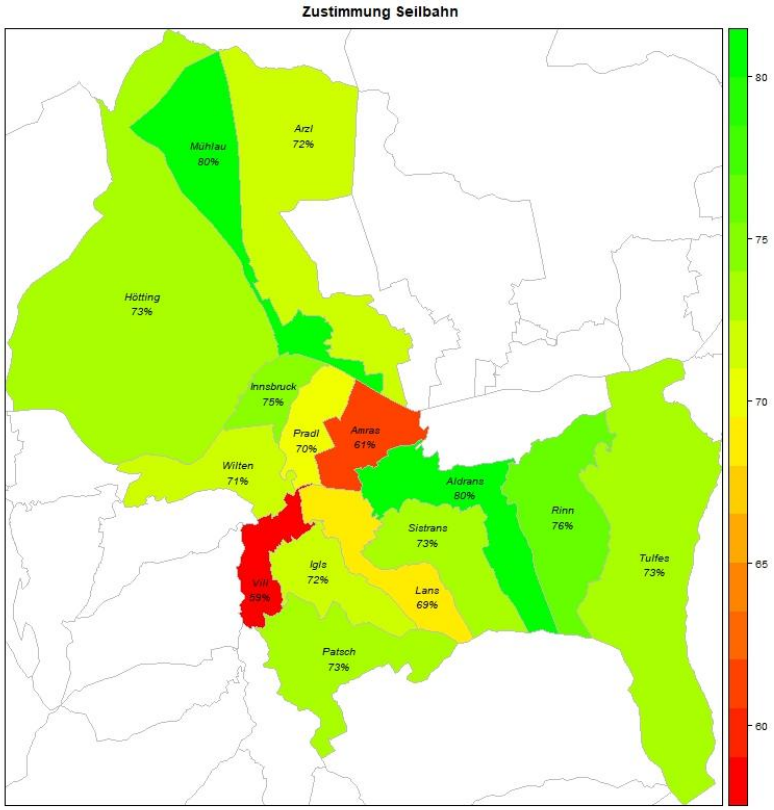


Abb. 20: Zustimmung Seilbahn nach Gemeinden bzw. Katastralgemeinden in der Stichprobe (n = 2.789)

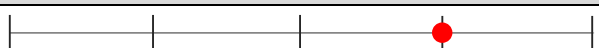
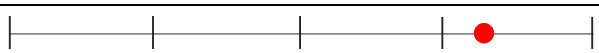
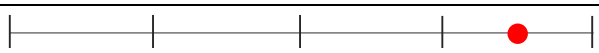
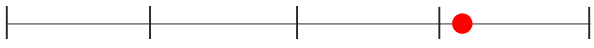
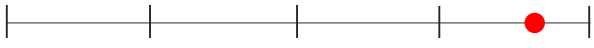
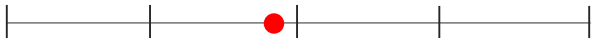
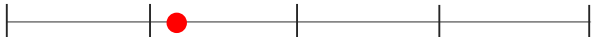
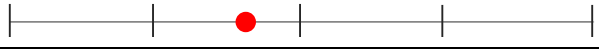
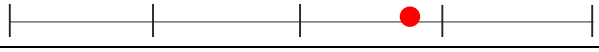
In einer nächsten Frage wurde geklärt, wie oft eine solche Seilbahnverbindung im Alltag benutzt werden würde (Tab. 44). Aus den Daten geht hervor, dass BewohnerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge die Seilbahn häufiger nutzen würden als jene von Innsbruck, was auch die Pendlerbeziehung (hin zur Stadt) widerspiegelt. 36,3% der Stichprobe aus dem östlichen Mittelgebirge würden die Seilbahn mehrmals pro Woche oder sogar täglich nutzen. In Innsbruck sind dies nur 15,2%. Rund 25% der gesamten Stichprobe würden die Seilbahn nie nutzen und weitere 24% eher selten (z.B. einmal im Monat).

Betrachtet man dieses Ergebnis in Kombination mit der Frage zuvor (Zustimmung Seilbahn), lassen sich die 25%, die die Seilbahn nie nutzen würden, bei den 27%, die eine Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge als nicht sinnvoll finden, wiederfinden. Somit können alle anderen Nutzungshäufigkeiten jenen Personen zugewiesen werden, die die Seilbahn als sinnvoll erachten.

Nutzung Seilbahn	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
täglich	149	9,6%	57	4,6%	206	7,4%
mehrmals pro Woche	416	26,7%	130	10,6%	546	19,6%
mehrmals pro Monat	342	22,0%	307	24,9%	649	23,3%
seltener	302	19,4%	370	30,1%	672	24,1%
nie	319	20,5%	365	29,7%	684	24,5%
keine Angabe	30	1,9%	2	0,2%	32	1,1%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 44: Verteilung Häufigkeit der Nutzung der Seilbahn in der Stichprobe

Nachfolgende Tabelle (Tab. 45) zeigt die Bewertung bestimmter **Eigenschaften einer Seilbahn**. Dabei konnten die TeilnehmerInnen ihre Antwort aus einer vorgegebener fünfstufigen Antwortskala wählen (1 = trifft überhaupt nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft teilweise zu, 4 = trifft eher zu, 5 = trifft voll und ganz zu). Im Anschluss wurde für sämtliche Eigenschaften der Mittelwert gebildet. Eigenschaften wie Fahrkomfort, Sicherheit, Pünktlichkeit, umweltfreundlich und staufrei werden hoch bewertet und demzufolge stark mit einer Seilbahn verbunden. Zu den Eigenschaften „stört Landschaftsbild“; „benötigt viel Fläche“ und „ist windanfällig“ sind die Meinungen geteilt. Höhenangst und Platzangst werden nicht unbedingt mit einer Seilbahn in Verbindung gesetzt.

Eigenschaften Seilbahn	Mittelwert	1 2 3 4 5
Fahrkomfort	4,01	
Sicherheit	4,24	
Pünktlichkeit	4,48	
führt zu Höhenangst	1,74	
führt zu Platzangst	1,85	
umweltfreundlich	4,14	
ist staufrei	4,66	
stört Landschaftsbild	2,87	
macht Lärm	2,14	
benötigt viel Fläche	2,60	
ist windanfällig	3,74	

Tab. 45: Eigenschaften einer Seilbahn

Betrachtet man die Eigenschaften noch getrennt für die zwei Geschlechter, ergeben sich teilweise Unterschiede in den Meinungshaltungen (Tab. 46). Der Fahrkomfort, die Sicherheit sowie die Pünktlichkeit werden von männlichen Personen höher bewertet als von weiblichen. Zu den Themen Höhenangst und Platzangst sind die weiblichen Personen etwas skeptischer

gegenüber eingestellt. Des Weiteren werden die Eigenschaften „stört Landschaftsbild“; „macht Lärm“, „benötigt viel Fläche“ und „ist windanfällig“ von Frauen kritischer bewertet als von Männern.

Seilbahn sinnvoll	männlich	weiblich
Fahrkomfort	4,10	3,87
Sicherheit	4,37	4,05
Pünktlichkeit	4,56	4,37
führt zu Höhenangst	1,57	1,97
führt zu Platzangst	1,68	2,08
umweltfreundlich	4,25	4,01
ist staufrei	4,67	4,65
stört Landschaftsbild	2,74	3,05
macht Lärm	2,02	2,30
benötigt viel Fläche	2,39	2,91
ist windanfällig	3,56	4,00

Tab. 46: Eigenschaften einer Seilbahn nach Geschlecht

Die nächste Frage beschäftigt sich mit dem Thema **Umwelt- und Klimaschutz**, da eine Seilbahn für viele als umweltfreundlich angesehen wird. Für knapp die Hälfte der Stichprobe spielt der Umwelt- und Klimaschutz eine sehr wichtige Rolle, unabhängig von der regionalen Herkunft. Nur für einen Bruchteil der Respondenten ist der Umwelt- und Klimaschutz nicht wichtig oder gar nicht wichtig (knapp 3%). Die Ergebnisse können der Tab. 47 entnommen werden.

Umweltschutz	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungs-gebiet	
sehr wichtig	725	46,5%	653	53,0%	1.378	49,4%
wichtig	585	37,5%	378	30,7%	963	34,5%
eher wichtig	196	12,6%	150	12,2%	346	12,4%
nicht wichtig	26	1,7%	29	2,4%	55	2,0%
gar nicht wichtig	14	0,9%	12	1,0%	26	0,9%
keine Antwort	12	0,8%	9	0,7%	21	0,8%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 47: Verteilung Wichtigkeit von Umwelt- und Klimaschutz in der Stichprobe

Passend dazu wurde in einer nächsten Frage abgeklärt, ob die Respondenten bereit wären, ihr **Mobilitätsverhalten** zu ändern, um dadurch CO_2-Emissionen einzusparen (Tab. 48). Rund zwei Drittel der Stichprobe wäre bereit das Mobilitätsverhalten zu ändern, 21% antworten mit vielleicht und 5% würden das eigene Verhalten nicht ändern.

Änderung Mobilitätsverhalten	Östliches Mittelgebirge		Innsbruck		Untersuchungsgebiet	
ja	994	63,8%	874	71,0%	1.868	67,0%
nein	71	4,6%	75	6,1%	146	5,2%
vielleicht	359	23,0%	215	17,5%	574	20,6%
nicht möglich, weil	121	7,8%	55	4,5%	176	6,3%
keine Angabe	13	0,8%	12	1,0%	25	0,9%
Gesamt	**1.558**	**100,0%**	**1.231**	**100,0%**	**2.789**	**100,0%**

Tab. 48: Verteilung Änderung des Mobilitätsverhaltens in der Stichprobe

Weitere 6% gaben an, dass das Ändern des Mobilitätsverhaltens nicht möglich ist. Hierzu wurden folgende Gründe am häufigsten genannt:

- arbeitsbedingt (Außendienst, Beförderung von Material/Werkzeug, Arbeitszeiten in der Nacht)
- gesundheitsbedingt (Mobilitätseinschränkung, gehbehindert)
- bereits derzeit CO_2-neutral
- schlechter ÖV (Haltestelle zu weit weg, häufiges Umsteigen, lange Wartezeiten)

4.2 Grundgesamtheit

In diesem Kapitel werden die gewichteten und hochgerechneten Befragungsdaten ausgewertet. Die Gewichtung bzw. Hochrechnung findet nach Geschlecht, Altersgruppen und ÖV-Affinität für jede Gemeinde bzw. Katastralgemeinde statt.

Zur Ermittlung der Grundgesamtheit wurden alle Einwohner ≥ 18 Jahre aus den relevanten Gemeinden herangezogen. Eine Übersicht hiervon befindet sich in den nachfolgenden zwei Tabellen (Tab. 49 und Tab. 50). Die Einwohnerzahlen stehen nach Geschlecht und Alter zur Verfügung. In der Stichprobe wurde festgestellt, dass die ÖV-Affinität der TeilnehmerInnen recht hoch ist. Rund 51,3% der TeilnehmerInnen aus Innsbruck sowie 36,5% der TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge besitzen eine gültige ÖV-Jahreskarte für ganz Österreich, Tirol oder Innsbruck. Tatsächlich sind es deutlich weniger ÖV-Jahreskartenbesitzer. Lt. Auskunft vom Verkehrsverbund Tirol (VVT) sowie von den Innsbrucker Verkehrsbetrieben (IVB) können zum Zeitpunkt Dezember 2023 etwa 43% der in Innsbruck und 31% der im östlichen Mittelgebirge lebenden Erwachsenen zu den ÖV-Stammkunden gezählt werden. Um diese Verzerrung aus der Stichprobe zu beseitigen, wird eine zusätzlich Gewichtung nach ÖV-Ticketbesitz durchgeführt. Auch hier stehen die Daten getrennt nach Geschlecht und Alter für jede Gemeinde zur Verfügung.

Östliches Mittelgebirge	Altersgruppe	männlich	weiblich
Aldrans	18-29	207	160
	30-39	203	195
	40-49	192	208
	50-64	316	302
	65+	204	270
Lans	18-29	68	59
	30-39	73	91
	40-49	81	84
	50-64	132	150
	65+	103	94
Patsch	18-29	53	60
	30-39	98	89
	40-49	73	93
	50-64	136	125
	65+	94	106
Rinn	18-29	113	114
	30-39	137	129
	40-49	142	144
	50-64	215	218
	65+	149	165
Sistrans	18-29	134	140
	30-39	118	137
	40-49	142	171
	50-64	249	274
	65+	221	247
Tulfes	18-29	98	120
	30-39	122	107
	40-49	130	131
	50-64	197	185
	65+	138	155
Igls	18-29	156	174
	30-39	157	176
	40-49	160	170
	50-64	293	328
	65+	258	319
Vill	18-29	32	37
	30-39	30	24
	40-49	30	28
	50-64	50	64
	65+	64	75
GRUNDGESAMTHEIT ÖSTLICHES MITTELGEBIRGE		**5.568**	**5.918**
		11.486	

Tab. 49: Grundgesamtheit Östliches Mittelgebirge, Stand 01.01.2023 [4] [12]

Innsbruck	Altersgruppe	männlich	weiblich
Amras	18-29	619	442
	30-39	442	376
	40-49	354	361
	50-64	602	622
	65+	388	544
Arzl	18-29	806	727
	30-39	795	746
	40-49	674	701
	50-64	1.108	1.121
	65+	1.095	1.599
Hötting	18-29	3.619	3.527
	30-39	3.229	2.907
	40-49	2.127	2.153
	50-64	3.235	3.444
	65+	2.590	3.602
Innsbruck	18-29	2.646	2.325
	30-39	2.044	1.765
	40-49	1.223	1.051
	50-64	1.835	1.819
	65+	1.423	2.209
Mühlau	18-29	466	412
	30-39	469	442
	40-49	359	354
	50-64	533	569
	65+	484	655
Pradl	18-29	2.849	2.807
	30-39	2.456	2.278
	40-49	1.963	2.043
	50-64	3.281	3.519
	65+	2.837	4.271
Wilten	18-29	2.498	2.236
	30-39	1.814	1.451
	40-49	1.088	935
	50-64	1.458	1.415
	65+	1.062	1.513
GRUNDGESAMTHEIT INNSBRUCK		**54.471**	**56.941**
		111.412	

Tab. 50: Grundgesamtheit Innsbruck, Stand 01.01.2023 [12]

Nachfolgend werden die wichtigsten bzw. interessantesten Ergebnisse der Grundgesamtheit beschrieben.

4.2.1 Statistische Angaben zur Person

In der Grundgesamtheit gibt es hinsichtlich des Geschlechts eine nahezu gleichmäßige Verteilung auf die zwei Geschlechter „männlich“ und „weiblich“ (Tab. 51), wobei die weiblichen Personen geringfügig stärker vorhanden sind. Es gibt keine Unterschiede zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge.

Geschlecht	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
männlich	48,5%	48,9%
weiblich	51,5%	51,1%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 51: Geschlechterverteilung in der Grundgesamtheit

Die Aufteilung der Grundgesamtheit auf die einzelnen **Altersklassen** kann Tab. 52 entnommen werden. Im östlichen Mittelgebirge ist der Anteil an jüngeren Personen deutlich geringer als in Innsbruck. Nur 15% der Einwohner sind jünger als 30 Jahre und weitere 16% sind zwischen 30 und 40 Jahre alt. In Innsbruck liegen diese Anteile bei 23% bzw. 19%. Im Gegensatz dazu sind im Speziellen die zwei Altersgruppen „40-49“ und „50-64“ im östlichen Mittelgebirge wesentlich stärker vertreten. Folglich zieht es die jüngeren Personen aufgrund ihrer Ausbildung oder Arbeit vermehrt in die Stadt, während Personen über 40 Jahre stärker außerhalb der Stadt vertreten sind.

Alter	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
18-29	15,0%	23,3%
30-39	16,4%	19,0%
40-49	17,2%	13,8%
50-64	28,2%	22,0%
65+	23,2%	21,8%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 52: Altersverteilung in der Grundgesamtheit

Bei der Anzahl der **Haushaltsmitglieder** zeigt sich ein Unterschied zwischen den Haushalten in Innsbruck und jenen im östlichen Mittelgebirge (Tab. 53). In Innsbruck sind Haushaltsgrößen mit 1 oder 2 Personen deutlich wahrscheinlich (65,9%) als im östlichen Mittelgebirge (52,9%). Der Zwei-Personen-Haushalt ist mit rund 35% bzw. 43% am stärksten in der Grundgesamtheit vertreten.

Haushalts-mitglieder	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
1	17,6%	23,0%
2	35,3%	42,9%
3	19,9%	16,1%
4	19,4%	12,3%
5	6,2%	4,7%
mehr als 5	1,6%	1,0%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 53: Verteilung der Haushaltsmitglieder in der Grundgesamtheit

Beim **Haushaltseinkommen** wurden fünf Klassen gebildet (Tab. 54). Im östlichen Mittelgebirge sind geringfügig höhere Einkommen vorhanden als in Innsbruck, was vermutlich mit der Altersverteilung und der Haushaltsgröße zusammenhängt. Der Anteil an Haushalten mit einem Nettoeinkommen von > 4.500 € liegt im östlichen Mittelgebirge bei 41,3%, in Innsbruck bei 33,7%.

Haushalts-einkommen	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
< 1.500 €	4,0%	5,1%
1.500 – 3.000 €	23,9%	32,0%
3.001 – 4.500 €	30,8%	29,2%
4.501 – 6.000 €	26,0%	23,1%
> 6.000 €	15,3%	10,5%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 54: Verteilungs des Haushaltseinkommens in der Grundgesamtheit

Hinsichtlich der höchsten abgeschlossenen **Ausbildungsstufe** gilt grundsätzlich, dass nur wenige Personen keinen Abschluss haben bzw. nur die Volks-/Hauptschule ohne Lehre abgeschlossen haben (Tab. 55). Die Ausbildungsstufe „Hochschule, Universität, Fachhochschule“ ist mit 52% bzw. 59% am stärksten in der Grundgesamtheit vertreten.

Ausbildungsstufe	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
(noch) kein Abschluss	0,5%	0,5%
Volks-/Hauptschule ohne Lehre	1,3%	2,3%
Volks-/Hauptschule mit Lehre, Fachschule	22,3%	17,2%
Matura	23,9%	21,1%
Hochschule, Universität, Fachhochschule	52,1%	59,0%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 55: Verteilung der höchsten Ausbildungsstufe in der Grundgesamtheit

Die Auswertung der derzeitigen **Beschäftigung** zeigt, dass etwa 63% der Personen in der Grundgesamtheit berufstätig und etwa 23% in Pension sind (Tab. 56). Erwartungsgemäß liegen die Anteile der berufstätigen Personen und der Personen in Ausbildung in Innsbruck (72,6%) geringfügig über jenen im östlichen Mittelgebirge (69,8%). Im Gegensatz dazu liegt der Anteil der Pensionisten in Innsbruck (22,8%) geringfügig unter jenem im östlichen Mittelgebirge (24,4%). Die Verteilungen auf die sieben Beschäftigungskategorien sind in Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge sehr ähnlich.

Beschäftigung	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
berufstätig	63,5%	63,4%
in Ausbildung	6,3%	9,2%
in Karenz	2,7%	1,3%
Hausfrau/Hausmann	2,1%	2,1%
in Pension	24,4%	22,8%
Präsenz-/Zivildiener	0,1%	0,5%
auf Arbeitssuche	0,9%	0,6%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 56: Verteilung der derzeitigen Beschäftigung in der Grundgesamtheit

4.2.2 Erwerbstätigkeit

Der Anteil an berufstätigen Personen liegt im östlichen Mittelgebirge als auch in Innsbruck bei gut zwei Drittel. Hinsichtlich der Geschlechter gibt es einen Unterschied: 73% der männlichen Personen und 60% der weiblichen Personen sind berufstätig. Auch hinsichtlich der Altersgruppen sind Unterschiede erkennbar. Der Anteil an berufstätigen Personen ist in der Altersgruppe „65+“ mit 5% am geringsten, gefolgt von der Altersgruppe „18-29“ mit 69%. Der höchste Anteil an erwerbstätigen Personen weist die Altersgruppe „40-49“ mit 97% auf (Tab. 57).

Erwerbstätig	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	67,7%	66,3%
nein	32,3%	33,7%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 57: Verteilung der Erwerbstätigkeit in der Grundgesamtheit

In der Tab. 58 ist die Verteilung des zeitlichen **Umfangs der Erwerbstätigkeit** aufgelistet. Rund 72% der berufstätigen Personen aus dem östlichen Mittelgebirge und rund 82% der berufstätigen Personen aus Innsbruck arbeiten in Vollzeit (mindestens 32h/Woche). Ein wesentlicher Unterschied tritt beim Vergleich der Geschlechter auf: 90% der männlichen Erwerbstätigen arbeiten in Vollzeit, bei den weiblichen Erwerbstätigen sind es hingegen 70%.

Umfang der Erwerbstätigkeit	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Vollzeit beschäftigt	71,7%	81,8%
Teilzeit beschäftigt	28,3%	18,2%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 58 Verteilung Umfang der Erwerbstätigkeit in der Grundgesamtheit

Etwa 57% der Personen in der Grundgesamtheit haben die Möglichkeit, einen Teil der Arbeit auch von zu Hause zu erledigen (**Homeoffice**). Für die in Innsbruck lebenden Erwerbstätigen ist die Möglichkeit von Homeoffice geringfügig höher als für die Erwerbstätigen aus dem östlichen Mittelgebirge (Tab. 59).

Homeoffice	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	56,3%	57,8%
nein	43,7%	42,2%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 59: Verteilung Homeoffice-Möglichkeit in der Grundgesamtheit

Knapp 49% der Erwerbstätigen aus dem östlichen Mittelgebirge verfügen über einen **kostenlosen Parkplatz am Arbeitsplatz**. Bei den Erwerbstätigen aus Innsbruck sind es ca. 36% (Tab. 60).

Kostenloser Parkplatz	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	48,5%	36,4%
nein	51,5%	63,6%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 60: Verteilung kostenloser Parkplatz am Arbeitsplatz in der Grundgesamtheit

Betrachtet man das **verwendete Verkehrsmittel**, um zum Arbeitsplatz zu gelangen, gibt es deutliche Unterschiede zwischen den zwei Regionen (Tab. 61). PendlerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge nützen größtenteils den Pkw (65,3%) oder den öffentlichen Verkehr (22,8%) um von ihrem Zuhause zur Arbeitsstätte zu gelangen. Für PendlerInnen aus Innsbruck verteilen sich die verwendeten Verkehrsmittel gleichermaßen auf Pkw (29,5%), ÖV (26,1%) und Fahrrad (27,3%). Auch der Anteil an Arbeitswegen, die zu Fuß gemacht werden, ist mit 14,4% nicht zu unterschätzten.

Verkehrsmittel zum Arbeitsplatz	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Pkw als Lenker	63,3%	28,2%
Pkw als Mitfahrer	2,0%	1,3%
ÖV	22,8%	26,1%
Moped/Motorrad	1,8%	2,2%
Fahrrad/E-Bike	5,8%	27,3%
Scooter/E-Scooter	0,0%	0,5%
zu Fuß	4,3%	14,4%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 61: Verteilung Verkehrsmittel zur Arbeit in der Grundgesamtheit

4.2.3 Ausbildung

Rund 7% der Personen ≥ 18 Jahre aus dem östlichen Mittelgebirge sind in einer Ausbildung (Tab. 62). In Innsbruck liegt dieser Anteil mit 10% etwas höher. Betrachtet man die Anteile der Personen in einer Ausbildung getrennt nach Altersgruppen, so zeigt sich, dass die jüngste Altersgruppe „18-29“ Jahre mit 37% den größten Anteil an auszubildenden Personen aufweist, gefolgt von der nächsten Altersgruppe „30-39“ Jahre mit 4%. Personen ab 40 Jahre befinden sich kaum mehr in einer Ausbildung (max. 1%).

Ausbildung	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	6,7%	9,7%
nein	93,3%	90,3%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 62: Verteilung Ausbildung in der Grundgesamtheit

Die Auswertung hinsichtlich des **Ausbildungstyps** kann der Tab. 63 entnommen werden. Bei den Auszubildenden aus Innsbruck handelt es sich bei 91,5% um Studenten an einer Universität oder einer Fachhochschule. Im Vergleich dazu ist im Östlichen Mittelgebirge der Anteil an Studenten niedriger (ca. 78%) und jener an Schülern höher (15%).

Ausbildungstyp	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Student (Uni, FH)	77,9%	91,5%
Schüler	15,0%	6,8%
Lehrling	3,8%	0,7%
sonstige	3,3%	1,1%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 63: Verteilung Ausbildungstyp in der Grundgesamtheit

Betrachtet man das **verwendete Verkehrsmittel**, um zur Ausbildungsstätte zu gelangen, gibt es deutliche Unterschiede zwischen den zwei Regionen (Tab. 64). Auszubildende aus dem östlichen Mittelgebirge nützen größtenteils den öffentlichen Verkehr (54%) oder den Pkw (30%), um zur Ausbildungsstätte zu gelangen. Auszubildende aus Innsbruck nutzen fast zur Gänze ein Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖV, Fahrrad/E-Bike, Scooter/E-Scooter, zu Fuß) für den Weg zur Ausbildung (ca. 93%).

Verkehrsmittel zum Arbeitsplatz	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Pkw als Lenker	30,2%	3,4%
Pkw als Mitfahrer	3,7%	0,9%
ÖV	53,8%	32,4%
Moped/Motorrad	4,2%	3,0%
Fahrrad/E-Bike	8,1%	30,4%
Scooter/E-Scooter	0,0%	1,6%
zu Fuß	0,0%	28,2%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 64: Verteilung Verkehrsmittel zur Ausbildung in der Grundgesamtheit

4.2.4 Mobilitätsverhalten

Die Auswertungen zum **Führerscheinbesitz** sind in Tab. 65 aufgelistet. Die Personen in der Grundgesamtheit besitzen fast zur Gänze einen Pkw-Führerschein. Im östlichen Mittelgebirge sind es 98% und in Innsbruck 95%. Es gibt nur sehr wenige Personen, die keinen der angegebenen Führerscheinklasse besitzen, in Innsbruck sind es mit 4,9% etwas mehr als im östlichen Mittelgebirge mit 1,8%.

Führerscheinbesitz	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
keine der angegebenen	1,8%	4,9%
Moped/Motorrad	0,3%	0,6%
Pkw	56,5%	55,5%
Moped/Motorrad & Pkw	41,5%	39,1%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 65: Verteilung Führerscheinbesitz in der Grundgesamtheit

In der Tab. 66 ist die **mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt** aufgelistet. Die Haushalte in der Grundgesamtheit besitzen im Schnitt 2,8 Fahrräder, 0,4 Scooter und 0,4 Mopeds/ Motorräder. Beim Besitz von Pkws gibt es Unterschiede zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge. In Innsbruck liegt der Mittelwert mit 1,2 Pkws pro Haushalt niedriger als mit 1,6 Pkws pro Haushalt im östlichen Mittelgebirge.

mittlere Anzahl an Fahrzeugen	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Fahrrad	2,8	2,8
Scooter	0,3	0,4
Moped/Motorrad	0,4	0,4
Pkw	1,6	1,2

Tab. 66: Mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt in der Grundgesamtheit

Über die Anzahl an Fahrzeugen pro Haushalt und der Haushaltsgröße, lässt sich auch die mittlere Anzahl an Fahrzeugen pro Person (**Motorisierungsgrad**) berechnen. Die Motorisierungsgrade für die Fahrzeugklassen Fahrrad, Scooter, Moped/Motorrad und Pkw können der Tab. 67 entnommen werden. Lt. Hochrechnung gibt es in Innsbruck 502 Pkw pro 1.000 Einwohner, im östlichen Mittelgebirge ist der Wert mit 637 Pkw pro 1.000 Einwohner erwartungsgemäß höher. Im Gegensatz dazu sind in Innsbruck mehr Fahrräder und Scooter vorhanden.

Motorisierungs-grad	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
Fahrrad	1.051	1.193
Scooter	149	186
Moped/Motorrad	185	169
Pkw	637	502

Tab. 67: Motorisierungsgrad in der Grundgesamtheit

Tab. 68 gibt einen Überblick über den **Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr** in der Grundgesamtheit wieder. Grundsätzlich sind die Anteile einer vorhandenen ÖV-Zeitkarte in Innsbruck höher (43,4%), dies betrifft alle Typen von Zeitkarten. Im Gegensatz dazu besitzen nur 30,8% der Grundgesamtheit aus dem östlichen Mittelgebirge eine Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr. Das Ticket für ganz Tirol wird in der Grundgesamtheit am häufigsten gekauft.

Zeitkarte im ÖV	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
KlimaTicket Österreich	6,4%	9,4%
Ticket für ganz Tirol	17,7%	25,5%
Ticket für Innsbruck	6,6%	8,5%
keines dieser Tickets	69,2%	56,6%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 68: Verteilung Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr in der Grundgesamtheit

Die Verteilung zur **Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel** kann der Tab. 69 entnommen werden. Während in Innsbruck 17% der Grundgesamtheit den ÖV täglich und 23% mehrmals pro Woche nutzen, sind es im östlichen Mittelgebirge nur 10% bzw. 19%. In

Innsbruck ist der Anteil an Personen, die nie ein öffentliches Verkehrsmittel nutzen, mit 12% geringer als mit 20% im östlichen Mittelgebirge.

Nutzung ÖV	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
täglich	9,8%	17,4%
mehrmals pro Woche	18,6%	23,4%
mehrmals pro Monat	15,6%	19,8%
seltener	35,6%	27,1%
nie	20,4%	12,2%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 69: Verteilung Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in der Grundgesamtheit

4.2.5 Seilbahnen im öffentlichen Verkehr

73% der Grundgesamtheit aus dem östlichen Mittelgebirge halten eine **Seilbahn zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge** als Ergänzung zum öffentlichen Verkehr als **sinnvoll.** In Innsbruck ist dieser Anteil mit 67% geringer (Tab. 69). Betrachtet man die Haltung zur Seilbahnverbindung differenziert nach Geschlecht, zeigt sich, dass die weiblichen Personen skeptischer gegenüber der Seilbahnverbindung sind als männliche Personen. Die Zustimmungen liegen hier bei 60% gegenüber 76%. Außerdem zeigen sich differenzierte Haltungen nach Altersgruppen. Die Altersgruppe „40-49“ Jahre liegt mit einer Zustimmung von 78% über dem Schnitt, währen die Altersgruppe „65+“ mit einer Zustimmung von 55% unter dem Schnitt liegt.

Seilbahn sinnvoll	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	73,2%	67,4%
nein	26,8%	32,6%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 70: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Grundgesamtheit

Die Ergebnisse zur **Häufigkeit der Nutzung einer Seilbahnverbindung** zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge können der Tab. 71 entnommen werden. Aus den Daten geht hervor, dass BewohnerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge die Seilbahn häufiger nutzen würden als jene von Innsbruck. 32,9% der Grundgesamtheit aus dem östlichen Mittelgebirge würden die Seilbahn mehrmals pro Woche oder sogar täglich nutzen. In Innsbruck sind dies nur 11,7%. Der Anteil an Personen, die die Seilbahn nie nutzen würden, liegt im östlichen Mittelgebirge bei 21,4% und in Innsbruck bei 34,1%.

Nutzung Seilbahn	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
täglich	7,8%	3,5%
mehrmals pro Woche	25,1%	8,2%
mehrmals pro Monat	23,2%	24,4%
seltener	22,5%	29,8%
nie	21,4%	34,1%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 71: Verteilung Häufigkeit der Nutzung der Seilbahn in der Grundgesamtheit

Für etwa die Hälfte der Grundgesamtheit spielt der **Umwelt- und Klimaschutz** eine sehr wichtige Rolle. Nur für einen Bruchteil der Grundgesamtheit ist der Umwelt- und Klimaschutz nicht wichtig oder gar nicht wichtig (< 4%). Die Ergebnisse können der Tab. 72 entnommen werden.

Umweltschutz	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
sehr wichtig	47,0%	54,9%
wichtig	37,6%	30,4%
eher wichtig	13,1%	11,1%
nicht wichtig	1,6%	2,3%
gar nicht wichtig	0,8%	1,1%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 72: Verteilung Wichtigkeit von Umwelt- und Klimaschutz in der Grundgesamtheit

60% der Grundgesamtheit aus dem östlichen Mittelgebirge und 70% jener aus Innsbruck wären bereit, ihr **Mobilitätsverhalten** zu ändern, um dadurch CO_2-Emissionen einzusparen (Tab. 73). Für etwa 9% bzw. 7% ist das Ändern des Mobilitätsverhaltens nicht möglich.

Änderung Mobilitätsverhalten	Östliches Mittelgebirge	Innsbruck
ja	60,8%	69,9%
nein	4,3%	6,3%
vielleicht	25,6%	17,2%
nicht möglich, weil	9,3%	6,6%
Gesamt	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 73: Verteilung Änderung des Mobilitätsverhaltens in der Grundgesamtheit

4.3 Kernergebnisse

Es nahmen rund 3.700 Personen an der Befragung teil. Etwa 2.790 Fragebögen wurden für die weitere Analyse verwendet, die übrigen Fragebögen waren entweder nicht vollständig, nicht plausibel oder kamen von außerhalb des Untersuchungsgebietes. 56% der verwertbaren Fragebögen kommen von TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge und 44% von TeilnehmerInnen aus Innsbruck. Die Gemeinde Lans weist mit 18% die höchste Teilnehmerquote auf, gefolgt von den Katastralgemeinden Igls und Vill mit je 15%.

In der Befragung wurde konkret die Seilbahnvariante Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn untersucht. Folgende **Kernergebnisse** können für die Grundgesamtheit festgehalten werden:

- Etwa 73% der Personen aus dem östlichen Mittelgebirge und 67% aus Innsbruck finden die Seilbahnverbindung sinnvoll.
- Den größten Zuspruch gibt es von männlichen Personen zwischen 50 und 64 Jahren (81%), den geringsten von weiblichen Personen über 65 Jahren (46%).
- 4% würden die Seilbahn täglich, 10% mehrmals pro Woche und 24% mehrmals pro Monat nutzen.
- Personen aus dem östlichen Mittelgebirge würden die Seilbahn häufiger nutzen als Personen aus Innsbruck.
- Seilbahnen werden mit hohem Fahrkomfort, hoher Sicherheit und guter Pünktlichkeit verbunden. Außerdem gelten sie als umweltfreundlich und durch ihr abgekoppeltes System als staufrei.
- Zu den Punkten Flächenverbrauch und Landschaftsbild gibt es geteilte Meinungen. Die Seilbahn wird als windanfälliges System empfunden.
- Der Umwelt- und Klimaschutz ist für 54% sehr wichtig und für 31% wichtig. Rund zwei Drittel der Personen würden ihr Mobilitätsverhalten ändern, um dadurch CO_2-Emissionen zu sparen.

5 Verkehrsmittelwahl

In diesem Schritt werden die Ergebnisse der Stated Choice Befragung aufbereitet und analysiert, um dann Eingang in die Verkehrsmittelwahlentscheidung zu finden. Für diesen Schritt werden üblicherweise diskrete Entscheidungsmodelle herangezogen, mithilfe derer die Auswahlwahrscheinlichkeit einer Alternative aus einer endlichen Menge möglicher Wahlalternativen ermittelt wird. Die Verkehrsmittelwahlentscheidung beruht dabei auf der Theorie der Nutzenmaximierung. Dabei wählen Personen jene Wahlalternative, bei der sie den maximalen persönlichen Nutzen generieren. Bei drei oder mehr Alternativen in einer Entscheidungssituation wird üblicherweise das Multinomial Logit Modell (MNL) verwendet.

Ein wesentlicher Vorteil von Logit-Modellen ist die gute Interpretierbarkeit der Ergebnisse bzw. der Nutzenfunktion. Ein Nachteil von MNL-Modellen besteht darin, dass die einzelnen Wahlalternativen unabhängig voneinander sein müssen, d.h. dass die Auswahl zwischen zwei Alternativen nicht durch die Existenz einer dritten Alternative beeinflusst werden darf [13]. Außerdem basiert die Entscheidung in diskreten Entscheidungsmodellen auf einer linearen Nutzenfunktion, nicht-lineare Zusammenhänge können nicht abgebildet werden.

Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens sind eine vielversprechende Alternative zu diskreten Entscheidungsmodellen, da sie auch nicht-lineare Zusammenhänge darstellen können. Maschinelle Lernmodelle sind in der Lage, komplexe Beziehungen selbständig und datenbasiert zu erfassen. Jedoch werden sie auch öfters als Blackbox bezeichnet, da sie schwierig zu interpretieren und nachzuvollziehen sind. Im Bereich des Verkehrswesens wurden entsprechende Lernmethoden bereits erfolgreich in unterschiedlichen Anwendungsfeldern eingesetzt, insbesondere zur Bestimmung des verwendeten Verkehrsmittels sowie des Fahrzweckes. Die am häufigsten angewendeten Algorithmen sind Random Forest (RF), Neuronale Netze (NN), Support-Vektor-Maschinen (SVM) und Entscheidungsbäume (DT). Dabei haben insbesondere die Neuronalen Netze mit ihrer Performance die diskreten Entscheidungsmodelle übertroffen und sich als geeignet für diese Fragestellung erwiesen.

Aus diesem Grund wird auch in dieser Studie maschinelles Lernen angewendet, um die Verkehrsmittelwahlentscheidung zu modellieren. Dabei werden neuronale Netze verwendet und auch versucht, diese zu verstehen und zu interpretieren. Außerdem sollen Informationen über das Entscheidungsverhalten extrahiert werden.

5.1 Neuronale Netze

Neuronale Netze sind der Funktionsweise eines menschlichen Gehirns nachempfunden. Sie bestehen aus mehreren Neuronen, die miteinander verbunden sind und untereinander Informationen austauschen. Über das Anpassen der Gewichte dieser Verbindungen (Modelltraining) sind sie in der Lage, komplexe Muster in Daten zu erkennen [14].

5.1.1 Aufbau

Ein Neuron bildet die grundlegende Recheneinheit eines neuronalen Netzes ab. Es nimmt Eingangswerte entgegen, verarbeitet diese und erzeugt eine Ausgabe. Es besteht aus drei wesentlichen Komponenten:

- Gewichte (w): Die Eingangswerte werden mit Gewichten multipliziert. Durch die Veränderung einer Gewichtung ändern sich gleichzeitig alle Eingangswerte, die mit dem Gewicht multipliziert werden. So kann sich das Netz anpassen. Die Gewichtungen bilden daher den flexiblen Teil eines neuronalen Netzes.
- Aktivierungsfunktion (σ): Diese wird auf den Ausgabewert eines Neurons angewendet. Durch die Aktivierungsfunktion wird der Ausgabewert skaliert, so dass dieser ganz, teilweise oder gar nicht an das nächste Neuron weitergeleitet wird.
- Bias (b): Dieser stellt einen zufälligen Wert dar, der auf die Ausgabe der Neuronen addiert wird.

Abb. 21 zeigt die Funktionsweise eines Neurons. Die Eingabewerte x werden mit den Gewichtungen w multipliziert und im Anschluss mit dem Bias b aufsummiert. Anschließend wird die Summe bzw. die Aktivierung a mit der Aktivierungsfunktion σ zu dem Ausgabewert ŷ verrechnet.

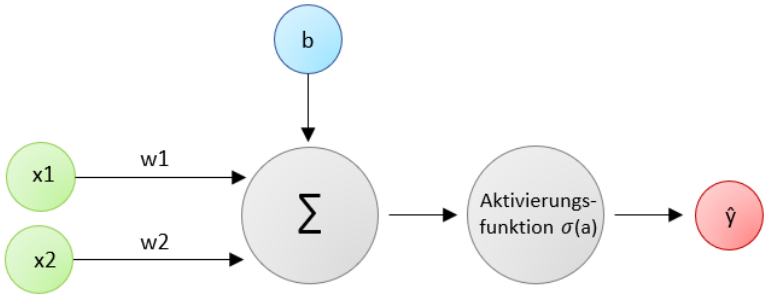


Abb. 21: Funktionsweise eines Neurons

Mathematisch wird ein Neuron wir folgt beschrieben:

$$\hat{y} = \sigma(\mathrm{a}) = \sigma\left(\sum_{i=0}^{D} w_i * x_i\right)$$

Mehrere Neuronen werden zu einem Layer zusammengefasst. Neuronen in einem Layer verwenden dieselbe Aktivierungsfunktion. Es wird zwischen drei Arten von Layern unterschieden:

- Eingabeschicht (Input Layer): Dieser Layer bildet die erste Schicht im neuronalen Netz ab und repräsentiert die Eingangswerte.
- Verborgene Schicht (Hidden Layer): Alle Layer, die nicht der Eingabeschicht oder der Ausgabeschicht entsprechen, werden als verborgene Schicht bezeichnet.

- Ausgabeschicht (Output Layer): Dieser Layer ist die letzte Schicht im neuronalen Netz und stellt das Ergebnis des Modells dar.

Abb. 22 zeigt ein Beispiel eines neuronalen Netzes mit vier Schichten. Die Neuronen sind als Kreise dargestellt. Die einzelnen Schichten sind jeweils von der vorherigen Schicht abhängig. In der Eingabeschicht befinden sich drei Neuronen, welche drei Eingangsparameter darstellen. Darauf folgen zwei verborgene Schichten mit vielen Neuronen. Die letzte und vierte Schicht stellt die Ausgabeschicht dar, welche drei Neuronen und somit drei Wahlalternativen beinhaltet.

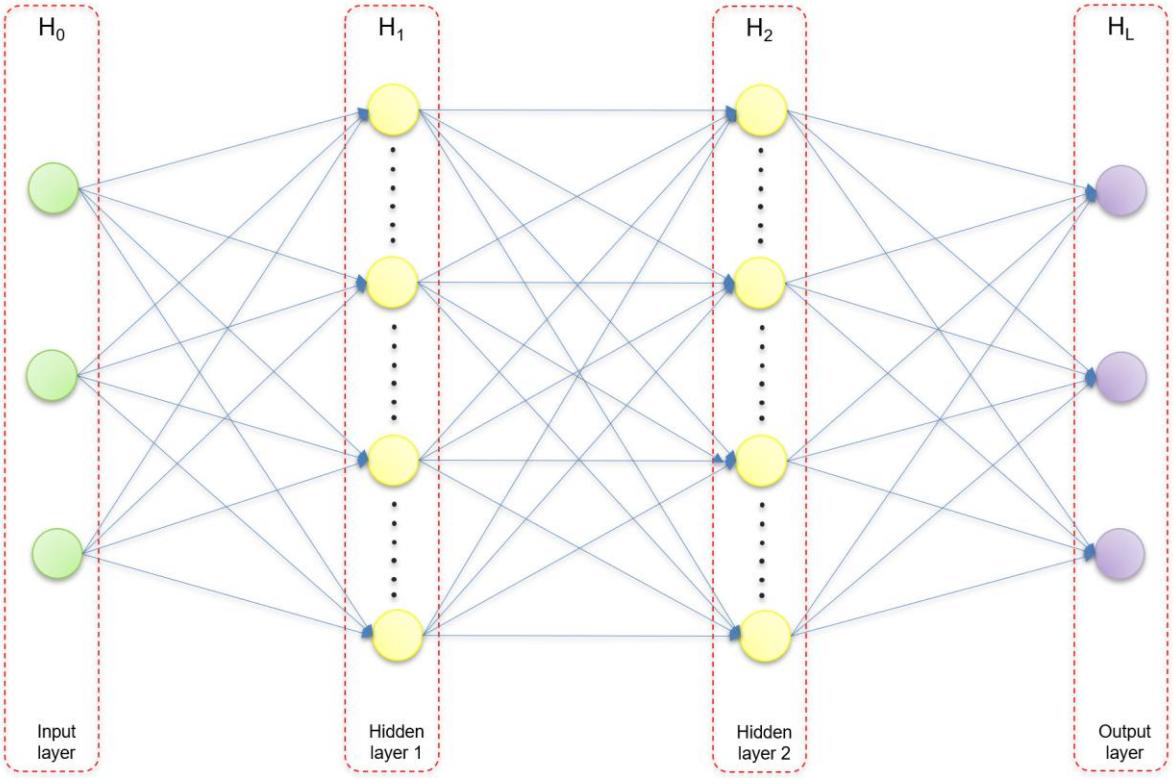


Abb. 22: Neuronales Netz mit 4 Schichten

5.1.2 Aktivierungsfunktionen

Die Aktivierungsfunktion ist eine mathematische Funktion, welche darüber entscheidet, ob ein Neuron aktiviert wird oder nicht. Diese Funktion wird auf den Ausgabewert (gewichtete Summen der Eingangswerte) eines Neurons angewendet, wodurch sich ein neuer Wert errechnet, welcher an die Neuronen der nächsten Schicht weitergegeben wird. Mit der Aktivierungsfunktion wird somit festgelegt, wie stark das Signal an die nächste Schicht weitergegeben wird. Pro Schicht, mit Ausnahme der Eingabeschicht, wird eine Aktivierungsfunktion festgelegt.

Die am häufigsten angewendeten Funktionen sind folgende:

- Lineare Aktivierungsfunktion:
  Diese Funktion gibt den Eingabewert wieder unverändert zurück.

$$f(x) = x$$

- Sigmoid-Funktion:
  Diese Funktion sorgt dafür, dass der Eingabewert in einen Bereich zwischen 0 und 1 gemappt wird. Der Graph folgt dabei einer S-Kurve, welche kleine Werte in einem Bereich nahe 0 transformiert und hohe Werte in einen Bereich nahe 1.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

- Hyperbolic Tangens:
  Diese Funktion transformiert den Eingabewert in den Bereich zwischen -1 und 1. Die Werte sind dadurch um die Null verteilt.

$$f(x) = \tanh(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}}$$

- Rectified Linear Unit (ReLU):
  Mit dieser Funktion werden negative Eingabewerte gleich Null gesetzt und die positiven Werte unverändert weitergegeben. Somit stellt sie eine Abänderung der linearen Funktion dar.

$$f(x) = \max(x, 0)$$

- Leaky ReLU:
  Im Vergleich zur herkömmlichen ReLU Funktion, werden negative Werte nicht gleich null gesetzt, sondern mit einem kleinen Wert (z.B. 0,1) multipliziert. Somit wird ihnen eine kleine positive Steigung zugewiesen.

$$f(x) = \max(x, ax)$$

- Softmax-Funktion:
  Mithilfe der Softmax-Funktion werden die Eingabewerte in Wahrscheinlichkeiten umgewandelt. Ein hoher Wert führt zu einer hohen Wahrscheinlichkeit. Die Summe der einzelnen Wahrscheinlichkeiten beträgt immer 1. Die Softmax-Funktion wird häufig auf die Neuronen der Ausgabeschicht angewendet.

$$f(x)_i = \frac{e^{x_i}}{\sum_i e^{x_i}}$$

In der Abb. 23 sind die beschriebenen Aktivierungsfunktionen grafisch dargestellt.

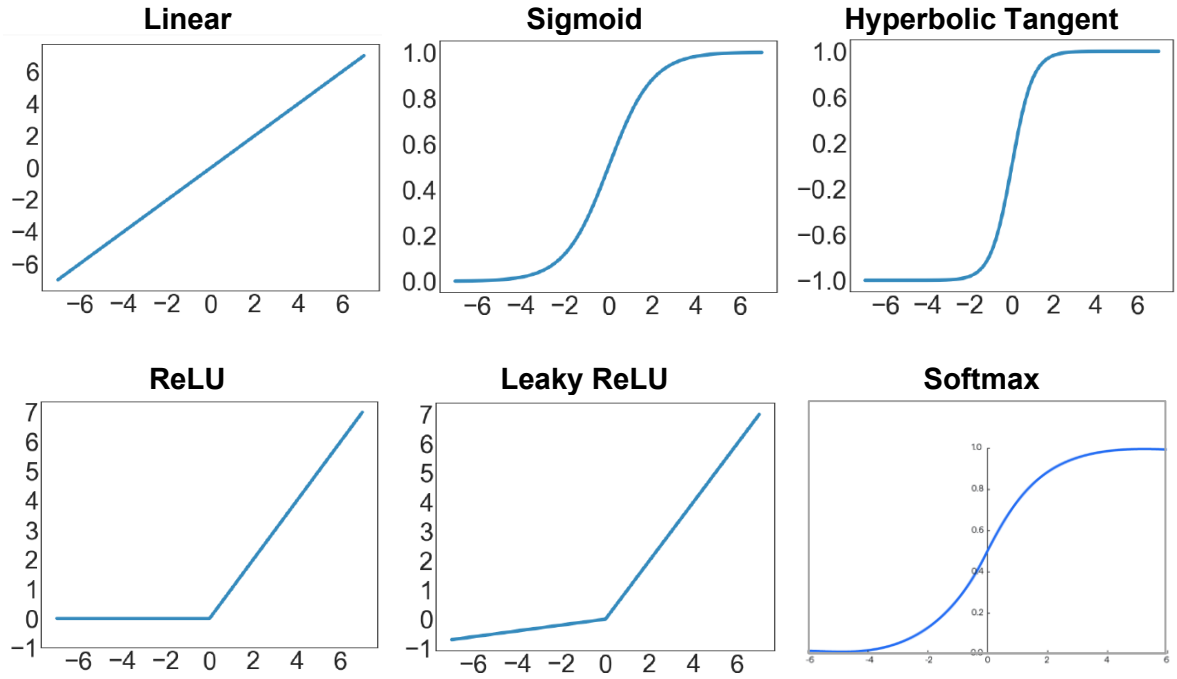


Abb. 23: Aktivierungfunktionen von Neuronalen Netzen [15]

5.1.3 Hyperparameter

Hyperparameter sind Konfigurationsvariablen, die die Struktur/Architektur eines Neuronalen Netzes bestimmen und den Trainingsprozess steuern. Mit der richtigen Kombination von Hyperparametern kann die Leistung eines Modells gesteigert werden. Bei der Bestimmung der optimalen Hyperparameterkombination geht es um einen Kompromiss zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit.

Beispiele von Hyperparametern sind:

- Lernrate:
  Die Lernrate legt die Geschwindigkeit fest, mit der ein Modell seine Parameter in jeder Iteration anpasst. Eine hohe Lernrate bedeutet, dass sich das Modell schneller anpasst, allerdings sind instabile Ergebnisse möglich. Während eine niedrige Lernrate einen höheren Zeitaufwand erfordert, aber zu besseren Modellergebnissen führen kann.

- Batchgröße:
  Die Batchgröße legt die Anzahl der Eingangsdaten fest, die das Modell für eine Iteration (einen Trainingslauf) verwendet. Nach dem Durchlauf eines Batches werden die Gewichte aktualisiert. Die Batchgröße hat einen großen Einfluss auf die Rechenzeit sowie auf die Genauigkeit des Trainingsprozesses.

- Anzahl der verborgenen Schichten:
  Die Anzahl der verborgenen Schichten bestimmt die Tiefe eines neuronalen Netzes, was sich auf die Komplexität eines Modells sowie auf die Lernfähigkeit auswirkt. Weniger Schichten sorgen für ein einfacheres und schnelleres Modell, während mehr Schichten ein tiefes Netz darstellen und zu einem besseren Ergebnis führen könnten.

- Anzahl der Neuronen pro Schicht:
  Die Anzahl der Neuronen pro Schicht bestimmt die Breite eines neuronalen Netzes. Je mehr Neuronen in einer Schicht, desto besser ist das Modell in der Lage, komplexe Beziehungen zwischen den Eingangsdaten abzubilden.

- Epochen:
  Eine Epoche bezeichnet einen vollständigen Durchlauf des Trainingsdatensatzes durch das Modell bzw. den Algorithmus. Sie spiegelt somit die Anzahl der Durchläufe während der Trainingsphase wider. Die Epoche besteht aus der Aggregation von Batches.

- Aktivierungsfunktion:
  Die Aktivierungsfunktion ist eine Funktion, welche auf die Neuronen angewendet wird. Durch die Aktivierungsfunktion wird Nichtlinearität in das Neuronale Netz eingeführt.

- Lernalgorithmus:
  Algorithmus, der für das Modelltraining verwendet wird. Beispiele hierfür sind Stochastischer Gradientenabstieg, Momentum, AdaGrad, RMSProp, Adam usw.

Die Bestimmung der optimalen Hyperparameter nennt sich Hyperparameter-Tuning. Die Validierung der Hyperparameter erfolgt über einen Validierungsdatensatz.

5.1.4 Modelltraining

Bei neuronalen Netzen unterscheidet man zwischen einer Trainingsphase und einer Testphase. In der Trainingsphase lernt das neuronale Netz anhand der vorgegebenen Daten und passt dabei die Gewichte der einzelnen Neuronen im Netz an. In der Testphase hingegen werden keine Gewichte mehr verändert. Das Ziel dabei ist, die Gewichte so zu setzen, dass das bestmögliche Ergebnis bzw. die bestmögliche Modellqualität erreicht wird. Mathematisch gesehen besteht das Ziel dieses Lernens darin, eine Verlustfunktion zu minimieren, die den Fehler der Modellausgaben während dem Training quantifiziert. Wenn der errechnete Verlust unter einen festgesetzten Schwellenwert fällt, gilt das Modell als trainiert.

Für die Trainingsphase und Testphase werden unterschiedliche Datensätze benötigt. Hierfür wird der Gesamtdatensatz idealerweise in drei Datensätze gesplittet:

- Trainingsdatensatz:
  wird für das Trainieren des Modells benötigt

- Validierungsdatensatz:
  wird für die Bestimmung der Hyperparameter verwendet und somit für die Modellauswahl herangezogen

- Testdatensatz:
  wird für die Evaluierung des Modells verwendet

Abb. 24 zeigt die Teilung des Datensatzes in einen Trainingsdatensatz (blau), Validierungsdatensatz (grün) und Testdatensatz (rot). Der Trainingsdatensatz macht dabei den größten Anteil aus.



Abb. 24: Trainings-, Validierungs- und Testdatensatz [15]

In der Abb. 25 ist der Ablauf des Modelltrainings schematisch dargestellt. Zu Beginn wird eine Kombination an Hyperparametern festgelegt und damit das Modell initialisiert. Anschließend erfolgt das Modelltraining mithilfe dem Trainingsdatensatz. Nach Abschluss des Trainings wird unter Verwendung des Validierungsdatensatzes die Modellqualität quantifiziert. Dieser Prozess wird mehrmals mit unterschiedlichen Kombinationen an Hyperparametern durchgeführt. Am Ende werden jene Hyperparameter herangezogen, mit welchen die beste Modellqualität erzielt worden ist. Optional kann das Modell mit den gewählten Hyperparametern nochmals mit dem kombinierten Trainings- und Validierungsdatensatz trainiert werden. Abschließend wird das Modell am Testdatensatz getestet und die Modellgenauigkeit ermittelt.

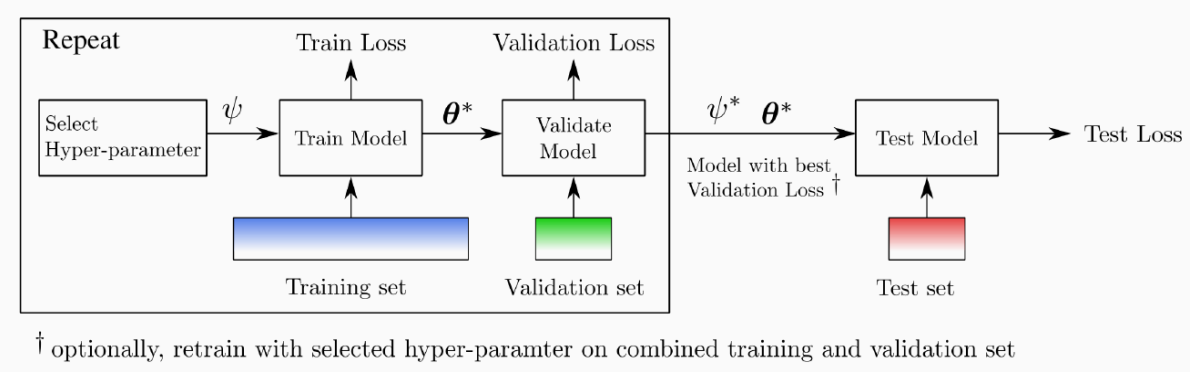


Abb. 25: Ablauf Modelltraining [15]

Während dem Training kann es vorkommen, dass das Modell zu genau an die Trainingsdaten angepasst wird und dadurch schlecht auf neue und unbekannte Daten agiert. Dies wird auch Overfitting oder Überanpassung genannt. In so einem Fall erlernt das Modell nicht nur die relevanten Muster der Daten, sondern auch die Streuung der Trainingsdaten, was zwar zu einer hohen Leistung auf den Trainingsdaten führt, aber zu einer schlechten Leistung auf den Testdaten. Das trainierte Modell generalisiert dann nur sehr schlecht.

Um eine Überanpassung zu vermeiden, sollte der Trainingsprozess überwacht werden. Abb. 26 zeigt einen typischen Verlauf des Vorhersagefehlers des Trainingsdatensatzes (train loss) und des Testdatensatzes (test loss). Der Trainingsfehler nimmt mit zunehmender Modellkomplexität stetig ab. Der Testfehler hingegen beginnt ab einem bestimmten Punkt wieder

anzusteigen, was eine Überanpassung bedeutet. Aus diesem Grund sollte das Modelltraining in dem Moment abgebrochen werden, wo der Testfehler beginnt anzusteigen.

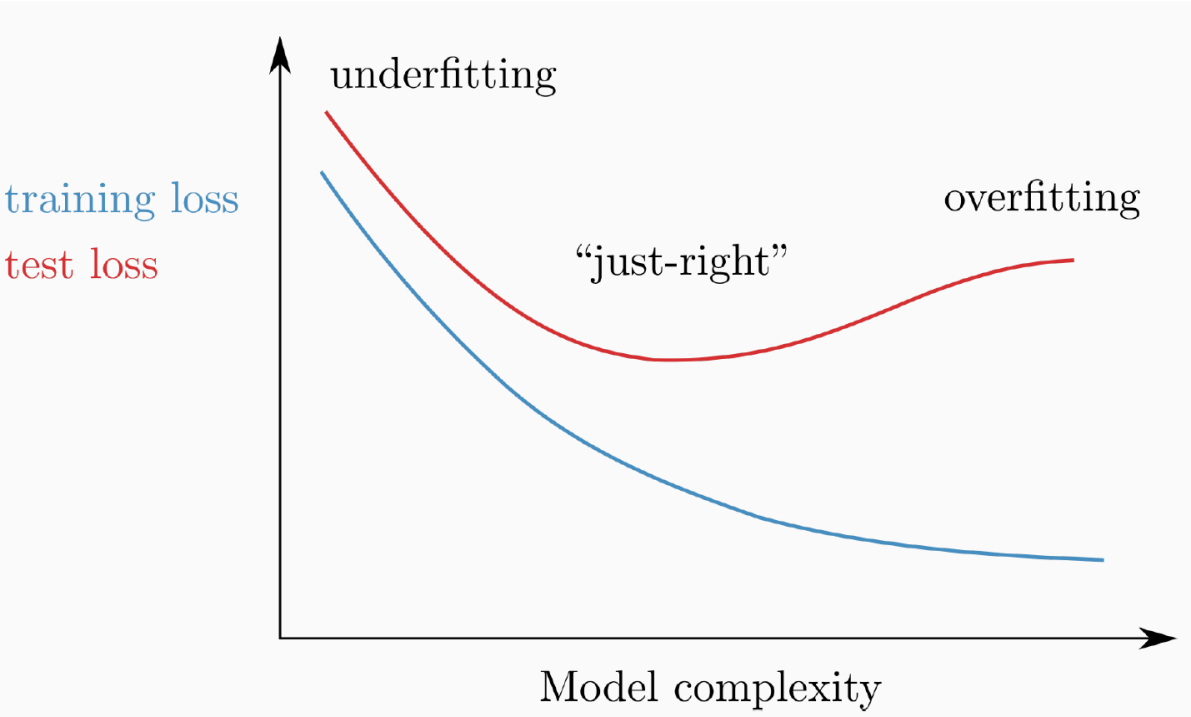


Abb. 26: Modelltraining [15]

Eine weitere Möglichkeit, um den Trainingsprozess stabiler zu machen und eine Überanpassung zu verhindern, nennt sich Batch-Normalisierung. Bei dieser Methode werden die Werte vor jeder Aktivierungsfunktion normalisiert (Mittelwert = 0, Standardabweichung = 1). Dies führt zu einem beschleunigten Training und zu einer geringeren Abhängigkeit von der Gewichtsinitialisierung. Jedoch bringt diese Methode auch einen erhöhten Rechenaufwand mit sich.

Beim Dropout handelt es sich um eine weitere Möglichkeit, um eine Überanpassung zu vermeiden. Hier werden bestimmte Neuronen in einem Trainingsdurchlauf auf den Wert Null gesetzt, also aus dem Netzwerk entfernt. Dies führt zu einer leicht abgeänderten Netzwerkarchitektur, was dazu führt, dass das Modell auch ohne bestimmte Inputs gute Vorhersagen zu erzielen lernt. Über eine Dropout Wahrscheinlichkeit wird für jede Schicht definiert, wie viele der Neuronen ignoriert werden sollen. Die Wahl der Neuronen erfolgt dabei zufällig und variiert in jedem Trainingsdurchlauf.

5.2 Verkehrsmittelwahl mit Neuronalem Netz

Mithilfe der erhobenen Daten aus dem Stated Choice Experiment wird ein Verkehrsmittelwahlmodell aufgebaut und die theoretische Nachfrage der untersuchten Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge abgeschätzt.

Hierzu müssen die Daten zu Beginn aufbereitet und transformiert werden. Im Anschluss darauf wird ein Neuronales Netzwerk aufgebaut, trainiert und getestet. Das Neuronale Netz wird dann verwendet, um die Nachfrage der Seilbahnverbindung abzuschätzen.

5.2.1 Stichprobe

Im zweiten Teil des Fragebogens wurden die Stated Choice Experimente zur Verkehrsmittelwahl durchgeführt. Den TeilnehmerInnen wurden mehrere Entscheidungssituationen zur Wahl eines geeigneten Verkehrsmittels gezeigt. Es standen die drei Alternativen Pkw, Bus und Seilbahn zur Auswahl.

Den TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge wurden sechs bekannte Ziele in Innsbruck präsentiert, den TeilnehmerInnen aus Innsbruck drei bekannte Ziele im östlichen Mittelgebirge. Die Probanden sollten dann bis zu zwei Ziele wählen, die ihnen am vertrautesten waren. Für diese Ziele wurden ihnen dann die Wege für die drei Verkehrsmittel präsentiert, dabei wurden die Attribute, mit welchen die Wege beschrieben wurden, mit jedem Choice Experiment adaptiert.

In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 74) sind die zur Auswahl gestandene Ziele in Innsbruck aufgelistet. In den Spalten ist angeführt, wie oft das entsprechende Ziel von den Probanden gewählt wurde. Die Ziele „Sillpark“ und „Olympiaworld“ wurden mit 40% bzw. 34% am häufigsten gewählt. Dies liegt insbesondere auch daran, dass diese zwei Ziele in den schriftlichen Fragebögen bereits als Ziele vorgegeben waren. Das Ziel „Cineplexx“ wurde mit 3% am wenigsten oft gewählt. In Summe wurden die sechs möglichen Ziele 2.293mal gewählt. Zu jedem Ziel wurden vier verschiedene Entscheidungssituationen präsentiert, was einer Gesamtmenge an 9.172 verwertbaren Entscheidungssituationen entspricht.

Ziele in Innsbruck	Anzahl	Anteil
Sillpark	922	40%
Universität	108	5%
Olympiaworld	165	7%
Kllinik	771	34%
Cineplexx	58	3%
Kaufhaus Tyrol	269	12%
Summe	**2.293**	**100%**

Tab. 74: Gewählte Ziele in Innsbruck im State Choice Experiment der Verkehrsmittelwahl

Die zur Auswahl gestandenen Ziele im östlichen Mittelgebirge sind in nachfolgender Tabelle (Tab. 75) aufgelistet. In Summe wurden diese drei Ziele 1.821mal gewählt, davon das Ziel „Patscherkofel“ mit 59% am häufigsten. Das Ziel „Glungezer“ wurde mit 11% am wenigsten oft ausgesucht. Auch zu diesen Zielen wurden den Probanden je vier Entscheidungssituationen präsentiert, was eine Gesamtmenge an 7.284 verwertbaren Entscheidungssituationen entspricht.

Ziele im östlichen Mittelgebirge	Anzahl	Anteil
Patscherkofel	1.077	59%
Lanser See	543	30%
Glungezer	201	11%
Summe	**1.821**	**100%**

Tab. 75: Gewählte Ziele im östlichen Mittelgrbige im State Choice Experiment der Verkehrsmittelwahl

Außerdem gab es bei dem Stated Choice Experiment die Möglichkeit, den Weg zur Arbeitsstätte bzw. zur Ausbildungsstätte mit Entscheidungssituationen abzubilden, sofern es sich um einen Pendlerweg innerhalb des Untersuchungsgebietes handelte. Für 431 PendlerInnen wurde der tägliche Pendlerweg in das Experiment mitaufgenommen, was einer Anzahl von weiteren 1.724 Entscheidungssituationen entspricht.

Somit wurden in der Befragung rund 18.180 Entscheidungssituationen zur Verkehrsmittelwahl erzielt. Diese werden als Grundlage für die Modellerstellung herangezogen.

5.2.2 Datenvorverarbeitung

Bevor die verwertbaren Daten aus der Befragung für die Modellierung des neuronalen Netzes herangezogen werden können, sind mehrere Vorverarbeitungsschritte erforderlich, denn bei neuronalen Netzen liegt die Grundlage für erfolgreiche Modelle in der Qualität der Daten, mit denen sie trainiert werden.

Die Gewichtung bzw. Hochrechnung der Datensätze fand bereits in einem vorherigen Schritt statt (siehe Punkt 4.2). Diese Hochrechnungsfaktoren werden auch für die Entscheidungssituationen übernommen. Des Weiteren müssen die Daten normalisiert und/oder transformiert werden und für das Modelltraining der Gesamtdatensatz in einen Trainings-, Validierungs- und Testdatensatz gesplittet werden.

Der Datensatz besteht aus kontinuierlichen und kategorialen Variablen. Kontinuierliche Variablen können eine unendliche Anzahl an Werten annehmen und werden auf einer metrischen Skala gemessen. Beispiele hierfür sind die Fahrzeit oder auch die Fahrkosten. Kategoriale Variablen hingegen sind Variablen, die Daten in bestimmte, voneinander getrennte Kategorien einteilen und keine numerischen Werte haben. Sie können als Nominalvariabel (keine natürliche Reihenfolge) oder als Ordinalvariable (mit einer natürlichen Reihenfolge) auftreten. Beispiele hierfür sind das Geschlecht oder die Auslastung der Verkehrsmittel.

Aus der Befragung konnten zahlreiche soziodemographische Variablen (z.B. Geschlecht, Alter, Beschäftigung, Pkw-Besitz usw.) gewonnen werden. Hier finden nur die relevantesten Variablen Eingang in die Modellschätzung. Aus dem Stated Choice Experiment zur Verkehrsmittelwahl konnten bis zu neun Variablen je Verkehrsmittel gewonnen werden. Eine Übersicht über die verwendeten Variablen findet sich in den nachfolgenden zwei Tabellen (Tab. 76 und Tab. 77) wieder.

Variable	Typ	Einheit / Ausprägungen
Geschlecht	kategorial	männlich / weiblich
Alter	kategorial	18-29 Jahre / 30-39 Jahre / 40-49 Jahre / 50-64 Jahre / Jahre 65+
Wohnort	kategorial	Innsbruck / Igls / Vill / Lans / Patsch / Rinn / Sistrans / Tulfes / Aldrans
Haushaltseinkommen	kategorial	< 1.500 € / 1.500-3.000 € / 3.001-4.500 € / 4.501-6.000 € / k.A.
Haushaltsmitglieder	kategorial	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / mehr als 5 / k.A.
Ausbildungsstufe	kategorial	kein Abschluss / Volksschule, Hauptschule / Matura / Hochschule, Universität / k.A.
Beschäftigung	kategorial	berufstätig / in Ausbildung / in Pension / sonstiges
Führerschein-Besitz	kategorial	ja / nein / k.a.
Pkw-Besitz	kategorial	ja / nein / k.a.
Besitz ÖV-Ticket	kategorial	ja / nein
Entfernung ÖV-Haltestelle	kategorial	1-5 min / 6-10 min / 11-15 min / > 15 min / k.A.
Akzeptanz Seilbahn	kategorial	ja / nein / k.a.

Tab. 76: Soziodemographische Variablen

Variable	Typ	Einheit / Ausprägungen
Zugangszeit	kontinuierlich	[min]
Fahrzeit	kontinuierlich	[min]
Abgangszeit	kontinuierlich	[min]
Kosten	kontinuierlich	[€]
Anzahl Umstiege	kontinuierlich	[#]
Verspätungswahrscheinlichkeit	kategorial	jede 10te / 5te / 2te Fahrt
Verspätungsdauer	kontinuierlich	[min]
Auslastung	kategorial	gering / mittel / hoch / überlastet
Fußabdruck	kontinuierlich	[kg CO_2]

Tab. 77: Variabeln Verkehrsmittel

Sämtliche kontinuierlichen Variablen werden normalisiert. Die kategorialen Variablen hingegen müssen in kontinuierliche Variablen transformiert werden.

Normalisierung

Die Normalisierung ist ein wichtiger Schritt in der Datenvorverarbeitung, der die Einheitlichkeit der numerischen Größen der kontinuierlichen Variablen sicherstellt. Diese Einheitlichkeit verhindert die Dominanz von Variablen, die im Vergleich zu anderen Variablen größere Werte haben. Beispielsweise würde die Variable Fahrzeit mit Werten von bis zu 45 min die Variable Zugangszeit mit Werten von bis zu 10 min dominieren. Außerdem weisen nicht alle Variablen dieselbe Einheit auf (z.B. Fahrzeit [min] und Kosten [€]), was ein direkter Vergleich der Variablen erschwert.

Bei der Normalisierung findet eine Werteskalierung der Variablen statt. Mit normalisierten Daten wird die Modelleistung erhöht und die Modellgenauigkeit verbessert. Durch die Normalisierung der Daten können wir sicherstellen, dass jede Variable einen proportionalen Beitrag zum Lernprozess des Modells beiträgt.

Es gibt mehrere Techniken für die Normalisierung. Die zwei bekanntesten und am häufigsten verwendeten Techniken sind:

- Min-Max-Skalierung:
  Bei dieser Skalierung werden die Variablen in den Wertebereich zwischen 0 und 1 umgewandelt. Dabei wird der kleinste Wert der Variable in 0 und der größte Wert in 1 gewandelt.

$$x = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

- Zero-Mean/Unit-Variance Skalierung:
  Bei dieser Skalierung werden die Werte einer Variable transformiert, so dass die transformierten Werte einen Mittelwert von Null und eine Standardabweichung von Eins aufweisen.

$$x = \frac{x - x_{mittel}}{s}$$

In dieser Studie wird die Min-Max Skalierung verwendet, da die Wertebereiche der Variablen dann alle zwischen Null und Eins liegen und eine einfachere Interpretierbarkeit gegeben ist.

Die Normalisierung der Daten wird auf den Trainingsdatensatz angewendet und für den Validierungs- und Testdatensatz übernommen. D.h. die Werte für Minimum und Maximum werden auf Basis des Trainingsdatensatzes ermittelt und für den Validierungs- und Testdatensatz übertragen.

Transformation kategorialer Variablen

Bei der Transformation von kategorialen Variablen werden die Daten von kategorialen Variablen in ein numerisches Format umgewandelt, so dass sie von neuronalen Netzen verarbeitet werden können. Für diese Transformation gibt es mehrere Methoden, die gängigsten sind:

- Label-Kodierung:
  Hier wird jeder Kategorie eine eindeutige Ganzzahl zugewiesen. Diese Methode eignet sich vor allem für Ordinalvariablen, da eine natürliche Reihenfolge existiert. Ein Beispiel hierfür wäre die Variable Auslastung (Tab. 78).

Ausprägung	Label-Kodierung
gering	0
mittel	1
hoch	2
überlastet	3

Tab. 78: Variable Auslastung mit Label-Kodierung

- One-Hot-Kodierung:
  Für jede Kategorie einer Variable wird eine separate Binärvariable erstellt. Diese Kodierung eignete sich vor allem für Nominalvariablen, da keine natürliche Reihenfolge existiert. Ein Bespiel hierfür wäre die Variable Beschäftigung.

Ausprägung	One-Hot-Kodierung
berufstätig	1 0 0 0
in Ausbildung	0 1 0 0
in Pension	0 0 1 0
sonstiges	0 0 0 1

Tab. 79: Variable Beschäftigung mit One-Hot-Kodierung

- Entity-Embedding:
  Bei der Methode Entity Embedding handelt es sich um eine Technik, die im maschinellen Lernen verwendet wird. Die Ausprägungen der Variablen (entities) werden als kontinuierliche Vektoren in einem mehrdimensionalen Raum dargestellt. Diese Darstellung ermöglicht es, die zugrunde liegenden Beziehungen und Ähnlichkeiten zwischen den Ausprägungen so zu erfassen und zu nutzen, dass sie von maschinellen Lernmodellen effektiver verarbeitet werden können (Beispiel in Tab. 80).

Ausprägung	Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3
berufstätig	-0,05052	-0,05304	0,15545
in Ausbildung	-0,17155	-0,11161	-0,05372
in Pension	0,03471	-0,00151	-0,05594
sonstiges	-0,04791	0,19904	0,10899

Tab. 80: Variable Beschäftigung mit Entity-Embedding

In dieser Studie werden die kategorialen Variablen mithilfe der Technik Entity Embedding in kontinuierliche Variablen transformiert. Gegenüber der Label-Kodierung hat diese Technik den Vorteil, dass sie auch für Nominalvariablen gut geeignet ist. Die One-Hot-Kodierung ist zwar ebenfalls für Nominalvariablen geeignet, aber bei Variablen mit einer hohen Anzahl an Ausprägungen liefert die Kodierung viele Spalten zurück (Anzahl Spalten ≙ Anzahl Ausprägungen). Mit Entity Embedding kann die Anzahl an Spalten pro Variable (Größe der Embeddings) begrenzt werden. Eine Faustregel [16] für die Größe der Embeddings besagt:

$$Größe\ der\ Embeddings\ = \frac{eindeutige\ Werte}{2} + 1$$

Anhand dieser Formel werden für alle kategorialen Variablen die Größe der Embeddings definiert und über ein neuronales Netz die Werte geschätzt. Im Anschluss ist es dann auch möglich, die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen den Ausprägungen bzw. Embeddings zu erfassen und grafisch darzustellen. Dazu wird eine Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine Technik, mit der die Anzahl an Dimensionen eines Datensatzes reduziert werden kann. Sie strukturiert umfangreiche Datensätze durch Benutzung der Eigenvektoren und Kovarianzmatrix. Dadurch können Variablen vereinfacht und veranschaulicht werden.

In den nachfolgenden zwei Abbildungen (Abb. 27 und Abb. 28) befinden sich Beispiele für die Anwendung dieser Technik. In der ersten Abbildung ist die Variable Alter dargestellt. Über die Hauptkomponentenanalyse wurden die mittleren zwei Altersgruppen („30-39 Jahre“ und „40-49 Jahre“) lt. ihrem Entscheidungsverhalten als ähnlich eingestuft und auch die oberen zwei Altersgruppen („50-64 Alter“ und „Jahre 65+“).

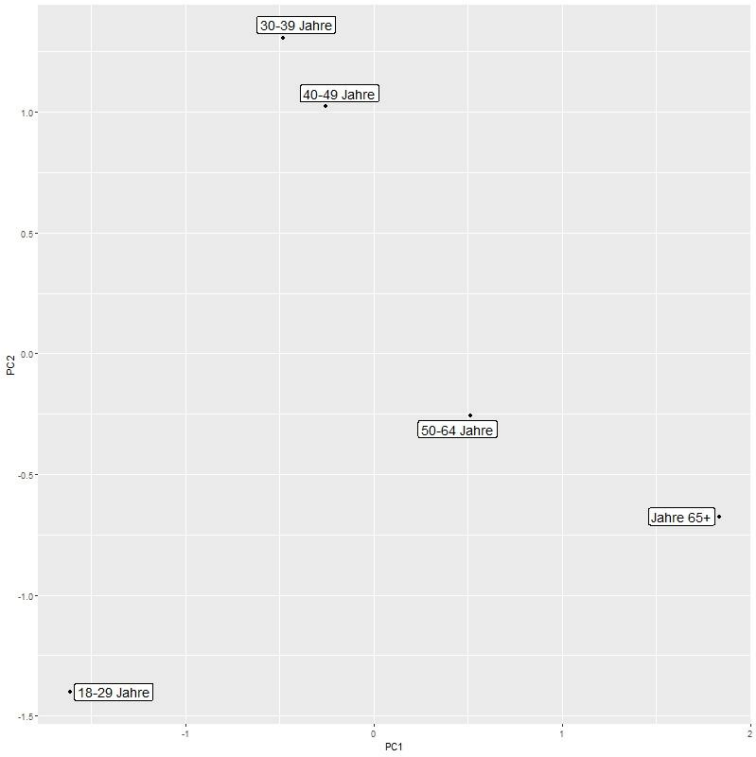


Abb. 27: Variable Alter: die ersten beiden Hauptkomponenten der Embeddings

Beim Haushaltseinkommen zeigt die Ausprägung „keine Angabe“ keine Ähnlichkeiten mit anderen Ausprägungen auf. Personen mit niedrigerem Haushaltseinkommen („< 1.500 €“, „1-500-3.000 €“ und „3.001-4.500 €“) weisen ein ähnliches Entscheidungsverhalten im Bereich der Verkehrsmittelwahl auf.

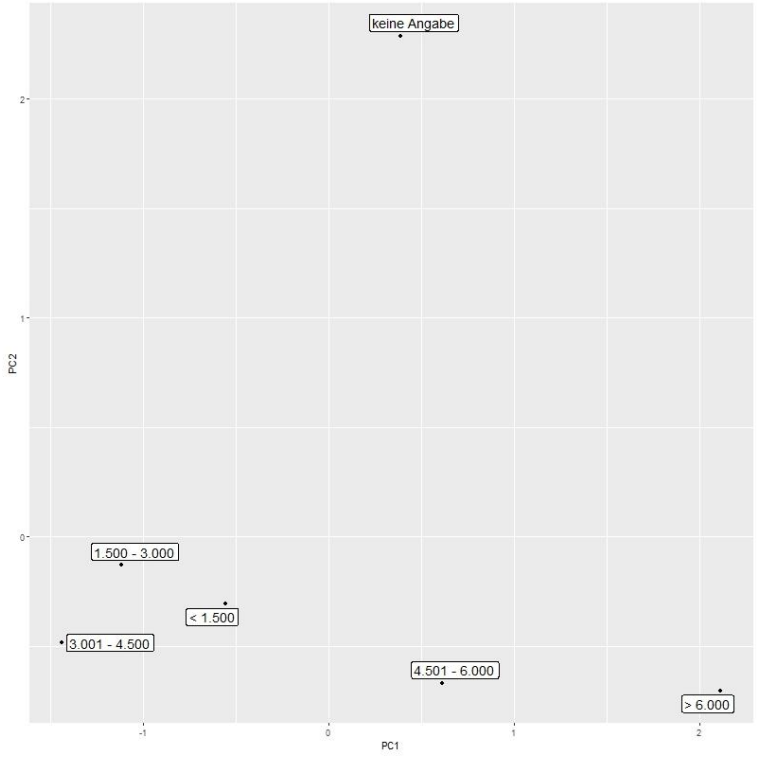


Abb. 28: Variable Haushaltseinkommen: die ersten beiden Hauptkomponenten der Embeddings

Trainingsdatensatz/Validierungsdatensatz/Testdatensatz

Nachdem sämtliche Variablen im Gesamtdatensatz vorverarbeitet wurden, wird dieser in drei Teile gesplittet:

- Trainingsdatensatz (50%)
- Validierungsdatensatz (20%)
- Testdatensatz (30%)

Die Splitt-Anteile mit 50% / 20% / 30% werden auch häufig in der Literatur erwähnt. Wichtig dabei ist, dass der Trainingsdatensatz den größten Anteil ausmacht.

Beim Splitten der Datensätze sollte man zusätzlich darauf achten, dass die Ausprägungen der Zielvariable gleichmäßig verteilt sind, dies trifft insbesondere auf den Trainingsdatensatz zu (balanced data). Im Bereich des maschinellen Lernens ist die Ausgewogenheit des Trainingsdatensatzes für die Optimierung der Modellleistung von großer Bedeutung. Bei unausgewogenen Daten neigt das Modell dazu, die Mehrheitsklasse zu bevorzugen, was zu

verzerrten Ergebnissen führen kann. Durch die Gewährleistung eines ausgewogenen Datensatzes ist es möglich, Modelle zu trainieren, die alle Klassen gleichermaßen behandeln und somit zuverlässigere Ergebnisse prognostizieren.

Der Datensatz in dieser Studie ist hinsichtlich der Zielvariable sehr unausgewogen. In der Tab. 81 sind die Ausprägungen der Zielvariable mit ihren jeweiligen Anteilen aufgelistet. Das Verkehrsmittel Seilbahn kommt mit 46% am häufigsten vor, darauf folgt der Pkw mit 29% und der Bus mit 25%. In einem ausgewogenen Datensatz hätten alle Verkehrsmittel einen Anteil von 33%.

Verkehrsmittel	Anzahl	Anteil
Pkw	5.212	29%
Bus	4.629	25%
Seilbahn	8.339	46%
Summe	**18.180**	**100%**

Tab. 81: Zielvariable mit Ausprägungen im Gesamtdatensatz

Um diesem Problem entgegenzuwirken, können Methoden wie „Oversampling“ oder „Undersampling“ angewendet werden. Bei diesen Methoden werden jedoch fiktive Datensätze ergänzt oder Datensätze weggelassen. Daher wurde zu einer anderen Technik zurückgegriffen.

In dieser Studie beinhaltet der Trainingsdatensatz 50% aller Aufzeichnungen. Diese wurden so gewählt, dass alle drei Verkehrsmittel zu je 33% vorkommen. Die übrigen Aufzeichnungen wurden auf den Validierungs- und Testdatensatz aufgeteilt. Somit ist der Trainingsdatensatz ausgewogen, was für ein gutes Modelltraining Voraussetzung ist. Die anderen zwei Datensätze hingegen sind nicht ausgewogen (Tab. 82).

Datensatz	Pkw	Bus	Seilbahn	Summe
Gesamtdatensatz	5.212 (29%)	4.629 (25%)	8.339 (46%)	18.180 (100%)
Trainingsdatensatz	3.024 (33%)	3.038 (33%)	3.091 (34%)	9.153 (100%)
Validierungsdatensatz	853 (24%)	616 (17%)	2.086 (59%)	3.555 (100%)
Testdatensatz	1.335 (24%)	975 (18%)	3.162 (58%)	5.472 (100%)

Tab. 82: Trainings-, Validierungs- und Testdatensatz mit Ausprägungen der Zielvariable

5.2.3 Modelltraining

Nachdem die Datenvorverarbeitung abgeschlossen ist, kann mit dem Modelltraining begonnen werden. Hier muss zunächst die Struktur des neuronalen Netzes grob festgelegt werden. In der Literatur findet man bereits Vorschläge von neuronalen Netzen, die bereits erfolgreich für die Verkehrsmittelwahlmodellierung eingesetzt wurden.

Ein Beispiel ist das „Fully Connected Network (FCN)“, wo jedes Neuron einer Schicht mit jedem Neuron der darauffolgenden Schicht verbunden ist. In so einem Netz wird die Zielvariable bzw. werden die Alternativen unter Verwendung der Attribute aller Alternativen berechnet. Demzufolge ist beispielsweise die Alternative Pkw auch von der Fahrzeit oder den Kosten der Alternative Seilbahn abhängig.

In [17] wird eine Netzwerkarchitektur mit alternativspezifischen Nutzenfunktionen beschrieben. Dieses neuronale Netz wird „DNN with alternative-specific utility functions (ASU-DNN)“ genannt: Im Gegensatz zum FCN wird der Nutzwert einer Alternative nur unter Verwendung der eigenen Attribute berechnet. Mit dieser Architektur wird vor allem die Interpretierbarkeit des Netzes und des Ergebnisses verbessert.

In [18] wird eine weitere Netzwerkarchitektur für die Verkehrsmittelwahl vorgestellt. Dieses neuronale Netz beinhaltet zwei verborgene Schichten. Zunächst wird in der ersten verborgene Schicht aus den vorhandenen Daten eine aussagekräftige Nutzenspezifikation extrahiert. Dabei handelt es sich um eine lokal vernetzte Schicht. Die zweite verborgene Schicht ist eine vollständig verbundene Schicht, die die Merkmalsdarstellung verfeinert und sie um zusätzliche Zusammenhänge erweitert. Dieses neuronale Netzwerk wird als „Customized deep neural network (Customized DNN)“ bezeichnet.

Netzwerkarchitektur

Im Zuge dieser Studie wurden mehrere Netzwerkarchitekturen getestet und die Ergebnisse miteinander verglichen. In diesem Bericht wird auf jenes neuronale Netzwerk eingegangen, mit welchem die besten und plausibelsten Ergebnisse erzielt wurden. Dabei handelt es sich ein neuronales Netzwerk mit der Architektur basierend auf dem Customized-DNN. In Abb. 29 ist die Netzwerkarchitektur des verwendeten neuronalen Netzwerks dargestellt. Die Eingabeschicht wird in vier Klassen unterteilt: Attribute des Verkehrsmittels Pkw, Bus und Seilbahn (z.B. Fahrzeit, Kosten usw.) sowie die soziodemographischen bzw. allgemeinen Attribute (z.B. Alter, Beschäftigung usw.). Die erste verborgene Schicht ahmt das Verhalten eines MNL nach, indem über eine lineare Aktivierungsfunktion der Nutzen der Verkehrsmittel abgebildet wird. Der Nutzen kann wie folgt wiedergebeben werden [18]:

$$U_k = \langle X_k, W_k^{(1)} \rangle + b_k^{(1)}, \quad k \in S$$

Dabei bezeichnet S die Menge aller Eingabeklassen (Pkw, Bus, Seilbahn und allgemein) und X_k den Attributvektor der k-ten Klasse. W_k sind die lernbaren Gewichte und b_k ist der Bias der

ersten verborgenen Schicht der k-ten Klasse, mit denen der Nutzen der k-ten Klasse spezifiziert wird. Um den Nutzen U zu extrahieren, wird das innere Produkt der zwei Vektoren X_k und W_k gebildet.

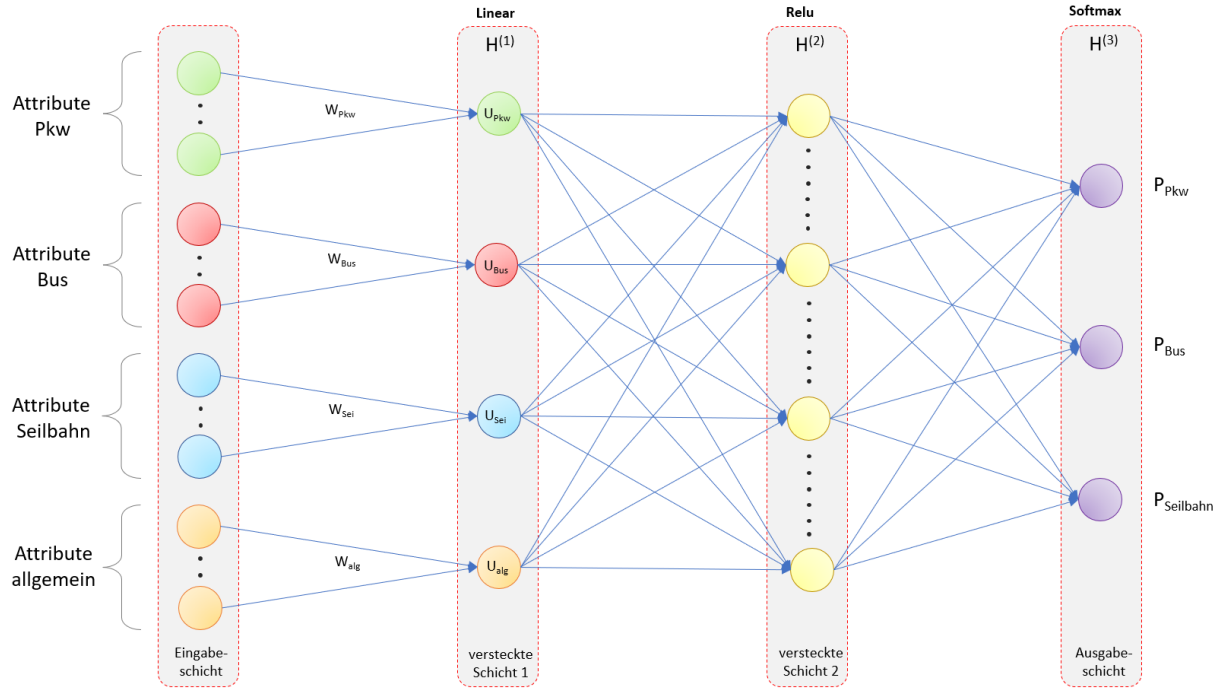


Abb. 29: Netzwerkarchitektur des neuronalen Netzwerks

Nach Erhalt der Nutzenterme wird in der zweiten verborgenen Schicht die Merkmalsdarstellung durch eine nichtlineare, vollständige Abbildung verfeinert. Dabei wird die Relevanz der einzelnen Nutzungen berücksichtigt. In der Ausgabeschicht wird die Softmax-Aktivierungsfunktion angewendet, mit der die Auswahlwahrscheinlichkeit der Verkehrsmittelwahl (Pkw, Bus und Seilbahn) ermittelt wird. Die Softmax-Funktion stellt dabei sicher, dass die Summe der Ergebnisse 1 ergibt. Dieses Vorgehen kann durch folgenden Formeln beschrieben werden:

$$H^{(1)} = \left[U_{Pkw}, U_{Bus}, U_{Seilbahn}, U_{allgemein} \right]$$

$$H^{(2)} = \sigma \left(H^{(1)} W^{(2)} + b^{(2)} \right)$$

$$\sigma(x) = \max(x, 0)$$

$$H^{(3)} = H^{(2)} W^{(3)}$$

$$P_n = \frac{e^{H_n^{(3)}}}{\sum_j e^{H_j^{(3)}}}, \quad n \in C$$

$H^{(1)}$ fasst die vier Nutzenwerte zusammen. $W^{(2)}$ und $b^{(2)}$ sind die Gewichte und der Bias der zweiten verborgenen Schicht, welche die Nutzenfunktion mit der ReLU-Aktivierung σ in einen l-dimensionalen Hypervektor $H^{(2)}$ abbildet. $W^{(3)}$ passt die Dimension der Ausgabeschicht an die Anzahl der Auswahlmöglichkeiten an. $H^{(3)}_n$ ist das n-te Element von $H^{(3)}$ und P_n ist die

Auswahlwahrscheinlichkeit des Verkehrsmittels n. C ist die Auswahlmenge der Zielvariable (Pkw, Bus und Seilbahn).

Hyperparameter

Mithilfe von Hyperparametern kann zum einen die Netzwerkarchitektur und zum anderen das Modelltraining spezifiziert werden. Einige der Hyperparameter sind unveränderlich, d.h. sie verändern sich nicht im Zuge der Hyperparameteroptimierung (Tab. 83). Dies sind unter anderem die Aktivierungsfunktionen, welche durch die Netzwerkarchitektur vorgegeben sind, und auch die Verlustfunktion Kreuzentropie, welche für das Trainieren und somit für das Aktualisieren der Gewichte benötigt wird.

Bei den Gewichten müssen anfängliche Werte festgelegt werden, die den Startpunkt für den Optimierungsprozess des neuronalen Netzes definieren. Für die Gewichtsinitialisierung gibt es unterschiedlichste Ansätze. Bei ReLU-Aktivierungsfunktionen wird die He-Initialisierung empfohlen, bei Softmax-Aktivierungsfunktion hingegen die Glorot-Initialisierung. Auch eine zufällige Initialisierung oder eine Null-Initialisierung ist möglich.

Für das Modelltraining wird ein Optimierungsalgorithmus benötigt. Es handelt sich dabei um Techniken, die eine spezifische Verlustfunktion minimieren. Das Hauptziel von Optimierungsalgorithmen besteht darin, die optimale Kombination von Modellparametern (Gewichte und Bias) zu finden, der die Verlustfunktion minimiert. Bei neuronalen Netzen wird häufig der Adam-Optimierer (Adaptive Momentum Estimation) verwendet. Dabei werden die Vorteile aus adaptiven Lernraten und einem Momentum kombiniert.

Hyperparameter	Ausprägung
Aktivierungsfunktion	Linear, ReLU, Softmax
Verlustfunktion	Kreuzentropie
Gewichtsinitialisierung	Glorot-Initialisierung & He-Initialisierung
Optimierer	Adam

Tab. 83: Unveränderliche Hyperparameter

Im Gegensatz zu den unveränderlichen Hyperparametern, werden die variierenden Hyperparameter im Zuge der Hyperparameteroptimierung verändert oder optimiert. Die variierenden Hyperparameter und ihre Werte (Hyperparameterraum) sind in der Tab. 84 angeführt.

Bei der Anzahl der verborgenen Schichten handelt es sich um die Anzahl der verborgenen Schichten mit ReLU-Aktivierungsfunktion (äquivalent zu $H^{(2)}$). In der abgebildeten Netzwerkarchitektur (Abb. 29) gibt es nur eine solche Schicht, untersucht wurde jedoch eine variierende Anzahl von einer Schicht bis zu zehn Schichten. Die Anzahl der Neuronen beschreibt die variierende Menge an Neuronen in den verborgenen Schichten mit ReLU-Aktivierungsfunktion. Für die Hyperparameter Lernrate, Epochen, Dropoutrate und Batchgröße wurden bis zu sechs verschiedenen Werten je Parameter getestet. Außerdem wurde geprüft, ob eine Batch-Normalisierung das Modellergebnis verbessert oder nicht.

Hyperparameter	Werte
Anzahl Schichten (Tiefe)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Anzahl Neuronen (Breite)	25, 50, 100, 150, 200
Batch-Normalisierung	True, False
Lernrate	0.5, 0.1, 0.01, 10^{-3}, 10^{-5}
Dropoutrate	0.5, 0.1, 0.01, 10^{-3}, 10^{-5}, 0
Anzahl Epochen	50, 100, 200, 300, 500, 1.000
Batchgröße	50, 100, 250, 500, 1.000

Tab. 84: Variierende Hyperparameter

Hyperparameteroptimierung

Im Zuge der Hyperparameteroptimierung werden die optimalen Hyperparameter für das neuronale Netz gesucht. Der traditionelle Weg für die Suche nach optimalen Hyperparametern ist die Rastersuche (Grid Search). Diese Suche ist jedoch sehr mühsam und zeitintensiv, da jede mögliche Kombination an Hyperparametern innerhalb des definierten Hyperparameterraums getestet wird. Stattdessen wird häufig die Zufallssuche (Random Search) angewendet, wo eine zufällige Auswahl an Hyperparameterkombinationen innerhalb des vorgegebenen Hyperparameterraums ausgewählt werden. Gegenüber der Rastersuche kann die Geschwindigkeit und die Performance übertroffen werden. Aus diesem Grund wird für diese Studie die Rastersuche mit einer Anzahl von 100 zufälligen Hyperparameterkombinationen gewählt.

Um die optimalen Hyperparameter zu finden, wird das neuronale Netzwerk mit unterschiedlichen Hyperparameterkombinationen und den Daten aus dem Trainingsdatensatz trainiert. Im Anschluss wird die Performance der unterschiedlichen Hyperparameterkombinationen am Validierungsdatensatz gemessen. Die Hyperparameter des besten Ergebnisses werden gespeichert.

Abb. 30 zeigt die Vorhersagegenauigkeit der 100 getesteten Modelle nach deren Performance aufsteigend sortiert. Mehr als 60% der Modelle erzielen eine Genauigkeit von über 60%, 40% der Modelle eine Genauigkeit von über 65%. Das beste Modell erreicht knapp eine Vorhersagegenauigkeit von 70%. Solche Ergebnisse werden in der Fachliteratur als sehr positiv bewertet.

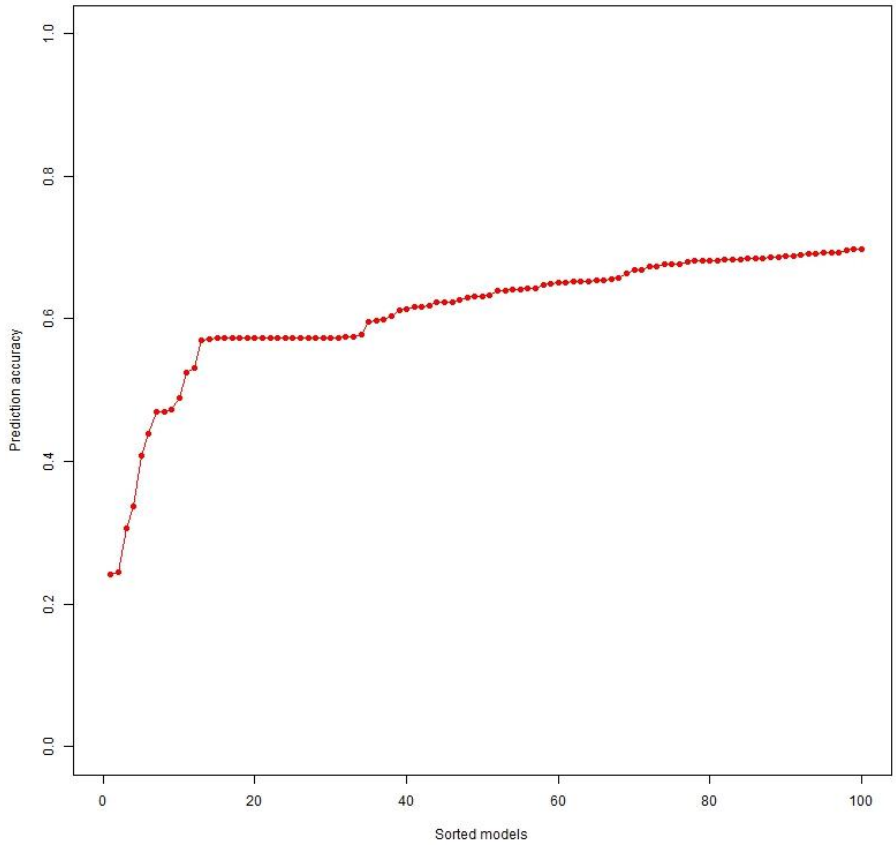
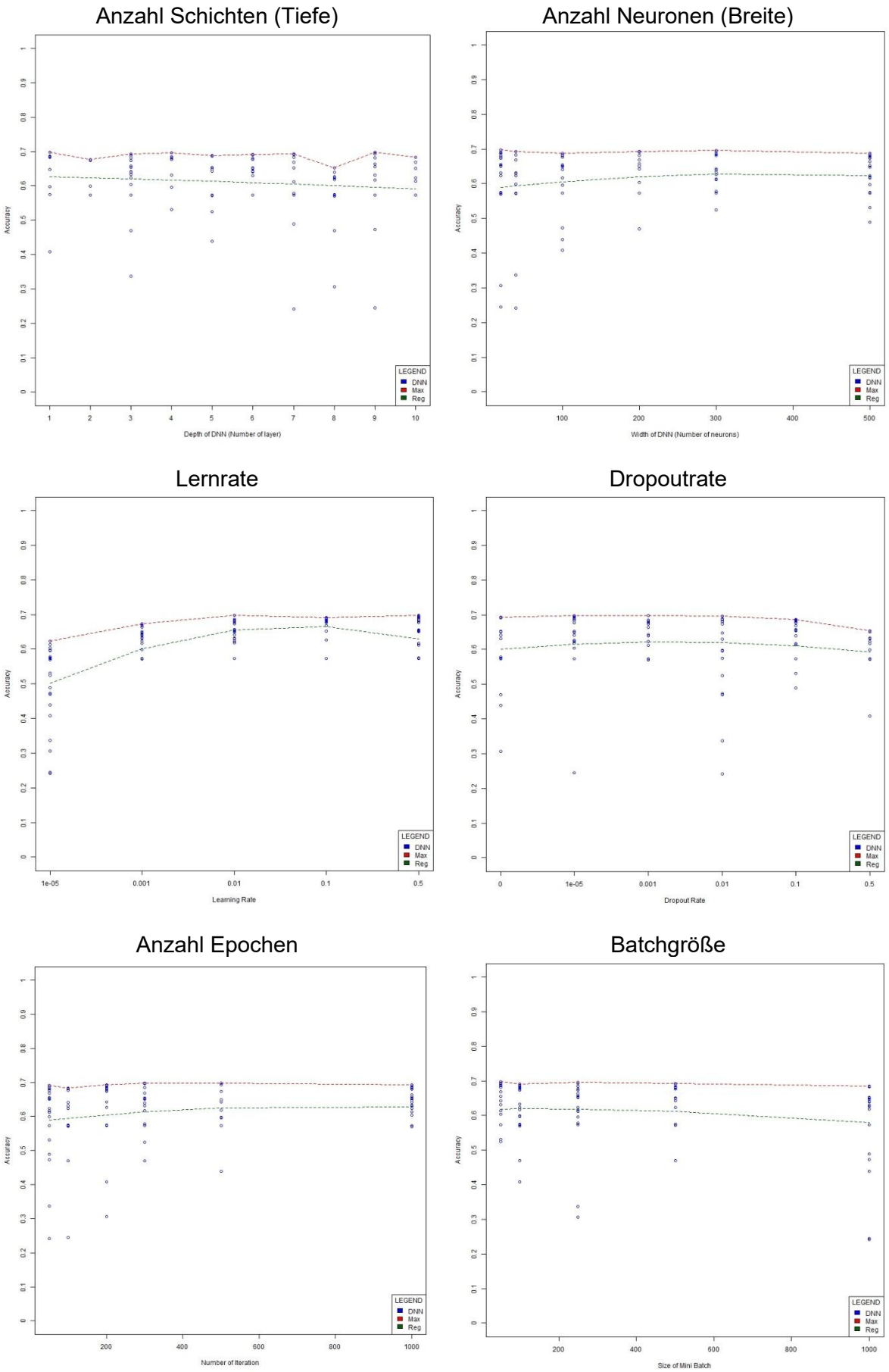


Abb. 30: Ergebnisse der Hyperparameteroptimierung; Sortierung der Modelle nach Vorhersagegenauigkeit

In einem zweiten Schritt werden die Hyperparameter und deren Zusammenhang mit der Performance bzw. Vorhersagegenauigkeit untersucht. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 30) veranschaulicht die Beziehung zwischen den variierenden Hyperparametern und der Performance der 100 getesteten Modelle. Auf der x-Achse sind jeweils die Werte des Hyperparameters aufgetragen und auf der y-Achse die Modellperformance. Die blauen Punkte stellen die gemessenen Ergebnisse der 100 Modelle dar. Die rote Linie verbindet die Modelle mit der besten Performance für jeden einzelnen Wert des Hyperparameters auf der x-Achse. Die grüne Linie ist eine quadratische Regressionskurve der Performance für den Hyperparameter auf der x-Achse. Die rote Kurve (max. Performance) ist wichtiger als die grüne Kurve (mittlere Performance), da ein Modell mit hoher Vorhersagegenauigkeit angestrebt wird und nicht ein Modell mit mittlerer Vorhersagegenauigkeit. Folgendes kann festgehalten werden:

Die statistischen Werte zu den Abbildungen sind in den nachfolgenden Tabellen (Tab. 86 bis Tab. 92) angeführt. Für jeden Hyperparameterwert wurde das Minimum, das untere Quantil (Q1), der Median, das obere Quantil (Q3) sowie das Maximum in Bezug auf die Performance ausgewertet. Der Hyperparameterwert mit der besten Performance wurde farblich hervorgehoben.



Tab. 85: Zusammenhang Hyperparameter und Vorhersagegenauigkeit der 100 getesteten Modelle

Anzahl Schichten	Min	Q1	Median	Q3	Max
1	0,56	0,57	0,67	0,68	0,70
2	0,55	0,55	0,57	0,57	0,64
3	0,26	0,57	0,63	0,65	0,69
4	0,37	0,48	0,68	0,69	0,70
5	0,42	0,56	0,60	0,65	0,69
6	0,57	0,57	0,64	0,67	0,69
7	0,53	0,57	0,65	0,66	0,69
8	0,41	0,54	0,57	0,62	0,65
9	0,25	0,57	0,62	0,67	0,69
10	0,57	0,57	0,61	0,63	0,68

Tab. 86: Hyperparameter Anzahl Schichten (Tiefe) mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Anzahl Neuronen	Min	Q1	Median	Q3	Max
20	0,41	0,57	0,65	0,68	0,70
40	0,26	0,56	0,57	0,63	0,69
100	0,25	0,57	0,63	0,66	0,69
200	0,55	0,57	0,62	0,67	0,69
300	0,57	0,61	0,64	0,68	0,70
500	0,37	0,57	0,62	0,65	0,69

Tab. 87: Hyperparameter Anzahl Neuronen (Breite) mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Lernrate	Min	Q1	Median	Q3	Max
0,00001	0,26	0,42	0,54	0,57	0,63
0,001	0,25	0,59	0,63	0,64	0,67
0,01	0,57	0,63	0,65	0,67	0,69
0,1	0,57	0,57	0,66	0,69	0,70
0,5	0,57	0,57	0,65	0,68	0,70

Tab. 88: Hyperparameter Lernrate mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Dropoutrate	Min	Q1	Median	Q3	Max
0	0,42	0,55	0,61	0,66	0,69
0,00001	0,57	0,59	0,65	0,66	0,69
0,001	0,41	0,58	0,63	0,67	0,70
0,01	0,26	0,53	0,63	0,68	0,69
0,1	0,37	0,57	0,65	0,67	0,69
0,5	0,25	0,57	0,57	0,61	0,65

Tab. 89: Hyperparameter Dropoutrate mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Anzahl Epochen	Min	Q1	Median	Q3	Max
50	0,26	0,53	0,62	0,68	0,70
100	0,56	0,57	0,63	0,66	0,69
200	0,25	0,57	0,62	0,65	0,69
300	0,55	0,61	0,64	0,66	0,70
500	0,42	0,56	0,59	0,65	0,69
1.000	0,41	0,57	0,61	0,67	0,69

Tab. 90: Hyperparameter Anzahl Epochen mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Batchgröße	Min	Q1	Median	Q3	Max
50	0,37	0,57	0,63	0,69	0,70
100	0,41	0,57	0,64	0,68	0,70
250	0,25	0,57	0,57	0,65	0,69
500	0,42	0,56	0,65	0,67	0,69
1.000	0,42	0,57	0,62	0,65	0,69

Tab. 91: Hyperparameter Batchgröße mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Batch-Normalisierung	Min	Q1	Median	Q3	Max
True	0,44	0,61	0,66	0,68	0,70
False	0,25	0,57	0,58	0,64	0,69

Tab. 92: Hyperparameter Batch-Normalisierung mit erzielter Vorhersagegenaugikeit

Folgendes kann zu den Hyperparametern festgehalten werden:

- Anzahl Schichten (Tiefe):
  Je mehr Schichten, desto schlechter die Performance. Mit einer Anzahl von einer Schicht wurde das beste Ergebnis erzielt.

- Anzahl Neuronen (Breite):
  Die Regression zeigt zunächst einen steigenden Verlauf und ab dem Wert von 300 Neuronen wieder einen fallenden Verlauf. Die Maximalwerte wurden mit 20 und 300 Neuronen erzielt.

- Lernrate:
  Mit einem größeren Wert werden bessere Ergebnisse erzielt.

- Dropoutrate:
  Es sind niedrigere Dropoutraten anzustreben. Mit einem Wert von 0,001 wurde das beste Ergebnis erzielt, aber auch Werte von 10^{-5} und 0 liefern gute Ergebnisse.

- Anzahl Epochen:
  Die Regression zeigt einen steigenden Verlauf. Das beste Ergebnis wird mit einer Anzahl von 300 Epochen erzielt.

- Batchgröße:
  Je kleiner die Batches, desto höher die Performance. Batchgrößen von 50 oder 100 sind anzustreben.

- Batch-Normalisierung:
  Eine Batch-Normalisierung sollte im neuralen Netz integriert werden.

5.2.4 Modellauswahl

Basierend auf den Ergebnissen der Hyperparameteroptimierung, wurden die optimalen Hyperparameter für das neuronale Netzwerk definiert. Diese sind in der Tab. 93 angeführt. Mit dieser Hyperparameterkombination wurde das neuronale Netzwerk nochmals trainiert und anschließend über den Testdatensatz bewertet.

Hyperparameter	Werte
Anzahl Schichten (Tiefe)	1
Anzahl Neuronen (Breite)	20
Batch-Normalisierung	True
Lernrate	0,5
Dropoutrate	0,001
Anzahl Epochen	300
Batchgröße	50

Tab. 93: Gewählte Hyperparameter für das neuronale Netzwerk

In der Abb. 31 ist die Konfusionsmatrix dargestellt, welche zur Bewertung des Modells herangezogen werden kann. Sie zeigt auf, wie gut das neuronale Netzwerk zwischen den drei Klassen unterscheiden kann und wo es daneben liegt. Auf der x-Achse sind die tatsächlichen Werte (tatsächliche Verkehrsmittelwahl) und auf der y-Achse die vorhergesagten Werte (vorhergesagte Verkehrsmittelwahl) angeführt. Die Diagonale zeigt die korrekten Vorhersagen. Alle anderen Felder zeigen Fehlklassifikationen.

Aus der Konfusionsmatrix lassen sich mehrere Kennzahlen zur Modellqualität berechnen. Diese Kennzahlen sind in den nachfolgenden zwei Tabellen (Tab. 94 und Tab. 95) angeführt.

Die Genauigkeit beschreibt die Gesamtleistung des Modells. Für den Testdatensatz wurde eine Vorhersagegenauigkeit von 68,2% erzielt. Die Genauigkeit der einzelnen Klassen bzw. Verkehrsmittel wird über die Präzision beschrieben. Die Präzision gibt an, wie viele der als positiv vorhergesagten Fälle tatsächlich positiv sind. Für das Verkehrsmittel Seilbahn wurde mit 76,6% die höchste Präzision und für das Verkehrsmittel Bus mit 50,7% die geringste erzielt. Die Sensitivität wird auch Trefferquote genannt und gibt an, wie viele der tatsächlich positiven Fälle vom Modell erkannt wurden. Die Sensitivität liegt zwischen 45,7% (Bus) und 80,9% (Seilbahn). Mit der Spezifität wird beschrieben, wie viele der tatsächlich negativen Fälle korrekt als negativ erkannt wurden. Für das Verkehrsmittel Bus wird ein Wert von 90,4% und für die Seilbahn ein Wert von 66,3% erreicht.

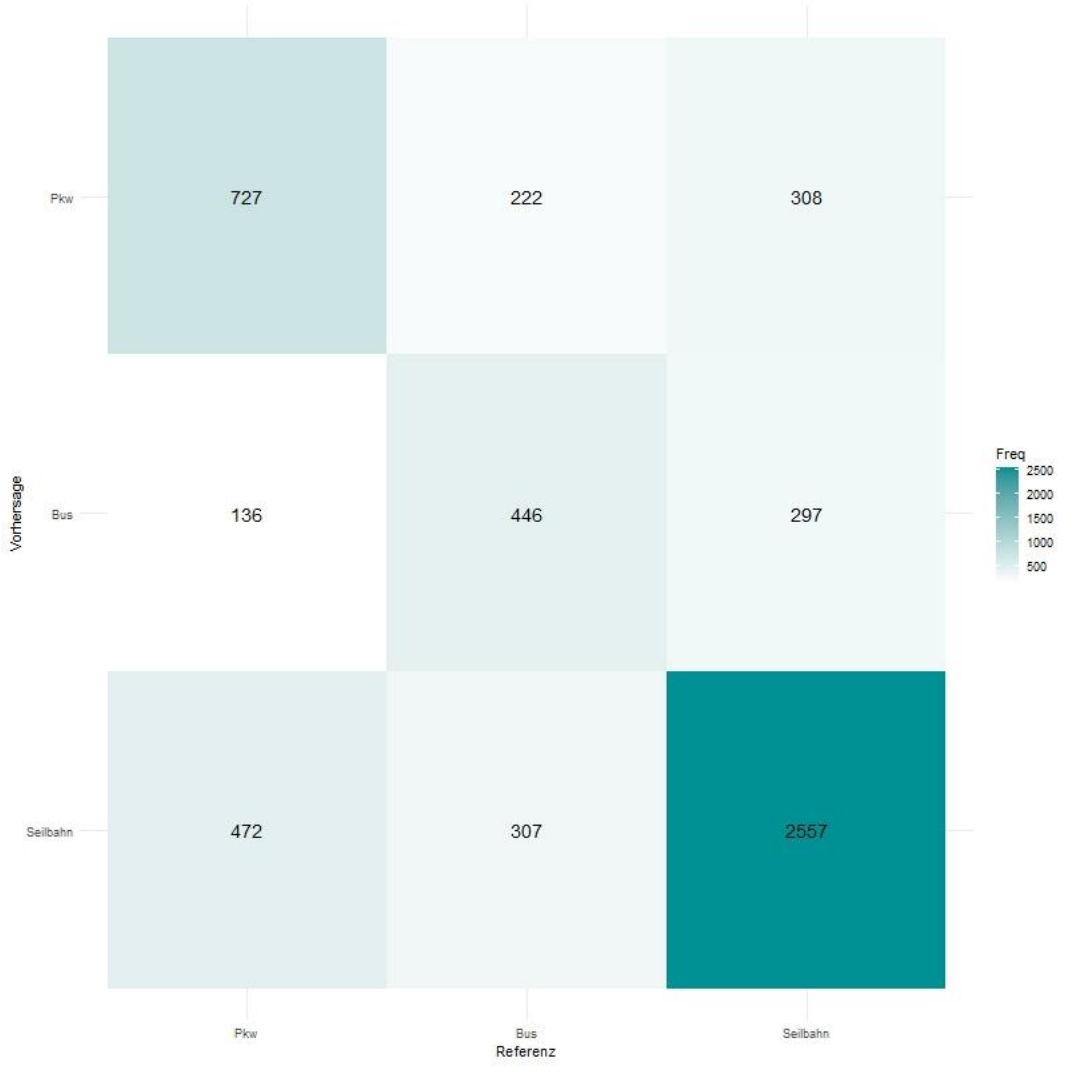


Abb. 31: Konfusionsmatrix

Verkehrsmittel	Richtig positiv	Richtig negativ	Falsch positiv	Falsch negativ
Pkw	727	3.607	530	608
Bus	446	4.064	433	529
Seilbahn	2.557	1.531	779	605

Tab. 94: Kennzahlen Modellqualität

Verkehrsmittel	Genauigkeit	Präzision	Sensitivität	Spezifität
Pkw	68,2%	57,8%	54,5%	87,2%
Bus		50,7%	45,7%	90,4%
Seilbahn		76,6%	80,9%	66,3%

Tab. 95: Kennzahlen Modellqualität

5.2.5 Modellinterpretation

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie anhand der empirischen Ergebnisse das entwickelte Modell interpretiert werden kann. Untersucht wird zum einen der Einfluss der Variablen auf den generierten Nutzen (Relative Importance) und zum anderen die Elastizitäten der Variablen.

Mit Blick auf die Gleichung des Nutzens (siehe Punkt 5.2.3), tragen die Variablen mit höheren absoluten Gewichten $W_k^{(1)}$ stärker zum Nutzen U_k bei.

$$U_k = \langle X_k, W_k^{(1)} \rangle + b_k^{(1)}, \quad k \in S$$

Somit können die absoluten Werte eines Gewichtes die relative Bedeutung einer Variable wiedergeben. Die relative Bedeutung der q-ten Eingangsvariable des Verkehrsmittels k ist wie folgt definiert:

$$R_k^q = \frac{\left| \widetilde{W_k^{(1)}}[q] \right|}{\left\| \widetilde{W_k^{(1)}} \right\|_1}, \quad k \in S$$

$\widetilde{W_k^{(1)}}$ beschreibt dabei den Gewichtsvektor der ersten verborgenen Schicht nach der Trainingsphase und $\widetilde{W_k^{(1)}}[q]$ das entsprechende q-te Element des Vektors. $\| \cdot \|_1$ gibt die L_1-Norm des Vektors zurück und somit die Summe aller Komponenten des Vektors. $| \cdot |$ liefert den Absolutwert des Skalars.

In den nachfolgenden Abbildungen wird die relative Bedeutung der Eingangsvariablen für jedes Verkehrsmittel gezeigt und die entsprechenden Werte dazu in der Tab. 96.

Beim Verkehrsmittel Pkw haben vor allem die Variablen Fahrzeit und Kosten mit 42,7% bzw. 33,9% einen großen Einfluss auf die Entscheidung. Im Gegensatz dazu spielt die Verspätung gar keine Rolle. Die Abgangszeit wird mit 6,6% etwas wichtiger bewertet als die Zugangszeit mit 3,0%. Der ökologische Fußabdruck fließt mit 13,6% in die Verkehrsmittelwahl des Pkw ein.

Auch beim Verkehrsmittel Bus haben die Variablen Fahrzeit und Kosten einen großen Einfluss auf die Entscheidung, insbesondere die Fahrzeit mit 45,7%. Die Kosten fließen mit 33,9% in die Wahl ein. Die Zu- und Abgangszeit werden etwa gleich stark mit ca. 9% gewichtet und fließen demnach stärker in die Entscheidung ein als beim Pkw. Weniger relevant sind die Auslastung und die Verspätungswahrscheinlichkeit.

Bei der Seilbahn fließt die Fahrzeit mit 60,5% am stärksten in die Verkehrsmittelwahl ein, dabei spielt vor allem die Fahrzeit im Zubringerbus eine wesentliche Rolle. Diese fließt mit 36,5% ein, während die Fahrzeit in der Seilbahn selbst nur zu 24,0% einfließt. Die Kosten, die Zugangszeit, die Abgangszeit, die Anzahl der Umstiege sowie die Auslastung zeigen in etwa dieselben prozentualen Werte wie beim Verkehrsmittel Bus. Der ökologische Fußabdruck spielt bei der Seilbahn keine Rolle.

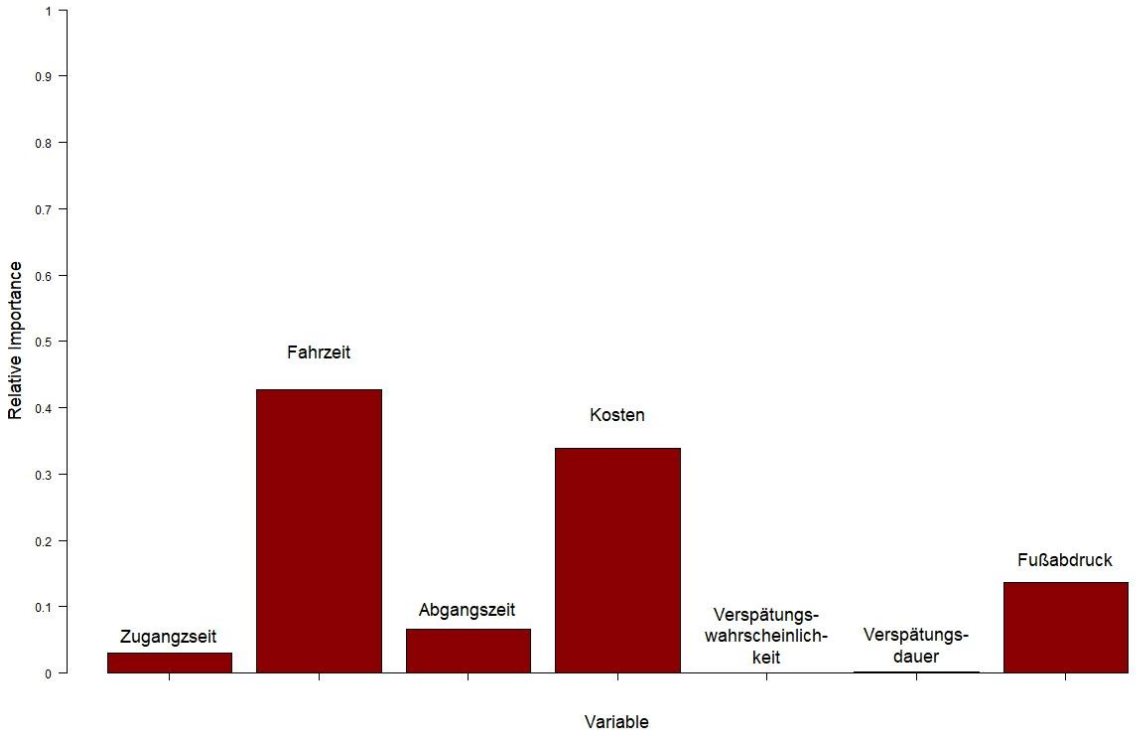


Abb. 32: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Pkw

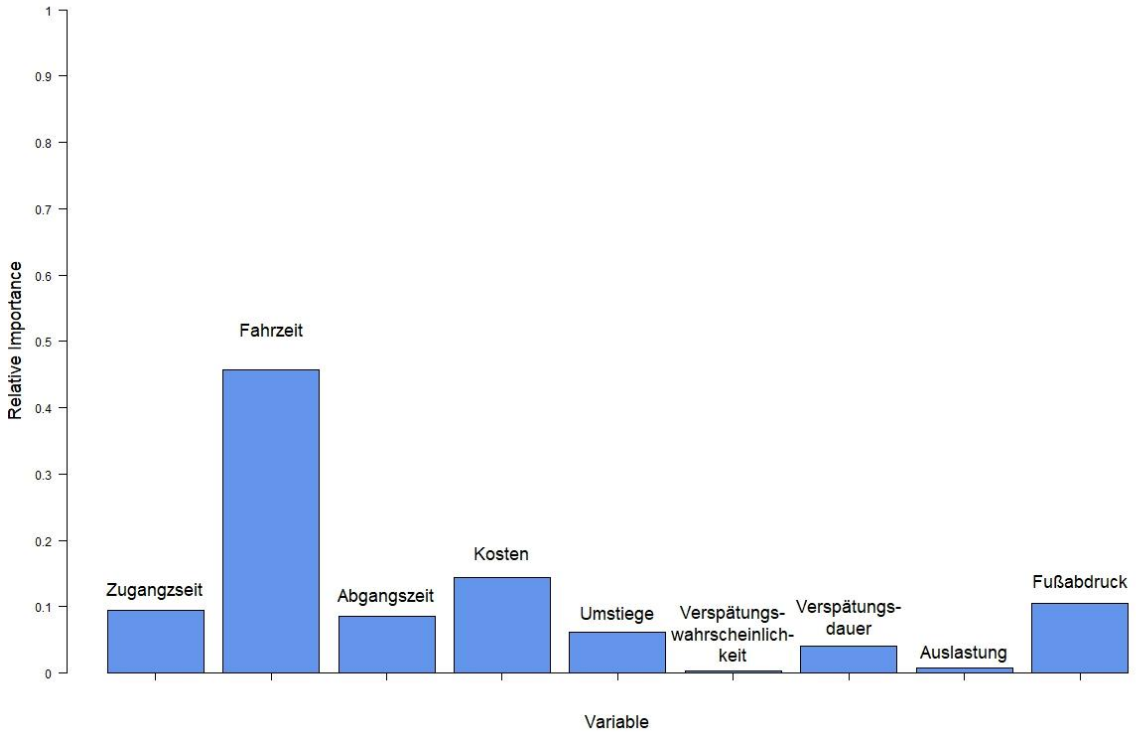


Abb. 33: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Bus

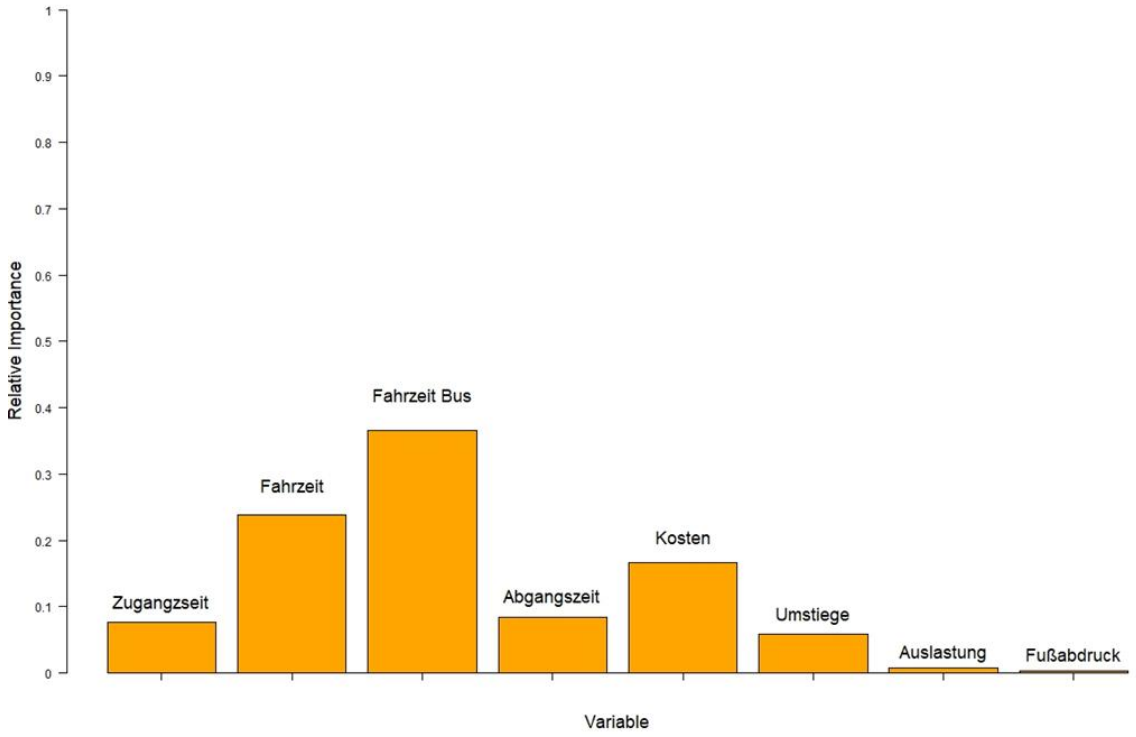


Abb. 34: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Seilbahn

Variable	Pkw	Bus	Seilbahn
Zugangszeit	3,0%	9,4%	7,7%
Fahrzeit	42,7%	45,7%	60,5%
Abgangszeit	6,6%	8,6%	8,4%
Kosten	33,9%	14,4%	16,6%
Anzahl Umstiege	-	6,2%	5,9%
Verspätungswahrscheinlichkeit	0,0%	0,3%	-
Verspätungsdauer	0,2%	4,1%	-
Auslastung	-	0,7%	0,7%
Fußabdruck	13,6%	10,6%	0,2%
Summe	**100,0%**	**100,0%**	**100,0%**

Tab. 96: Relative Bedeutung der Variablen

In einem nächsten Schritt werden die Wahrscheinlichkeitsfunktionen der Verkehrsmittelwahl visualisiert und die Elastizitätskoeffizienten mithilfe numerischer Simulationen berechnet. Dabei werden die Variablen einzeln variiert, während alle anderen Variablen konstant gehalten werden. Die Ergebnisse der Verkehrsmittelwahl mit den Wahrscheinlichkeiten der drei Verkehrsmittel können dann in Abhängigkeit zu der variierten Variable gesetzt werden und daraus der Elastizitätskoeffizient berechnet werden.

Abb. 35 zeigt, wie sich die Wahrscheinlichkeiten für die Auswahl der drei Verkehrsmittel mit variierenden Pkw-Fahrzeiten verändern, während alle anderen Variablen konstant gehalten

werden. Die Pkw-Fahrzeit wurde zwischen 25% (ein Viertel der tatsächlichen Fahrzeit) und 200% (Verdoppelung der tatsächlichen Fahrzeit) variiert. Die rote Linie zeigt die Entscheidungswahrscheinlichkeit des Verkehrsmittels Pkw, die blaue Linie jene des Verkehrsmittels Bus und die gelbe Linie jene der Seilbahn. Bei Halbierung der Fahrzeit, erhöht sich der Anteil an Pkw-Fahrten von 27% auf 38%. Gleichzeitig nehmen die Anteile von Bus und Seilbahn ab. Im Gegensatz dazu sinken die Pkw-Fahrten bei Verdoppelung der Fahrzeit von 27% auf 12%.

Bei den Pkw-Kosten zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Pkw-Fahrzeit, jedoch mit etwas geringeren Auswirkungen im Zuge der Variationen (Abb. 36). Bei Halbierung der Pkw-Kosten steigt die Entscheidungswahrscheinlichkeit für das Verkehrsmittel Pkw von 27% auf 34%, bei Verdoppelung der Pkw-Kosten sinkt die Wahrscheinlichkeit von 27% auf 16%.

Die Verkehrsmittelwahlentscheidung in Abhängigkeit zu der Bus-Fahrzeit ist in Abb. 37 zu sehen. Bei Reduzierung der Bus-Fahrzeit steigt die Entscheidungswahrscheinlichkeit für das Verkehrsmittel Bus sehr stark an. Dies ist an der stark fallenden blauen Linie im Bereich links der strichlierten schwarzen Linie zu erkennen. Eine Halbierung der Bus-Fahrzeit führt dazu, dass die Wahrscheinlichkeit, dass das Verkehrsmittel Bus gewählt wird, von 23% auf 43% steigt. Im Gegensatz dazu nehmen die Wahrscheinlichkeiten für das Verkehrsmittel Pkw von 27% auf 21% und jene des Verkehrsmittels Seilbahn von 50% auf 36% ab. Demzufolge wirkt sich eine Verkürzung der Bus-Fahrzeit deutlich zulasten der Seilbahn aus. Bei einer Verdoppelung der Bus-Fahrzeit sind folgende Veränderungen ersichtlich: Wahrscheinlichkeit Bus sinkt von 23% auf 8%, Wahrscheinlichkeit Pkw steigt von 27% auf 32% und Wahrscheinlichkeit Seilbahn steigt von 50% auf 60%.

Abb. 38 zeigt die Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Bus-Kosten. Mit zunehmenden Bus-Kosten sinkt auch die Wahrscheinlichkeit, dass das Verkehrsmittel Bus gewählt wird. Im Vergleich zur Bus-Fahrzeit verläuft die blaue Linie wesentlich flacher.

Die Variable Seilbahn-Fahrzeit beinhaltet nicht nur die Fahrzeit mit der Seilbahn selbst, sondern – wenn für die Fahrt erforderlich – auch die Fahrzeit im Zubringerbus im östlichen Mittelgebirge bzw. die Fahrzeit in einem öffentlichen Verkehrsmittel in Innsbruck. Bei einer Verringerung dieser Variable, steigt die Entscheidungswahrscheinlichkeit für das Verkehrsmittel Seilbahn sehr stark an (Abb. 39). Bei einer stark reduzierten Seilbahn-Fahrzeit (25% der tatsächlichen Fahrzeit), fällt die Wahrscheinlichkeit für die Seilbahn mit 76% sehr hoch aus. Im Gegensatz dazu sinkt diese Wahrscheinlichkeit bei Verdoppelung der Seilbahn-Fahrzeit auf 13%.

Abb. 40 zeigt den Zusammenhang zwischen der Entscheidungswahrscheinlichkeit und der Variable Seilbahn-Kosten. Die Seilbahn-Kosten haben einen geringeren Einfluss auf die Entscheidungswahrscheinlichkeit als die Seilbahn-Fahrzeit. Die gelbe Linie verläuft linear fallend ausgehend von einer Entscheidungswahrscheinlichkeit von 61% (bei 25% Seilbahn-Fahrzeit) auf 35% (bei 200% Seilbahn-Fahrzeit).

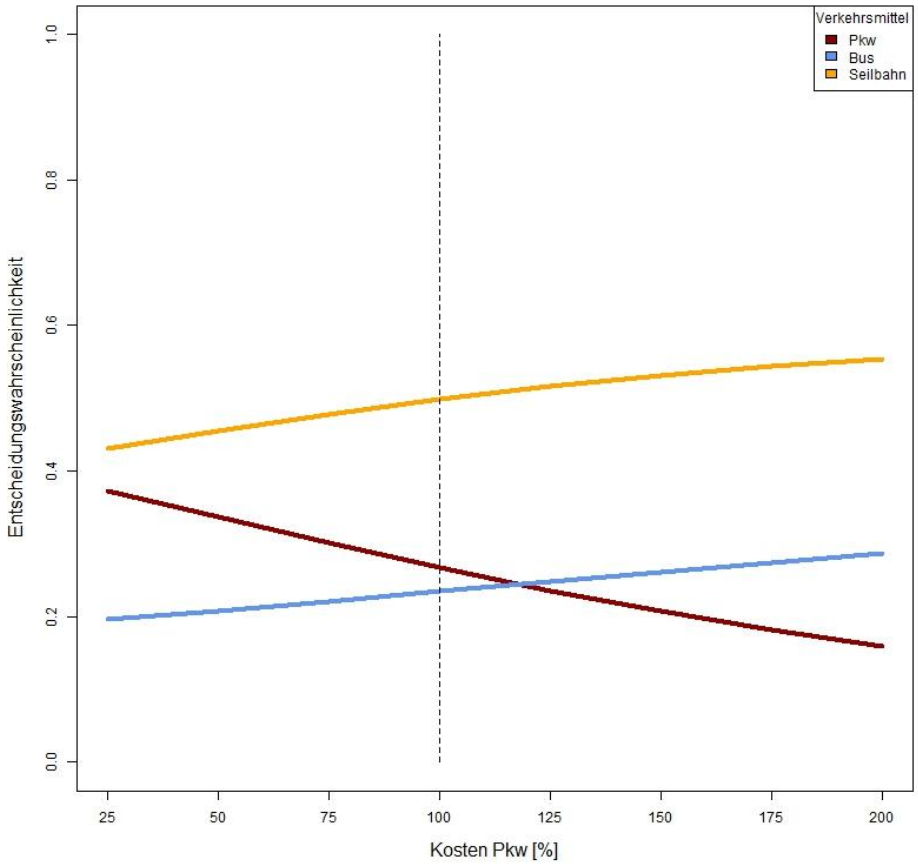


Abb. 35: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Pkw-Fahrzeit

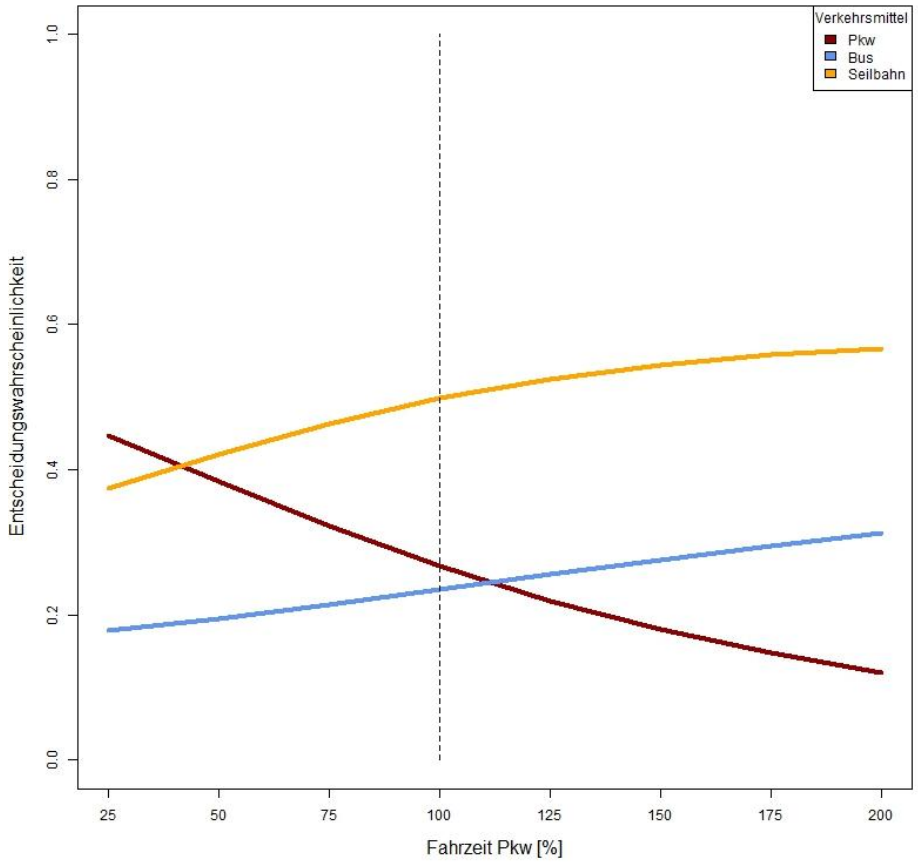


Abb. 36: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Pkw-Kosten

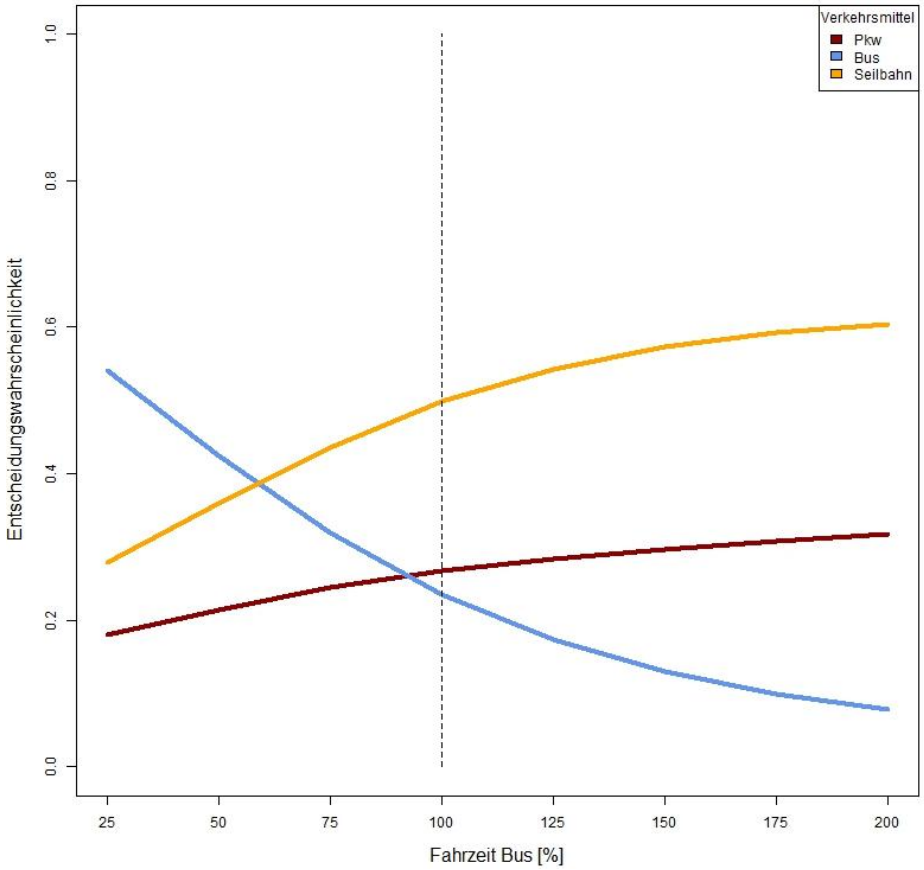


Abb. 37: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Bus-Fahrzeit

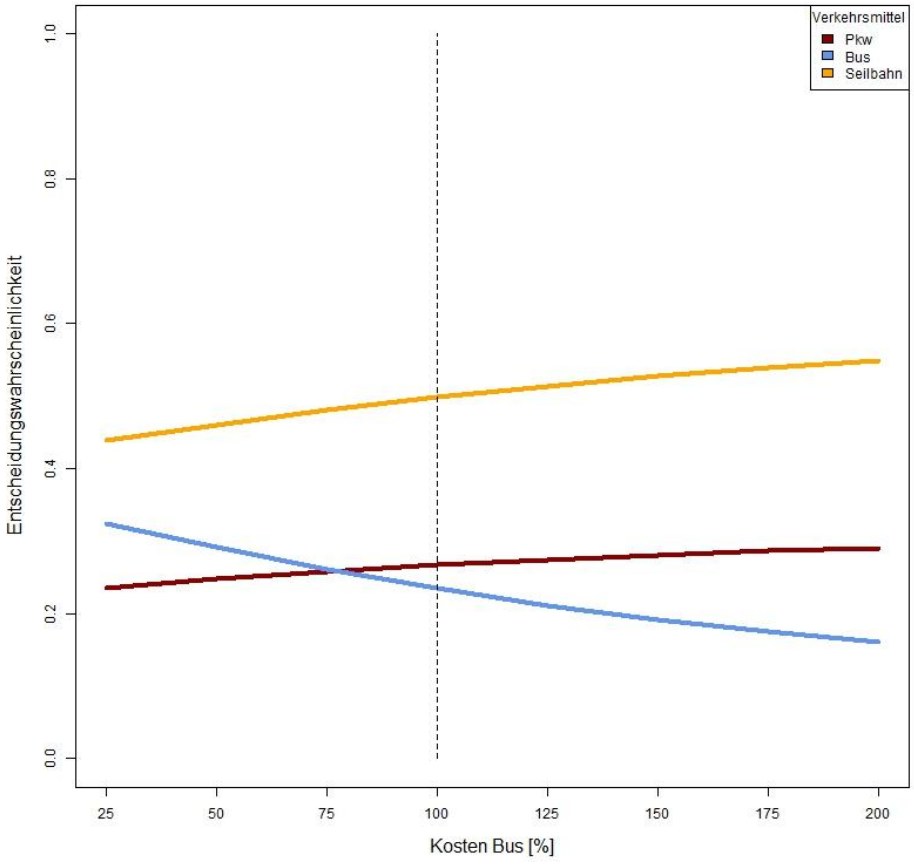


Abb. 38: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Bus-Kosten

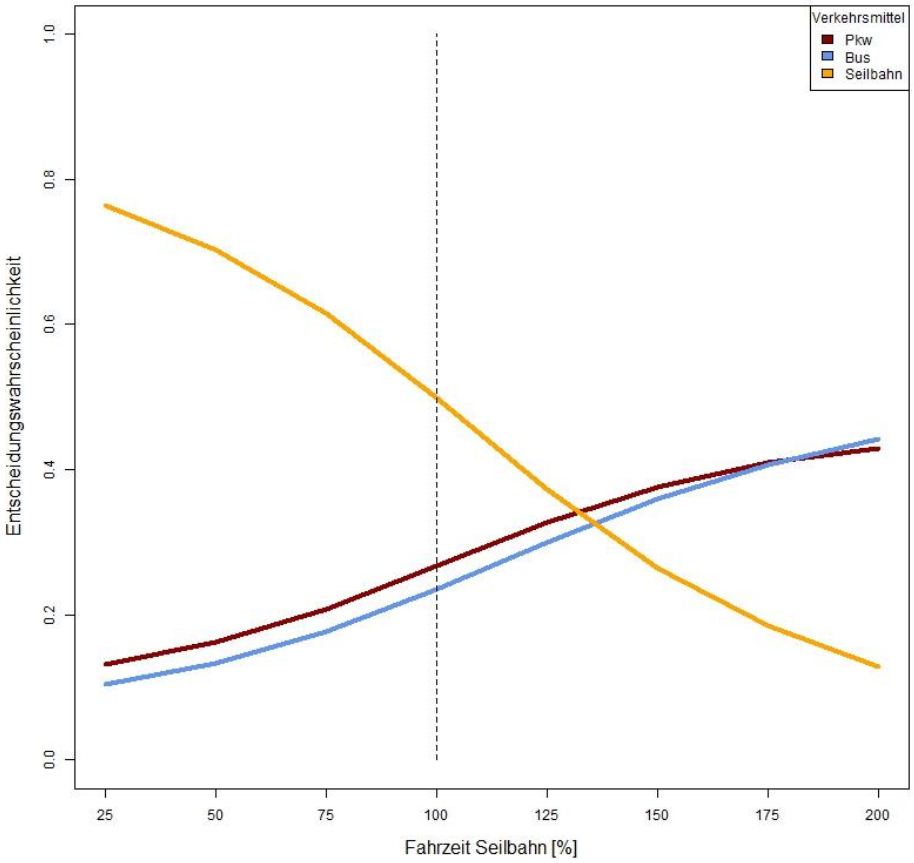


Abb. 39: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Seilbahn-Fahrzeit

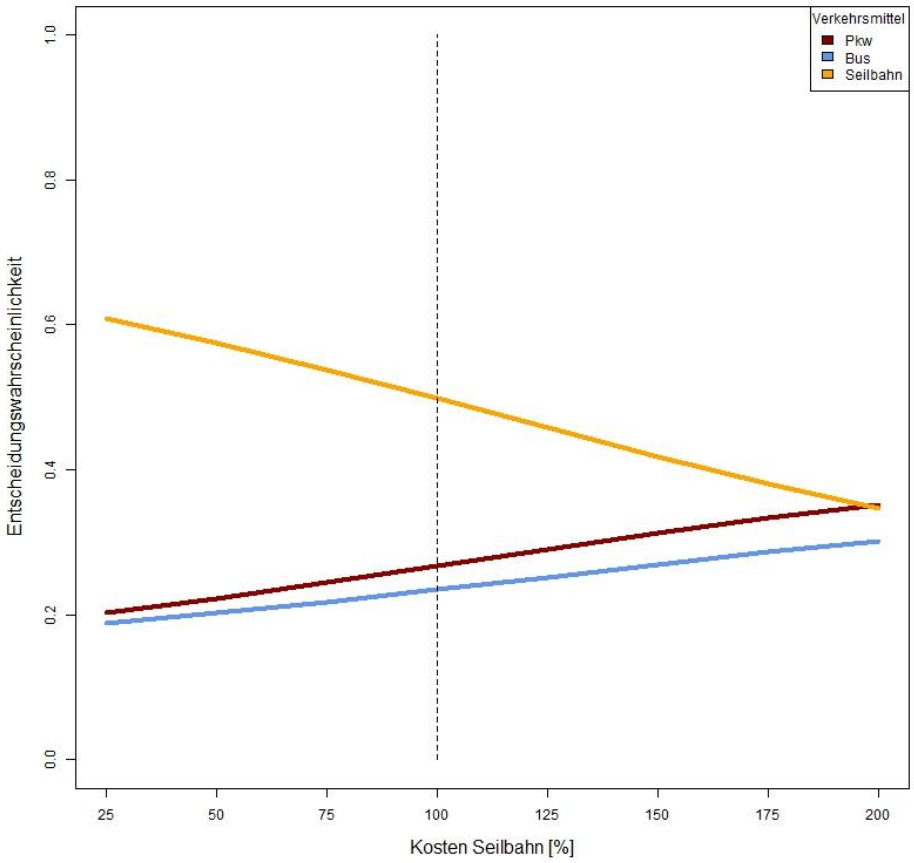


Abb. 40: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Seilbahn-Kosten

In der Tab. 97 sind die Elastizitätskoeffizienten aller Variablen zusammengefasst. Zur Hervorhebung wurden die negativen Werte fett markiert. Diese Elastizitätskoeffizienten werden durch Simulationen berechnet, bei der jede Eingangsvariable um 1% variiert wird, während alle anderen Variablen konstant gehalten wird. Alle Koeffizienten der Selbstelastizität sind negativ, wie auf der Hauptdiagonale hervorgehoben, während sämtliche Kreuzelastizitätskoeffizienten positiv sind.

Verkehrsmittel	Variable	Pkw	Bus	Seilbahn
Pkw	Zugangszeit	**-0,069**	0,032	0,022
	Fahrzeit	**-0,776**	0,365	0,244
	Abgangszeit	**-0,157**	0,069	0,052
	Kosten	**-0,489**	0,231	0,154
	Verspätungswahrscheinlichkeit	**0,000**	0,000	0,000
	Verspätungsdauer	**-0,003**	0,001	0,001
	Fußabdruck	**-0,273**	0,126	0,087
Bus	Zugangszeit	0,048	**-0,201**	0,069
	Fahrzeit	0,284	**-1,223**	0,423
	Abgangszeit	0,036	**-0,148**	0,051
	Kosten	0,122	**-0,425**	0,134
	Anzahl Umstiege	0,034	**-0,125**	0,048
	Verspätungswahrscheinlichkeit	0,008	**-0,033**	0,012
	Verspätungsdauer	0,022	**-0,094**	0,032
	Auslastung	0,039	**-0,146**	0,055
	Fußabdruck	0,077	**-0,325**	0,112
Seilbahn	Zugangszeit	0,115	0,158	**-0,136**
	Fahrzeit	0,936	1,103	**-1,021**
	Abgangszeit	0,113	0,143	**-0,128**
	Kosten	0,346	0,295	**-0,325**
	Anzahl Umstiege	0,118	0,132	**-0,127**
	Auslastung	0,104	0,132	**-0,105**
	Fußabdruck	0,003	0,004	**-0,004**

Tab. 97: Elastizitätskoeffizienten

5.3 Anwendung im Untersuchungsgebiet

Mithilfe des entwickelten und zuvor beschriebenen Modells wird nun das Fahrgastpotenzial der Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge geschätzt.

5.3.1 Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen zur Anwendung des neuronalen Netzes im Untersuchungsgebiet ist in Abb. 41 beschrieben.

Als Grundlage wird das Verkehrsmodell Tirol [19] herangezogen. Ein Teilausschnitt davon wurde vom Land Tirol zur Verfügung gestellt. Für das Arbeiten mit dem Verkehrsmodell wird die Verkehrsplanungsoftware PTV Visum verwendet.

Das bereits kalibrierte Verkehrsmodell wird für die Berechnung der Verkehrserzeugung und der Verkehrsverteilung eingesetzt. Die Verkehrserzeugung liefert das Quell- und Zielverkehrsaufkommen je Verkehrsbezirk und somit die Anzahl an Fahrten, die in einem Bezirk entstehen und enden. Die Verkehrsverteilung bestimmt, wohin die erzeugten Fahrten führen. Das Ergebnis ist eine Quelle-Ziel-Matrix (Nachfragematrix), aus der hervorgeht, wie sich die Fahrten zwischen den Quell- und Zielbezirken verteilen.

Der dritte Schritt beinhaltet die Verkehrsmittelwahl, bei der entschieden wird, welches Verkehrsmittel gewählt wird. Standardmäßig wird auch dieser Schritt mithilfe eines Verkehrsmodells auf Basis der Nachfragematrix und von Nutzenfunktionen berechnet. In dieser Studie wird dieser Schritt ausgelagert und mithilfe des entwickelten neuronalen Netzes berechnet. Als Input werden zum einen die Nachfragematrix, welche das Ergebnis der Verkehrsverteilung ist, und zum anderen mehreren Kenngrößenmatrizen verwendet. Die Kenngrößenmatrizen beschreiben die Inputvariablen des neuronalen Netzes (z.B. Fahrzeit Pkw, Kosten Bus usw.) und weisen Bezirksdimension auf. Das neuronale Netz berechnet dann je Quelle-Ziel-Relation die Entscheidungswahrscheinlichkeiten für die Verkehrsmittel Pkw, Bus und Seilbahn. Diese Wahrscheinlichkeiten werden mit der Nachfragematrix multipliziert, was uns drei Nachfragematrizen (eine je Verkehrsmittel) liefert.

Im vierten Schritt werden die drei geschätzten Verkehrsmittel-Nachfragematrizen wiederum in das Verkehrsmodell Tirol implementiert und auf das Verkehrsnetz umgelegt (Verkehrsumlegung). In diesem Schritt wird entschieden, welche Route die VerkehrsteilnehmerInnen nutzen. Dabei werden unter anderem Kapazitäten, Reisezeiten und die Netzstruktur berücksichtigt. Das Ergebnis dieses Schrittes zeigt uns die Streckenbelastungen im Verkehrsnetz und somit auch die Belastung der Seilbahnstrecke.

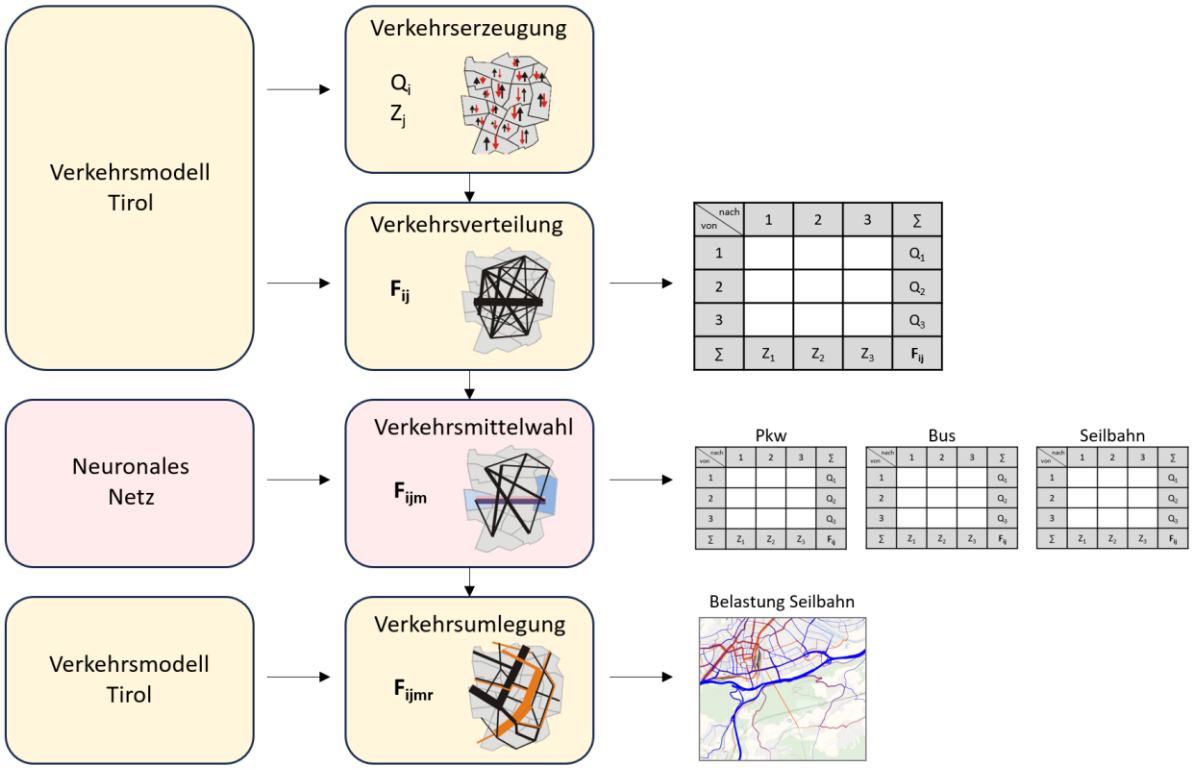


Abb. 41: Methodisches Vorgehen

5.3.2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der bereitgestellte Teilausschnitt des Verkehrsmodells Tirol umfasst 221 Bezirke und reicht geografisch von Zirl im Westen bis Wattens im Osten, von Innsbruck im Norden bis Schönberg im Süden. Die Gemeinden im östlichen Mittelgebirge (Lans, Sistrans, Patsch, Rinn, Tulfes und Aldrans) sind jeweils als ein eigener Verkehrsbezirk abgebildet. Die Stadt Innsbruck ist in 77 Verkehrsbezirke gegliedert. Die zwei Katastralgemeinden Igls und Vill waren ursprünglich in einem Verkehrsbezirk zusammengefasst, welcher nachträglich in zwei separate Bezirke gesplittet wurde, um eine differenzierte Darstellung dieser zwei Katastralgemeinden zu ermöglichen.

In der Abb. 42 ist das Untersuchungsgebiet dargestellt. In gelb sind die Verkehrsbezirke der Stadt Innsbruck ersichtlich, in rot jene des östlichen Mittelgebirges. Wie bereits bei der Befragung werden die beiden Katastralgemeinden Igls und Vill aufgrund der Projektfragestellung nicht der Stadt Innsbruck, sondern dem östlichen Mittelgebirge zugeordnet.

In einem nächsten Schritt wurde die Seilbahntrasse mit den fünf Stationen in das Verkehrsmodell implementiert. Die Implementierung erfolgte unter Berücksichtigung der in der Machbarkeitsstudie [2] definierten technischen Daten, wie z.B. Reisezeiten, Kapazitäten usw. Die Seilbahn wurde als eigenes Verkehrssystem im Modell berücksichtigt. Außerdem wurde der Expressbus (Zubringerbus) im östlichen Mittelgebirge ergänzt, welcher im 15-Minuten-Takt verkehrt. Des Weiteren war es erforderlich neue Fußgängeranbindungen zwischen einigen Verkehrsbezirken und den Seilbahnstationen zu ergänzen. Dies betraf unter anderem die

Gemeinden Lans, Igls und Vill, wo auch ein Zugang zu Fuß bzw. mit dem Fahrrad zur Seilbahnstation möglich ist.

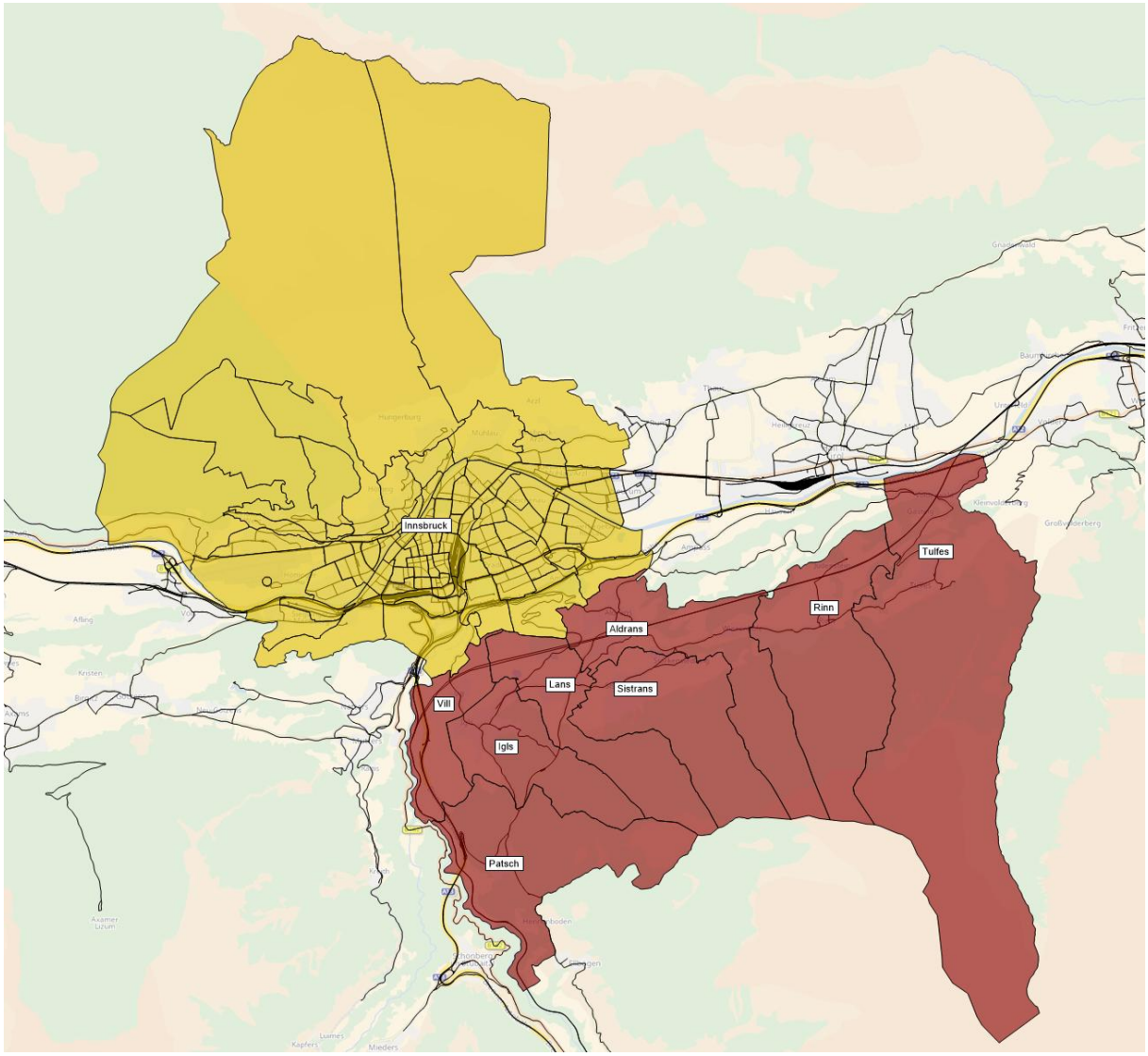


Abb. 42: Untersuchungsgebiet (gelb = Innsbruck, rot = östliches Mittelgebirge)

Aus dem überarbeiteten Verkehrsmodell werden nun die Kenngrößenmatrizen für sämtliche Eingangsvariablen für das neuronale Netz exportiert. Einige Variablen konnten direkt aus dem Modell extrahiert werden, während für andere Annahmen bzw. Berechnungen erforderlich waren.

Die Variablen für das Verkehrsmittel Pkw mit dem getroffenen Berechnungsansatz für die Ermittlung der Kenngrößenmatrizen sind in der Tab. 98 aufgelistet. Die Zu- und Abgangszeiten werden über die Anbindungen im Verkehrsmodell abgebildet. Im Verkehrsmodell Tirol sind diese für alle Pkw-Anbindungen konstant auf 1,5 min gesetzt. Um eine Differenzierung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge vorzunehmen, wurde folgender Ansatz gewählt: eine Zugangszeit bzw. Abgangszeit von 1 min für Fahrten beginnend bzw. endend im östlichen Mittelgebirge und von 4 min für Fahrten beginnend bzw. endend in Innsbruck.

Die Fahrzeit konnte direkt aus der VISUM-Kenngröße Fahrzeit (TTC) übernommen werden. Bei den Kosten wurde die VISUM-Kenngröße Fahrweite (DIS), welche die Distanz in Kilometern zwischen Quelle und Ziel angibt, mit dem Kilometergeld von 0,42 €/km multipliziert. Eine ähnliche Berechnung wird für die Variable Fußabdruck vorgenommen, wo die VISUM-Kenngröße Fahrweite (DIS) mit einem durchschnittlichen CO_2-Ausstoß von 0,1464 kg/km multipliziert wird. Die zwei Variablen Verspätungswahrscheinlichkeit und Verspätungsdauer konnten nicht direkt aus dem Modell abgeleitet werden, weshalb ein Zufallsansatz gewählt wurde. Dieser Ansatz ist insofern gerechtfertigt, da beide Variablen keinen signifikanten Einfluss auf die Wahlentscheidung ausüben (siehe Punkt 5.2.5).

Variablen Pkw	Berechnung	Einheit
Zugangszeit	1 min (ÖM) / 4 min (Ibk)	[min]
Fahrzeit	Fahrzeit (TTC)	[min]
Abgangszeit	1 min (ÖM) / 4 min (Ibk)	[min]
Kosten	Fahrweite (DIS) * 0,42 €/km	[€]
Verspätungswahrscheinlichkeit	Zufall (jede 10te / 5te / 2te Fahrt)	[-]
Verspätungsdauer	Zufall (10% / 25% / 40%) * Fahrzeit (TTC)	[min]
Fußabdruck	Fahrweite (DIS) * 0,1464 kg/km	CO_2 [kg]

Tab. 98: Variablen Pkw mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix

Die Variablen für das Verkehrsmittel Bus konnten größtenteils direkt aus VISUM-Kenngrößen abgeleitet werden (Tab. 99). So beispielsweise für die Variablen Zugangszeit, Fahrzeit, Abgangszeit und Umsteigehäufigkeit. Für die Variablen Kosten und Fußabdruck wurde – wie auch bereits beim Pkw – eine Multiplikation der Fahrweite mit einer Konstante durchgeführt. Die Variablen Verspätungswahrscheinlichkeit und Verspätungsdauer wurden über einen Zufallsansatz ermittelt. Zur Bestimmung der Variable Auslastung wurden jene ÖV-Linien im Verkehrsmodell Tirol analysiert, die zwischen dem östlichen Mittelgebirge und Innsbruck verkehren. Dabei wurde die mittlere Auslastung dieser Linien als Grundlage herangezogen.

Variablen Bus	Berechnung	Einheit
Zugangszeit	Zugangszeit (ACT)	[min]
Fahrzeit	Beförderungszeit (RIT)	[min]
Abgangszeit	Abgangszeit (EGT)	[min]
Kosten	Beförderungsweite (RID) * 0,35 €/km	[€]
Anzahl Umstiege	Umsteigehäufigkeit (NTR)	[-]
Verspätungswahrscheinlichkeit	Zufall (jede 10te / 5te / 2te Fahrt)	[-]
Verspätungsdauer	Zufall (10% / 25% / 40%) * Fahrzeit (TTC)	[min]
Auslastung	mittlere Auslastung Linien	[-]
Fußabdruck	Beförderungsweite (RID) * 0,05 kg/km	CO_2 [kg]

Tab. 99: Variablen Bus mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix

Auch für das Verkehrsmittel Seilbahn konnten beinahe sämtliche Variablen direkt aus dem Verkehrsmodell exportiert werden (Tab. 100). Bei diesen Variablen handelt es sich um die Zugangszeit, die Fahrzeit, die Abgangszeit und die Umsteigehäufigkeit. Alle diese Variablen liegen als eigene VISUM-Kenngröße im Modell vor. Bei der Fahrzeit wurde zwischen der Fahrzeit im Verkehrssystem Seilbahn und der Fahrzeit in traditionellen ÖV-Verkehrssystemen (z.B. Bus, Straßenbahn) differenziert. Für die Berechnung der Variable war eine Differenzbildung erforderlich. Für die Berechnung der Kosten wurde die Beförderungsweite mit einem mittleren Kilometertarif multipliziert. Dieser Tarif entspricht jenem des traditionellen ÖV, da davon ausgegangen wird, dass die Seilbahn in das bestehende ÖV-Netz sowie in das bestehende ÖV-Tarifsystem eingebunden wird. Für die Berechnung des Fußabdruckes wurde zum einen die Seilbahnstrecke und zum anderen die Beförderungsweite im Bus berücksichtigt. Die Auslastung errechnet sich über die Nachfrage und die Kapazität der Seilbahn.

Variablen Seilbahn	Berechnung	Einheit
Zugangszeit	Zugangszeit (ACT)	[min]
Fahrzeit Seilbahn	Fahrzeit im Fahrzeug Seilbahn (IVTT)	[min]
Fahrzeit ÖV	Beförderungszeit (RIT-IVTT)	[min]
Abgangszeit	Abgangszeit (EGT)	[min]
Kosten	Beförderungsweite (RID) * 0,35 €/km	[€]
Anzahl Umstiege	Umsteigehäufigkeit (NTR)	[-]
Auslastung	mittlere Auslastung Seilbahn	[-]
Fußabdruck	CO_2 Seilbahnabschnitt + Beförderungsweite Bus (RID-IVTD) * 0,05 kg/km	CO_2 [kg]

Tab. 100: Variablen Seilbahn mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix

Alle 24 Variablen wurden für sämtliche Quelle-Ziel-Relationen im Untersuchungsgebiet berechnet. Als Ergebnis liegen 24 Kenngrößenmatrizen mit Bezirksdimension vor.

Die Verkehrsmittelwahl für jede Quelle-Ziel-Relation kann mithilfe des neuronalen Netzes bereits prognostiziert werden. Um auch eine differenzierte Betrachtung von unterschiedlichen verhaltenshomogenen Personengruppen zu ermöglichen, wurden zusätzlich ausgewählte soziodemographische Merkmale in das Modell integriert und in die Entscheidungsfindung einbezogen. Dabei handelt es sich um folgende fünf Merkmale:

- Geschlecht (männlich, weiblich)
- Alter (18-29 Jahre, 30-39 Jahre, 40-49 Jahre, 50-64 Jahre, Jahre 65+)
- Wohnort (Innsbruck, Igls, Vill, Lans, Sistrans, Rinn, Patsch, Tulfes, Aldrans)
- Beschäftigung (berufstätig, in Ausbildung, in Pension, sonstiges)
- ÖV-Ticket (ja, nein)

Insgesamt ergeben sich somit für jeden Wohnort 80 verhaltenshomogene Personengruppen. Die Berechnung der Verkehrsmittelwahl erfolgt somit für jede Quelle-Ziel-Relation 80mal, jeweils differenziert nach Personengruppe. Die daraus resultierenden Entscheidungsergebnisse werden anschließend entsprechend der Gruppenanteile gewichtet. Die Anteile dieser Personengruppen wurden bereits vorab auf Basis der hochgerechneten Befragungsergebnisse für jeden Wohnort bestimmt.

Bevor das neuronale Netz für die Prognose der Verkehrsmittelwahl verwendet werden kann, bedarf es einer Datenvorverarbeitung der Eingangsvariablen – äquivalent zum Punkt 5.2.2. Dabei werden die kontinuierlichen Variablen normalisiert und die kategorialen Variablen mithilfe der Methode Entity Embedding in kontinuierliche Variablen transformiert.

Anschließend wird die Verkehrsmittelwahl für jede Quelle-Ziel-Relation und jede Personengruppe mithilfe des neuronalen Netzes berechnet. Das Modell liefert dabei eine prozentuale Verteilung auf die drei Verkehrsmittel Pkw, Bus und Seilbahn. Diese Prozentsätze werden mit der jeweiligen Anzahl an Personen pro Personengruppe multipliziert, wodurch die absolute Anzahl an Fahrten je Verkehrsmittel und Personengruppe ermittelt wird. Im letzten Schritt werden diese Werte für jede Quelle-Ziel-Relation aggregiert, um die durchschnittliche Verteilung der Verkehrsmittelwahl für jede Quelle-Ziel-Relation zu bestimmen.

Aus der ursprünglichen Nachfragematrix wurden drei separate Nachfragematrizen, jeweils eine pro Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Seilbahn). Diese werden wiederum in das Verkehrsmodell implementiert und auf das Streckennetz umgelegt: die Pkw-Matrix auf das Pkw-Streckennetz, die Bus-Matrix auf die ÖV-Linien und die Seilbahn-Matrix auf die Seilbahn. Nach der Umlegung können die Streckenbelastungen aus dem Modell entnommen werden, unter anderem jene der Seilbahnstrecke.

5.3.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Umlegung werden in diesem Kapitel erläutert. Es ist dabei zu beachten, dass die Verkehrsmittelwahl mithilfe des neuronalen Netzes ausschließlich für jene Quelle-Ziel-Relationen geschätzt wurde, die Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge darstellen. Für alle Relationen außerhalb des Untersuchungsgebiets wurden die Verkehrsmittelwahlanteile aus dem bestehenden Verkehrsmodell Tirol übernommen. Dies gilt auch für Fahrten innerhalb der Stadt Innsbruck. So wurden beispielsweise für den Seilbahnabschnitt Sillpark – Olympiaworld innerstädtische Quelle-Ziel-Verkehre nicht berücksichtigt. Das liegt unter anderem daran, dass das trainierte neuronale Netz auf regionale Seilbahnfahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge und nicht auf innerstädtische Verbindungen trainiert wurde.

Folgende Planfälle wurden berechnet:

- PF00 Analyseplanfall [DTVw 2019]
- PF01 Maßnahmenplanfall [DTVw 2019]

Abb. 43 zeigt den Belastungsplot für den Analyseplanfall PF00. Dieser stellt den Ausgangszustand des Verkehrsmodells Tirol dar. Auf der L 9 Mittelgebirgsstraße auf der Höhe von Vill liegt eine Verkehrsstärke im DTVw 2019 von 5.400 Kfz/24h vor. Die öffentlichen Verkehre werden in diesem Abschnitt von rund 5.800 Personen/24h benutzt. Auf der L 38 Ellbögener Straße zwischen Aldrans und Lans liegt die mittlere Tagesverkehrsstärke im Kfz-Verkehr bei rund 5.600 Kfz/24h und im öffentlichen Verkehr bei 4.600 Personen/24h. Die L 32 Aldranser Straße zeigt einen DTVw 2019 von 8.600 Kfz/24h und 7.100 Personen/24h im öffentlichen Verkehr.

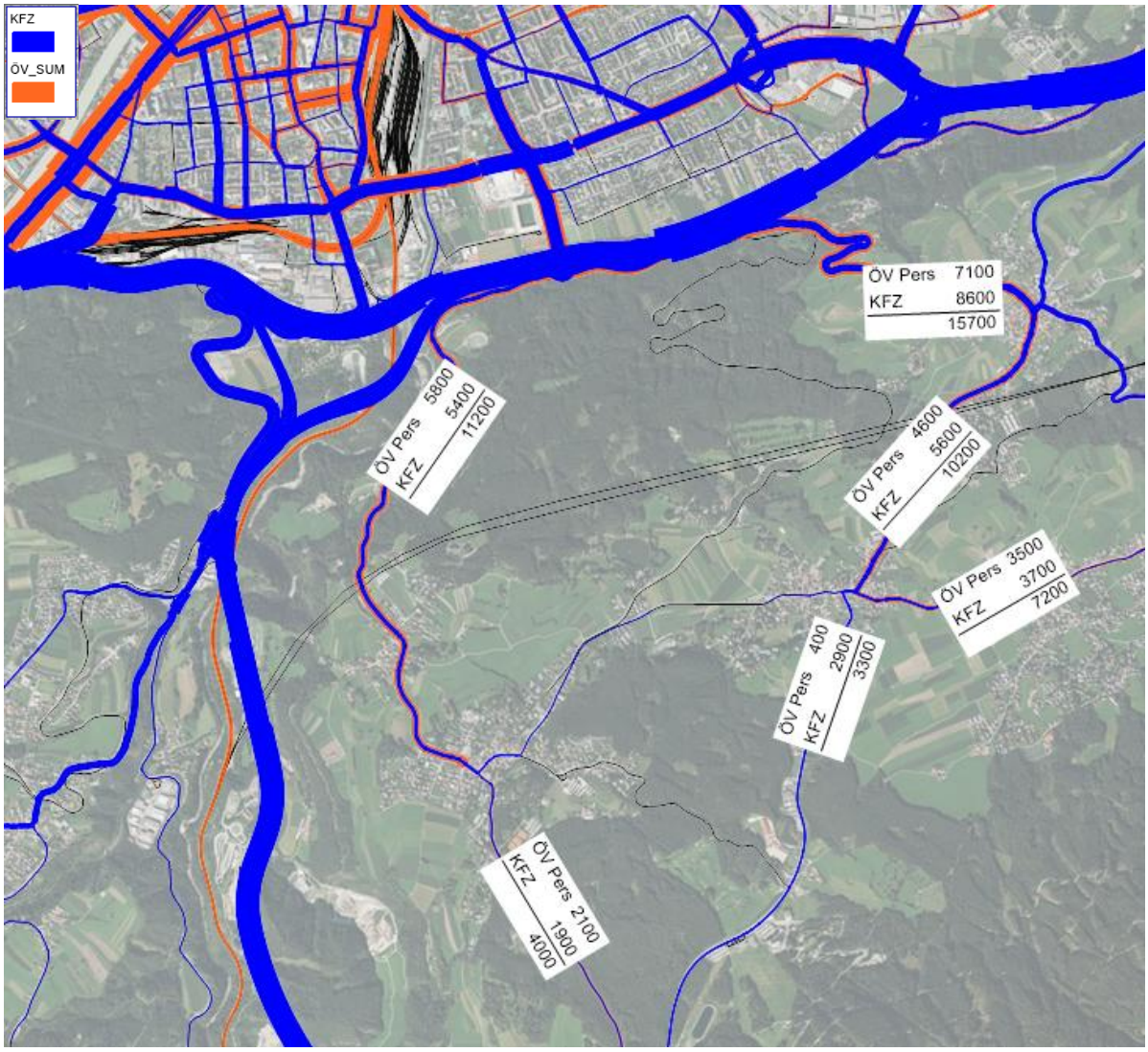


Abb. 43: Belastungsplot PF00 [DTVw 2019]

In der Abb. 44 ist der DTVw 2019 für den Maßnahmenplanfall PF01, also für die Maßnahme mit Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge, dargestellt. Berücksichtigt wurde in diesem Maßnahmenplanfall außerdem der ÖV-Fahrplan 2024, welcher im Vergleich zu jenem aus 2019 attraktivere ÖV-Verbindungen zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge beinhaltet. Im DTVw 2019 zeigt die Seilbahn eine Verkehrsstärke von rund 5.200 Personen/24h, also etwa 2.600 Personen/24h und Richtung. Im Abschnitt zwischen Lans und der Patscherkofel Talstation zeigt die Seilbahn eine deutlich geringere Belastung von 300 Personen/24h.

Auf der L 9 liegt der DTVw 2019 bei 4.700 Kfz/24h, auf der L 38 bei 4.800 Kfz/24h und auf der L 32 bei 6.300 Kfz/24h. Im öffentlichen Verkehr liegen die täglichen Fahrgastzahlen bei 5.000 auf der L 9, bei 3.900 auf der L 38 und bei 7.100 auf der L 32.

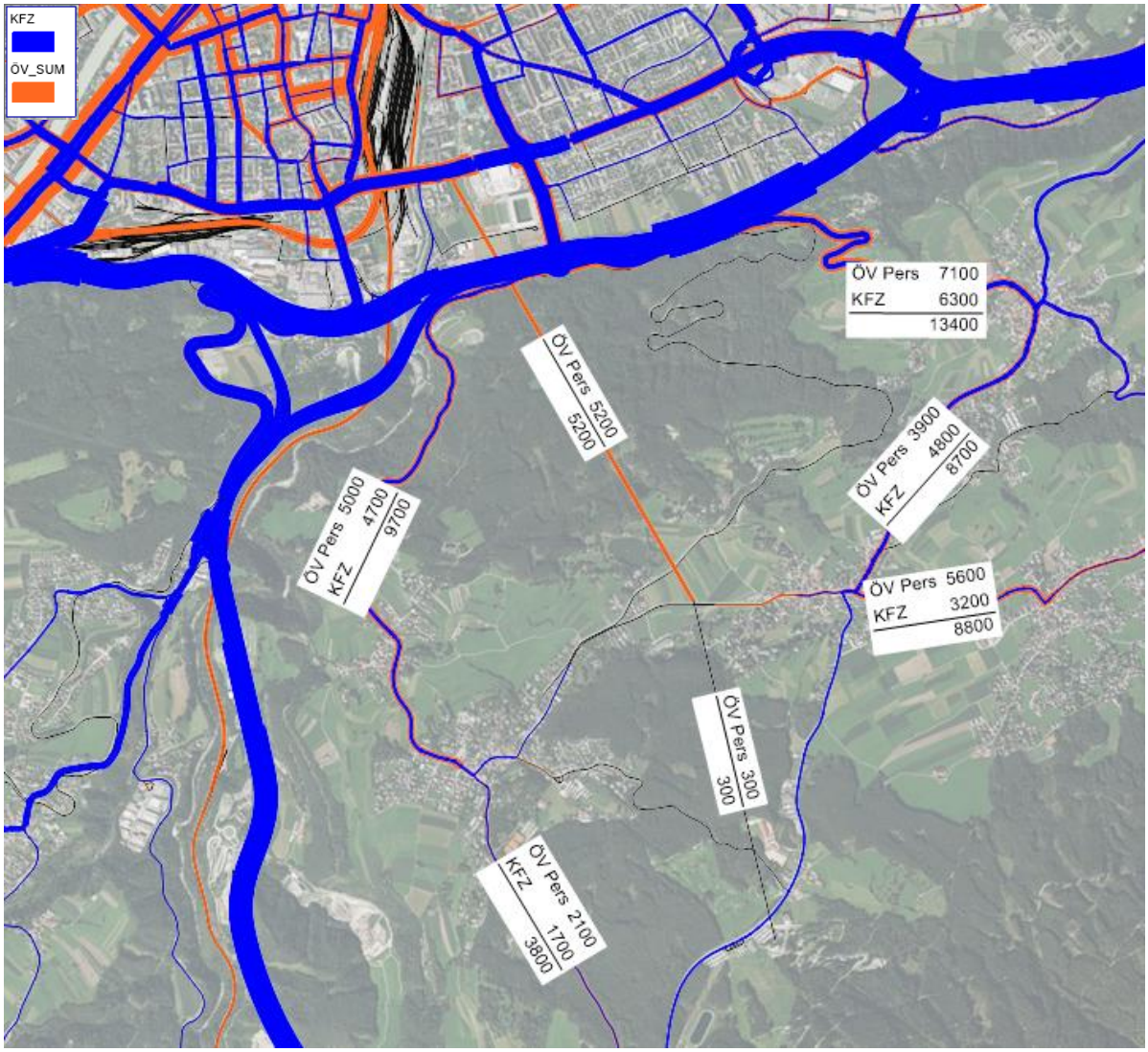


Abb. 44: Belastungsplot PF01 [DTVw 2019]

Eine detaillierte Analyse der Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge zeigt, dass die Seilbahnverbindung insbesondere zu Verringerung des Pkw-Verkehrs beiträgt. Die prognostizierten täglichen 5.200 Seilbahnfahrten bewirken eine Reduktion von 4.700 Fahrten im Pkw-Verkehr sowie von 500 Fahrten im öffentlichen Verkehr (Tab. 101).

Verkehrsmittel	PF00	PF01	Differenz
Pkw	13.400	8.700	-4.700
Bus	10.000	9.500	-500
Seilbahn	0	5.200	5.200
Summe	**23.400**	**23.400**	**0**

Tab. 101: Anzahl Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge [DTVw 2019]

In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 45) ist die Spinne über die Seilbahntrasse im PF01 dargestellt. Wie bereits aus dem Belastungsplot ersichtlich, werden rund 5.200 Fahrten/24h auf der Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge an einem mittleren Werktag erwartet. Von diesen Fahrten verlaufen 300 auch über den oberen Abschnitt der Seilbahn von/nach Patsch. Auf der Relation Tulfes – Innsbruck werden 300 Seilbahnfahrten erwartet, zwischen Rinn und Innsbruck etwa 500 Fahrten und zwischen Sistrans und Innsbruck etwa 1.200 Fahrten. Rund 1.400 Fahrten finden auf der Relation Innsbruck – Igls/Vill statt und weitere 1.400 Fahrten starten bzw. enden in Lans.

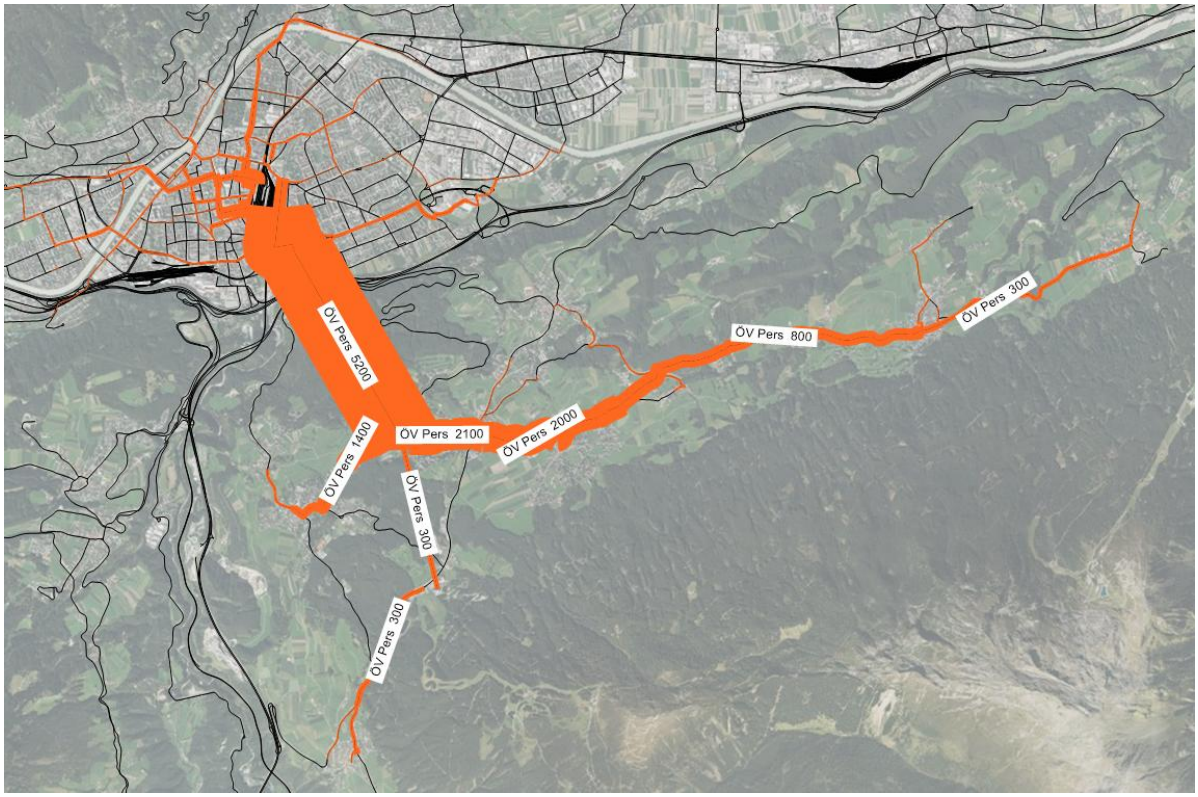


Abb. 45: Spinne Seilbahn PF01 [DTVw 2019]

Der Differenzplot für den Kfz-Verkehr ist in der Abb. 46 dargestellt. Auf sämtlichen Landesstraßen zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge sind Abnahmen im Kfz-Verkehr zu verzeichnen. Auf der L 9 liegen die Abnahmen bei 700 Kfz/24h (-13%), auf der L 38 bei 800 Kfz/24h (-14%) und auf der L 32 bei bis zu 2.500 Kfz/24h (-21%). Auch auf der Brennerautobahn ist ein Rückgang von etwa 300 Kfz/24h festzustellen, welche auf Fahrten von/nach Patsch zurückzuführen sind. Weitere 500 Kfz/24h weniger werden auf dem Abschnitt der L 9 zwischen Tulfes und Hall in Tirol registriert.

Der Differenzplot für die Fahrgäste im öffentlichen Verkehr ist in der Abb. 47 ersichtlich. Auf der Seilbahntrasse liegen Fahrgastzahlen von bis zu 5.200 Personen/24h vor. Der zusätzliche Expressbus bzw. Zubringerbus im östlichen Mittelgebirge führt vor allem dazu, dass auf der L 9 zwischen Lans und Tulfes Zunahmen im öffentlichen Verkehr von bis zu 2.100 Personen/24h zu verzeichnen sind und zwischen Igls und Lans von bis zu 1.200 Personen/24h. Im Gegensatz dazu sind auf der L 9 und der L 38 Abnahmen in der Höhe von 800 bzw. 700 Personen/24h zu erwarten.

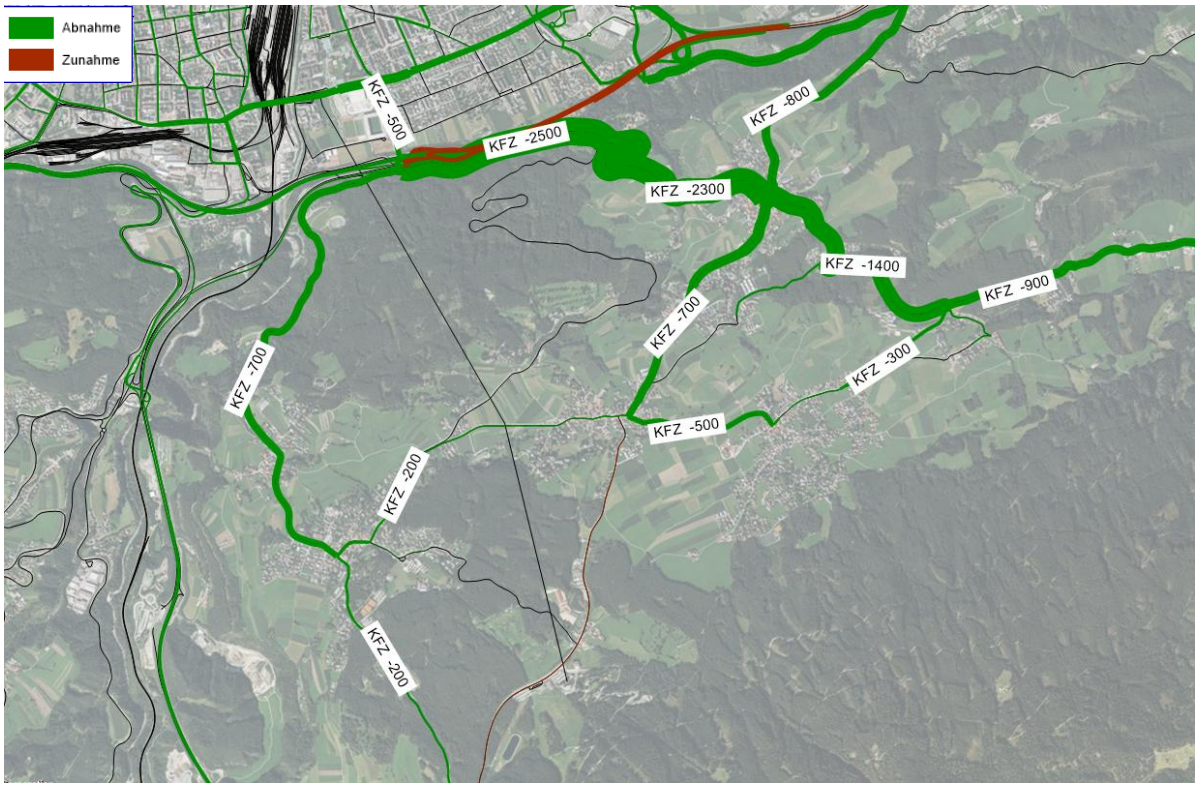


Abb. 46: Differenzplot PF00/PF01 im Kfz-Verkehr [DTVw 2019]

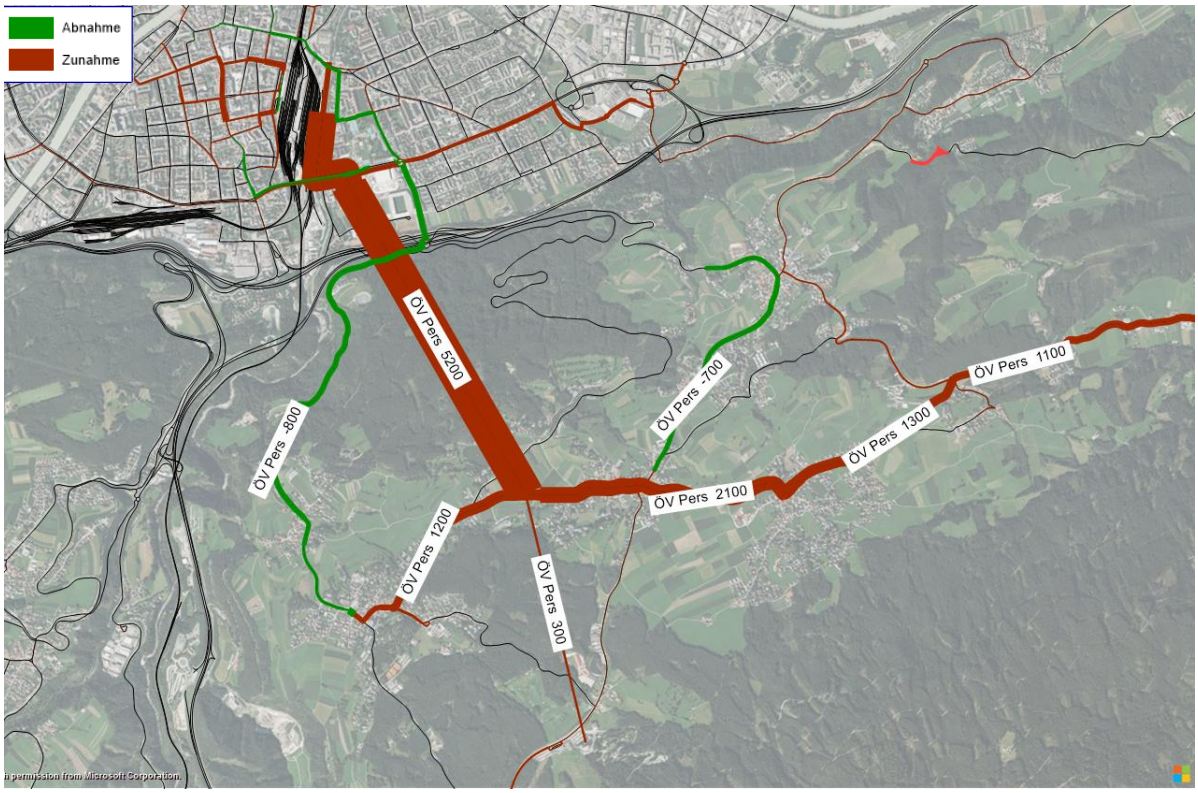


Abb. 47: Differenzlplot PF00/PF01 im öffentlichen Verkehr [DTVw 2019]

Die nachfolgenden zwei Abbildungen (Abb. 48 und Abb. 49) zeigen den Modal Split auf Gemeindeebene für die beiden Planfälle PF00 und PF01. Die Anteile des Verkehrsmittels Seilbahn liegen zwischen 5% (Aldrans) und 44% (Lans). Auch die Gemeinden Igls, Sistrans

und Patsch, welche eine gute Anbindung zu den Seilbahnstationen aufweisen, haben höhere Seilbahnanteile (30%, 28% bzw. 23%). Mit zunehmender Entfernung zur Seilbahnstation, nehmen auch die Seilbahnanteile im Modal-Split ab (Rinn 15%, Tulfes 14%). Der Modal Split für Innsbruck im Analyseplanfall zeigt, dass 59% der Fahrten mit dem Pkw und 41% mit öffentlichen Verkehrsmitteln getätigt werden. Im Maßnahmenplanfall reduzieren sich die Pkw-Fahrten auf 34%. Die verbleibenden 66% der Fahrten erfolgen mit öffentlichen Verkehrsmitteln, wobei etwa ein Drittel davon auf die Seilbahn entfallen.

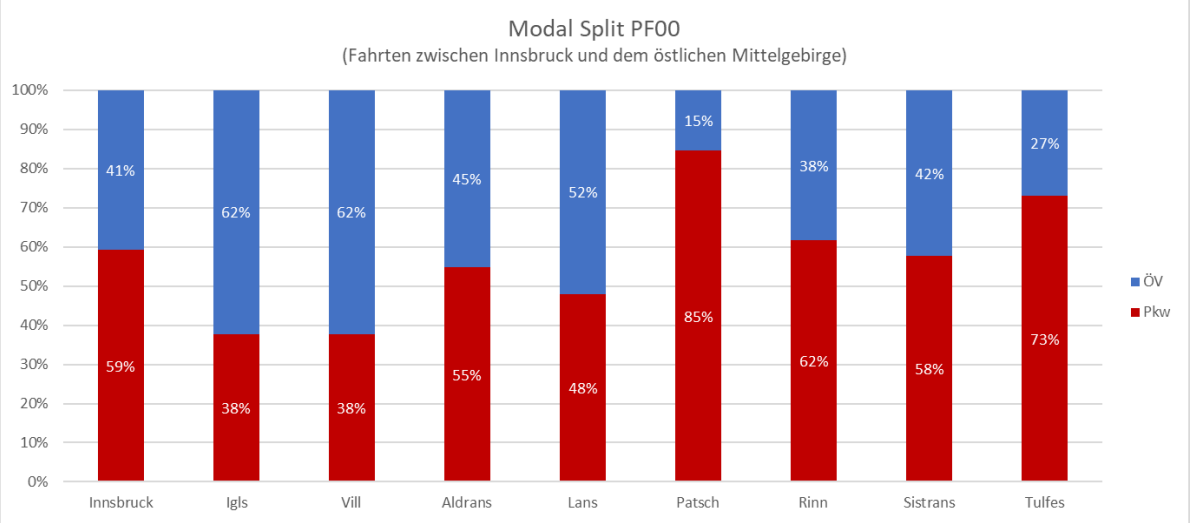


Abb. 48: Modal Split Planfall PF00 für Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge

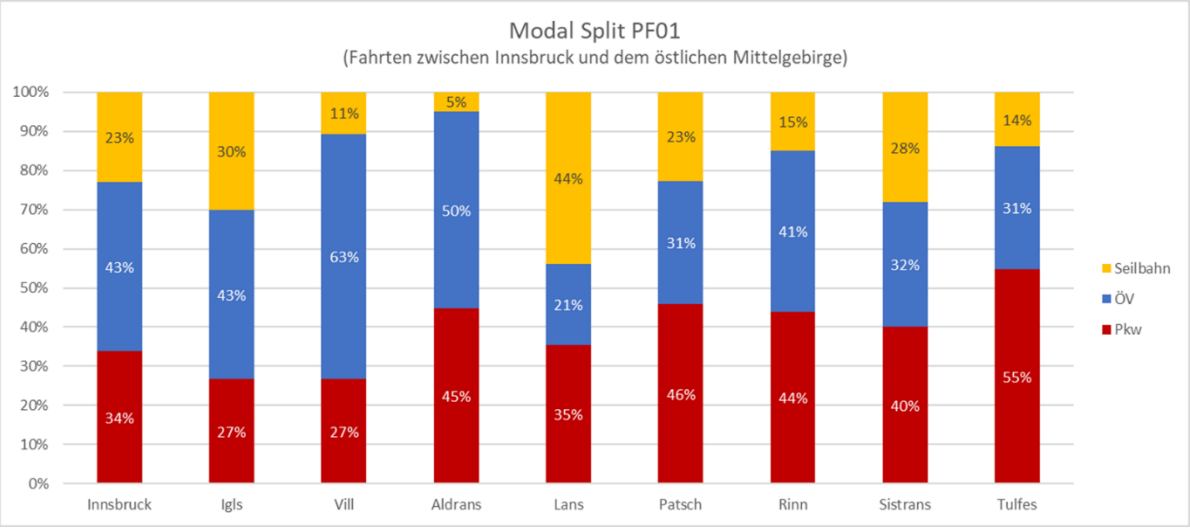


Abb. 49: Modal Split Planfall PF01 für Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge

Weitere Modal Split Auswertungen für den Planfall PF01 finden sich in den nachfolgenden Tabellen wieder (Tab. 102 und Tab. 103). Sämtliche Modal Split Auswertungen beziehen sich auf Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge.

Die differenzierte Betrachtung nach ÖV-Affinität zeigt, dass Personen mit Besitz eines gültigen ÖV-Tickets überwiegend traditionelle öffentliche Verkehrsmittel (61%) oder die Seilbahn (25%) nutzen. Pkw-Fahrten sind in dieser Gruppe mit 14% deutlich seltener. Im Gegensatz dazu bevorzugen Personen ohne ÖV-Ticket zu 56% den Pkw.

Die Analyse nach Beschäftigungsstatus zeigt, dass die Seilbahn von allen Beschäftigungsgruppen im ähnlichen Umfang genutzt wird (zwischen 20% und 21%). Pensionistinnen und Pensionisten greifen mit einem Anteil von 49% am häufigsten auf traditionelle öffentliche Verkehrsmittel zurück, während Berufstätige diese mit 38% am seltensten nutzen. Der Pkw erreicht Anteile zwischen 30% (in Pension) und 41% (berufstätig).

Verkehrsmittel	mit ÖV-Ticket	ohne ÖV-Ticket
Pkw	14%	56%
ÖV	61%	25%
Seilbahn	25%	19%

Tab. 102: Modal Split nach ÖV-Ticket, PF01

Verkehrsmittel	berufstätig	In Ausbildung	in Pension	sonstiges
Pkw	41%	36%	30%	41%
ÖV	38%	43%	49%	39%
Seilbahn	21%	21%	21%	20%

Tab. 103: Modal Split nach Beschäftigung, PF01

6 Zusammenfassung

Eine Machbarkeitsstudie [2] hat dargelegt, dass eine Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge grundsätzlich machbar ist und weiterverfolgt werden soll, im speziellen die Variante Sillpark/Bahnhof – Olympiaworld – Lans – Patscherkofelbahn. Um die Akzeptanz und das Fahrgastpotenzial dieser Seilbahnverbindung abschätzen zu können, wurde eine Mobilitätsbefragung im Einzugsbereich der Seilbahn durchgeführt.

Die Befragung fand im Zeitraum April bis Mai 2023 statt und zeigte eine hohe Beteiligung aus den betroffenen Gemeinden. Von 3.700 Rückläufen wurden etwa 2.790 valide Fragebögen ausgewertet. Die Mehrheit der Befragten hält die Seilbahn für sinnvoll (ca. 70%). Die Seilbahn wird mit Komfort, Pünktlichkeit und Umweltfreundlichkeit assoziiert. Etwa ein Drittel der Befragten würde sie regelmäßig nutzen.

Um detaillierte Aussagen über das Verkehrsmittelwahlverhalten der Personen aus dem Untersuchungsgebiet zu erhalten und die tatsächliche Seilbahn-Nachfrage abschätzen zu können, wurde ein Stated Choice Experiment durchgeführt. Dabei wurden den TeilnehmerInnen mehrere Entscheidungssituationen zur Wahl eines geeigneten Verkehrsmittels gezeigt, wo zwischen den drei Verkehrsmitteln Pkw, Bus und Seilbahn gewählt werden konnte.

Die Ergebnisse der Stated Choice Befragung wurden als Input für die Verkehrsnachfragemodellierung verwendet. Ziel war es, ein Nachfragemodell zu entwickeln, das realistisch vorhersagt, wie sich Personen im Untersuchungsgebiet (Innsbruck und östliches Mittelgebirge) bei der Wahl ihres Verkehrsmittels verhalten würden – insbesondere im Hinblick auf die neue Seilbahnverbindung.

Statt klassischer statistischer Modelle (wie dem Multinomial Logit-Modell) wurde ein neuronales Netz entwickelt und angewendet. Dieses kann auch nicht-lineare Zusammenhänge abbilden und ist besonders geeignet für komplexe Entscheidungsprozesse. Es berücksichtigt Attribute wie Fahrzeit, Kosten, Anzahl Umstiege und Umweltaspekte. Das Modell wurde mit den Daten aus der Befragung trainiert und getestet. Die Interpretation des Modells zeigt, dass die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Wahlentscheidung die Fahrzeit und die Kosten sind. Die Seilbahn zeigt besonders hohe Attraktivität bei kurzen Fahrzeiten und guter Anbindung.

Das trainierte Verkehrsmittelwahlmodell wurde in das Verkehrsmodell Tirol integriert, um die Nachfrage der untersuchten Seilbahnverbindung realistisch abzubilden. Die Modellergebnisse zeigen, dass an einem durchschnittlichen Werktag rund 5.200 Seilbahnfahrten zu erwarten sind. Der Seilbahnabschnitt Patsch-Lans ist mit 300 Fahrten/24h an einem mittleren Werktag kaum belastet, wird jedoch an Wochenenden – insbesondere für Freizeitverkehre – eine relevante Rolle spielen.

Die Umsetzung dieses Seilbahnprojektes erfordert zahlreiche Begleitmaßnahmen, um Push- und Pullfaktoren für die Nutzung der Seilbahn zu etablieren. Die wesentlichsten Maßnahmen sind:

- Neuorganisation des Busverkehrs im östlichen Mittelgebirge (Zubringerbus)
- Ausbau der Fahrradinfrastruktur (insbesondere im Bereich Igls, Vill und Lans)
- Rad- und Fußwegverbindung im Bereich Hauptbahnhof Innsbruck
- Integration der Seilbahn in das ÖPNV-Netz inkl. Tarifsystem

Durch die Seilbahnverbindung sind Entlastungen im motorisierten Individualverkehr auf den Landesstraßen zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge zu erwarten. Die stärksten Entlastungen erfahren die L 32 mit bis zu -2.500 Kfz/24h, die L 38 mit bis zu - 800 Kfz/24h und die L 9 mit bis zu -700 Kfz/24h. Insgesamt verschiebt sich der Modal Split für Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge deutlich zugunsten des öffentlichen Verkehrs.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Eckdaten der Seilbahn [3] 9
Tab. 2: Einwohner und Haushalte im Untersuchungsgebiet, Stand 01.01.2023 [4].....11
Tab. 3: Erwerbspendler:innen innerhalb des Untersuchungsgebietes, Stand 31.10.2021 [5] 12
Tab. 4: Attribute mit Ausprägungen für die Stated Choice Befragung zur Verkehrsmittelwahl.....16
Tab. 5: Attribute mit Ausprägungen für die Stated Choice Befragung zur Zielwahl 17
Tab. 6: Zoneneintelung Untersuchungsgebiet 18
Tab. 7: Quelle-Ziel-Matrix im Untersuchungsgebiet.....19
Tab. 8: Rücklauf Fragebogen schriftlich 26
Tab. 9: Gemeinden nach Anzahl der Teilnehmer absteigend sortiert 27
Tab. 10: Anzahl der verwertbaren Beantwortungen 29
Tab. 11: Übersicht Stichprobe 30
Tab. 12: Geschlechterverteilung in der Stichprobe 32
Tab. 13: überarbeitete Geschlechterverteilung in der Stichprobe.....32
Tab. 14: Altersverteilung in der Stichprobe 32
Tab. 15: Verteilung der Haushaltsmitglieder in der Stichprobe.....33
Tab. 16: Verteilungs des Haushaltseinkommens in der Stichprobe 33
Tab. 17: Verteilung der höchsten Ausbildungsstufe in der Stichprobe 34
Tab. 18: Verteilung der derzeitigen Beschäftigung in der Stichprobe.....34
Tab. 19: Verteilung der Erwerbstätigkeit in der Stichprobe 35
Tab. 20: Verteilung der Erwerbtätigkeit in der Stichprobe nach Altersgruppen.....35
Tab. 21 Verteilung Umfang der Erwerbstätigkeit in der Stichprobe.....35
Tab. 22: Verteilung des Arbeitszeitmodells in der Stichprobe 36
Tab. 23: Verteilung Homeoffice-Möglichkeit in der Stichprobe.....36
Tab. 24: Verteilung kostenloser Parkplatz am Arbeitsplatz in der Stichprobe.....36
Tab. 25: Verteilung Verkehrsmittel zur Arbeit in der Stichprobe 37
Tab. 26: PendlerInnen vom Östlichen Mittelgebirge nach Innsbruck in der Stichprobe 37
Tab. 27: PendlerInnen von Innsbruck ins Östliche Mittelgebirge in der Stichprobe 38
Tab. 28: Verteilung Ausbildung in der Stichprobe 38
Tab. 29: Verteilung Ausbildung in der Stichprobe nach Altersgruppen.....38
Tab. 30: Verteilung Ausbildungstyp in der Stichprobe.....39
Tab. 31: Verteilung Verkehrsmittel zur Ausbildung in der Stichprobe.....39
Tab. 32: Verteilung Führerscheinbesitz in der Stichprobe.....40
Tab. 33: Besitz von Fahrzeugen im Haushalt in der Stichprobe.....40
Tab. 34: Mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt in der Stichprobe.....41
Tab. 35: Motorisierungsgrad in der Stichprobe 41
Tab. 36: Verfügbarkeit von Fahrzeugen in der Stichprobe 41
Tab. 37: Verteilung Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr in der Stichprobe 42
Tab. 38: Verteilung Mitgliedschaften/Registrierungen in der Stichprobe 42
Tab. 39: Verteilung Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle 43
Tab. 40: Verteilung Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in der Stichprobe 44

Tab. 41: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe 45
Tab. 42: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe nach Geschlecht 45
Tab. 43: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Stichprobe nach Altersgruppen....45
Tab. 44: Verteilung Häufigkeit der Nutzung der Seilbahn in der Stichprobe....47
Tab. 45: Eigenschaften einer Seilbahn 47
Tab. 46: Eigenschaften einer Seilbahn nach Geschlecht....48
Tab. 47: Verteilung Wichtigkeit von Umwelt- und Klimaschutz in der Stichprobe 48
Tab. 48: Verteilung Änderung des Mobilitätsverhaltens in der Stichprobe 49
Tab. 49: Grundgesamtheit Östliches Mittelgebirge, Stand 01.01.2023 [4] [12]....50
Tab. 50: Grundgesamtheit Innsbruck, Stand 01.01.2023 [12] 51
Tab. 51: Geschlechterverteilung in der Grundgesamtheit 52
Tab. 52: Altersverteilung in der Grundgesamtheit....52
Tab. 53: Verteilung der Haushaltsmitglieder in der Grundgesamtheit 53
Tab. 54: Verteilungs des Haushaltseinkommens in der Grundgesamtheit 53
Tab. 55: Verteilung der höchsten Ausbildungsstufe in der Grundgesamtheit 53
Tab. 56: Verteilung der derzeitigen Beschäftigung in der Grundgesamtheit....54
Tab. 57: Verteilung der Erwerbstätigkeit in der Grundgesamtheit 54
Tab. 58 Verteilung Umfang der Erwerbstätigkeit in der Grundgesamtheit 55
Tab. 59: Verteilung Homeoffice-Möglichkeit in der Grundgesamtheit....55
Tab. 60: Verteilung kostenloser Parkplatz am Arbeitsplatz in der Grundgesamtheit 55
Tab. 61: Verteilung Verkehrsmittel zur Arbeit in der Grundgesamtheit....56
Tab. 62: Verteilung Ausbildung in der Grundgesamtheit....56
Tab. 63: Verteilung Ausbildungstyp in der Grundgesamtheit 56
Tab. 64: Verteilung Verkehrsmittel zur Ausbildung in der Grundgesamtheit....57
Tab. 65: Verteilung Führerscheinbesitz in der Grundgesamtheit....57
Tab. 66: Mittlere Anzahl an Fahrzeugen im Haushalt in der Grundgesamtheit....58
Tab. 67: Motorisierungsgrad in der Grundgesamtheit 58
Tab. 68: Verteilung Zeitkartenbesitz für den öffentlichen Verkehr in der Grundgesamtheit 58
Tab. 69: Verteilung Häufigkeit der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel in der Grundgesamtheit 59
Tab. 70: Verteilung der Haltung zu einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem Östlichen Mittelgebirge in der Grundgesamtheit 59
Tab. 71: Verteilung Häufigkeit der Nutzung der Seilbahn in der Grundgesamtheit....60
Tab. 72: Verteilung Wichtigkeit von Umwelt- und Klimaschutz in der Grundgesamtheit 60
Tab. 73: Verteilung Änderung des Mobilitätsverhaltens in der Grundgesamtheit 60
Tab. 74: Gewählte Ziele in Innsbruck im State Choice Experiment der Verkehrsmittelwahl....70
Tab. 75: Gewählte Ziele im östlichen Mittelgrbige im State Choice Experiment der Verkehrsmittelwahl....71

Tab. 76: Soziodemographische Variablen 72
Tab. 77: Variabeln Verkehrsmittel....72
Tab. 78: Variable Auslastung mit Label-Kodierung 74
Tab. 79: Variable Beschäftigung mit One-Hot-Kodierung....74
Tab. 80: Variable Beschäftigung mit Entity-Embedding 74
Tab. 81: Zielvariable mit Ausprägungen im Gesamtdatensatz 77
Tab. 82: Trainings-, Validierungs- und Testdatensatz mit Ausprägungen der Zielvariable 77
Tab. 83: Unveränderliche Hyperparameter....80
Tab. 84: Variierende Hyperparameter....81
Tab. 85: Zusammenhang Hyperparameter und Vorhersagegenauigkeit der 100 getesteten Modelle....83
Tab. 86: Hyperparameter Anzahl Schichten (Tiefe) mit erzielter Vorhersagegenauigkeit 84
Tab. 87: Hyperparameter Anzahl Neuronen (Breite) mit erzielter Vorhersagegenauigkeit 84
Tab. 88: Hyperparameter Lernrate mit erzielter Vorhersagegenauigkeit....84
Tab. 89: Hyperparameter Dropoutrate mit erzielter Vorhersagegenauigkeit....84
Tab. 90: Hyperparameter Anzahl Epochen mit erzielter Vorhersagegenauigkeit 85
Tab. 91: Hyperparameter Batchgröße mit erzielter Vorhersagegenauigkeit....85
Tab. 92: Hyperparameter Batch-Normalisierung mit erzielter Vorhersagegenauigkeit .85
Tab. 93: Gewählte Hyperparameter für das neuronale Netzwerk....86
Tab. 94: Kennzahlen Modellqualität....87
Tab. 95: Kennzahlen Modellqualität....87
Tab. 96: Relative Bedeutung der Variablen 90
Tab. 97: Elastizitätskoeffizienten 95
Tab. 98: Variablen Pkw mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix....99
Tab. 99: Variablen Bus mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix....99
Tab. 100: Variablen Seilbahn mit Berechnungsansatz für die Kenngrößenmatrix....100
Tab. 101: Anzahl Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge [DTVw 2019] 103
Tab. 102: Modal Split nach ÖV-Ticket, PF01 107
Tab. 103: Modal Split nach Beschäftigung, PF01 107

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersicht der Varianten mit hervorgehobener Bestvariante [2] 7
Abb. 2: Sektion 1 – City Cable Car [2] 7
Abb. 3: Sektion 2 – Umlaufbahn [2] 8
Abb. 4: Sektion 3 – Umlaufbahn [2] 8
Abb. 5: Untersuchungsgebiet (Kartengrundlage: tirisMaps) 11
Abb. 6: Veranschaulichung der Auslastungszustände im ÖV [9] 14
Abb. 7: Katastralgemeinden von Innsbruck (Kartegrundlage: tirisMaps) 18
Abb. 8: Auszug aus der Software Ngene zur Erstellung eines effizienten Versuchsplans 20
Abb. 9: Beispiel eines Stated Choice Experiment zur Verkehrsmittelwahl 22
Abb. 10: Ziele für die TeilnehmerInnen aus dem östlichen Mittelgebirge 23
Abb. 11: Ziele für die TeilnehmerInnen aus Innsbruck 23
Abb. 12: Beispiel eines Stated Choice Experiment zur Zielwahl 24
Abb. 13: Anzeige auf Facebook seitens der Stadtgemeinde Innsbruck [11] 25
Abb. 14: Herkunft der TeilnehmerInnen innerhalb Österreich (n = 3.594) 26
Abb. 15: Teilnahme am Online-Fragebogen zwischen 30.03.2023 und 30.04.2023 28
Abb. 16: Teilnahmedauer am Online-Fragebogen 28
Abb. 17: Herkunft der Teilnehmer (n = 2.789) 31
Abb. 18: Teilnahmequote(n = 2.789) 31
Abb. 19: Entfernung zur nächsten ÖV-Haltestelle (n = 2.740) 43
Abb. 20: Zustimmung Seilbahn nach Gemeinden bzw. Katastralgemeinden in der Stichprobe (n = 2.789) 46
Abb. 21: Funktionsweise eines Neurons 63
Abb. 22: Neuronales Netz mit 4 Schichten 64
Abb. 23: Aktivierungfunktionen von Neuronalen Netzen [15] 66
Abb. 24: Trainings-, Validierungs- und Testdatensatz [15] 68
Abb. 25: Ablauf Modelltraining [15] 68
Abb. 26: Modelltraining [15] 69
Abb. 27: Variable Alter: die ersten beiden Hauptkomponenten der Embeddings 75
Abb. 28: Variable Haushaltseinkommen: die ersten beiden Hauptkomponenten der Embeddings 76
Abb. 29: Netzwerkarchitektur des neuronalen Netzwerks 79
Abb. 30: Ergebnisse der Hyperparameteroptimierung; Sortierung der Modelle nach Vorhersagegenauigkeit 82
Abb. 31: Konfusionsmatrix 87
Abb. 32: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Pkw 89
Abb. 33: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Bus 89
Abb. 34: Relative Bedeutung der Variablen für das Verkehrsmittel Seilbahn 90
Abb. 35: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Pkw-Fahrzeit 92
Abb. 36: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Pkw-Kosten 92
Abb. 37: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Bus-Fahrzeit 93
Abb. 38: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Bus-Kosten 93
Abb. 39: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zur Seilbahn-Fahrzeit 94

Abb. 40: Entscheidungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit zu den Seilbahn-Kosten ...94
Abb. 41: Methodisches Vorgehen ...97
Abb. 42: Untersuchungsgebiet (gelb = Innsbruck, rot = östliches Mittelgebirge) ...98
Abb. 43: Belastungsplot PF00 [DTVw 2019] ...102
Abb. 44: Belastungsplot PF01 [DTVw 2019] ...103
Abb. 45: Spinne Seilbahn PF01 [DTVw 2019] ...104
Abb. 46: Differenzplot PF00/PF01 im Kfz-Verkehr [DTVw 2019] ...105
Abb. 47: Differenzlplot PF00/PF01 im öffentlichen Verkehr [DTVw 2019] ...105
Abb. 48: Modal Split Planfall PF00 für Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge 106
Abb. 49: Modal Split Planfall PF01 für Fahrten zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge 106

7 Literaturverzeichnis

[1] K. Fallast, M. Fellendorf, M. Haberl, K. Hofer, G. Huber, J. Lebitsch und A. Solymos, „ROPEWAY_POT Potential der Stadtseilbahn im multimodalen Stadtverkehr,“ Graz, 2016.

[2] BERNARD Gruppe ZT GmbH, „Alternative ÖV-Infrastrukturen für den Großraum Innsbruck,“ Hall in Tirol, 2021.

[3] Doppelmayr Seilbahnen GmbH, *Längenschnitt 10-MGD IBK V3 Tivoli-PatschTal TS1,* Wolfurt, 2021.

[4] Statistik Austria, „Bevölkerungsstand nach Gemeinden,“ Wien, 2023.

[5] Statistik Austria, „STATatlas Atlas der Erwerbspendler:innen,“ 2021. [Online]. Available: https://www.statistik.at/atlas/pendler/. [Zugriff am 9 Februar 2024].

[6] Verkehrsverbund Tirol GesmbH, „VVT Routenplaner,“ Verkehrsverbund Tirol GesmbH, [Online]. Available: https://smartride.vvt.at/. [Zugriff am 8 November 2022].

[7] ÖAMTC, „Kilometergeld,“ ÖAMTC, [Online]. Available: https: //www.oeamtc.at/thema/steuern-abgaben/kilometergeld-18183242. [Zugriff am 15 November 2022].

[8] Verkehrsverbund Tirol GesmbH, „VVT Zonenplan,“ Verkehrsverbund Tirol GesmbH, [Online]. Available: https://www.vvt.at/data.cfm?vpath=ma-downloads/tarifinformationen/vvt_zonenplan_122023. [Zugriff am 8 November 2022].

[9] L. Rusterholz.

[10] K. W. Axhausen, „Befragungsmethoden für hypothetische Märkte,“ in *G. Steierwald, H.-D- Künne und W. Vogt (Hrsg.) Stadtverkehrsplanung*, Heidelberg, Springer, 2003.

[11] Stadt Innsbruck, „Facebook,“ [Online]. [Zugriff am 4 April 2023].

[12] Landeshaupstadt Innsbruck, Statistik und Berichtswesen, *Einwohner Innsbruck nach Geschlecht, Alter und Katastralgemeinde, Stand 01.01.2023,* Innsbruck, 2023.

[13] D. McFadden, "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour," *IURD Working Paper Series,* 1972.

[14] GitBook, „Einführung in neuronale Netze,“ [Online]. Available: https://alex-ta.gitbooks.io/einfuhrung-in-neuronale-netze/content/. [Zugriff am 30 Juni 2025].

[15] R. Peharz, "Machine Learning 1," Institute of Machine Learning and Neural Computation, TU Graz, Graz, 2023.

[16] J. Howard, "Fast.Ai," [Online]. Available: https://www.fast.ai/. [Accessed 16 10 2024].

[17] S. Wang, B. Mo and J. Zhao, "Deep neural networks für choice analysis: Architecture design with alternative-spesific utility funcitons," *Transportation Research Part C,* pp. 234-251, 2020.

[18] Z. Zhang, C. Ji, Y. Wang und Y. Yang, „A customized deep neural network approach to intestigate travel mode choice with interpretable utility information,“ *Journal of Advanced Transportation,* 2020.

[19] A. M. Amt der Tiroler Landesregierung, *Verkehrsmodell Tirol,* Innsbruck, 2025.

8 Anhang

Begleitschreiben

Fragebogen Seilbahnstudie

Amt der Tiroler Landesregierung

Abteilung Mobilitätsplanung

Dipl.-Ing. Michael Ernst

Telefon +43 512 508 4089
Fax +43 512 508 744085
mobilitaetsplanung@tirol.gv.at

An einen Haushalt

Geschäftszahl – bei Antworten bitte angeben
MP-ÖV1/743-2023
Innsbruck, 06.04.2023

Befragung zu Seilbahnen als Ergänzung im Öffentlichen Verkehr in Innsbruck – Östliches Mittelgebirge

Sehr geehrte Damen und Herren!

Für eine leicht zugängliche und leistbare Mobilität der Zukunft sollten auch neue Technologien und Verkehrsmittel eingesetzt werden. Seilbahnen können zu den etablierten Fahrzeugen als ergänzendes öffentliches Verkehrsmittel dienen und einen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Eine Studie von Juli 2022 hat dargelegt, dass eine Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge grundsätzlich machbar ist und weiterverfolgt werden soll. Eine mögliche Trasse könnte vom Leipzigerplatz bzw. Hauptbahnhof in Innsbruck über die Olympiaworld und Igls/Lans bis zur Patscherkofelbahn Talstation verlaufen. In einem vom Land Tirol unterstützten Forschungsprojekt der TU Graz wird derzeit das Potenzial von Seilbahnen als Alternative oder Ergänzung zum regionalen öffentlichen Personenverkehr untersucht. Seilbahnen könnten zukünftig wesentliche Beiträge zur Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs und damit zur Erreichung der Klimaziele leisten. Zuvor gilt es aber die Akzeptanz eines derartigen öffentlichen Verkehrsmittels im Alltag zu ermitteln.

Im Rahmen dieser Seilbahnstudie wird eine Befragung im Raum Innsbruck sowie in den Gemeinden des östlichen Mittelgebirges durchgeführt. Hierzu möchten wir Sie bitten, an dieser Befragung teilzunehmen und den beiliegenden Fragebogen vollständig auszufüllen und mit dem beigelegten Rücksendekuvert zu antworten. Es entstehen Ihnen keinerlei Kosten. Alternativ können Sie auch den Online-Fragebogen ausfüllen, unter https://www.umfrageonline.com/s/seilbahnstudie öffnen oder den QR-Code scannen.

Die geltenden Datenschutzbestimmungen werden eingehalten und Ihre Personendaten weder veröffentlicht noch weitergegeben.

Mit den Ergebnissen dieser Befragung wird ein Modell aufgebaut und das Fahrgastpotenzial einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge ermittelt. Sie leisten durch Ihre Mitarbeit und Ihre Meinung einen äußerst wichtigen Beitrag für eine zukunftsorientierte Mobilitätsplanung im Zentralraum Innsbruck.

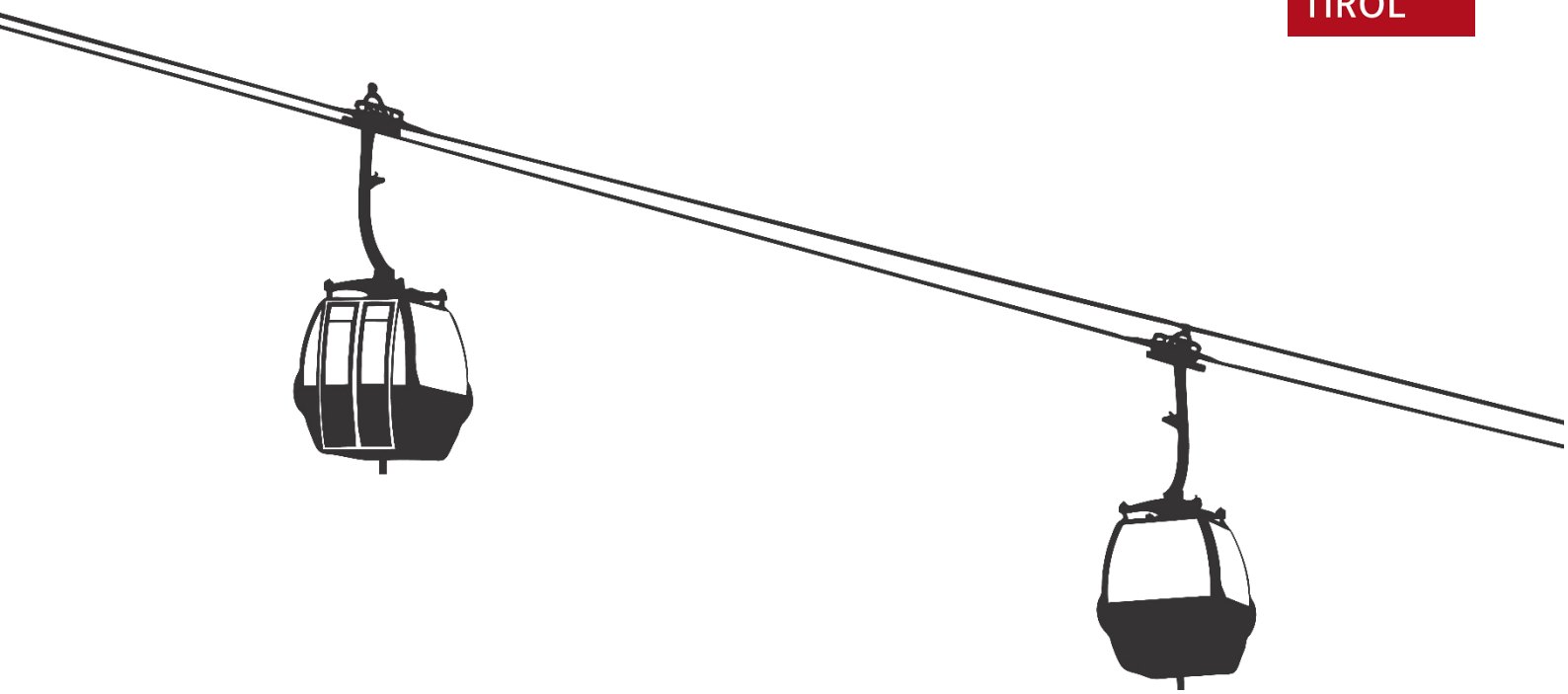
Als Dankeschön können Sie am Ende des Fragebogens an einem Gewinnspiel teilnehmen. Zu gewinnen gibt es ein KlimaTicket Tirol, sowie mehrere Einkaufsgutscheine.

Danke für Ihre Unterstützung!

Mit freundlichen Grüßen



DI Mag. Ekkehard Allinger-Csollich
Vorstand Abteilung Mobilitätsplanung, Land Tirol



SEILBAHNSTUDIE

Innsbruck – Östliches Mittelgebirge

FRAGEBOGEN

INFORMATIONEN ZUR

SEILBAHNSTUDIE

Mit Ihren Angaben helfen Sie uns, das Potenzial einer Seilbahnverbindung zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge abzuschätzen.

Der Erfolg dieser Studie hängt wesentlich von Ihrer Unterstützung ab!

Alle Angaben werden selbstverständlich vertraulich behandelt und anonymisiert ausgewertet.

Für Rückfragen wenden Sie sich bitte an folgende Email-Adresse: alexandra.lechner@tugraz.at

TEILNAHMEMÖGLICHKEITEN:

postalisch

Wir bitten Sie, den ausgefüllten Fragebogen mit dem beiliegenden Rücksendekuvert bis 31.05.2023 kostenfrei an uns zu retournieren:

Amt der Tiroler Landesregierung
Abt. Mobilitätsplanung
Herrengasse 3
6020 Innsbruck

online

Selbstverständlich ist es auch möglich online an der Befragung teilzunehmen.
Gehen Sie hierzu einfach auf:

https://www.umfrageonline.com/s/seilbahnstudie

Oder scannen Sie diesen QR-Code:

ZUM AUSFÜLLEN DES FRAGEBOGENS:

- **Jedes Haushaltsmitglied ab 18 Jahren** darf an der Befragung teilnehmen.
- Pro Haushalt steht ein schriftlicher Fragebogen zur Verfügung.
  Alle weiteren Haushaltsmitglieder können den Fragebogen online ausfüllen.
- Der Fragebogen besteht aus drei Teilen: Fragen zur Person (Teil 1), Fragen zur Verkehrsmittelwahl (Teil 2) und Fragen zur Zielwahl (Teil 3).
- Bei Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, bitte die jeweils **passende Antwort ankreuzen**.

1.1. Geschlecht: ☐ männlich ☒ weiblich ☐ divers

- Bei Fragen mit offenen Antwortfeldern, bitten wir Sie, Ihre **Angaben leserlich einzutragen.**

1.2. Geburtsjahr: *1984*

- Fragen, die die **Seilbahn** betreffen, beziehen sich auf eine **10er-Kabinenbahn** (10 Personen pro Kabine).

HERZLICHEN DANK FÜR IHRE MITHILFE!

Als Dankeschön für Ihre Teilnahme laden wir Sie herzlich zu unserem **Gewinnspiel** ein. Zu gewinnen gibt es ein KlimaTicket Tirol, sowie mehrere Einkaufsgutscheine. Die Teilnahme am Gewinnspiel ist freiwillig.

Für Personen, die schriftlich an der Befragung teilnehmen, erfolgt die Teilnahme mittels beiliegender Gewinnkarte.


SEILBAHNSTUDIE Innsbruck – Östliches Mittelgebirge
GEWINNKARTE
JA, ICH MÖCHTE AM GEWINNSPIEL TEILNEHMEN!

Für Personen, die online mitmachen, erfolgt die Teilnahme am Gewinnspiel ebenfalls online in einem separaten Link am Ende der Befragung.

TEIL 1: FRAGEN ZUR PERSON

1. STATISTISCHE ANGABEN ZUR PERSON

1.1. Geschlecht:

☐ männlich ☐ weiblich ☐ divers

1.2. Geburtsjahr: ✎

1.3. In welcher Gemeinde wohnen Sie?

☐ Innsbruck ☐ Lans ☐ Patsch ☐ Rinn ☐ Sistrans ☐ Tulfes

1.4. Falls Sie in Innsbruck wohnen, in welchem Stadtteil / welcher Katastralgemeinde?

☐ Amras ☐ Hötting ☐ Innsbruck ☐ Pradl ☐ Wilten

☐ Arzl ☐ Igls ☐ Mühlau ☐ Vill ☐ sonstige → ✎

1.5. Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt? ✎ → **davon Personen unter 18 Jahre:** ✎

1.6. Wie hoch ist in etwa Ihr monatliches Haushaltsnettoeinkommen (Summe aller Haushaltsmitglieder)?

☐ < 1.500 € ☐ 1.501 € - 3.000 € ☐ 3.001 € - 4.500 € ☐ 4.501 € - 6.000 € ☐ > 6.000 € ☐ keine Angabe

1.7. Was ist Ihre höchste abgeschlossene Ausbildungsstufe?

☐ (noch) kein Abschluss
☐ Volks-/Hauptschule ohne Lehre
☐ Volks-/Hauptschule mit Lehre, Fachschule
☐ Matura
☐ Hochschule, Universität, Fachhochschule

1.8. Welche Art der Beschäftigung trifft derzeit am ehesten auf Sie zu? *(Mehrfachnennung möglich)*

☐ berufstätig (zusätzlicher Frageblock 2.)
☐ in Ausbildung (zusätzlicher Frageblock 3.)
☐ in Karenz (Kinderbetreuung/Bildung)
☐ Hausfrau/Hausmann
☐ in Pension
☐ Präsenz-/Zivildiener*in
☐ auf Arbeitssuche

2. ERWERBSTÄTIGKEIT (nur auszufüllen, wenn Frage 1.8. mit „berufstätig“ beantwortet wurde)

2.1. Umfang der Erwerbstätigkeit

☐ Vollzeit beschäftigt (mind. 32 h/Woche) ☐ Teilzeit beschäftigt (weniger als 32 h/Woche)

2.2. Arbeitszeitmodell

☐ feste Arbeitszeiten ☐ Schichtarbeit ☐ Gleitzeit ☐ freie Zeitwahl

2.3. Haben Sie die Möglichkeit, einen Teil Ihrer Arbeit von zu Hause aus zu erledigen (Homeoffice)? ☐ ja ☐ nein

2.4. Steht Ihnen am Arbeitsplatz kostenlos ein Parkplatz zur Verfügung? ☐ ja ☐ nein

2.5. Liegt Ihre Arbeitsstätte in Innsbruck? ☐ ja ☐ nein → Gemeinde: ✎

2.6. Falls Ihre Arbeitsstätte in Innsbruck liegt, in welchem Stadtteil / welcher Katastralgemeinde liegt sie?

☐ Amras ☐ Hötting ☐ Innsbruck ☐ Pradl ☐ Wilten

☐ Arzl ☐ Igls ☐ Mühlau ☐ Vill ☐ sonstige → ✎

2.7. Welches Verkehrsmittel verwenden Sie normalerweise, um zu Ihrer Arbeitsstätte zu gelangen?

☐ Pkw als Lenker*in ☐ Pkw als Mitfahrer*in ☐ Öffentliche Verkehrsmittel ☐ Moped/Motorrad ☐ Fahrrad E-Bike ☐ Scooter E-Scooter ☐ zu Fuß

3. AUSBILDUNG (nur auszufüllen, wenn Frage 1.8. mit „in Ausbildung“ beantwortet wurde)

3.1. Ausbildungstyp:

☐ Schüler*in ☐ Lehrling ☐ Student*in (Uni, FH) ☐ andere Bildungseinrichtung → Welche? ✎

3.2. Liegt Ihre Ausbildungsstätte in Innsbruck? ☐ ja ☐ nein → Gemeinde: ✎

3.3. Falls Ihre Ausbildungsstätte in Innsbruck liegt, in welchem Stadtteil / welcher Katastralgemeinde liegt sie?

☐ Amras ☐ Hötting ☐ Innsbruck ☐ Pradl ☐ Wilten

☐ Arzl ☐ Igls ☐ Mühlau ☐ Vill ☐ sonstige → ✎

3.4. Welches Verkehrsmittel verwenden Sie normalerweise, um zu Ihrer Ausbildungsstätte zu gelangen?

☐ Pkw als Lenker*in ☐ Pkw als Mitfahrer*in ☐ Öffentliche Verkehrsmittel ☐ Moped/Motorrad ☐ Fahrrad E-Bike ☐ Scooter E-Scooter ☐ zu Fuß

4. MOBILITÄTSVERHALTEN

4.1. Welche der folgenden Führerscheinklassen besitzen Sie?

☐ Moped/Motorrad ☐ Pkw ☐ keine der angegebenen

4.2. Wie viele der folgenden Fahrzeuge gibt es in Ihrem Haushalt?

funktionsfähige Fahrräder: ____ → davon Elektrofahrräder: ____

Scooter: ____ → davon Elektroscooter: ____

Mopeds/Motorräder: ____ → davon Elektromopeds/Elektromotorräder: ____

Pkw: ____ → davon Hybrid-Pkw: ____

→ davon Elektro-Pkw: ____

4.3. Wie häufig stehen Ihnen folgende Fahrzeuge zur Verfügung?

Fahrrad (inkl. Elektrofahrräder):	☐ jederzeit	☐ teilweise bzw. nach Absprache	☐ nie
Scooter (inkl. Elektroscooter):	☐ jederzeit	☐ teilweise bzw. nach Absprache	☐ nie
Moped/Motorrad (inkl. Elektrom.):	☐ jederzeit	☐ teilweise bzw. nach Absprache	☐ nie
Pkw (unabhängig von der Antriebsart):	☐ jederzeit	☐ teilweise bzw. nach Absprache	☐ nie

4.4. Besitzen Sie eine der folgenden Zeitkarten für den öffentlichen Verkehr?

☐ KlimaTicket Österreich ☐ Ticket für Innsbruck (KlimaTicket, Semesterticket)

☐ Ticket für ganz Tirol (KlimaTicket, Schul- und Lehrticket, Semesterticket) ☐ keines dieser Tickets

4.5. Haben Sie eine Registrierung/Mitgliedschaft bei …

☐ Car-Sharing (für Tirol) ☐ Stadtrad Innsbruck ☐ Leihanbieter für E-Scooter ☐ keine dieser Registrierungen

4.6. Wie weit ist die nächste Haltestelle des öffentlichen Verkehrs zu Fuß von Ihrer Wohnung entfernt?

etwa ____ Minuten

4.7. Wie häufig nutzen Sie den öffentlichen Verkehr?

☐ täglich ☐ mehrmals pro Woche ☐ mehrmals pro Monat ☐ seltener ☐ nie

5. SEILBAHNEN IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

5.1. Halten Sie eine Seilbahn zwischen Innsbruck und dem östlichen Mittelgebirge als Ergänzung zum öffentlichen Personenverkehr für sinnvoll?

☐ ja ☐ nein

5.2. Wie oft würden Sie eine solche Seilbahn in Ihrem Alltag, z.B. auf dem Weg zur Arbeit, nutzen?

☐ täglich ☐ mehrmals pro Woche ☐ mehrmals pro Monat ☐ seltener ☐ nie

5.3. Welche Eigenschaften verbinden Sie mit einer Seilbahn als öffentliches Verkehrsmittel?

	trifft voll und ganz zu	trifft eher zu	trifft teilweise zu	trifft eher nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
Fahrkomfort	☐	☐	☐	☐	☐
Sicherheit	☐	☐	☐	☐	☐
Pünktlichkeit	☐	☐	☐	☐	☐
Höhenangst	☐	☐	☐	☐	☐
Platzangst	☐	☐	☐	☐	☐
umweltfreundlich	☐	☐	☐	☐	☐
ist staufrei	☐	☐	☐	☐	☐
stört Landschaftsbild	☐	☐	☐	☐	☐
macht Lärm	☐	☐	☐	☐	☐
benötigt viel Fläche	☐	☐	☐	☐	☐
ist windanfällig	☐	☐	☐	☐	☐

5.4. Wie wichtig ist Ihnen der Umwelt- und Klimaschutz?

☐ sehr wichtig ☐ wichtig ☐ eher wichtig ☐ nicht wichtig ☐ gar nicht wichtig

5.5. Sind Sie bereit Ihr Mobilitätsverhalten zu ändern, um dadurch CO_2-Emissionen einzusparen?

☐ ja ☐ nein ☐ vielleicht ☐ nicht möglich, weil ____

TEIL 2: VERKEHRSMITTELWAHL

Wir zeigen Ihnen auf den nachfolgenden Seiten mehrere Entscheidungssituationen zur **Wahl eines geeigneten Verkehrsmittels.** Die einzelnen Situationen unterscheiden sich in Fahrzeit, Kosten, Auslastung und einigen anderen Einflussgrößen.

Entscheiden Sie sich bitte jeweils für das Verkehrsmittel, das für Sie am besten ist!

Detailerläuterungen zu den Entscheidungssituationen:

Die Ihnen zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel unterscheiden sich in Bezug auf folgende Eigenschaften:

- die insgesamt für das Zurücklegen des Weges benötigte Zeit:
  - beim Pkw aufgeteilt in die reine Fahrzeit sowie in die Zugangszeit zum Fahrzeug/Parkplatz und in die Abgangszeit vom Fahrzeug/Parkplatz zum Ziel
  - beim Bus aufgeteilt in die gesamte Fahrzeit (inkl. Umsteigezeit) sowie in die Zugangszeit zur Einstiegshaltestelle und in die Abgangszeit von der Ausstiegshaltestelle zum Ziel
  - bei der Seilbahn aufgeteilt in die reine Fahrzeit sowie in die Zugangszeit zur Einstiegshaltestelle und in die Abgangszeit von der Ausstiegshaltestelle zum Ziel. Sollte für den Weg zusätzlich ein öffentliches Verkehrsmittel erforderlich sein (z.B. Stadtbus in Innsbruck), wird diese Fahrzeit separat angegeben. Die Umsteigezeit wird auf beide Verkehrsmittel (Seilbahn und Bus) aufgeteilt.
- die Kosten des Weges:
  - die fixen und variablen Kosten beim Pkw
    (z.B. Sprit, Mautgebühren, Parkgebühren, Wertverlust, Wartungen, Reparaturen, Steuern usw.)
  - die Kosten für ein Einzelticket im öffentlichen Verkehr (Bus und Seilbahn)
- im öffentlichen Verkehr (Bus und Seilbahn) die Anzahl der Umsteigevorgänge sowie die Auslastung des Fahrzeuges
- beim Pkw und beim Bus die Häufigkeit der Fahrten, bei welchen aufgrund eines erhöhten Verkehrsaufkommens eine Verspätung in Kauf genommen werden muss, sowie die Dauer dieser Verspätung
- der ökologische Fußabdruck (CO_2-Ausstoß)

Auslastungszustände:

Die Auslastungszustände in den öffentlichen Verkehrsmitteln können Sie sich wie folgt vorstellen:



© L. Rusterholz

gering | mittel | hoch | überlastet

WEG 1

Stellen Sie sich nun vor, Sie fahren **von Lans** nach Innsbruck **ins Einkaufszentrum Sillpark**. Für diesen Weg stehen Ihnen drei Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Seilbahn) zur Verfügung. Angenommen der Weg mit der Seilbahn ist ohne Umstieg möglich.

Entscheiden Sie sich bitte in den nachfolgenden **4 Entscheidungssituationen** für genau ein Verkehrsmittel.

SITUATION 1

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?	 **Pkw**	 **Bus**	 **Seilbahn**
Gesamtzeit:	**26 min**	**20 min**	**28 min**
- Zugangszeit:	2 min	1 min	6 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	21 min	18 min	16 min
- Abgangszeit:	3 min	1 min	6 min
Kosten:	**2,80 €**	**3,20 €**	**2,20 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**0**	**0**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 2te Fahrt**	**jede 2te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**5 min**	**3 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**überlastet**	**mittel**
Ökologischer Fußabdruck:	**0,97 kg CO_2**	**0,35 kg CO_2**	**0,15 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 2

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?	 **Pkw**	 **Bus**	 **Seilbahn**
Gesamtzeit:	**19 min**	**19 min**	**25 min**
- Zugangszeit:	1 min	2 min	6 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	12 min	15 min	17 min
- Abgangszeit:	6 min	2 min	2 min
Kosten:	**3,50 €**	**3,20 €**	**2,20 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**1**	**0**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 10te Fahrt**	**jede 10te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**3 min**	**5 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**mittel**	**gering**
Ökologischer Fußabdruck:	**0,97 kg CO_2**	**0,35 kg CO_2**	**0,15 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 3

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?			
	Pkw	**Bus**	**Seilbahn**
Gesamtzeit:	**20 min**	**25 min**	**16 min**
- Zugangszeit:	2 min	3 min	2 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	16 min	20 min	12 min
- Abgangszeit:	2 min	2 min	2 min
Kosten:	**3,80 €**	**2,70 €**	**2,70 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**0**	**0**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 10te Fahrt**	**jede 2te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**8 min**	**5 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**mittel**	**überlastet**
Ökologischer Fußabdruck:	**0,97 kg CO_2**	**0,35 kg CO_2**	**0,15 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 4

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?			
	Pkw	**Bus**	**Seilbahn**
Gesamtzeit:	**20 min**	**26 min**	**26 min**
- Zugangszeit:	3 min	1 min	6 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	13 min	24 min	14 min
- Abgangszeit:	4 min	1 min	6 min
Kosten:	**3,50 €**	**2,70 €**	**3,00 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**0**	**0**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 5te Fahrt**	**jede 5te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**5 min**	**3 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**gering**	**hoch**
Ökologischer Fußabdruck:	**0,97 kg CO_2**	**0,35 kg CO_2**	**0,15 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

WEG 2

Stellen Sie sich nun vor, Sie fahren **von Lans** nach Innsbruck **in die Klinik**. Für diesen Weg stehen Ihnen drei Verkehrsmittel (Pkw, Bus, Seilbahn) zur Verfügung. Angenommen der Weg mit der Seilbahn beinhaltet einen Umstieg von der Seilbahn auf die öffentlichen Verkehrsmittel in Innsbruck.

Entscheiden Sie sich bitte in den nachfolgenden **4 Entscheidungssituationen** für genau ein Verkehrsmittel.

SITUATION 1

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?	 **Pkw**	 **Bus**	 **Seilbahn**
Gesamtzeit:	**25 min**	**43 min**	**21 min**
- Zugangszeit:	3 min	3 min	2 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	16 min	28 min	9 min (Seilbahn) 9 min (Bus)
- Abgangszeit:	6 min	12 min	1 min
Kosten:	**3,40 €**	**2,20 €**	**3,20 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**0**	**1**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 2te Fahrt**	**jede 2te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**3 min**	**3 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**gering**	**mittel**
Ökologischer Fußabdruck:	**1,17 kg CO_2**	**0,48 kg CO_2**	**0,20 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 2

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?	 **Pkw**	 **Bus**	 **Seilbahn**
Gesamtzeit:	**18 min**	**22 min**	**32 min**
- Zugangszeit:	3 min	1 min	6 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	13 min	17 min	15 min (Seilbahn) 9 min (Bus)
- Abgangszeit:	2 min	4 min	2 min
Kosten:	**4,40 €**	**3,40 €**	**2,20 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**1**	**1**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 10te Fahrt**	**jede 2te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**5 min**	**6 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**hoch**	**mittel**
Ökologischer Fußabdruck:	**1,17 kg CO_2**	**0,48 kg CO_2**	**0,20 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 3

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?			
	Pkw	**Bus**	**Seilbahn**
Gesamtzeit:	**18 min**	**41 min**	**31 min**
- Zugangszeit:	3 min	1 min	6 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	13 min	28 min	15 min (Seilbahn) 9 min (Bus)
- Abgangszeit:	2 min	12 min	1 min
Kosten:	**3,40 €**	**2,80 €**	**2,80 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**0**	**1**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 5te Fahrt**	**jede 10te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**3 min**	**9 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**gering**	**hoch**
Ökologischer Fußabdruck:	**1,17 kg CO_2**	**0,48 kg CO_2**	**0,20 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

SITUATION 4

Welches Verkehrsmittel würden Sie wählen, um an Ihr Ziel zu kommen?			
	Pkw	**Bus**	**Seilbahn**
Gesamtzeit:	**30 min**	**20 min**	**25 min**
- Zugangszeit:	2 min	3 min	2 min
- Fahrzeit im Fahrzeug:	22 min	14 min	12 min (Seilbahn) 9 min (Bus)
- Abgangszeit:	6 min	3 min	2 min
Kosten:	**2,50 €**	**2,80 €**	**2,70 €**
Anzahl Umstiege:	**-**	**1**	**1**
Verspätungswahrscheinlichkeit:	**jede 2te Fahrt**	**jede 10te Fahrt**	**-**
Verspätungsdauer:	**min**	**9 min**	**-**
Auslastung:	**-**	**hoch**	**gering**
Ökologischer Fußabdruck:	**1,17 kg CO_2**	**0,48 kg CO_2**	**0,20 kg CO_2**
Ich entscheide mich für…	☐	☐	☐

TEIL 3: ZIELWAHL

In diesem Teil des Fragebogens geht es um die **Wahl eines Zieles**. Wir möchten abwägen, ob Sie durch eine Seilbahn in Ihrer Zielwahl beeinflusst werden. Hierzu zeigen wir Ihnen wiederum mehrere Entscheidungssituationen, welche sich in Fahrzeit, Kosten und Anzahl Umstiege unterscheiden.
Entscheiden Sie sich bitte jeweils für das Ziel, das Sie bevorzugen würden!

EINKAUFSZIEL:

Stellen Sie sich nun vor, Sie fahren **von Lans für einen Einkaufsbummel nach Innsbruck**. Zur Auswahl stehen die zwei Einkaufszentren **DEZ** (erreichbar mit Pkw oder Bus) und **Sillpark** (gut erreichbar mit der Seilbahn). Angenommen der Weg mit der Seilbahn ist ohne Umstieg möglich.

Entscheiden Sie sich bitte in den nachfolgenden **3 Entscheidungssituationen** für genau ein Ziel.

SITUATION 1

Welches Ziel würden Sie wählen?	DEZ (Pkw)	DEZ (Bus)	Sillpark
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	26 min	20 min	30 min
Kosten:	2,20 €	3,40 €	2,20 €
Anzahl Umstiege:	-	1	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

SITUATION 2

Welches Ziel würden Sie wählen?	DEZ (Pkw)	DEZ (Bus)	Sillpark
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	26 min	27 min	15 min
Kosten:	3,60 €	2,20 €	3,40 €
Anzahl Umstiege:	-	0	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

SITUATION 3

Welches Ziel würden Sie wählen?	DEZ (Pkw)	DEZ (Bus)	Sillpark
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	18 min	32 min	25 min
Kosten:	4,40 €	2,20 €	3,20 €
Anzahl Umstiege:	-	1	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

FREIZEITZIEL:

Stellen Sie sich nun vor, Sie fahren **von Lans zu einer Abend-/Freizeitveranstaltung nach Innsbruck**. Zur Auswahl stehen die zwei Veranstaltungszentren **Kongresshaus** (erreichbar mit Pkw oder Bus) und **Olympiaworld** (gut erreichbar mit der Seilbahn). Angenommen der Weg mit der Seilbahn ist ohne Umstieg möglich.

Entscheiden Sie sich in den nachfolgenden **3 Entscheidungssituationen** für genau ein Ziel.

SITUATION 1

Welches Ziel würden Sie wählen?	congress messe innsbruck	congress messe innsbruck	INNS' BRUCK OLYMPIA WORLD
	Kongresshaus (Pkw)	**Kongresshaus (Bus)**	**Olympiaworld**
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	24 min	35 min	18 min
Kosten:	2,90 €	2,20 €	3,50 €
Anzahl Umstiege:	-	0	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

SITUATION 2

Welches Ziel würden Sie wählen?	congress messe innsbruck	congress messe innsbruck	INNS' BRUCK OLYMPIA WORLD
	Kongresshaus (Pkw)	**Kongresshaus (Bus)**	**Olympiaworld**
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	31 min	28 min	20 min
Kosten:	3,80 €	2,20 €	3,20 €
Anzahl Umstiege:	-	0	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

SITUATION 3

Welches Ziel würden Sie wählen?	congress messe innsbruck	congress messe innsbruck	INNS' BRUCK OLYMPIA WORLD
	Kongresshaus (Pkw)	**Kongresshaus (Bus)**	**Olympiaworld**
Verkehrsmittel:	Pkw	Bus	Seilbahn
Gesamtzeit:	21 min	21 min	30 min
Kosten:	4,20 €	2,70 €	2,20 €
Anzahl Umstiege:	-	1	0
Ich entscheide mich für...	☐	☐	☐

VIELEN **DANK**

für Ihren Beitrag zur Seilbahnstudie!

Fragebogen bitte hier falten!

Wir bitten Sie, den ausgefüllten Fragebogen mittels beiliegendem Rücksendekuvert an uns zu retournieren.
Hierzu muss der Fragebogen einmal in der Mitte gefaltet werden.

Wenn Sie auch am Gewinnspiel teilnehmen möchten, bitte beiliegende Gewinnkarte ausfüllen, in das eigens dafür vorgesehene Kuvert geben und mitschicken.

Sollten Sie Fragen haben, können Sie sich gerne an folgende Email-Adresse wenden:
alexandra.lechner@tugraz.at

TU Graz