



Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Kanton Graubünden

März 2017



Kanton Graubünden
Chantun Grischun
Cantone dei Grigioni

Impressum

Herausgeber

Amt für Energie und Verkehr Graubünden (AEV)

Rohanstrasse 5, 7001 Chur

Tel. +41 81 257 36 24

Arbeitsgruppe

Erich Büsser (AEV)

erich.buesser@aev.gr.ch

Patrik Herrmann (TBA)

patrik.herrmann@tba.gr.ch

Georg Thomann (ANU)

georg.thomann@anu.gr.ch

Michael Huber (HBA)

michael.huber@hba.gr.ch

Peter Oberholzer (TBA Langsamverkehr)

Peter.Oberholzer@tba.gr.ch

Berichtverfasser

Repower AG

Via da Clalt 307, 7742 Poschiavo

Tel. +41 81 839 71 11

Karl Thoma

karl.thoma@repower.com

Tao Krauspe

tao.krauspe@repower.com

Ingo Schönwandt

ingo.schoenwandt@repower.com

Matthias Kohler

matthias.kohler@repower.com

In Zusammenarbeit mit

Ernst Basler+Partner AG

Zollikerstrasse 65, 8702 Zollikon

Protoscar SA

Via Ronchi 18, 6821 Rovio

© AEV 2017

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und wichtige Begriffe	IV
Masterplan in Kürze	VI
Curta survista dal masterplan	X
Brevi cenni sul masterplan	XIV
1 Ausgangslage und Einleitung	1
1.1 Auftrag und Zielsetzung.....	3
1.2 Aufbau des Masterplans und methodisches Vorgehen.....	3
2 Bestandesaufnahme E-Mobilität Graubünden	4
2.1 Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb	4
2.1.1 Neuzulassungen Elektrofahrzeuge	5
2.1.2 Anteil Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand.....	5
2.1.3 Bestand Elektrofahrzeuge nach Regionen.....	6
2.1.4 Elektroautomodelle.....	7
2.2 Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur.....	10
2.2.1 Ladestandorte nach Ladeleistung	10
2.2.2 Ladestandort-Stecker-Verbreitung	11
2.2.3 Ladestandorte mit und ohne Einschränkungen	14
2.2.4 Ladestandorte nach Regionen	16
3 Entwicklungsszenarien Graubünden bis 2035	17
3.1 Methodisches Vorgehen	18
3.1.1 Input-Daten und Annahmen für die Berechnung.....	18
3.2 Elektrofahrzeug-Neuwagenmarkt und Gesamtbestand der Personenwagen im Kanton Graubünden bis 2035	23
3.3 Einfluss von ausserkantonalen Fahrzeugen.....	26
4 Bedarfsermittlung der Ladeinfrastruktur Graubünden bis 2035	27
4.1 Methodisches Vorgehen	27
4.1.1 Beschreibung der Ladekategorien.....	29
4.1.2 Inputdaten und Annahmen für die Berechnung	30
4.2 Resultate der Quantifizierung der Ladestationen	32
4.2.1 Kantonale Resultate	32
4.2.2 Regionale Resultate	35
5 Geschäftsmodelle nach Segmenten	41
5.1 Methodisches Vorgehen	41
5.1.1 Inputdaten und Annahmen für die Berechnung	43
5.2 Resultate und Beschreibung der Geschäftsmodelle pro Ladekategorie und Segment	44
5.2.1 Langsam-Laden	44
5.2.2 Beschleunigt-Laden.....	49
5.2.3 Schnell-Laden.....	61
5.2.4 Hochleistungsschnell-Laden.....	65
5.3 Zusammenfassung Geschäftsmodelle Ladeinfrastruktur nach Segmenten.....	69

6	Entwicklung E-Bike-Markt und Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Graubünden	71
6.1	E-Bikes in der Schweiz und in Graubünden	71
6.2	Ladeinfrastruktur für E-Bikes	73
6.3	Finanzielle Betrachtung E-Bike Ladeinfrastruktur	74
6.4	E-Bike-Ladeinfrastruktur – Angebot und Nachfrage in Graubünden	75
6.4.1	<i>Regionale Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur</i>	76
6.4.2	<i>Regionales Angebot von E-Bike-Ladeinfrastruktur</i>	77
6.4.3	<i>Überregionale Zusammenarbeit für E-Bike-Ladeinfrastrukturaufbau</i>	78
7	Konkrete Handlungsempfehlungen und Ratschläge	80
	Literaturverzeichnis	85
	Abbildungsverzeichnis	87
	Tabellenverzeichnis	89
	Anhang 1: Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur Graubünden	90
	Anhang 2: Entwicklung Elektrofahrzeuge Graubünden	99
	Anhang 3: Kantonale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Ladekategorien und Regionen	100
	Anhang 4: Kantonale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Ladekategorie und Segmenten	102
	Anhang 5: Regionale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Segmenten und Regionen	104

Abkürzungen und wichtige Begriffe

A	Ampere
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
AEV	Amt für Energie und Verkehr
ANU	Amt für Natur und Umwelt
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AWT	Amt für Wirtschaft und Tourismus
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAU	Business-As-Usual-Szenario
BEV	Battery Electric Vehicle (Batterie-elektrische Fahrzeuge)
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
CAPEX	Capital Expenditures (Investitionskosten)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
COM	Connected-Mobility-Szenario
DB	Deckungsbeitrag
DC	Direct Current (Gleichstrom)
E-Bikes	Elektrofahrräder
EBP	Ernst Basler+Partner AG
EFF	Efficiency-Szenario
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GR	Graubünden
HBA	Hochbauamt
HEV	Hybrid Electric Vehicle (hybridelektrische Fahrzeuge ohne Stecker)
km	Kilometer
KPI	Key Performance Indicator (Leistungsindikator)
kVA	Kilovoltampere
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde

Ladepunkt	Der Begriff bezieht sich auf die effektive Anzahl Steckdosen oder Stecker an einer Ladestation
Ladestandort	Ein Ladestandort beschreibt einen Ort mit mindestens einem Stellplatz für Elektroautos und mindestens einer Ladestation
Ladestation	Eine Ladestation, meist in Form von Wandladeboxen oder alleinstehenden Ladesäulen, ist eine stationäre elektrische Anlage zum Laden von akkubetriebenen Elektrofahrzeugen per Steckerverbindung
MAX	Maximales Szenario
MED	Mittleres Szenario
MIN	Minimales Szenario
OPEX	Operational Expenditures (Betriebskosten)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
P+R	Park+Ride/Rail
PBP	Payback Period (Amortisationsdauer)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Plug-in-hybridelektrische Fahrzeuge)
PKW	Personenkraftwagen
REEV	Range Extended Electric Vehicle (Plug-in-hybridelektrische Fahrzeuge mit Range Extender)
Rol	Return on Investment (Investmentrendite)
SOC	State of charge (Ladezustand der Batterie)
StVA	Strassenverkehrsamt
TA-SWISS	Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung
TBA	Tiefbauamt
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
V	Volt
VSEI	Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen
Wh	Wattstunde
Z&Z	Zugangs- und Zahlungssystem
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

Masterplan in Kürze

Elektromobilität ist kein Hype, sondern ein Trend und wird sich in absehbarer Zukunft von einer Nische zu einem Massenphänomen mit erheblichem Volumen entwickeln. Elektroautos gelten als Hoffnungsträger eines weniger umweltbelastenden Mobilitätsverhaltens; eine Vielzahl von weiteren Vorteilen führt zu immer mehr Elektrofahrzeugen auf globaler, aber auch nationaler Ebene. Weltweit waren im Jahr 2015 rund 1,3 Millionen Elektroautos immatrikuliert, was einer globalen Steigerung von 73 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht, und auch in der Schweiz stieg die Zahl der Elektroautos in der Vergangenheit stetig. Der absolute Bestand lag Ende 2015 bei rund 13 000 immatrikulierten Fahrzeugen; der Anteil der Elektrofahrzeuge an den gesamtschweizerischen Neuzulassungen betrug 1,56 %. Bis zum Jahr 2035 soll sich dieser Anteil auf 42,36 % ausweiten, sodass knapp jede zweite Autoneuzulassung ein Elektrofahrzeug sein wird. Der prognostizierte Personenwagenbestand in der Schweiz für das Jahr 2035 liegt bei rund 1 275 000 Elektroautos.

Vor diesem Hintergrund sollen gemäss Regierungsbeschluss des Kantons Graubünden vom 8. September 2015 mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Graubünden die Aktivitäten zum Aufbau von Infrastrukturen für das Aufladen von Elektrofahrzeugen im Kanton koordiniert und unterstützt werden. Die behandelten Themenschwerpunkte und Ergebnisse im Rahmen des Masterplans werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Bestandesaufnahme E-Mobilität Graubünden

Kapitel 2 beleuchtet den aktuellen Ist-Zustand der Anzahl Elektroautos und die Beschaffenheit der Ladeinfrastruktur im Kanton Graubünden. Im Vergleich liegt Graubünden im Hinblick auf die Marktdurchdringung der Elektromobilität Ende 2015 nur leicht hinter dem schweizweiten Durchschnitt. Mit 1,55 % Anteil der Elektroautos an den Neuzulassungen und 0,27 % Anteil Elektroautos am Gesamtbestand aller kantonal immatrikulierten Autos sind die jährlichen Zuwächse im Vergleich zu den Vorjahren zwar stark steigend, die absoluten Zahlen aber noch überschaubar. Rund 360 Elektroautos waren Ende 2016 in Graubünden immatrikuliert. Der Mitsubishi Outlander 4x4 Plug-in-Hybrid, der Renault Zoe und verschiedene Modelle des Herstellers Tesla zählen zu den kantonalen Topsellern. Gemäss der Analyse des Ist-Zustandes der kantonalen Ladeinfrastruktur können an 85 Standorten in Graubünden Elektroautos geladen werden. Die technologischen Eigenschaften wie die verfügbare Ladeleistung, die Steckvorrichtung oder die Netzwerkfähigkeit entsprechen allerdings nicht durchgängig den heutigen Ansprüchen. Zudem sind nur rund 50 % der registrierten Ladestandorte ohne Einschränkung durch Elektroautofahrer nutzbar. Der Blick auf die regionale Verteilung zeigt zudem, dass die Regionen Graubündens starke Unterschiede im Hinblick auf die Anzahl der Ladestandorte aufweisen und heute noch Versorgungslücken bestehen.

Entwicklung der E-Fahrzeuge Graubünden bis 2035

Kapitel 3 geht der Frage nach, wie sich die Zahl der Elektroautos konkret im Kanton Graubünden entwickeln wird. Die drei Szenarien BAU (Business As Usual), EFF (Effi-

ciency) und COM (Connected Mobility) bilden die Marktläufe zahlenmässig in Jahresritten von 2016 bis zum Jahr 2035 ab. Im Jahr 2035 wird der Anteil Elektrofahrzeuge am Neuwagenmarkt im mittleren EFF-Szenario bei rund 31 % liegen und 26 000 Elektrofahrzeuge werden im Kanton Graubünden zugelassen sein. Hinzu kommen ausserkantonale Elektrofahrzeuge von Besuchern und Durchreisenden aus dem In- und Ausland.

Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur Graubünden bis 2035

Kapitel 4 prognostiziert in Abhängigkeit von den kantonalen Elektrofahrzeugentwicklungsszenarien und weiteren Faktoren den zukünftigen Bedarf an Ladeinfrastruktur im Kanton Graubünden bis zum Jahr 2035. Ziel war zum einen abzubilden, wie viele Ladestationen zukünftig im Kanton Graubünden benötigt werden und gleichermassen eine Aufteilung der Ladestationen pro Segment und pro Region vorzunehmen. Während im Jahr 2020 der Bestand an Ladestationen je nach Szenario zwischen ungefähr 580 und 720 angenommen wird, werden im Jahr 2035 bereits zwischen 4560 und 8800 Ladestationen für den Kanton Graubünden prognostiziert. Der Grossteil des Ladebedarfs kann dabei durch Ladestationen der Kategorie Langsam- und Beschleunigt-Laden gedeckt werden. Obwohl die Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden relativ gesehen einen kleinen Anteil ausmachen, liegt die prognostizierte Anzahl der Ladestationen dieser Kategorie im mittleren EFF-Szenario dennoch bei rund 100 im Jahr 2035. Im regionalen Vergleich werden die Ladestationen insbesondere in verkehrsreichen und stärker bevölkerten Regionen erwartet. Im Sinne des „Service-Public“ und aufgrund der besonderen soziografischen, klimatischen und topografischen Standortbedingungen des Kantons ist darauf zu achten, dass alle Regionen des Kantons von einer gut ausgebauten Ladeinfrastruktur gleichermassen profitieren können.

Geschäftsmodelle für Ladestationsbetreiber unterschiedlicher Segmente

In Kapitel 5 werden, aufbauend auf der Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur für den Kanton Graubünden bis 2035, mögliche Geschäftsmodelle für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastrukturen für die identifizierten Segmente Hotels und Kurbetriebe, Restaurants, Einkaufszentren, Grossparkplätze (P+R/Parkhäuser/Tiefgaragen), Skigebiete, Spitäler und Kliniken, Parkplätze der Strasse entlang, Hauptachsen und Kantonsstrassen sowie Raststätten auf Autobahnen exemplarisch behandelt. Dargestellt werden insbesondere die Investitionskosten (CAPEX), Betriebskosten (OPEX) und Einnahmenstrukturen für segmentspezifische Ladeinfrastrukturlösungen. Während in der Kategorie Langsam- und Beschleunigt-Laden mit vergleichsweise überschaubaren Initialkosten zu rechnen ist, gestaltet sich die Ausgabenseite in der Kategorie Hochleistungs- und Schnell-Laden signifikant höher; allerdings können hier auch grössere Einnahmen generiert werden. Die Geschäftsmodelle werden zudem durch unterschiedliche Kennzahlen beurteilt und qualitativ beschrieben. Im mittleren Szenario (MED) kann mittelfristig über alle Segmente hinweg mit einer durchschnittlichen Amortisationsdauer von ca. fünfeneinhalb Jahren gerechnet werden. Als Betreiber einer Ladestation können die analysierten Segmente aktiv durch zusätzliche Einnahmen, höhere Besucherzahlen und eine zukunftsweisende Positionierung von der Marktdurchdringung der Elektromobilität in Graubünden profitieren.

Entwicklung und Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Graubünden

Kapitel 6 beleuchtet die kantonalen Entwicklungen der Elektroleichtfahrzeugkategorie der E-Bikes. Die Marktentwicklung der E-Bikes ist deutlich fortgeschrittener als die der Elektroautos. Rund 66 000 E-Bikes wurden allein 2015 in der Schweiz verkauft, wovon ca. 1800 E-Bikes auf den Kanton Graubünden entfallen. Zudem zeigte eine Regionalbefragung die gehobene Bedeutung des Themas E-Bike für den Tourismus- und Freizeitstandort Graubünden. Trotz einer zunehmenden Anzahl von kantonalen und ausserkantonalen E-Bike-Fahrern, sucht man eine flächendeckende Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Graubünden allerdings vergebens, wenn auch einige gestreute und isolierte Initiativen regional lanciert wurden. Vielversprechend sind Modelle, welche in überregionaler Kooperation zusammen mit den Touristikern geplant und umgesetzt werden.

Konkrete Handlungsempfehlungen für Schlüsselfunktionen

Kapitel 7 stellt auf Basis der gemachten Untersuchungen im Rahmen des Masterplans Ladeinfrastruktur E-Mobilität Graubünden konkrete Handlungsempfehlungen bereit, welche prioritär das Ziel verfolgen, die Umsetzung des Masterplans Ladeinfrastruktur voranzutreiben. Durch frühes und koordiniertes Handeln können Kosten beim Ladeinfrastrukturaufbau vermieden, Vorteile der Elektromobilität schon frühzeitig genutzt und der Kanton Graubünden gesamthaft auf den voranschreitenden Entwicklungsprozess der Elektromobilität vorbereitet werden. Zum einen wurden konkrete Handlungsschritte H1 bis H5 auf Stufe Kanton formuliert, welche sich wie folgt zusammenfassen lassen:

H1:	Hochleistungsladestationen auf Nord-Süd-Achse realisieren
	Beschreibung: Der Kanton ist als Konzessionsgeber dafür besorgt, dass Ladestationen der Kategorie Schnell- oder Hochleistungsschnell-Laden an den Raststätten entlang der Nationalstrasse N13 gebaut werden.
H2:	Erkannte Lücken im Schnellladenetz schliessen
	Beschreibung: Der Kanton fördert den Bau von Ladestationen der Kategorie Schnell-Laden entlang der Transitrouten ausser N13, unter Einbezug lokaler EVU. Mögliche (strategische) Knotenpunkte sind: Disentis/Mustér, Klosters/Davos, Pontresina und Zernez. Damit steht alle 100 bis 150 Kilometer eine Schnellladestation zur Verfügung.
H3:	E-Bike-Ladenetz koordinieren
	Beschreibung: Der Kanton gründet eine Interessengemeinschaft, welche sich um ein nach einheitlichen Kriterien gestaltetes Netz von E-Bike-Ladestationen für den Alltags- und den Tourismusverkehr kümmert.

H4:	Anreize für den raschen Ausbau der Ladenetze schaffen
	Beschreibung: Der Kanton schafft die gesetzliche Grundlage und stellt die Geldmittel bereit, um den Kauf von Ladesystemen finanziell unterstützen zu können.
H5:	Verwaltung auf E-Mobilität ausrichten
	Beschreibung: Der Kanton sorgt bei den Gebäuden der kantonalen Verwaltung für eine ausreichende flächendeckende Ladeinfrastruktur, damit die eigene, zukünftig elektrifizierte Fahrzeugflotte sowie die Elektrofahrzeuge der Mitarbeitenden und der Kundschaft (jeweils inkl. E-Bikes) geladen werden können.

Zum anderen richten sich die Ratschläge R1 bis R10 in Kapitel 7 an weitere Schlüssel-funktionen wie Bauwesen, Ladeinfrastruktur- und Strasseninfrastrukturbetreiber. Letztere Adressaten erhalten Empfehlungen im Hinblick auf die zukunftsweisende Auslegung und den Betrieb der Ladehardware und Ladestandorte. Das Bauwesen kann durch frühzeitige präventive Einplanung von baulichen Massnahmen im Rahmen der Elektromobilität Folgekosten vermeiden und die Attraktivität eines Neubau- oder Sanierungsobjektes nachhaltig steigern.

Curta survista dal masterplan

L'electromobilitad n'è betg in hype, mabain ina tendenza che vegn a sa sviluppar en il proxim futur dad ina nischa ad in fenomen da massa cun in volumen considerabel. Grazia als autos electrici speran ins da cuntanscher in cumportament da mobilitad ch'engrevgescha in pau main l'ambient; numerus auters avantatgs han per consequenza ch'i dat adina dapli vehichels electrici sin plaun global, ma er naziunal. Sin l'entir mund eran immatriculads l'onn 2015 circa 1,3 milliuns autos electrici, quai che correspunda ad in augment global da 73 % cumpareglià cun l'onn precedent. Er en Svizra è il dumber d'autos electrici creschì cuntinuadamain en il passà. En tut eran immatriculads la fin da l'onn 2015 circa 13 000 vehichels; la quota da vehichels electrici era tar 1,56 % da tut las immatriculaziuns novas en Svizra. Fin l'onn 2035 duai questa quota s'augmentar a 42,36 %, uschia che bunamain mintga segund auto nov immatriculà vegn ad esser in vehichel electric. Per l'onn 2035 vegn prognostigà in dumber da circa 1 275 000 autos da persunas electrici en Svizra.

Sin basa da quai duain vegnir coordinadas e sustegnidas – tenor il conclus da la renga dal chantun Grischun dals 8 da settember 2015 – las activitads per endrizzar infrastructures per chargiar vehichels electrici en il chantun. Quai cun il masterplan «Infrastructura per chargiar vehichels electrici (electromobilitad) en il Grischun». Ina resumaziun dals accents tematics tractads e dals resultats en il rom dal masterplan vegn preschentada qua sutvart.

Inventarisaziun da l'electromobilitad en il Grischun

Il chapitel 2 preschenta il stadi actual dal dumber d'autos electrici e l'infrastructura da chargiar en il chantun Grischun. En la cumparegliaziun da la penetraziun da l'electromobilitad sin il martgà sa chattava il Grischun la fin da l'onn 2015 mo levamain sut la media svizra. Cun ina quota dad 1,55 % autos electrici tar las immatriculaziuns novas e cun ina quota da 0,27 % autos electrici tar tut ils autos ch'èn immatriculads en il Grischun èn ils augments annuals bain creschids fermamain cumpareglià cun ils onns precedents, las cifras absolutas èn dentant anc survesaivlas. Circa 360 autos electrici eran immatriculads en il Grischun la fin da l'onn 2016. Il Mitsubishi Outlander 4x4 Plug-in-Hybrid, il Renault Zoe e differents models da la marca Tesla èn ils autos che vegnan vendids il pli savens en il chantun. Tenor l'analisa dal stadi actual da la l'infrastructura chantunala da chargiar pon autos electrici vegnir chargiads en 85 lieus en il Grischun. Las qualitads tecnologicas – sco la prestaziun da chargiar disponibla, las bischlas da contact u l'abilitad a la rait – na correspundan dentant betg adina a las pretensiuns d'ozendi. Plinavant pon las manischunzas ed ils manischunzs d'autos electrici duvrar mo circa 50 % dals lieus da chargiar registrads senza restricziuns. Il sguard sin la repartiziun regionala mussa plinavant che las regions dal Grischun han grondas differenzas areguard il dumber da lieus da chargiar e ch'i dat actualmain anc largias da provediment.

Svilup dals vehichels electrici en il Grischun fin l'onn 2035

Il chapitel 3 tracta la dumonda, co ch'il dumber d'autos electrici vegn a sa sviluppar concretamain en il chantun Grischun. Ils trais scenaris BAU (business as usual), EFF (efficiency) e COM (connected mobility) illustreschan a maun da cifras ils andaments

sin il martgà. Quai en pass annuals dal 2016 fin il 2035. En il scenari mesaun EFF vegnan ils vehichels electrici ad avair l'onn 2035 ina quota da circa 31 % sin il martgà da vehichels novs, e 26 000 vehichels electrici vegnan ad esser immatriculads en il chantun Grischun. Vitiers vegnan vehichels electrici extrachantunals da visitadras e visitaders sco er da passantas e passants da la Svizra e da l'exteriur.

Eruida dal basegn per l'infrastructura da chargiar dal Grischun fin l'onn 2035

Resguardond ils scenaris chantunals davart il svilup dals vehichels electrici e sa basond sin auters facturs prognostitgescha il chapitel 4 il basegn futur per l'infrastructura da chargiar en il chantun Grischun fin l'onn 2035. La finamira era per l'ina quella da mussar quantas staziuns da chargiar che vegnan duvradas en l'avegnir en il chantun Grischun e da far medemamain ina repartiziun da las staziuns da chargiar per segment e per regiun. Entant ch'i vegn supponì – tut tenor il scenari – in dumber da circa 580 fin 720 staziuns da chargiar l'onn 2020, vegnan gia prognostitgadas tranter 4560 ed 8800 staziuns da chargiar per l'onn 2035 en il chantun Grischun. La gronda part dal basegn da chargiar po vegnir cuvrada tras staziuns da chargiar da la categoria «chargiar plaun ed accelerà». Cumbain ch'i vegn ad avair relativamain paucas staziuns da chargiar da la categoria «chargiar svelt ed ultrasvelt», vegnan tuttina prognostitgadas 100 staziuns da questa categoria en il scenari mesaun EFF per l'onn 2035. En la cumparegliaziun regiunala vegnan spetgadas las staziuns da chargiar cunzunt en regiuns cun dapli traffic e cun dapli abitantas ed abitants. En il senn dal «service public» e pervia da las cundiziuns localas sociograficas, climaticas e topograficas particularas dal chantun stoi vegnir guardà che tut las regiuns dal chantun possian profitar da medema maniera d'ina buna infrastruttura da chargiar.

Models da fatschenta per gestiunaris da staziuns da chargiar da differents segments

Sin fundament da l'eruida dal basegn per l'infrastructura da chargiar dal chantun Grischun fin l'onn 2035 vegnan tractads en il chapitel 5, a maun d'exempels, models da fatschenta pussaivels per endrizzar e manar ina infrastruttura da chargiar per ils segments identifitgads, numnadamain hotels e manaschis da cura, restaurants, centers da cumpra, piazzas da parcar grondas (P+R / chasas da parcar / garaschas sutterranas), territoris da skis, ospitals e clinics, piazzas da parcar per lung da la via, axas principalas e vias chantunals sco er pausadis d'autostrada. Preschentads vegnan en spezial ils custs d'investiziun (CAPEX), ils custs da gestiun (OPEX) e las structuradas d'entradas per soluziuns d'infrastructuras da chargiar specificas per ils segments. Entant ch'ins po quintar cun custs inizials relativamain survesaivels tar la categoria «chargiar plaun ed accelerà», resultan expensas signifitgantamain pli autas tar la categoria «chargiar svelt ed ultrasvelt»; qua pon però er vegnir generadas dapli entradas. Plinavant vegnan ils models da fatschenta giuditgads e descrivits qualitativamain a maun da differents indicaturs. Tenor il scenari mesaun (MED) poi vegnir quintà a vista mesauna en tut ils segments cun ina durada d'amortisaziun da circa 5 ½ onns en media. Sco gestiunaris d'ina staziun da chargiar pon ils segments analisads profitar activamain da la penetraziun da l'electromobilitad sin il martgà en il Grischun tras entradas supplementaras, tras dapli visitadras e visitaders sco er tras in posiziunament prospectiv.

Svilup ed infrastruttura per chargiar e-bikes en il Grischun

Il chapitel 6 illustrescha ils svilups chantunals da la categoria dals vehichels electric lev, vul dir dals e-bikes. Il svilup dal martgà dad e-bikes è bler pli avanzà che quel dals autos electric. Mo l'onn 2015 è vegnids vendids en Svizra circa 66 000 e-bikes, da quels circa 1800 en il chantun Grischun. Plinavant ha in'enquista regiunala mussà l'importanza elevada dal tema «e-bike» per il Grischun sco lieu da turissem e da temp liber. Malgrà ch'il dumber da persunas chantunals ed extrachantunals che van cun e-bike crescha, tschertgan ins invanmain ina infrastruttura cumplessiva per chargiar e-bikes en il Grischun, er sch'i è vegnidas lantschadas en las regiuns intginas iniziativas sparpagliadas ed isoladas. Empermettents èn models che vegnan planisads e realisads en cooperaziun surregiunala ensemen cun ils turistichers.

Recumandaziun d'agir concretas per funcziuns-clav

Sin basa da las retschertgas fatgas en il rom dal masterplan «Infrastructura per chargiar vehichels electric (electromobilitad) en il Grischun» metta il chapitel 7 a disposiziun recumandaziuns d'agir concretas che han prioritarmain la finamira da procurar per la realisaziun da quest masterplan. Sch'ins agescha baud ed en moda coordinada, pon ins spargnar custs per endrizzar l'infrastructura da chargiar, trair a niz gia baud ils avantatgs da l'electromobilitad e preparar – tut en tut – il chantun Grischun per il process da svilup prosperant da l'electromobilitad. D'ina vart è vegnids formulads sin il stgalim «chantun» ils pass d'agir concrets H1 fin H5. Quels sa laschan resummar sco suonda:

H1:	Realisar staziuns da chargiar ultrasvelt sin l'axa nord-sid
	Descripziun: Sco concedant procura il chantun ch'i vegnian construidas staziuns da chargiar da la categoria «chargiar svelt ed ultrasvelt» tar ils pausadis d'autostrada per lung da la via naziunala N13.
H2:	Serrar largias identifitgadas en la rait da chargiar svelt
	Descripziun: Il chantun promova la construcziun da staziuns da chargiar da la categoria «chargiar svelt» per lung da las rutas da transit, cun excepziun da la N13. Quai cun la participaziun da las interpresas localas dal provediment d'energia. Lieus centrals (strategics) pussaivels èn Mustér, Claustra / Tavau, Puntraschigna e Zernez. Uschia stat a disposiziun mintga 100 fin 150 kilometers ina staziun da chargiar svelt.
H3:	Coordinar la rait per chargiar e-bikes
	Descripziun: Il chantun fundescha ina cuminanza d'interess che s'occupa d'ina rait da staziuns per chargiar e-bikes. Questa rait è concepida tenor criteris unitars ed è destinada al traffic quotidian e turistic.

H4:	Stgaffir impuls per engrondir svelt las raits da chargiar
	Descripziun: Il chantun stgaffescha ina basa giuridica e metta a disposiziun ils daners per pudair sustegnair finanziailmain la cumpra da systems da chargiar.
H5:	Oriental l'administraziun vers l'electromobilitad
	Descripziun: Tar ils edifizis da l'administraziun chantunala procura il chantun per ina infrastruttura da chargiar cumplexsiva e suffizienta per avair la pussaivladad da chargiar l'agen parc da vehichels, che vegn ad esser electrifitgà en l'avegnir, sco er ils vehichels electrics da las collavuraturas e dals collavuraturers sco er da las visitadras e dals visitaders (mintgamai incl. e-bikes).

Da l'autra vart sa drizzan ils cussegls R1 fin R10 dal chapitel 7 ad ulteriuras funcziuns-clav sco la bransch da construcziun, ils gestiunaris d'infrastructuras da chargiar ed ils gestiunaris d'infrastructuras stradalas. Als gestiunaris vegnan fatgas recumandaziuns en vista a la concepziun prospectiva ed al manaschi dals indrizz technics da chargiar e dals lieus da chargiar. Cun planisar a temp ed en moda preventiva mesiras architectonicas po la bransch da construcziun evitar custs consecutivs en il rom da l'electromobilitad ed augmentar en moda persistenta l'attractivladad d'in object nov u d'ina sanaziun.

Brevi cenni sul masterplan

La mobilità elettrica non è un fenomeno montato ad arte bensì una tendenza concreta, che in un prossimo futuro si svilupperà da fenomeno di nicchia a fenomeno di massa con un volume considerevole. Le auto elettriche rappresentano la speranza in una mobilità meno inquinante. Numerosi altri fattori fanno sì che i veicoli elettrici in circolazione siano sempre più numerosi a livello globale, ma anche a livello nazionale. Nel 2015 a livello globale erano circa 1,3 milioni le auto elettriche immatricolate, ciò che corrisponde a un incremento globale del 73 % rispetto all'anno precedente. Anche in Svizzera il numero di auto elettriche è costantemente aumentato. In cifre assolute, a fine 2015 i veicoli elettrici immatricolati erano circa 13'000; la quota di veicoli elettrici rispetto al numero di nuove immatricolazioni in Svizzera si attestava all'1,56 %. Si prevede che questa quota salirà al 42,36 % entro il 2035, cosicché quasi una nuova immatricolazione su due riguarderà un veicolo elettrico. L'effettivo di automobili elettriche previsto per il 2035 in Svizzera si attesta a 1 275 000 unità.

Ciò considerato, in conformità al decreto governativo del Cantone dei Grigioni dell'8 settembre 2015, con il masterplan relativo alle infrastrutture di ricarica per la mobilità elettrica nei Grigioni si intendono coordinare e sostenere le attività finalizzate allo sviluppo di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici nel Cantone. I temi principali e i risultati contenuti nel masterplan vengono presentati sinteticamente di seguito.

Censimento relativo alla mobilità elettrica nei Grigioni

Il capitolo 2 illustra lo stato attuale del numero di auto elettriche e la situazione relativa alle infrastrutture di ricarica nel Cantone dei Grigioni. Con riguardo alla penetrazione nel mercato della mobilità elettrica alla fine del 2015, i Grigioni si situavano solo leggermente al di sotto della media nazionale. Con una quota dell'1,55 % di auto elettriche rispetto al totale delle nuove immatricolazioni e con una quota dello 0,27 % di auto elettriche rispetto all'effettivo totale di tutte le automobili immatricolate nel Cantone, i tassi di incremento annui sono sì in forte crescita rispetto agli anni precedenti, le cifre assolute rimangono però ancora contenute. A fine 2016 nei Grigioni erano immatricolate circa 360 auto elettriche. I modelli più venduti nel Cantone sono Mitsubishi Outlander 4x4 Plug-in-Hybrid, Renault Zoe e diversi modelli del produttore Tesla. Stando all'analisi dello stato attuale delle infrastrutture di ricarica nel Cantone, nei Grigioni è oggi possibile ricaricare auto elettriche in 85 stazioni. Le caratteristiche tecnologiche quali la potenza di carica disponibile, il connettore elettrico o la capacità della rete non soddisfano tuttavia sempre le esigenze odierne. Inoltre solo circa il 50 % delle stazioni di ricarica registrate è accessibile senza restrizioni da conducenti di auto elettriche. Un'occhiata alla distribuzione regionale evidenzia inoltre che le regioni dei Grigioni presentano forti differenze con riguardo al numero di stazioni di ricarica e che oggi esistono ancora lacune di approvvigionamento.

Lo sviluppo dei veicoli elettrici nei Grigioni fino al 2035

Il capitolo 3 approfondisce la questione relativa allo sviluppo che il numero di auto elettriche avrà concretamente nel Cantone dei Grigioni. I tre scenari BAU (Business As Usual), EFF (Efficiency) e COM (Connected Mobility) riproducono gli sviluppi del mercato in cifre annuali dal 2016 fino al 2035. Secondo lo scenario intermedio di EFF, nel

2035 la quota di veicoli elettrici rispetto al mercato dei veicoli nuovi ammonterà al 31 % circa e nel Cantone dei Grigioni saranno immatricolati 26 000 veicoli elettrici. Vi si aggiungono i veicoli elettrici provenienti da fuori Cantone appartenenti a visitatori e viaggiatori svizzeri e stranieri in transito.

Determinazione del fabbisogno di infrastrutture di ricarica nei Grigioni fino al 2035

Il capitolo 4 contiene una previsione del futuro fabbisogno di infrastrutture di ricarica nel Cantone dei Grigioni fino al 2035 in base agli scenari relativi allo sviluppo dei veicoli elettrici nel Cantone e ad altri fattori. L'obiettivo consisteva da un lato nel rappresentare il numero di stazioni di ricarica che saranno necessarie nel Cantone dei Grigioni in futuro e al contempo nel procedere a una ripartizione delle stazioni di ricarica per segmento e per regione. Mentre per il 2020 l'effettivo di stazioni di ricarica viene stimato tra le 580 e le 720 unità, a seconda dello scenario, per il 2035 sono previste già tra le 4560 e le 8800 stazioni di ricarica. Gran parte del fabbisogno di carica potrà essere coperto da stazioni di ricarica delle categoria ricarica lenta e ricarica accelerata. Benché le categorie di ricarica veloce e superveloce rappresentano una quota relativamente piccola, il numero di stazioni di ricarica di questa categoria previsto secondo lo scenario intermedio di EFF ammonta pur sempre a 100 nel 2035. Nel confronto regionale, la realizzazione di stazioni di ricarica è attesa in particolare nelle regioni con molto traffico e a maggiore densità abitativa. Secondo gli intenti del "servizio pubblico" e per via delle particolari condizioni sociografiche, climatiche e topografiche del Cantone si deve prestare attenzione affinché tutte le regioni del Cantone possano beneficiare in pari misura di un'infrastruttura di ricarica ben sviluppata.

Modelli di business per gestori di stazioni di ricarica di vari segmenti

Basandosi sulla determinazione del fabbisogno di infrastrutture di ricarica nei Grigioni fino al 2035, nel capitolo 5 vengono trattati a titolo di esempio possibili modelli di business per la creazione e la gestione di infrastrutture di ricarica da parte di segmenti precisi quali hotel e stabilimenti di cura, ristoranti, centri commerciali, grandi posteggi (P+R / autosili), comprensori sciistici, ospedali e cliniche, posteggi lungo la strada, assi principali e strade cantonali nonché aree di sosta autostradali. Vengono rappresentati in particolare i costi d'investimento (CAPEX), i costi d'esercizio (OPEX) e la struttura dei ricavi per soluzioni di ricarica specifiche per i singoli segmenti. Mentre nelle categorie ricarica lenta e ricarica accelerata sono previsti costi iniziali relativamente contenuti, le spese nella categoria di ricarica superveloce e veloce sono sensibilmente superiori. In questi ultimi segmenti possono tuttavia essere anche generati ricavi superiori. I modelli di business vengono inoltre valutati mediante differenti indicatori e resi oggetto di una descrizione qualitativa. Secondo lo scenario intermedio (MED), a medio termine è possibile prevedere una durata di ammortamento media pari a circa cinque anni e mezzo per tutti i segmenti. In veste di gestori di una stazione di ricarica, i segmenti analizzati possono beneficiare attivamente della penetrazione nel mercato della mobilità elettrica nei Grigioni attraverso entrate supplementari, un numero superiore di ospiti e un posizionamento all'avanguardia.

Sviluppo e infrastruttura di ricarica per le bici elettriche nei Grigioni

Il capitolo 6 illustra gli sviluppi cantonali nella categoria di veicoli elettrici leggeri costituita dalle bici elettriche. Lo sviluppo del mercato delle bici elettriche è sensibilmente più avanti rispetto a quello delle auto elettriche. Solo nel 2015 in Svizzera sono state vendute circa 66'000 bici elettriche, delle quali circa 1'800 nel Cantone dei Grigioni. Un sondaggio effettuato a livello regionale ha inoltre evidenziato la grande importanza del tema bici elettrica per i Grigioni quale piazza turistica e per il tempo libero. Nonostante un numero in crescita di utenti cantonali ed extracantonali di bici elettriche, nei Grigioni la ricerca di infrastrutture di ricarica capillari è un esercizio vano, benché qua e là vi siano state sporadiche iniziative regionali. Sono molto promettenti i modelli pianificati e realizzati a livello sovregionale in collaborazione con gli operatori turistici.

Raccomandazioni operative concrete per funzioni chiave

Sulla base delle analisi svolte nel quadro del masterplan relativo alle infrastrutture di ricarica per la mobilità elettrica nei Grigioni, il capitolo 7 mette a disposizione raccomandazioni operative concrete che perseguono in primo luogo l'obiettivo di portare avanti l'attuazione del masterplan relativo alle infrastrutture di ricarica. Un'azione tempestiva e coordinata permette di risparmiare sulle spese di realizzazione delle infrastrutture di ricarica, di sfruttare precocemente i vantaggi della mobilità elettrica e di preparare il Cantone dei Grigioni nel suo insieme ai progressi del processo di sviluppo relativo alla mobilità elettrica. Da un lato, a livello di Cantone sono stati formulati i passi concreti H1 – H5, i quali possono essere riassunti come segue:

H1:	Realizzare stazioni di ricarica ad alte prestazioni sull'asse nord-sud
	Descrizione: il Cantone quale concedente provvede affinché nelle aree di sosta lungo la strada nazionale N13 vengano realizzate stazioni di ricarica delle categorie di ricarica veloce e superveloce.
H2:	Colmare le lacune individuate nella rete di ricarica veloce
	Descrizione: il Cantone promuove la realizzazione di stazioni di ricarica della categoria di ricarica veloce lungo i percorsi di transito esterni alla N13 con il coinvolgimento delle imprese di approvvigionamento energetico locali. I possibili nodi (strategici) sono: Disentis/Mustér, Klosters/Davos, Pontresina e Zernez. In tal modo ogni 100 – 150 chilometri è disponibile una stazione di ricarica rapida.
H3:	Coordinare una rete di ricarica per bici elettriche
	Descrizione: il Cantone fonda una comunità d'interesse che si occupa della creazione di una rete di stazioni di ricarica per bici elettriche organizzata secondo criteri uniformi per il traffico quotidiano e per quello turistico.

H4:	Creare incentivi per il rapido sviluppo delle reti di ricarica
	Descrizione: il Cantone crea la base legale e mette a disposizione i fondi per poter sostenere l'acquisto di sistemi di ricarica sotto il profilo finanziario.
H5:	Orientare l'Amministrazione alla mobilità elettrica
	Descrizione: il Cantone provvede affinché gli edifici dell'Amministrazione cantonale su tutto il territorio dispongano di una sufficiente infrastruttura di ricarica che permetta di ricaricare la propria flotta di veicoli, che in futuro saranno elettrici, nonché i veicoli elettrici dei collaboratori e degli utenti (sempre incluse le bici elettriche).

D'altro lato i suggerimenti R1 – R10 nel capitolo 7 si rivolgono ad altri operatori che ricoprono funzioni chiave quali l'edilizia e i gestori di infrastrutture di ricarica e stradali. Questi ultimi ricevono raccomandazioni in vista di una pianificazione all'avanguardia e della gestione dei sistemi hardware di ricarica e delle stazioni di ricarica. Pianificando tempestivamente e preventivamente misure edilizie nel quadro della mobilità elettrica, l'edilizia può evitare costi conseguenti e incrementare a lungo termine l'attrattiva di un nuovo edificio o di un immobile risanato.

1 Ausgangslage und Einleitung

Durchschnittlich legt laut Bundesamt für Statistik jeder Einwohner¹ der Schweiz fast täglich 37 Kilometer im Inland zurück (ARE & BFS, 2012). Gesamthaft werden in der Schweiz rund 74 % der privaten Verkehrsleistung in Personenkilometern im Rahmen des motorisierten Individualverkehrs (Auto und Motorräder) zurückgelegt, 20 % entfallen auf den öffentlichen Verkehr (Bahn, Postauto, Bus und Tram) und 6 % auf den Langsamverkehr (zu Fuss und Velo). Trotz zunehmendem Trend zu öffentlichen Verkehrsmitteln und Langsamverkehr wird das Auto auch zukünftig der wichtigste Bestandteil des Schweizer Mobilitätsverhaltens bleiben, welches sich mit weiter steigendem Verkehrsaufkommen und steigender Verkehrsleistung konfrontiert sehen wird. Das Bundesamt für Raumentwicklung zusammen mit den anderen UVEK-Ämtern rechnet in Zukunft primär auf Basis demografischer Indikatoren und Wirtschaftswachstums bis zum Jahr 2040 mit Steigerungen der Verkehrsleistung im Personenverkehr von 25 % und von 37 % im Güterverkehr (ARE, 2016).

Elektromobilität nimmt in diesem Kontext eine zunehmend wichtigere Rolle ein und beginnt weltweit, aber auch in der Schweiz, sich zu formieren. Elektromobilität ist kein Hype, sondern ein Trend und wird sich in absehbarer Zukunft von einer Nische zu einem Massenphänomen mit erheblichem Volumen entwickeln. Elektroautos gelten unter anderem als Hoffnungsträger für eine weniger umweltbelastende Mobilität, die immer noch mit rund 30 % als Hauptverursacher für die schweizweiten CO₂-Emissionen verantwortlich ist (BAFU, 2015).

Die neuen Elektrofahrzeuge treten auf dem Markt bereits erfolgreich in Erscheinung: Nach Angaben der Forschungseinrichtung ZSW hat der US-Hersteller Tesla im Jahr 2015 weltweit 42 730 Einheiten des Model S absetzen können und überholt damit zum ersten Mal den insgesamt bereits über 200 000-mal verkauften Topseller Nissan Leaf (40 270) und auch den Mitsubishi Outlander (41 080) bei den jährlichen Neuzulassungen. Weltweit waren im Jahr 2015 rund 1,3 Millionen Elektroautos immatrikuliert, was einer globalen Steigerung von 73 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Insbesondere die USA (Bestand: 410 000 Elektroautos), gefolgt von China (Bestand: 307 000 Elektroautos) weisen dabei die höchsten Elektrofahrzeugbestände auf. In Europa nimmt insbesondere Norwegen mit rund 22,8 % Elektrofahrzeuganteil an den Neuzulassungen im Jahr 2015 eine Vorreiterrolle ein. Im Vergleich zum Vorjahr haben sich die Bestände auf 79 000 Elektrofahrzeuge fast verdoppelt. Holland (Bestand: 89 000 Elektroautos) steht an zweiter Stelle mit 9,7 %, wohingegen Deutschland (Bestand: 55 000 Elektroautos) einen vergleichsweise geringen Anteil der Elektrofahrzeuge an den gesamten Fahrzeug-Neuzulassungen von 0,7 % aufweist und auf Platz 8 liegt (ZSW, 2016; Statista 2016).

Auch in der Schweiz stieg die Anzahl an Neuzulassungen von Personenwagen mit Elektroantrieb in der Vergangenheit stetig. Während im Vergleich zum Vorjahr die Wachstumszahlen bei den Neuzulassungen und bei den Beständen beeindruckend sind und vorangegangene Szenarien bereits übertreffen, gestalten sich die absoluten Anteile der Elektroautos an der Gesamtflotte aber immer noch überschaubar. Im Jahr

¹ Soweit in allgemein gültigen Aussagen die männliche Form verwendet wird, gilt sie auch für weibliche Personen.

2015 wurden in der Schweiz insgesamt 5086 Elektrofahrzeuge neu zugelassen, was einem Anteil der Elektrofahrzeuge an den gesamtschweizerischen Neuzulassungen von 1,56 % entspricht. Der absolute Bestand liegt Ende 2015 bei rund 12 800 Elektrofahrzeugen, was wiederum gerade einem 0,29%-Anteil der Elektrofahrzeuge an der Gesamtflotte des Personenwagenbestands ausmacht (EBP, 2016a).

Das Schweizer Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung hat im Jahr 2013 zusammen mit dem BFE, BAFU, ASTRA und ARE die Studie „Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz“ veröffentlicht (TA-Swiss, 2013). Ziel war unter anderem die Mikrosimulation des Neuwagenmarkts Schweiz in Jahresschritten von 2015 bis 2035 unter besonderer Betrachtung der zukünftigen Marktentwicklung der Elektrofahrzeuge und deren Auswirkungen. Die darin enthaltenen Szenarien BAU (Business As Usual), EFF (Efficiency) und COM (Connected Mobility) wurden im Herbst 2016 auf Basis neuer Marktdaten aktualisiert.² Abbildung 1 zeigt den prognostizierten Zuwachs des Elektrofahrzeug-Anteils am Neuwagenmarkt in der Schweiz bis zum Jahr 2035.

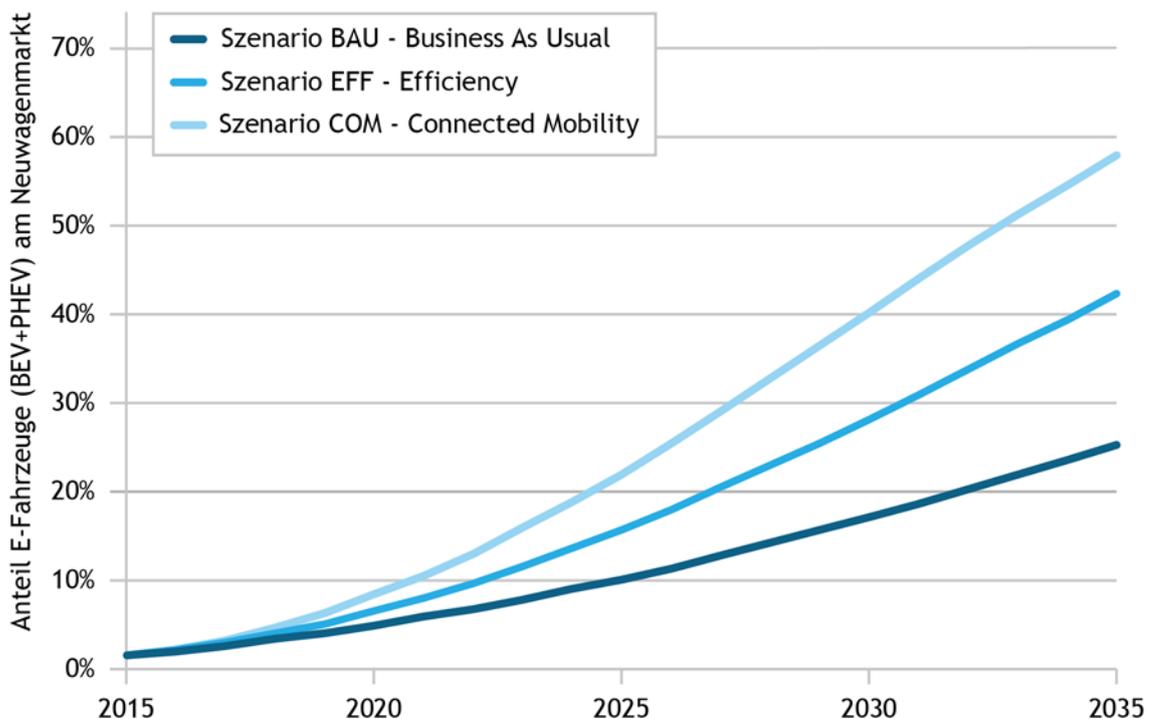


Abb. 1: Anteil Elektrofahrzeuge am Neuwagenmarkt in der Schweiz bis 2035 (Quelle: EBP, 2016b)

Im mittleren EFF-Szenario, das unter anderem zusätzliche Förder- und Anreizinstrumente für effiziente Fahrzeuge und eine koordinierte Einführung von Ladeinfrastruktur voraussetzt, ist von einer Steigerung des Anteils Elektrofahrzeuge an den schweizweiten Neuzulassungen von heutigen 1,56 % auf 6,5 % bis zum Jahr 2020 auszugehen; bis zum Jahr 2035 soll sich dieser Anteil auf 42,36 % ausweiten, sodass knapp jede zweite Autoneuzulassung ein Elektrofahrzeug sein wird. Am gesamtschweizerischen Personenwagenbestand soll der Anteil Elektrofahrzeuge sich entsprechend von aktuellen 0,29 % (Bestand: 12 813) auf 1,86 % bis 2020 (prognostizierter Bestand: 85 824) und auf 24,47 % bis 2035 (prognostizierter Bestand 1 275 120) erhöhen (EBP, 2016b).

² Siehe Kapitel 3.1 für eine ausführliche Definition der BAU-/EFF-/COM-Szenarien.

1.1 Auftrag und Zielsetzung

Gemäss Regierungsbeschluss des Kantons Graubünden vom 8. September 2015, Protokoll Nr. 784, Beschlussziffer 4, wird das Amt für Energie und Verkehr (AEV) beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem Tiefbauamt (TBA), dem Hochbauamt (HBA), dem Amt für Natur und Umwelt (ANU) und den Bündner Netzbetreibern einen Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität für den motorisierten Individualverkehr mit Einbezug des Langsamverkehrs für den Kanton Graubünden zu erarbeiten.

Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Kanton Graubünden sollen die Aktivitäten zum Aufbau von Infrastrukturen für das Aufladen von Elektrofahrzeugen im Kanton Graubünden koordiniert und unterstützt werden. Zu Elektrofahrzeugen sind im Rahmen des Langsamverkehrs auch Elektroleichtfahrzeuge wie Elektrofahrräder (E-Bikes) zu zählen.

Der Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Graubünden verfolgt das Ziel, Antworten auf die folgenden Fragestellungen zu erhalten:

- *Was ist der Stand und wie entwickelt sich die Zahl der Elektrofahrzeuge?*
- *Was ist der Stand und wieviel Ladeinfrastruktur braucht es für ein bedarfsgerechtes Ladenetz?*
- *Welcher Typ/welche Typen von Ladeinfrastruktur sollen installiert werden?*
- *Welche Anschlussleistungen und wie viele Ladeinfrastrukturen sollen an einem Standort installiert werden?*
- *Wie hoch sind die Investitionen für die Installationen der verschiedenen Ladeinfrastrukturen?*
- *Wie sehen potenzielle Geschäftsmodelle für Betreiber von Ladeinfrastruktur aus?*

1.2 Aufbau des Masterplans und methodisches Vorgehen

Um Antworten auf die vorangegangenen Fragestellungen zu erhalten, gliedert sich der Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Graubünden in insgesamt fünf aufeinander aufbauende Themenschwerpunkte. Zunächst wird in Kapitel 2 eine umfassende Bestandesaufnahme der heutigen E-Mobilität im Kanton Graubünden dargelegt. Einerseits wurde der kantonale Ist-Zustand von Elektrofahrzeugen erfasst und andererseits erfolgte eine Bestandesaufnahme der kantonalen Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur. Kapitel 3 zeigt die zahlenmässigen Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien für Graubünden bis zum Jahr 2035 auf. Auf dieser Basis kommt es in Kapitel 4 zur zukünftigen Bedarfsermittlung von Ladeinfrastruktur für den Kanton Graubünden bis zum Jahr 2035 (Soll-Zustand). Das darauffolgende Kapitel 5 behandelt mögliche Geschäftsmodelle für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur für verschiedene Beispielsegmente und gibt Aufschluss über Investitionskosten (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) für bedarfsgerechte Ladeinfrastrukturlösungen. Kapitel 6 behandelt die Entwicklung der E-Bikes und entsprechende Ladeinfrastrukturbedürfnisse innerhalb des Kantons. Im letzten Kapitel 7 werden auf Basis der vorangegangenen Kapitel konkrete Handlungsempfehlungen für kantonale Verwaltung, Ladeinfrastruktur-, Standort-, Strasseninfrastrukturbetreiber und Bauwesen abgeleitet.

2 Bestandesaufnahme E-Mobilität Graubünden

Die folgenden Kapitel stellen eine aktuelle Bestandesaufnahme der E-Mobilität im Kanton Graubünden bereit (Ist-Zustand). Kapitel 2.1 betrachtet dabei den kantonalen Stand von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb, gegliedert nach „Neuzulassungen Elektrofahrzeuge“, „Anteil Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand“, „Bestand Elektrofahrzeuge mit elektrischem Antrieb pro Region“ und „Erfassung der Elektrofahrzeugtypen im Kanton“. Kapitel 2.2 fokussiert den aktuellen Bestand an Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur in Graubünden. Erfasst wurden Ladestandorte nach Ladeleistung, die Steckertypen an den Ladestandorten, Zugangsbeschränkungen an den Ladestandorten und die Anzahl Ladestandorte, gegliedert nach Regionen.

2.1 Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb

Die Bestandesaufnahme im vorliegenden Masterplan Ladeinfrastruktur E-Mobilität Graubünden betrachtet ausschliesslich Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb und leichte Lieferfahrzeuge, welche primär zur Beförderung von Personen eingesetzt werden und explizit über einen Stecker bzw. eine Steckdose verfügen, mithilfe derer die Fahrzeugbatterien extern geladen werden können.

In diesem Sinne werden insbesondere voll Batterie-elektrische Fahrzeuge ohne internen Verbrennungsmotor betrachtet; diese werden folgend als BEV (Battery Electric Vehicle) bezeichnet. Weiterhin werden Plug-in-hybridelektrische Fahrzeuge berücksichtigt, die sogenannten PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) und Fahrzeuge mit sogenanntem Range Extender, die REEV (Range Extended Electric Vehicle). Fahrzeuge dieser beiden Kategorien verfügen über eine Kombination aus Elektromotor und Verbrennungsmotor und über eine eingebaute Steckervorrichtung, über welche die Batterie geladen wird. Bei diesen Fahrzeugkategorien wirken Elektro- und Verbrennungsmotor entweder gleichzeitig auf die Antriebsachse (paralleler Hybridantrieb) oder der Verbrennungsmotor kommt ausschliesslich zur Erzeugung von Elektrizität zum Einsatz, welche bei der Fahrt die Batterie zusätzlich neben dem bereits extern geladenen Strom versorgt und somit die Reichweite des Fahrzeugs erhöht (serieller Hybridantrieb). Zum Einsatz kommen heute auch Mischformen, die den seriellen und den parallelen Hybridantrieb kombinieren (Mischhybride).

Nicht Teil der Betrachtung in der Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur Graubünden bis 2035 ab Kapitel 4 und den zugrundeliegenden Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien Graubünden bis 2035 in Kapitel 3 ist die Fahrzeugkategorie HEV (Hybrid Electric Vehicle). HEV werden ebenfalls durch eine Kombination aus Elektromotor und Verbrennungsmotor angetrieben, können aber nicht extern per Steckervorrichtung geladen werden, sondern beziehen ausschliesslich elektrische Energie aus sogenannter fahrzeuginterner Rekuperation, z. B. durch Bremskraftrückgewinnung, und bedürfen somit keiner Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur. Extern getankt werden ausschliesslich fossile Treibstoffe wie Benzin, Diesel oder Gas. Ebenfalls ausgeschlossen wurden elektrisch betriebene Landmaschinen und Fahrzeuge über 3,5 Tonnen wie Lastwagen oder Busse.

Explizit Teil des Masterplans E-Mobilität Graubünden sind neben BEV, PHEV und REEV zweirädrige Elektroleichtfahrzeuge wie E-Bikes. Diese Fahrzeugkategorie wird in Kapitel 6 gesondert betrachtet, da Fahrzeuge dieser Art nur bedingt auf eine öffentliche bzw. halböffentliche Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur angewiesen sind, da die

teils abnehmbaren Batterien mit gesondertem Ladegerät primär über reguläre Haushaltssteckdosen (230 V) geladen werden und deshalb über keine speziellen Steckertypen bzw. Steckdosen verfügen müssen (für eine Übersicht der Steckertypologien siehe Kapitel 2.2.2). Hinzu kommt, dass die Marktdurchdringung von Fahrzeugen dieser Art deutlich anderen Rahmenbedingungen unterworfen ist als im Falle der BEV, PHEV und REEV und sie deshalb nicht in der forcierten Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur Graubünden bis 2035 ab Kapitel 4 und den zugrundeliegenden Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien Graubünden bis 2035 in Kapitel 3 berücksichtigt werden können.

2.1.1 Neuzulassungen Elektrofahrzeuge

Tabelle 1 zeigt die Fahrzeugneuzulassungen Schweiz und Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015. Die Datenbasis wurde von EBP zur Verfügung gestellt (EBP, 2016a). Schweizweit wurden im Jahr 2015 rund 5000 neue Elektroautos zugelassen, was wiederum einem Marktanteil der Elektroautos an den Neuzulassungen von 1,56 % entspricht. Im Kanton Graubünden wurden im gleichen Zeitraum rund 100 Elektroautos neu immatrikuliert, was wiederum einem 1,55%-Anteil an den Neuzulassungen gleichkommt.

Fahrzeugkategorie	Schweiz	Marktanteil	Graubünden	Marktanteil
Neuzulassungen Personewagen	327 015	100 %	6455	100 %
Rein elektrisch (BEV)	2439	0,75 %	48	0,74 %
Plug-in-Hybrid (PHEV + REEV)	2647	0,81 %	52	0,81 %
<u>Total Neuzulassungen Elektrofahrzeuge</u>	<u>5086</u>	<u>1,56 %</u>	<u>100</u>	<u>1,55 %</u>

Tab. 1: Fahrzeugneuzulassungen Schweiz/Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015
(Quelle: EBP, 2016a)

Im direkten prozentualen Vergleich der Neuzulassungen der Elektroautos zwischen Schweiz und Graubünden im Hinblick auf die Marktdurchdringung lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen. Graubünden liegt bei den Plug-in-Hybriden gleich auf und bei den rein elektrischen Fahrzeugen nur minimal hinter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt.

2.1.2 Anteil Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand

Tabelle 2 gibt Aufschluss über die Fahrzeugbestände Schweiz und Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015. Die Datenbasis wurde von EBP zur Verfügung gestellt (EBP, 2016a). Die Schweiz weist einen Elektrofahrzeugbestand von rund 12 900 Einheiten auf. Im Hinblick auf die gesamthaft immatrikulierten 4,4 Millionen Fahrzeuge liegt damit der Marktanteil der Elektrofahrzeuge am Gesamtbestand bei unter 1 %. In Graubünden lässt sich ein vergleichbar geringer Elektrofahrzeugbestand ausmachen. Ende 2015 waren in Graubünden rund 300 Elektrofahrzeuge zugelassen, was einen Anteil von 0,27 % am Gesamtbestand von 109 000 Fahrzeugen ausmacht.

Fahrzeugkategorie	Schweiz	Marktanteil	Graubünden	Marktanteil
Gesamtbestand Personenkraftwagen	4 458 069	100 %	109 262	100 %
Rein elektrisch (BEV)	7503	0,17 %	177	0,16 %
Plug-in-Hybrid (PHEV + REEV)	5310	0,12 %	124	0,11 %
<u>Total Elektrofahrzeuge</u>	<u>12 813</u>	<u>0,29 %</u>	<u>301</u>	<u>0,27 %</u>

Tab. 2: Fahrzeugbestände Schweiz/Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015
(Quelle: EBP, 2016a)

Im direkten prozentualen Vergleich liegt Graubünden im Hinblick auf den Bestand sowohl bei den rein elektrischen Fahrzeugen als auch bei den Plug-in-Hybriden leicht hinter dem gesamtschweizerischen Durchschnitt.

Tabelle 3 zeigt die Elektrofahrzeugbestände Graubünden ein Jahr später per 31.12.2016. Die Datenbasis wurde vom Strassenverkehrsamt Graubünden zur Verfügung gestellt und durch Repower ausgewertet. Per 31.12.2016 sind gesamthaft 362 Elektrofahrzeuge in Graubünden immatrikuliert.³

Fahrzeugkategorie	Graubünden	Anteil
Rein elektrisch (BEV)	237	65 %
Plug-in-Hybrid (PHEV + REEV)	125	35 %
<u>Total Elektrofahrzeuge</u>	<u>362</u>	<u>100 %</u>

Tab. 3: Elektrofahrzeugbestand Graubünden per 31.12.2016

Die aktuellen Zulassungszahlen der Elektrofahrzeuge im Kanton Graubünden mögen überschaubar erscheinen, müssen jedoch im Hinblick auf die bedarfsgerechte Bereitstellung von Ladeinfrastruktur stets um die Anzahl der sich im Kanton befindlichen ausserkantonalen Fahrzeuge von Touristen und Durchgangsverkehr ergänzt werden. Kapitel 3.3 wird auf diesen Zusammenhang noch näher eingehen.

2.1.3 Bestand Elektrofahrzeuge nach Regionen

Abbildung 2 zeigt die Elektrofahrzeugbestände Graubünden aufgegliedert nach Regionen per 31.12.2016. Die Datenbasis wurde vom Strassenverkehrsamt Graubünden zur Verfügung gestellt und durch Repower ausgewertet.

³ Auf Basis von Treibstoffcode-Fehlzuordnungen insbesondere bei Plug-in-Hybriden/Range-Extendern und Re-Exporten von Elektrofahrzeugen kommt es zu Unterschieden in den Neuzulassungsstatistiken auf kantonaler und Bundesebene, weshalb ein direkter Vergleich der Basisjahre 2015 und 2016 nur bedingt möglich ist.

Die höchste absolute Anzahl an Elektrofahrzeugen weisen die Regionen Plessur mit 76, Maloja mit 47 und Imboden mit 39 Elektrofahrzeugen auf. Am geringsten vertreten sind Albula mit 3, Moesa mit 10 und Bernina mit 17 Elektrofahrzeugen.

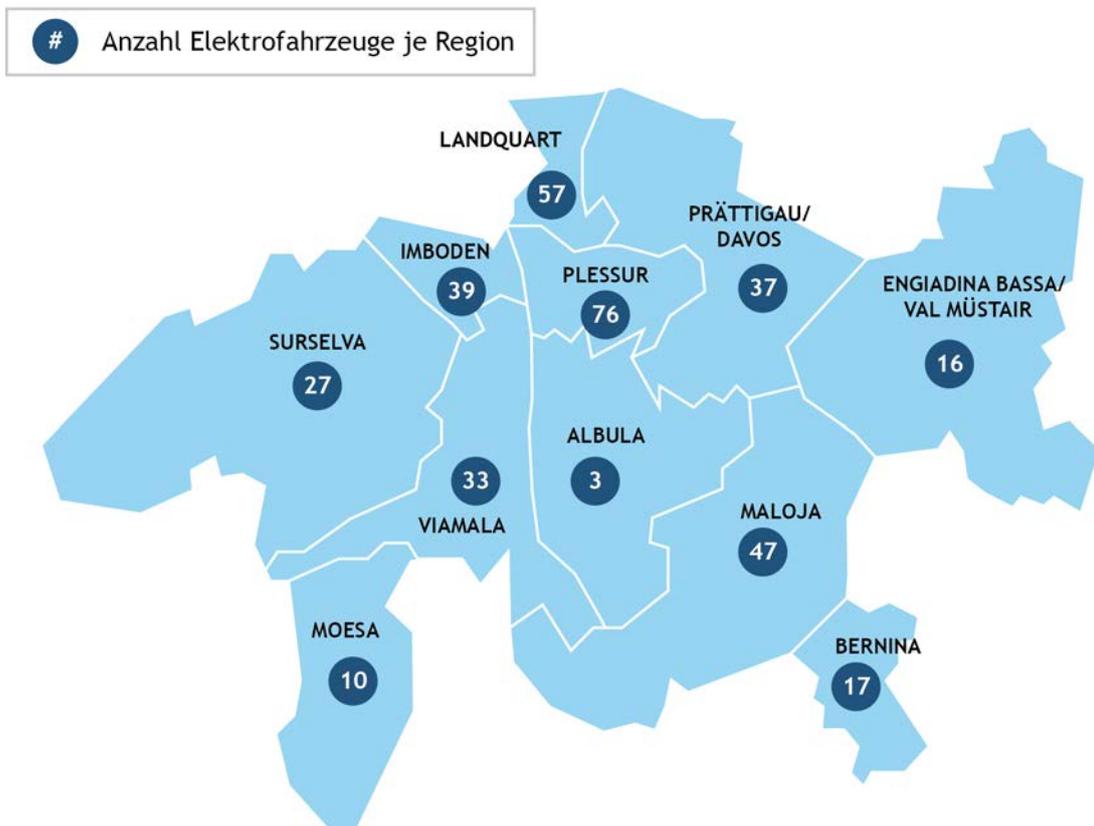


Abb. 2: Elektrofahrzeugbestände Graubünden nach Regionen per 31.12.2016

2.1.4 Elektroautomodelle

Tabelle 4 zeigt die zehn heute am häufigsten zugelassenen Elektroautomodelle im Kanton Graubünden. Die Daten für die statistische Auswertung wurden vom Strassenverkehrsamt Graubünden zur Verfügung gestellt. Mit insgesamt 48 im Kanton zugelassenen Fahrzeugen von total 362 liegt der Mitsubishi Outlander 4x4 Plug-in-Hybrid ganz oben auf der Beliebtheitsskala (Basispreis gemäss Hersteller: 40 000 Franken). Die hohe Nachfrage nach Allradfahrzeugen aufgrund der klimatischen und topografischen Bedingungen im Kanton Graubünden spiegelt sich also auch in der Liste der Elektroauto-Zulassungszahlen deutlich wider. Aktuell sind rund 75 % aller Neuzulassungen in Graubünden Allradfahrzeuge (BFE, 2016). An zweiter Stelle steht mit 35 zugelassenen Fahrzeugen der Renault Zoe aus dem Kleinwagensegment (Basispreis gemäss Hersteller: 31 500 Franken). Ebenfalls aus dem Kleinwagensegment stammend rangiert auf Platz 5 mit 17 zugelassenen Einheiten der i-MiEV von Mitsubishi (Basispreis gemäss Hersteller: 30 000 Franken). Besonders stark vertreten unter den Topsellern sind auch verschiedene Oberklasse-Fahrzeugmodelle des Herstellers Tesla (Basispreis gemäss Hersteller: 76 000 Franken).

Nr.	Fahrzeugmodell	Fahrzeugkategorie	Total
1	Mitsubishi Outlander PHEV	PHEV/REEV	48
2	Renault Zoe	BEV	35
3	Tesla Model S 90 D P	BEV	22
4	Tesla Model S 90 D	BEV	18
5	Mitsubishi i-MiEV	BEV	17
6	Tesla Model S 85 D	BEV	15
6	Volvo V60 Plug-in-Hybrid	PHEV/REEV	15
7	Tesla Model S 85 D P	BEV	13
8	BMW i3	BEV	12
9	BMW i3 elektrisch mit RE	PHEV/REEV	10
9	Opel Ampera	PHEV/REEV	10
10	VW e-up	BEV	8

Tab. 4: Topseller Elektroautos nach Zulassungszahlen Graubünden per 31.12.2016

Tabelle 5 zeigt die Herstellerverteilung Elektroautos nach Zulassungszahlen Graubünden per 31.12.2016 in alphabetischer Reihenfolge. Insgesamt sind in Graubünden Elektroautos von 19 Herstellern immatrikuliert. In der Gesamtbilanz ist hier der Hersteller Tesla mit insgesamt 99 Fahrzeugen am prominentesten vertreten. An zweiter Stelle steht der Hersteller Mitsubishi (48 Elektrofahrzeuge), gefolgt von Renault (42 Elektrofahrzeuge) und BMW (37 Elektrofahrzeuge). Allgemein zeigt sich, dass bei den Elektrofahrzeugen bis dato insbesondere US-amerikanische und asiatische Produzenten die grössten Marktanteile für sich gewinnen konnten.

Marke	Total	Elektrisch (BEV)	Plug-in-Hybrid (PHEV + REEV)
Audi	4	0	4
BMW	37	22	15
Citroen	3	3	0
Ford	1	1	0
Kia	7	7	0
Lada	1	1	0
Mercedes	17	10	7
Mitsubishi	66	18	48
Nissan	10	10	0
Opel	10	0	10
Peugeot	4	4	0
Porsche	8	0	8
Renault	42	42	0
Smart	3	3	0
Tesla	99	99	0
Think	1	1	0
Toyota	3	0	3
Volvo	21	0	21
VW	25	16	9
Summe	<u>362</u>	<u>237</u>	<u>125</u>

Tab. 5: Herstellerverteilung Elektroautos nach Zulassungszahlen Graubünden per 31.12.2016

2.2 Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur

Ladestationen respektive deren Verfügbarkeit und Elektroautos können grundsätzlich als Komplementärprodukte gesehen werden. Die jeweiligen Marktentwicklungen bedingen sich gegenseitig, was umgangssprachlich auch als «Henne-Ei-Problematik» der Elektromobilität bezeichnet wird. Beispiele aus dem Telekommunikationsbereich zeigen, dass der Wert eines Netzwerkes und auch der resultierende Nutzen proportional zur Anzahl der verbundenen Teilnehmer exponentiell steigen. Im übertragenen Sinne ist eine kritische Masse an Ladeinfrastruktur notwendig, um den Elektrofahrzeugen zum Marktdurchbruch zu verhelfen; auf der anderen Seite bedarf es gleichermassen einer kritischen Masse an Elektrofahrzeugen, um Betreibern von Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur wiederum einen entsprechenden wirtschaftlichen Anreiz zu bieten, Netzwerke zu errichten.

Trotz überschaubarer Anzahl Elektroautos respektive Ladevorgänge liess sich in den vergangenen Jahren im Kanton Graubünden eine steigende Anzahl an Ladestationen feststellen. Gemäss einer von Repower durchgeführten strukturierten Auswertung der grössten Ladestationenverzeichnisse Lemnet.org, chargemap.com, plugsurfing.com, e-tankstellen-finder.com und den Unternehmenswebseiten der im Kanton aktiven Netzwerkanbieter sind per September 2016 an 85 Standorten 272 Ladepunkte in Graubünden in Betrieb. Der Begriff Ladepunkt bezieht sich dabei auf die effektive Anzahl Steckdosen oder Stecker; pro Ladestandort bzw. Ladestation können mehrere Ladepunkte in Form von Steckvorrichtungen verfügbar sein. Der Begriff Ladestandort beschreibt dabei einen Ort mit mindestens einem Stellplatz für Elektroautos und mindestens einer Ladestation. So kann es sein, dass an einem Ladestandort auch mehrere Ladestationen mit unterschiedlicher Anzahl an Steckvorrichtungen und Parkplätzen vorhanden sind. Die technologischen Eigenschaften der am Markt erhältlichen und bereits installierten Ladehardware sowie die damit in Verbindung stehenden Einsatzzwecke der Ladestationen und deren Nutzen für Elektrofahrzeughalter unterscheiden sich dabei stark.

Die folgenden Kapitel präsentieren die Analyseergebnisse und stellen den Ist-Zustand der kantonalen Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur per 31.12.2016 in technischer und geografischer Hinsicht dar. Die Ergebnisse sind in Anhang 1 detailliert ersichtlich und wurden als Datensatz zusammen mit dem vorliegenden Bericht eingereicht. Nicht Teil der Analyse ist die Bestandesaufnahme ausschliesslich zur privaten Nutzung vorgesehener Ladehardware von Privatpersonen wie z. B. Ladevorrichtungen in privaten Einstellplätzen oder Haushaltssteckdosen unterhalb von 3,7 kW.

2.2.1 Ladestandorte nach Ladeleistung

Abbildung 3 zeigt die Verteilung der registrierten 85 Ladestandorte nach Ladeleistung im Kanton Graubünden. Die an den Ladestationen verfügbare Ladeleistung in kW beeinflusst, neben weiteren Leistungsmerkmalen der verbauten Ladestation wie Steckerart (siehe Kapitel 2.2.2) und technischen Eigenheiten des Fahrzeugs wie z. B. dem Akkuladegerät, stark die Dauer des durchgeführten Ladevorgangs. So können nicht alle Elektrofahrzeuge grundsätzlich die an der Ladestation angebotene Ladeleistung voll ausschöpfen; andererseits ist es möglich, dass auf Seiten der Ladestation nicht die maximal aufnehmbare Strommenge pro Zeiteinheit des Fahrzeugs bereitgestellt wird. Für die unterschiedlichen Bedürfnisse, die an den Ladestationen bedient werden sollen, stehen unterschiedliche Systemlösungen zur Verfügung. Kapitel 4.1.1 spezifiziert

die verschiedenen Lademöglichkeiten im Rahmen von vier Ladekategorien: langsames, beschleunigtes, schnelles und Hochleistungsschnell-Laden noch genauer.

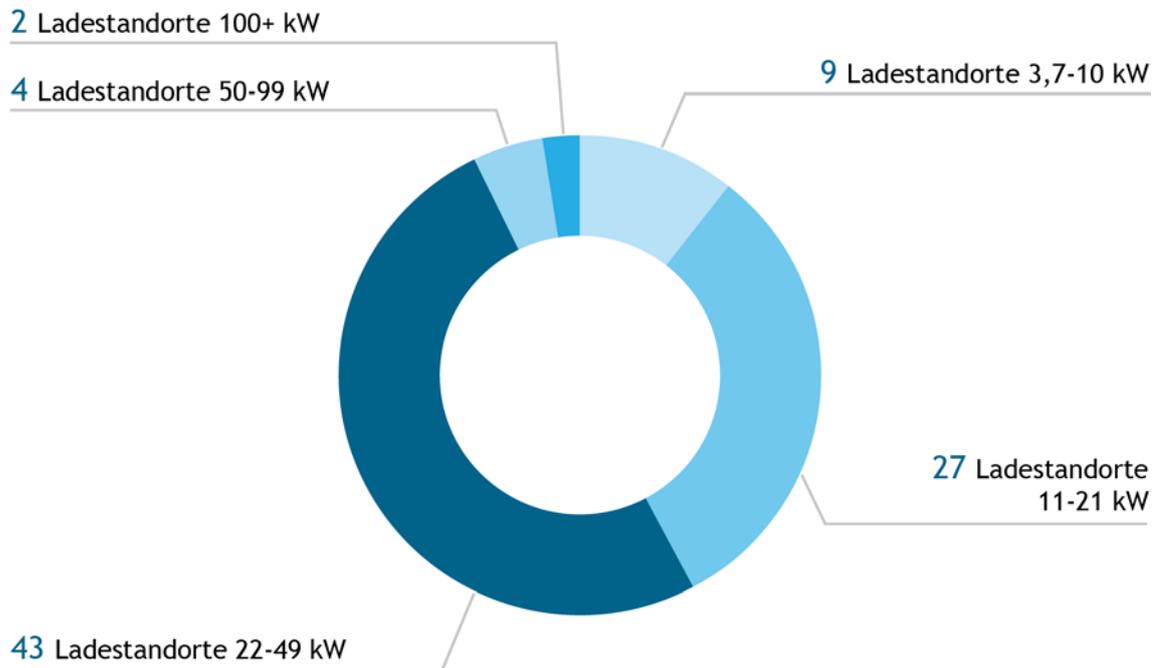


Abb. 3: Verteilung Ladestandorte nach Ladeleistung

Es zeigt sich, dass in Graubünden total neun Ladestandorte mit einer Maximalladeleistung von 3,7 bis 10 kW registriert sind. 27 Ladestandorte entfallen auf die Kategorie 11 bis 21 kW und 43 Ladestandorte auf 22 bis 49 kW. Die Bereiche 50 bis 99 kW und 100+ kW vereinen insgesamt sechs Ladestandorte.

Insgesamt wird in der Detailanalyse deutlich, dass über 90 % der Ladestandorte im Kanton Graubünden eine Ladeleistung von 22 kW oder darunter aufweisen. Ladestandorte höherer Ladeleistungen sind im Kanton hingegen nur vereinzelt vertreten. Es ist davon auszugehen, dass gemäss den vergleichsweise hohen Initialkosten für Ladestationen mit hoher Leistung, bei einer gleichzeitig überschaubaren Anzahl von Elektrofahrzeugen (siehe Kapitel 2.1.2), Ladestationen mit niedriger Ladeleistung in der Vergangenheit bevorzugt installiert wurden. Die Kosten für Schnell- und Hochleistungsladesysteme übersteigen die Kosten im Vergleich zu niedrigeren Ladegeschwindigkeiten um ein Vielfaches (siehe Kapitel 5). Zudem hat auf Seiten der Ladeinfrastruktur in den vergangenen Jahren eine starke technologische Entwicklung stattgefunden und es stehen heute modernere Hardwarelösungen zur Verfügung, als es noch vor wenigen Jahren der Fall war.

2.2.2 Ladestandort-Stecker-Verbreitung

In den vergangenen Jahren tauchten im Elektromobilitätsmarkt eine Reihe verschiedener Steckersysteme auf. Griff man bei den ersten Entwicklungen von Elektrofahrzeugen für die Ladung eher auf bereits etablierte Steckersysteme wie klassische Haushalts- oder Industriesteckdosen zurück, wurden aufgrund der überschaubaren Nennlasten und der mechanischen Belastbarkeit zunehmend neue Steckersysteme eingeführt. Einen globalen Standard, der für alle Fahrzeughersteller und Ladestationen

gleichermaßen gilt, sucht man bis heute allerdings vergebens. Die in Tabelle 6 beschriebenen Steckersysteme scheinen sich fahrzeugseitig aktuell durchzusetzen.

<p>Typ 1</p> 	<p>Der Typ-1-Stecker erlaubt in der Schweiz einphasiges Laden mit Wechselstrom (AC) mit bis zu 7,4 kW (230 V, 32 A). Er ist besonders im asiatischen, aber auch amerikanischen Raum verbreitet und wurde vom japanischen Automobilzulieferer Yazaki entworfen. Der Typ-1-Stecker gilt als veraltet und wird zunehmend durch den Typ-2-Stecker abgelöst; es bestehen Adapterkabel, um Fahrzeuge mit Typ-1-Stecker mit Typ-2-Ladestationen zu verbinden.</p>
<p>Typ 2</p> 	<p>Der Typ-2-Stecker erlaubt einphasiges oder dreiphasiges Laden mit Wechselstrom (AC) mit bis zu 43 kW (400 V, 63 A). Umgangssprachlich wird er auch als Mennekes-Stecker bezeichnet und wurde vom gleichnamigen Unternehmen entworfen. Der Typ-2-Stecker ist seit 2013 offizieller EU-Standard. Als einziger Hersteller verwendet Tesla den Typ-2-Stecker auch dazu, ihre Fahrzeuge mit Gleichstrom zu laden.</p>
<p>Combined Charging System (CCS)</p> 	<p>Der CCS-Stecker stellt eine Erweiterung des Typ-1-/Typ-2-Steckers dar und wird je nach Auslegung auch als Combo 1 (USA) oder Combo 2 (EU) bezeichnet. Über die zwei zusätzlichen Kontakte, kann das Fahrzeug zusätzlich zur Ladung mit Wechselstrom, wie beim Typ-2-Stecker, auch mit Gleichstrom geladen werden. Mit Gleichstrom sind gemäss der heute gültigen Norm, Ladungen mit bis zu 100 kW (500 V, 200 A) möglich. Der CCS-Stecker wurde von deutschen Automobilherstellern entwickelt und ist in der EU als Standard bei Ladeleistungen über 3,6 kW für Wechselstrom und über 22 kW für Gleichstrom empfohlen.</p>
<p>CHAdeMO</p> 	<p>Der CHAdeMO erlaubt Ladungen des Elektrofahrzeugs mit Gleichstrom (DC) bis zu 100 kW (bis 500 V, 200 A). Er ermöglicht eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladesäule z. B. über den Ladestand der Batterie. Er wurde von einem gleichnamigen japanischen Konsortium entwickelt, ist aber auch in den USA etabliert.</p>

Tab. 6: Steckersysteme Ladeinfrastruktur und Elektroautos

Abbildung 4 zeigt die an den Ladestandorten im Kanton Graubünden verfügbaren Steckersysteme. Auf Seiten der heute installierten Ladestationen hingegen ist neben den in Tabelle 6 beschriebenen Systemen eine breite Palette an verschiedenen Steckdosen bzw. Steckern als Ladepunkt vertreten. Wie einleitend in Kapitel 2.2 aufgeführt, können pro Ladestation bzw. Ladestandort mehrere verschiedene Steckdosen bzw. Stecker vorhanden sein.

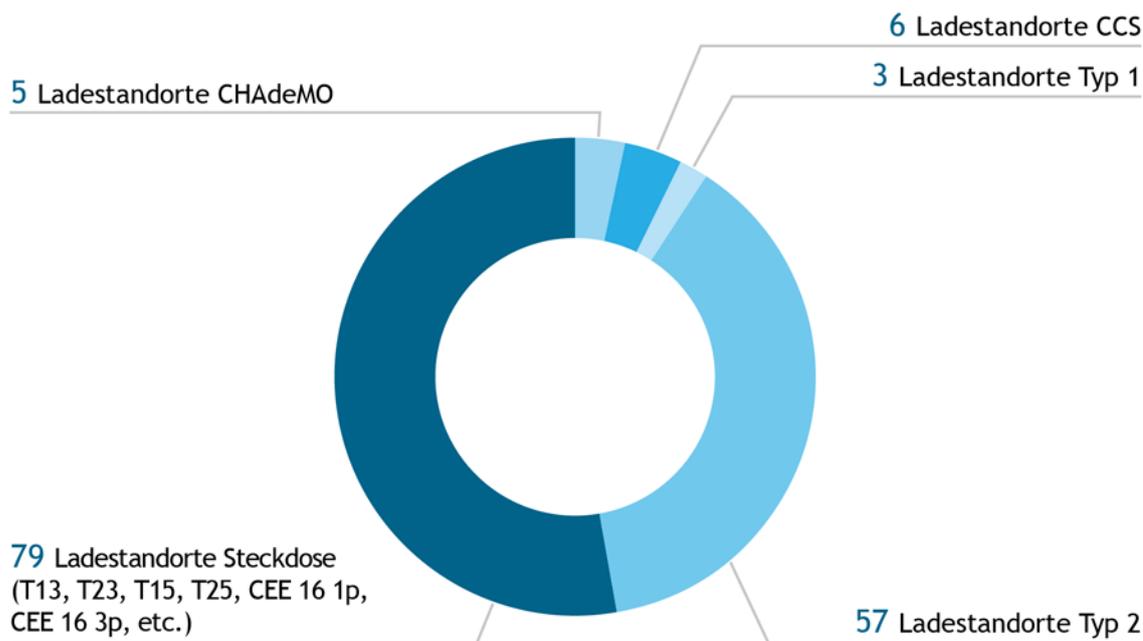


Abb. 4: Verteilung Ladestandorte nach Steckertyp

Es zeigt sich, dass im Kanton Graubünden insgesamt 272 Ladepunkte an den bereits erwähnten 85 Ladestandorten vertreten sind. Möglich ist, dass mehrere Steckvorrichtungen eines Steckertyps an einem Ladestandort verfügbar sind. An einem Grossteil der Ladestandorte findet man mindestens einen der klassischen Steckersysteme wie beispielsweise die Haushaltssteckdose T13 (bis 230 V, 10 A) oder verwandte Modelle wie z. B. die Steckdose T15 (230 V/400 V, 10 A) vor. Auch stark vertreten sind Industriesteckdosen wie der CEE-Stecker einphasig blau (bis 230 V, 16 A) oder dreiphasig rot (bis 400 V, 32 A). Damit ist das technologische Niveau der registrierten Ladestandorte in Graubünden mehrheitlich als eher nicht zeitgemäss einzuschätzen. Zwar ist es meist möglich, Elektrofahrzeuge der aktuellen Generation auch an traditionellen Steckdosen zu laden, z. B. unter Verwendung entsprechender Adapterkabel; dennoch geschieht dies nicht in angemessenen Zeiteinheiten und der technische Standard entspricht nicht vollends den Bedürfnissen heutiger und insbesondere zukünftiger Nutzer. Hinzukommen Sicherheitsprobleme, da keine Verriegelung der Steckverbindung erfolgt. Damit einher geht, dass Ladepunkte mit veralteten Steckersystemen meist auch im Hinblick auf andere technische Eigenschaften, wie z. B. der Kommunikationsfähigkeit zur Netzwerkeinbindung, nicht dem Status quo entsprechen. An 57 Ladestandorten findet man hingegen mindestens eine Steckvorrichtung des EU-Standardstecker Typ-2 vor, was wiederum dem heutigen Technologiestandard von AC-Wechselstrom-Ladungen entspricht. An einem sehr kleinen Teil der Ladepunkte kann DC-Gleichstrom über CCS- oder CHAdeMO-Stecker geladen werden. Der zunehmend unübliche Typ-1-Stecker ist an lediglich drei Ladestandorten verfügbar.

2.2.3 Ladestandorte mit und ohne Einschränkungen

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Ladestationen im Kanton Graubünden nach Zugangsmöglichkeit bzw. Ladestationen mit und ohne Einschränkungen. Grundsätzlich sind nicht alle Ladestationen im Kanton im vollen Umfang öffentlich zugänglich respektive können nicht von allen Elektrofahrzeughaltern zu jeder Zeit genutzt werden. Beispielsweise ist es möglich, dass eine Ladestation auf einem Parkplatz eines Einkaufszentrums installiert wurde und tagsüber ohne Einschränkungen verfügbar ist, der Parkplatz aber ausserhalb der Ladenöffnungszeiten geschlossen wird. Entsprechend unterliegt die Verfügbarkeit einer gewissen zeitlichen Restriktion. Ebenso verhält es sich mit Ladestationen des sogenannten Tesla-Supercharger- oder Destination-Charger-Netzwerks. Zwar können die öffentlichen Ladestationen rund um die Uhr genutzt werden, dennoch ist die Benutzung des Ladenetzwerkes ausschliesslich den Haltern von Tesla-Fahrzeugen vorbehalten und schliesst die Allgemeinheit bzw. Fahrzeuge anderer Hersteller gänzlich aus. Auch ist es möglich, dass eine Diskriminierung über das Zugangssystem des Ladestationsbesitzers erfolgen kann, sodass nur eigene Mitglieder, Gäste oder Kunden des Betreibers ihr Fahrzeug laden können. Man darf also nicht davon ausgehen, dass alle 85 registrierten Ladestationen in Graubünden vollumfänglich frei zugänglich sind. Gemäss der Kriterien a) 7/24 zugänglich, b) für alle Steckerfahrzeuge nutzbar, c) für jedermann nutzbar, wurden die registrierten Ladesäulen kategorisiert.

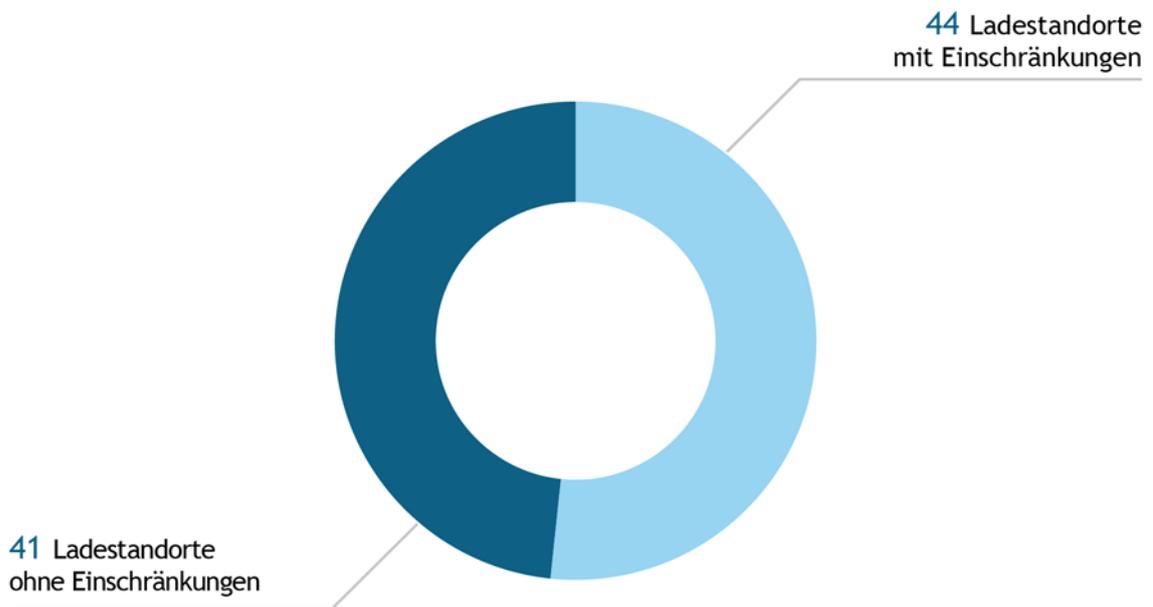


Abb. 5: Ladestandorte mit und ohne Einschränkung

Insgesamt sind im Kanton Graubünden 41 Ladestandorte ohne Einschränkungen registriert. 44 Ladestandorte unterliegen hingegen Einschränkungen. Zielführend im Hinblick auf die Etablierung eines bedarfs- und zukunftsgerichteten Ladenetzwerkes erscheint, dass alle Elektrofahrzeughalter dieses so einfach wie möglich auch nutzen können.

Ergänzend zeigt Abbildung 6 eine Unterkategorisierung der Ladestandorte mit und ohne Einschränkung nach Ladeleistung.

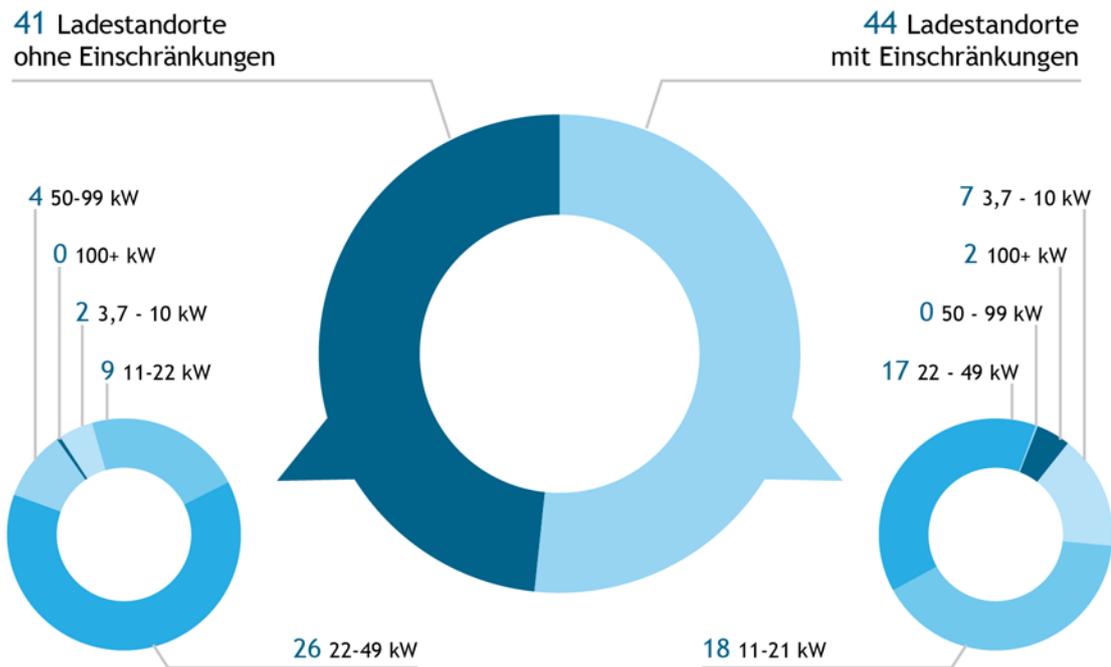


Abb. 6: Ladestandorte mit und ohne Einschränkung nach Ladekategorie

Es zeigt sich, dass sich die dominanten Ladeleistungsbereiche relativ gleichmässig auf die Ladestandorte mit und ohne Einschränkungen verteilen. Die zwei Ladestandorte mit Ladeleistung 100+ kW werden von Tesla betrieben und sind somit nicht diskriminierungsfrei für alle Elektroautofahrer verfügbar. Die vier Ladestandorte im Bereich 50 bis 99 kW sind hingegen ohne weitere Einschränkung nutzbar.

2.2.4 Ladestandorte nach Regionen

Abbildung 7 zeigt die geografische Verteilung der Ladestandorte innerhalb der elf Regionen Graubündens. Um die maximale Versorgungsqualität auf Elektroautofahrerseite zu erreichen und Versorgungslücken zu schliessen, sollte eine ausreichend grosse Anzahl an Ladestandorten in allen Regionen Graubündens angestrebt werden.

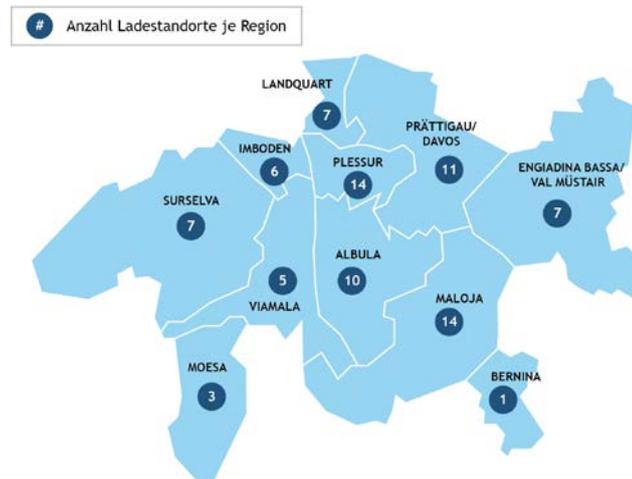


Abb. 7: Verteilung Ladestandorte nach Regionen

Es zeigt sich, dass insbesondere die Regionen Plessur, Maloja, Prättigau-Davos und Albula jeweils zehn oder mehr Ladestandorte aufweisen. Unterrepräsentiert sind insbesondere Bernina, Moesa, Surselva, Imboden, Landquart und Engiadina Bassa/Val Müstair mit teilweise deutlich weniger als zehn Ladestandorten.

Abbildung 8 spezifiziert zusätzlich den Ist-Zustand der geografischen Verteilung der Ladestandorte nach Regionen und Zugang im Kanton Graubünden. Es wird deutlich, dass durch die bereits in Kapitel 2.2.3 bestehenden Zugangsbeschränkungen die Anzahl der in den Regionen verfügbaren Lademöglichkeiten nochmals deutlich abnimmt.

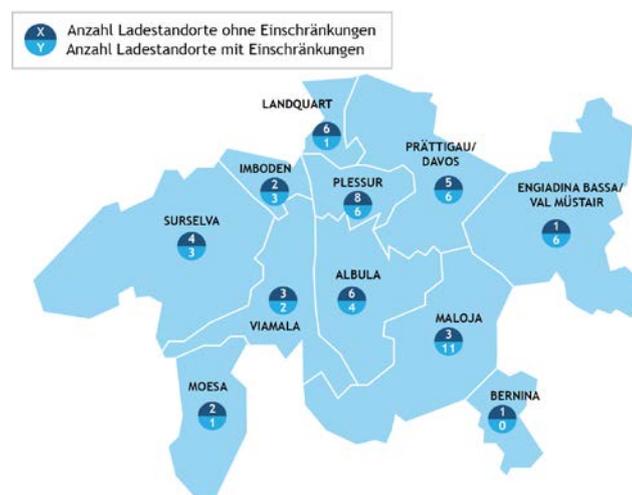


Abb. 8: Verteilung Ladestandorte nach Regionen und Zugang

3 Entwicklungsszenarien Graubünden bis 2035

Im Auftrag von Repower hat die Ernst Basler+Partner AG (EBP) die zukünftige Entwicklung der Elektrofahrzeug-Neuzulassungen und Bestände im Kanton Graubünden in Jahresschritten von 2016 bis zum Jahr 2035 in Szenarien prognostiziert. Datenstand ist Oktober 2016. Die drei bottom-up gerechneten Szenarien lassen sich gemäss EBP wie folgt charakterisieren (EBP, 2016a):

BAU (Business As Usual): Die Elektromobilität wird nicht speziell gefördert, die Ladeinfrastruktur entwickelt sich ohne zentrale Koordination oder Mindestanforderungen. Die Energiepreise bleiben niedrig, das Autokauf- und Mobilitätsverhalten der Schweizer Bevölkerung ändert sich im Grundsatz nicht.

EFF (Efficiency): Für effiziente Fahrzeuge werden (gegenüber dem Stand Oktober 2016) zusätzliche Förder- und Anreizinstrumente eingeführt, damit die Ziele 2030/2035 der Energiestrategie im Bereich der Strassenmobilität erreicht werden können. Technologieneutrale Förderinstrumente (für sehr effiziente Verbrennerfahrzeuge, für Plug-in-Hybride sowie für reine Elektrofahrzeuge) werden bevorzugt. Die Entwicklung der Ladeinfrastruktur wird koordiniert und deren Einführung im öffentlichen Strassenraum erleichtert, für die Schnellladeinfrastruktur werden Mindestanforderungen eingeführt. Die Energiepreise werden dem technischen Fortschritt angepasst und der technische Fortschritt bei den Neuwagen manifestiert sich voll bei den Neuwagenverkäufen. Das Mobilitätsverhalten bleibt im Grundsatz gleich.

COM (Connected Mobility): Aus energiesystemischen Überlegungen werden Elektroautos spezifisch gefördert; auch die Schnellladeinfrastruktur wird gefördert; höhere Energie- und Mobilitätspreise führen zu Änderungen im Mobilitätsverhalten: Weil längere Strecken mehr durch die Kombination von Auto und Bahn zurückgelegt werden, braucht es weniger langstreckenfähige Personenwagen. Wegen der Vergleichbarkeit wird in diesem Szenario dennoch mit der gleichen Anzahl Fahrzeugkilometer gerechnet, jedoch wird neu ein Teil dieser Fahrleistung durch Kleinwagen wie E-Scooter erbracht.

Die betrachteten Szenarien BAU, EFF und COM stellen keine Extremszenarien dar; im Falle von starken Schocks (Wirtschaftskrise, Energiepreise) oder technologischen Brüchen (nicht voraussehbare Fortschritte bei Verbrennungsmotoren oder Elektroantrieben) kann es zu einer Entwicklung kommen, welche ausserhalb des von BAU und COM aufgespannten Fächers liegt. Das Szenario BAU ist ein Trendszenario, die Szenarien EFF und COM sind Zielszenarien, deren Eintreten davon abhängt, dass bestimmte (oben beschriebene) Voraussetzungen erfüllt sind.

In Kapitel 3.1 werden das methodische Vorgehen der Szenarioberechnung erläutert und die massgebenden Inputdaten und -variablen des Rechenmodells aufgezeigt. Kapitel 3.2 zeigt die Ergebnisse der Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien nach Neuzulassungen und Fahrzeugbestand Graubünden bis 2035. Kapitel 3.3 behandelt den Einfluss der ausserkantonalen Elektrofahrzeuge. Die detaillierten Ergebnisse der statistischen Mikrosimulation können Anhang 2 entnommen werden und wurden als Excel-Datensatz zusammen mit dem vorliegenden Bericht eingereicht.

3.1 Methodisches Vorgehen

Auf nationaler Ebene werden seit mehreren Jahren im Rahmen der Perspektiven der Schweizer Energiestrategie 2050 die Komponenten des Schweizer Energiesystems modelliert und laufend angepasst. Im Herbst 2016 kam es zu einer Neuberechnung der Elektromobilitäts-Szenarien bis 2035 durch EBP auf Basis der von BFE, BAFU, ASTRA und ARE in Auftrag gegebenen TA-Swiss-Studie 2013 „Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz“ und der darin enthaltenen Hochrechnungen (siehe Kapitel 1). Ausgehend von dem offiziellen nationalen Rechenmodell der Szenarien BAU, EFF und COM von 2016 bis 2035 wurden die Berechnungen durch EBP auf die kantonalen Gegebenheiten runtergebrochen bzw. anhand verschiedener Faktoren (siehe Kapitel 3.1.1) an die kantonalen Gegebenheiten angepasst. Die angepassten Marktdurchdringungen ermöglichen dann die Berechnung (1) des kantonalen Neuwagenmarkts, (2) des daraus resultierenden (statistischen) Fahrzeugbestands der in Graubünden immatrikulierten Fahrzeuge sowie (3) die dynamische fahrleistungsgewichtete Flotte.

Für die Modellierung der (statischen) Fahrzeugflotte wird ein Flottenmodell verwendet: Jährlich kommen die Neuzulassungen hinzu, während ein Teil der älteren Flotte ausscheidet. Dies wird über sogenannte Überlebensraten je Kohorte simuliert: In Abhängigkeit von der Fahrzeuggrössenklasse sowie dem Alter wird jedes Jahr ein Teil jeder Kohorte ausser Dienst gesetzt. Jährlich werden etwa 7,5 % des Gesamtbestands ersetzt. Damit dauert es länger als zehn Jahre, bis der Bestand umgewälzt wird; erst nach mindestens fünf Jahren zeigen sich technologische Trendbrüche auch im Gesamtbestand deutlich.

Der statische Fahrzeugbestand umfasst die Anzahl Fahrzeuge, welche zu einem Stichtag immatrikuliert sind. Aber nicht jedes Fahrzeug fährt gleich viele Kilometer: Je neuer ein Fahrzeug ist, desto mehr Kilometer pro Jahr legt es zurück. Mit 10 % der neuesten Fahrzeuge werden deutlich mehr als 10 % aller Fahrzeugkilometer gefahren. Das ist gerade für die Elektromobilität relevant. Ausgehend von der statischen Fahrzeugflotte wird deshalb die sogenannte dynamische kantonale Flotte berechnet. Dazu wird den Fahrzeugkohorten eine jährliche Fahrleistung in Abhängigkeit vom Alter zugeordnet (je älter ein Auto ist, desto mehr nimmt seine jährliche Fahrleistung ab). Der dynamische Fahrzeugbestand beschreibt die zurückgelegte Fahrleistung je Fahrzeugsegment, die Einheit ist hier also „Anzahl gefahrene Kilometer“.

3.1.1 Input-Daten und Annahmen für die Berechnung

Die Entwicklung der Anzahl Neuwagen wurde auf Basis des historischen Verlaufs der Neuzulassungen und der Bevölkerungsentwicklung in Graubünden modelliert. Folgende Inputvariablen liegen der Szenarioberechnung zugrunde; es wird angenommen, dass sich die Faktoren mit der Zeit nicht verändern und dass die Unterschiede für alle drei Szenarien innerhalb des Kantons gleichermassen gelten.

Ständige Wohnbevölkerung: Abbildung 9 zeigt den historischen Verlauf und die angenommene künftige Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung. Die Datenbasis der ständigen Wohnbevölkerung für den Kanton Graubünden von 1990 bis 2015 wurde den Erhebungen des BFS entnommen (BFS, 2016a) und die Prognose der zukünftigen Bevölkerungsentwicklung orientiert sich am „Referenzszenario“ des BFS für den Kanton Graubünden (BFS, 2016b).

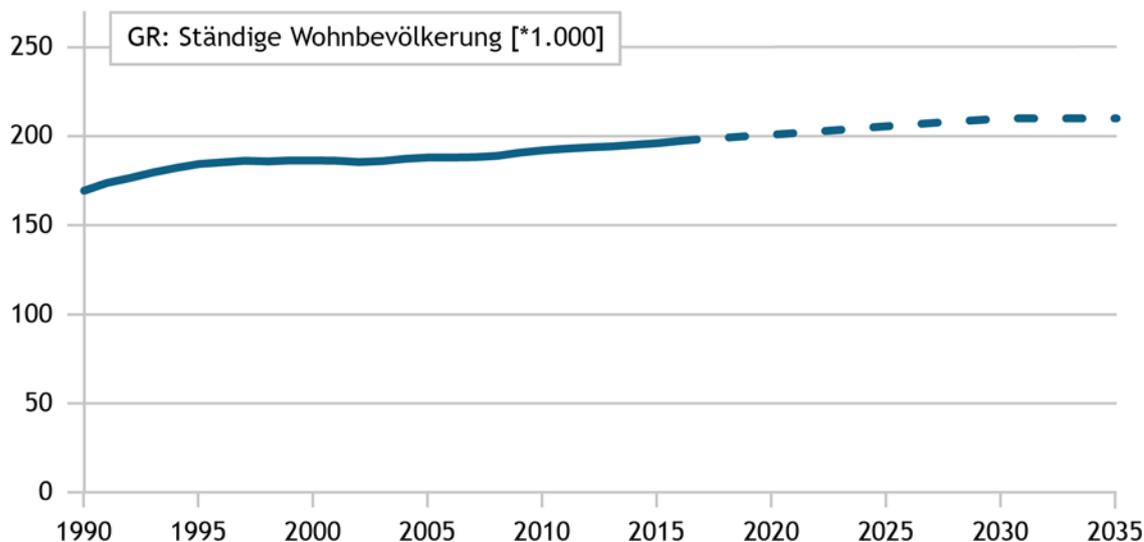


Abb. 9: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung (Quelle: EBP, 2016a).

Personenwagenbestand: Abbildung 10 zeigt den historischen Verlauf des Motorisierungsgrades in Graubünden und die angenommene künftige Entwicklung. Der Motorisierungsgrad spiegelt die Anzahl Personenwagen pro 1.000 Einwohner. Die Datengrundlage des historischen Personenwagenbestands seit 1990 in Graubünden stammt ebenfalls vom BFS (2016c). Die Prognose des zukünftigen Personenwagenbestands bildet sich aus Bevölkerungsstand und Motorisierungsgrad. Der historische Motorisierungsgrad zwischen 1990 und 2015 wurde ebenfalls erfasst und für die Zukunft abgeleitet.

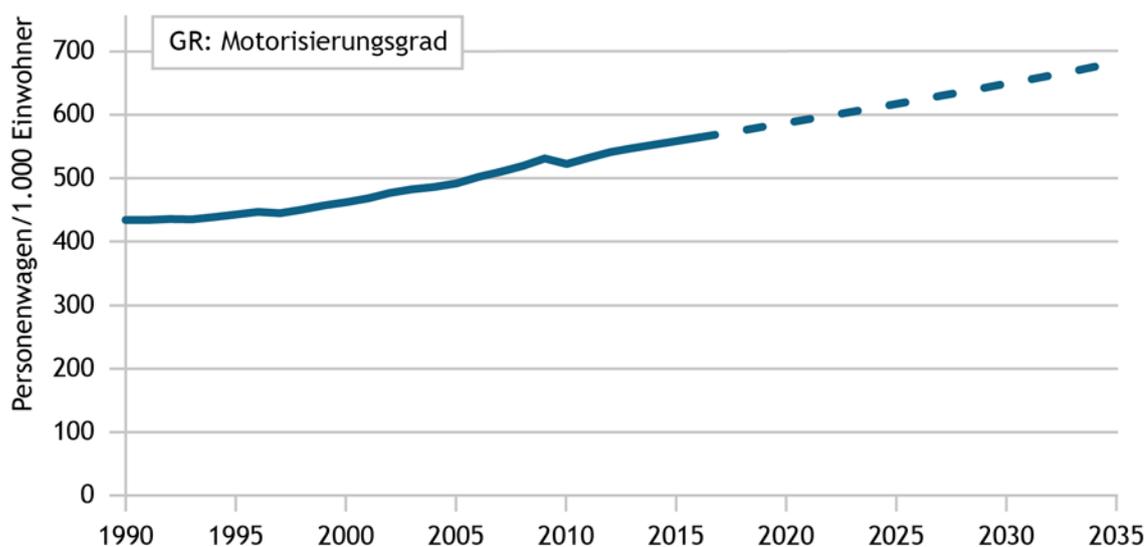


Abb. 10: Historischer Verlauf und angenommene künftige soziodemografische Entwicklung (Quelle: EBP, 2016a)

Aus der Prognose der ständigen Wohnbevölkerung und des Motorisierungsgrades resultiert der Gesamt-Personenwagenbestand in Abbildung 11.

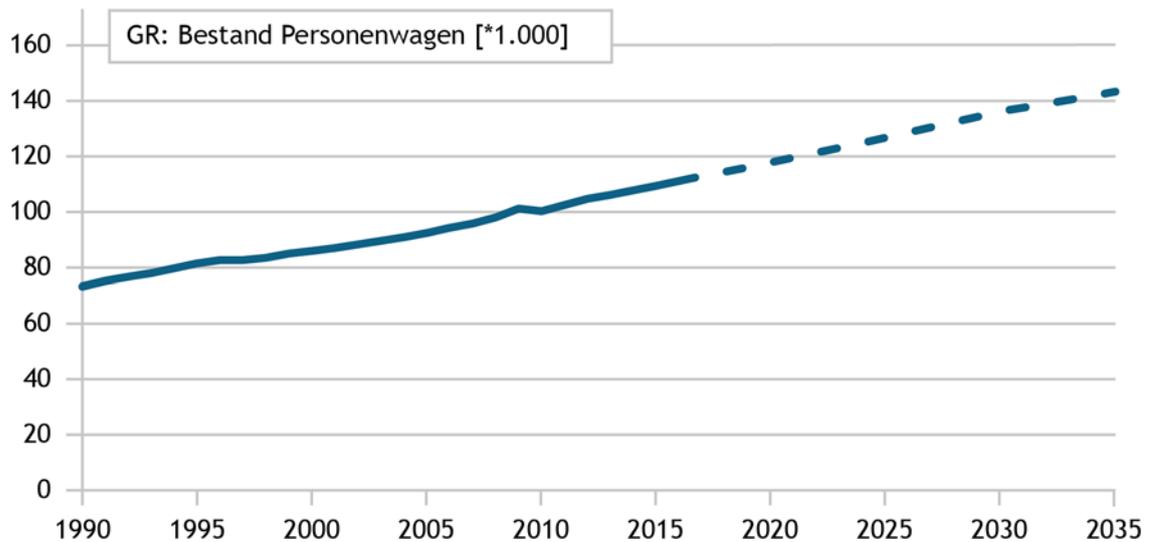


Abb. 11: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung des statistischen Fahrzeugbestands (nur Personenwagen) im Kanton Graubünden (Quelle: EBP, 2016a)

Personenwagen-Neuzulassungen: Abbildung 12 zeigt den historischen Verlauf und das angenommene künftige Verhältnis der jährlichen Anzahl an Neuwagen zum Gesamtbestand der Personenwagen. Die historischen Daten von 1990 bis 2015 wurden den Erhebungen des BFS entnommen (BFS, 2016d). Zur Berechnung der Entwicklung der Neuzulassungen in der Zukunft wurde das mittlere Verhältnis zwischen historischen Neuzulassungen und Fahrzeuggesamtbestand (was wiederum der mittleren Lebensdauer der Fahrzeuge entspricht) zukünftig als konstant angenommen.

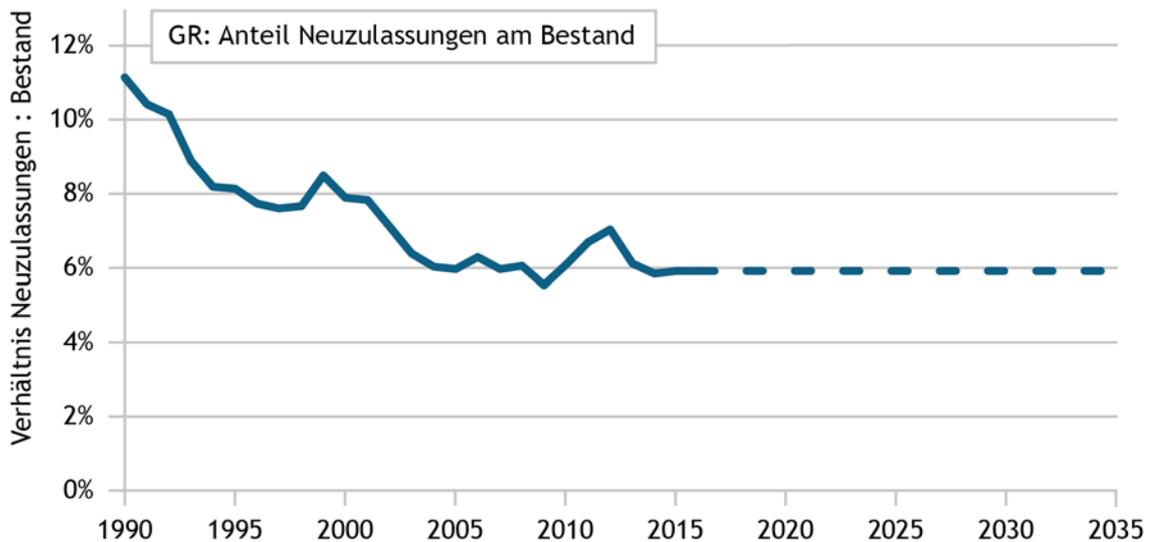


Abb. 12: Historischer Verlauf und angenommenes künftiges Verhältnis der jährlichen Anzahl an Neuwagen zum Gesamtbestand der Personenwagen (Quelle: EBP, 2016a)

Aus dem prognostizierten Anteil Neuzulassungen am Bestand und dem Bestand Personenwagen leitet sich der angenommene jährliche Neuwagenmarkt des Kantons Graubünden in Abbildung 13 ab.

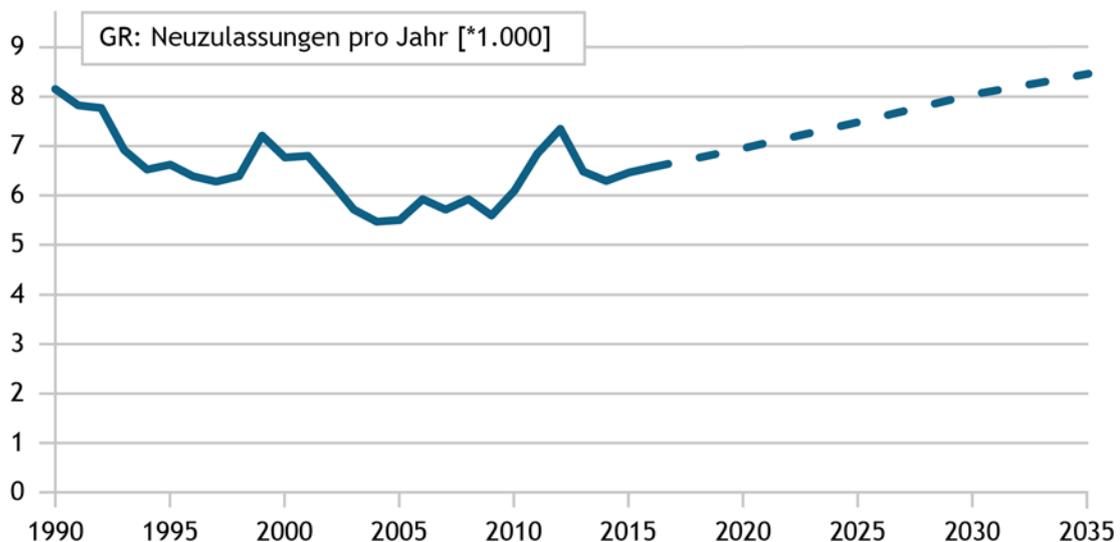


Abb. 13: Historischer Verlauf und modellierte künftige Entwicklung des Neuwagenmarkts im Kanton Graubünden (Quelle: EBP, 2016a)

Soziodemografische Faktoren und Indikatoren des Mobilitätsverhaltens:

Tabelle 7 zeigt die Affinität des Kantons Graubünden für die E-Mobilität anhand von ausgewählten soziodemografischen Faktoren bzw. Indikatoren des Mobilitätsverhaltens des Mikrozensus Mobilität und Verkehr und kann so gegenüber dem schweizerischen Durchschnitt eingestuft werden (ARE & BFS, 2012)⁴. Faktoren mit der Bewertung + oder ++ wirken sich eher positiv auf die Marktentwicklung der Elektromobilität aus, wohingegen Faktoren mit – oder -- eine eher negative Beeinflussung darstellen. Der Kanton Graubünden ist bei drei Kriterien unterdurchschnittlich, bei zwei Kriterien durchschnittlich und bei einem Kriterium überdurchschnittlich affin für die Elektromobilität.

Kriterium	Einfluss	Resultat
Anzahl Fahrzeuge pro Haushalt	Mehr-Auto-Haushalte kaufen eher Elektrofahrzeuge als andere, weil Elektrofahrzeuge häufig als Zweitauto eingesetzt werden.	-
Anteil Autofahrten länger als 50 km	Wer täglich mehr als 50 Kilometer fährt, kauft weniger häufig Elektrofahrzeuge als andere.	0
Ausbildung	Personen mit mindestens einem Fachhochschulabschluss kaufen eher Elektrofahrzeuge als andere.	-
Motorisierungsgrad	Haushalte mit einem Auto zur ständigen Verfügung kaufen eher Elektrofahrzeuge als andere.	0

⁴ Im Rahmen des Mikrozensus Mobilität und Verkehr werden alle fünf Jahre ca. 60 000 Personen telefonisch zu ihrem Verkehrsverhalten befragt. Im Jahr 2010 haben 63 000 Einzelpersonen in der ganzen Schweiz an der Befragung teilgenommen.

Kriterium	Einfluss	Resultat
Carsharing	Carsharing-Mitglieder kaufen eher Elektrofahrzeuge als andere, weil sie für lange Fahrten ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor mieten können und somit die Problematik der Reichweite reduziert wird.	-
Verteilung nach Haushaltstyp	Haushalte ohne Kinder kaufen eher Elektrofahrzeuge als andere.	+

Tab. 7: Affinität des Kantons Graubünden für die E-Mobilität (Quelle: EBP, 2016a)

Kantonale Standortfaktoren: Neben soziodemografischen Faktoren und Indikatoren des Mobilitätsverhaltens in Graubünden wurden kantonale Standortfaktoren berücksichtigt. Tabelle 8 zeigt den Einfluss verschiedener kantonaler Standortfaktoren auf die Entwicklung der Elektromobilität in Graubünden. Die jeweilige Bewertung wurde qualitativ geschätzt.

Kriterium	Einfluss	Resultat	Bemerkung
Bereitschaft für Innovation	Wenn ein grösserer Teil der Bevölkerung Freude und Interesse für Innovation hat, werden neue Technologien schneller eingesetzt.	0	Graubünden weicht nicht vom schweizerischen Durchschnitt ab.
Existierende Ladeinfrastruktur/Pilotprojekte	Pilotprojekte und bestehende Ladeinfrastruktur können die Verbreitung der Elektrofahrzeuge und die Bereitschaft der Bevölkerung positiv beeinflussen.	0	Graubünden weicht nicht vom schweizerischen Durchschnitt ab.
Anzahl Pendler	Regelmässige, eher kurze Pendeldistanzen sind geeignet, um mit Elektrofahrzeugen zurückgelegt zu werden.	-	Graubünden hat eher grosse Pendeldistanzen, da viele Täler und Berge vorhanden sind.
Einfluss Qualität ÖV-Netz	Sehr gute ÖV-Netze sind eine gute Alternative zum motorisierten Individualverkehr. Stadtzentren zeigen tiefere Motorisierungsgrade und die Durchdringung von Elektrofahrzeugen kann gehemmt werden.	++	Die räumliche Struktur des Kantons ist keine gute Voraussetzung für den ÖV. Aus diesem Grund könnte der elektrifizierte motorisierte Individualverkehr favorisiert sein.
Topografie	Grosse Höhenunterschiede können die Reichweite der Elektrofahrzeuge deutlich verringern. Fahrleistungen auf Strassen ohne Höhenunterschiede sind von Vorteil für Elektrofahrzeuge.	--	Graubünden weicht topografisch gesehen stark vom schweizerischen Durchschnitt ab: Das Gebiet weist grosse Höhenunterschiede auf.

Kriterium	Einfluss	Resultat	Bemerkung
Klima	Die Leistung der Batterien hängt von der Aussentemperatur ab: Niedrige Temperaturen reduzieren die Reichweite. Die Heizung und die Klimaanlage verbrauchen ebenfalls Energie und reduzieren die Reichweite.	--	Das Klima in Graubünden ist aus Sicht der Elektromobilität ungünstig: Die Temperaturen sind im Durchschnitt tiefer.

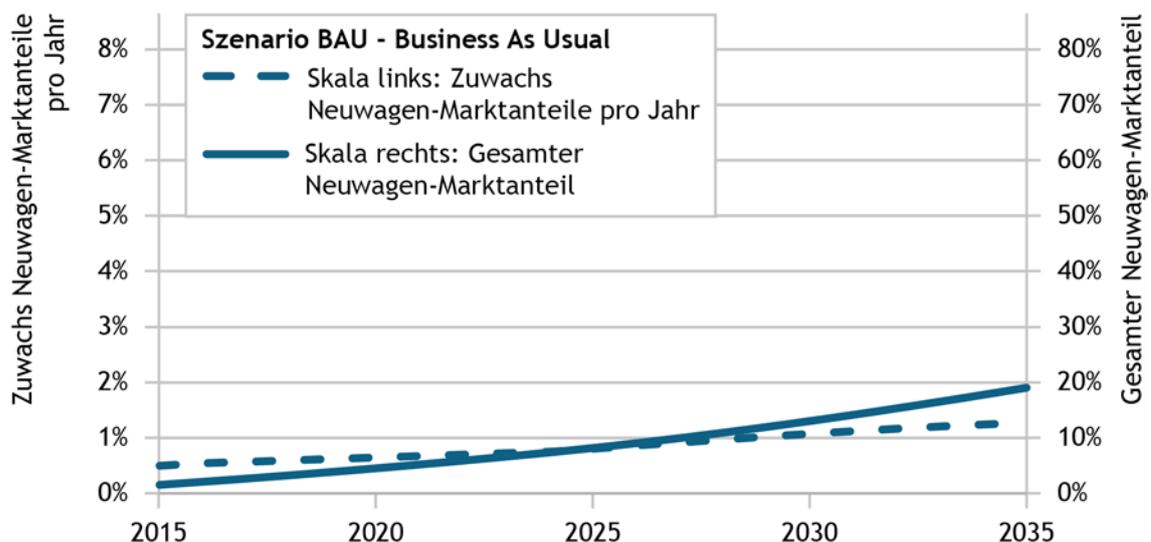
Tab. 8: Einfluss weiterer Standortfaktoren auf die Anzahl neuer Elektrofahrzeuge (Quelle: EBP, 2016a)

Die Faktoren-Werte aus Tabellen 7 und 8 für den Kanton Graubünden führen im Vergleich zum schweizerischen Durchschnitt zu folgenden Resultaten:

- Geschwindigkeit der Innovationsdiffusion: Die maximale Diffusionsgeschwindigkeit (Jahr mit dem höchsten Marktanteilzuwachs) wird +2 Jahre später erreicht als in der Schweiz insgesamt.
- Längerfristiger Elektrofahrzeug-Marktanteil: Bis zum Prognosehorizont wird im Kanton Graubünden ein um -20 % geringerer Anteil des gesamten PKW-Neuwagenmarkts aufgrund der räumlichen, topografischen und verkehrlichen Voraussetzungen elektrifiziert werden können.

3.2 Elektrofahrzeug-Neuwagenmarkt und Gesamtbestand der Personenwagen im Kanton Graubünden bis 2035

Abbildung 14 zeigt den prognostizierten Zuwachs an Neuzulassungen und den Gesamtmarktanteil Neuwagen-Elektrofahrzeuge bis 2035 in den verschiedenen Szenarien im Kanton Graubünden. Im Jahr 2035 wird der Anteil Elektrofahrzeuge am Neuwagenmarkt zwischen 19 % (BAU) und 42 % (COM), im mittleren EFF-Szenario bei rund 31 % liegen. Vergleichsweise liegen diese Werte in der Schweiz zwischen 22 und 47 % respektive bei 42 % im EFF-Szenario (EBP, 2016a).



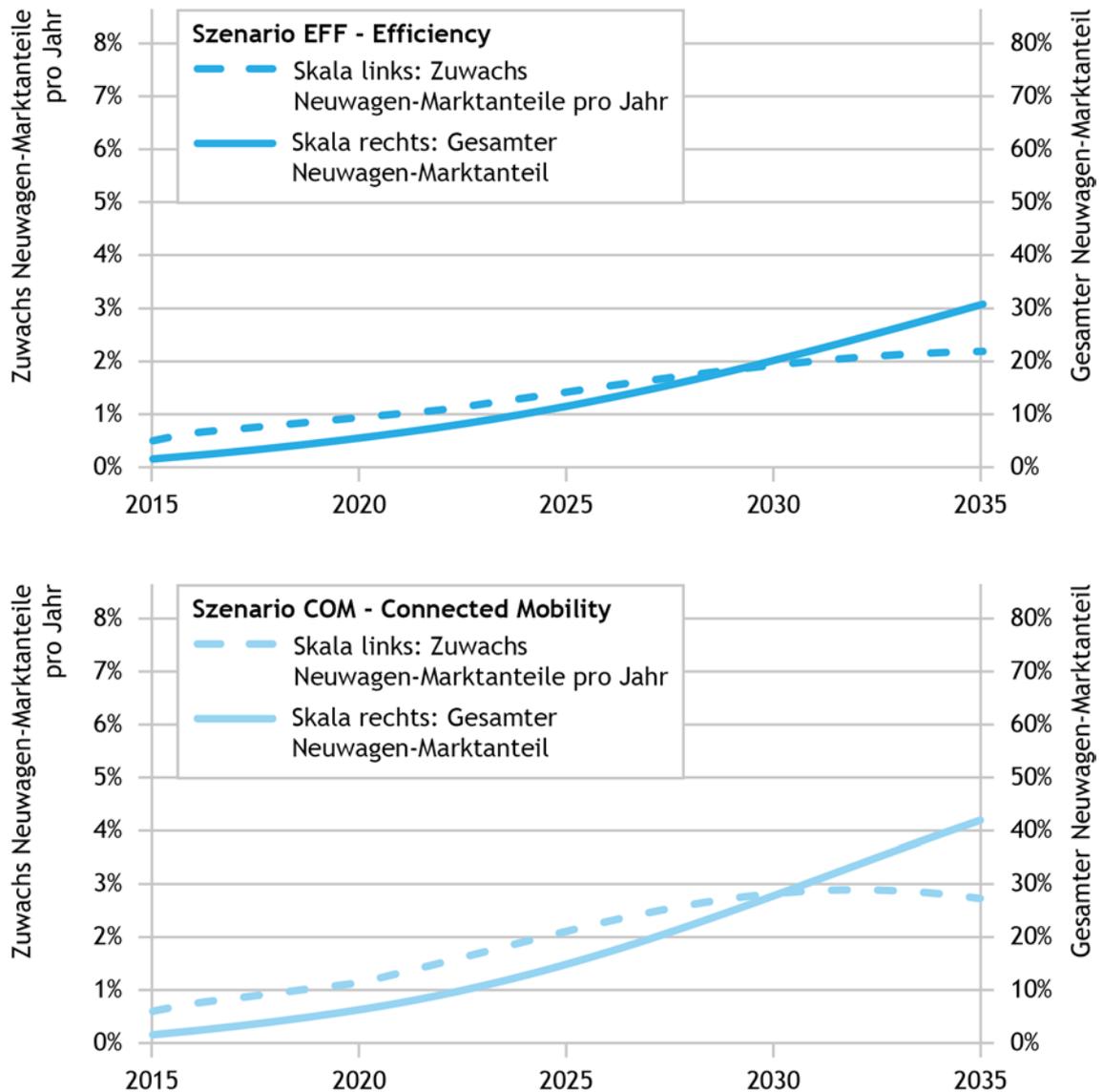


Abb. 14: Zuwachsrate und Gesamtmarktanteil Elektrofahrzeuge Kanton Graubünden bis 2035 (Quelle: EBP, 2016a)

Abbildung 15 zeigt den prognostizierten Elektrofahrzeug-Neuwagenmarkt und Fahrzeugbestand bis 2035 in den verschiedenen Szenarien im Kanton Graubünden. Links ist die absolute Anzahl neu zugelassener BEV und rechts ist die absolute Anzahl BEV an der Gesamtflotte abgebildet. Bis zum Jahr 2035 ist mit rund 17 000 (BAU) bis 30 000 (COM) Elektrofahrzeugen im Kanton zu rechnen; im mittleren EFF-Szenario ist von 26 000 immatrikulierten BEV in Graubünden bis zum Jahr 2035 auszugehen.

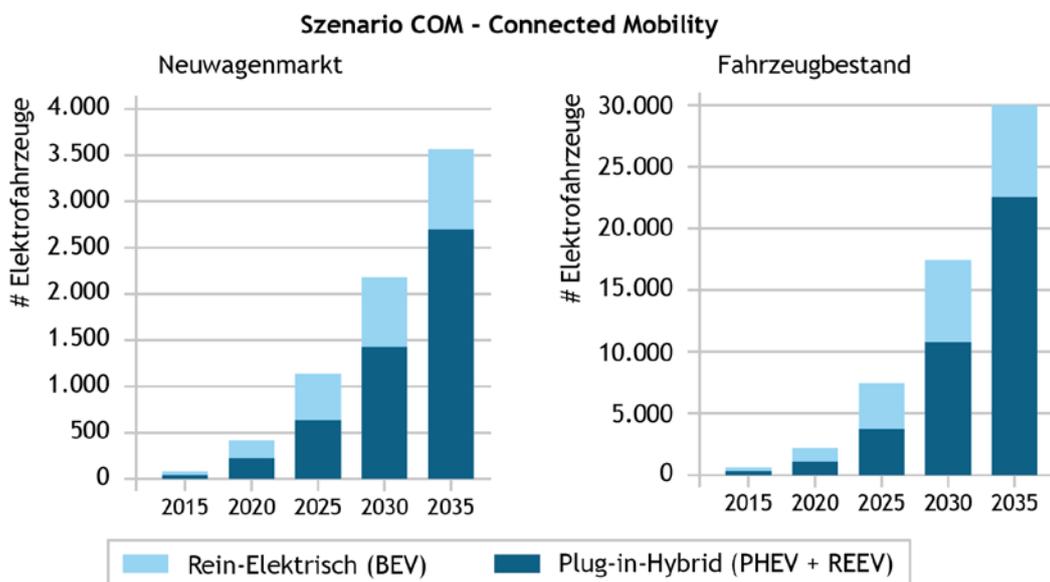
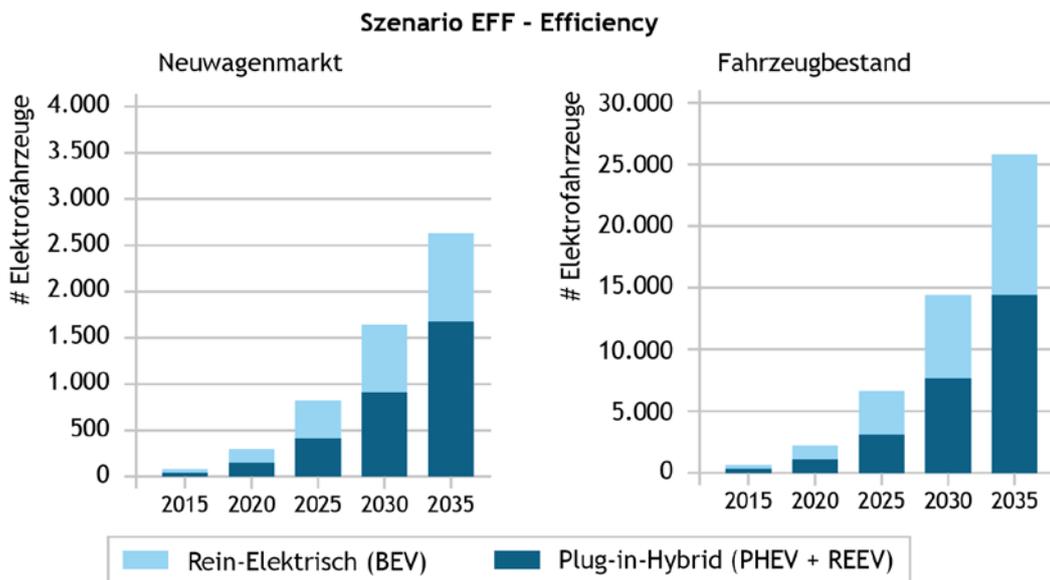
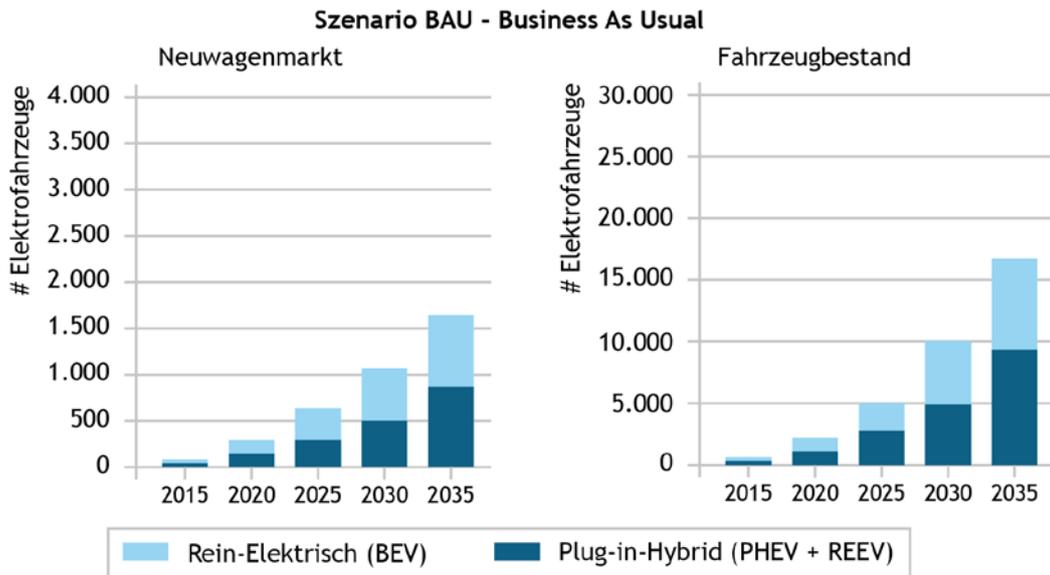


Abb. 15: Progn. Elektrofahrzeug-Neuwagenmarkt und Fahrzeugbestand Kanton Graubünden bis 2035
(Quelle: EBP, 2016a)

3.3 Einfluss von ausserkantonalen Fahrzeugen

Der Tourismus spielt im Kanton Graubünden eine wesentliche Rolle und täglich kommen zahlreiche Kurzaufenthalter, Ferien- und Tagesgäste aus dem In- und Ausland in den Kanton Graubünden. Nach dem Kanton Zürich ist Graubünden das Hauptreiseziel in der Schweiz. So kam es laut BFS im Jahr 2015 zu rund 4,7 Millionen Logiernächten in Graubündens Hotel- und Kurbetrieben. Dabei ist der motorisierte Individualverkehr sowohl bei einer bis drei Übernachtungen (67 %) als auch bei Reisen ab vier Übernachtungen (70 %) das am häufigsten verwendete Verkehrsmittel bei Reisen in der und in die Schweiz (BFS, 2015a). Touristen, egal ob aus dem In- oder Ausland, werden in Zukunft verstärkt auch das Elektrofahrzeug für diesen Zweck verwenden.

Hinzu kommen Fahrzeuge, die den Kanton auf National- und Kantonsstrassen durchqueren, um in Nachbarkantone oder das umliegende Ausland zu gelangen. Die Distanzen Ost-West (220 Kilometer) und Nord-Süd (140 Kilometer) von Grenze zu Grenze des Kantons reizen in Kombination mit den topografischen und klimatischen Bedingungen die normale Reichweite von aktuellen Elektrofahrzeugen schnell aus. Entsprechend erhöht sich auch der Bedarf an der Ladeinfrastruktur. Umgekehrt findet ein Teil der Fahrleistung der im Kanton immatrikulierten Elektrofahrzeuge nicht auf dem Territorium des Kantons Graubünden statt und beeinflusst die Nachfrage nach Lademöglichkeiten in den angrenzenden Gebieten.

Aus diesen Gründen kann nicht vereinfacht angenommen werden, dass die Fahrleistungen auf dem Kantonsgebiet ausschliesslich von im Kanton immatrikulierten Fahrzeugen zurückgelegt werden. Ein wichtiger Teil der Fahrleistung wird von ausserkantonalen Fahrzeugen zurückgelegt, was die absolute Anzahl der im Kanton befindlichen Elektrofahrzeuge deutlich gegenüber den in Kapitel 3.2 dargestellten Prognosen erhöht. Die Beschaffenheit der ausserkantonalen Flotte bzw. die Anzahl ausserkantonaler Elektrofahrzeuge sowie deren zahlenmässige Präsenz im Kanton lassen sich statistisch allerdings nur sehr schwer bestimmen und prognostizieren, da hierfür eine Vielzahl von praktisch nicht bestimmbar Variablen relevant werden. Wie viele Touristen mit dem Elektroauto kommen, hängt beispielsweise von der Marktentwicklung der Elektromobilität (Diffusion Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur) jedes einzelnen Herkunftslandes bzw. Kantons ab. Zudem unterliegen die Touristenströme gewissen Schwankungen sowohl in zeitlicher als auch geografischer Hinsicht. Verlässliche Hochrechnungen sind nur auf Basis effektiver Zulassungszahlen und Fahrzeugbestände innerhalb klar eingegrenzter Gebiete möglich. Festzuhalten gilt, dass die absolute Anzahl Elektrofahrzeuge die Werte aus den vorangegangenen Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien bis 2035 im Kanton Graubünden heute und in Zukunft deutlich übersteigt.

4 Bedarfsermittlung der Ladeinfrastruktur Graubünden bis 2035

In Zusammenarbeit mit der Protoscar SA wurde der zukünftige Bedarf an Ladeinfrastruktur im Kanton Graubünden in Jahresschritten von 2017 bis zum Jahr 2035 prognostiziert. In Kapitel 4.1 wird das methodische Vorgehen der Szenarioberechnung erläutert und die massgebenden Inputdaten und -variablen des Rechenmodells werden aufgezeigt. Kapitel 4.2 beinhaltet die Analyseergebnisse und quantifiziert den kantonalen Bedarf an Ladestationen nach Segmenten und Regionen. Die detaillierten Ergebnisse der statistischen Mikrosimulation können aus den Anhängen 3 bis 5 entnommen werden. Sie stehen auch als Excel-Datensatz zur Verfügung.

4.1 Methodisches Vorgehen

Das Ziel der Quantifizierung der Ladeinfrastruktur ist zum einen abzubilden, wie viele Ladestationen zukünftig im Kanton Graubünden benötigt werden, und zum anderen, eine Aufteilung der Ladestationen pro Region und pro Segment vorzunehmen. Als Ausgangslage für die Berechnungen dienen die Ergebnisse aus Kapitel 3, in welchem die zukünftige Entwicklung der Elektrofahrzeug-Neuzulassungen und -Bestände im Kanton Graubünden in Jahresschritten von 2016 bis zum Jahr 2035 in den Szenarien BAU, EFF und COM prognostiziert wurde. Für den Kanton Graubünden wurden zusätzlich eine Reihe von Segmenten identifiziert, die als Betreiber bzw. Standort einer Ladestation infrage kommen. In einem zweiten Schritt wurden die Segmente in Ladekategorien eingeteilt. Die Ladekategorien bringen verschiedene technische Spezifikationen mit sich – wie z. B. die Auslegung des Netzanschlusses – und unterscheiden sich zudem in nutzungsspezifischen Eigenschaften – wie z. B. der Länge des Aufenthalts oder dem Ladezustand des Elektrofahrzeugs bei Ladebeginn. Die Ladekategorien sind in Abschnitt 4.1.1 definiert. Dabei ist anzumerken, dass hierbei gängige Durchschnittsfälle abgebildet werden. So kann es in spezifischen Fällen durchaus Sinn ergeben, den Elektrofahrern beispielsweise eine höhere oder tiefere Ladeleistung zu offerieren, um deren Bedürfnisse besser zu befriedigen, oder zu prüfen, ob es auf Basis der Standortsituationen einer anderen Ladekategorie mit entsprechender Hardwareauslegung bedarf. Die Änderungen können dann auch einen starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Geschäftsmodells potenzieller Betreiber innerhalb der Segmente haben. Tabelle 9 zeigt die relevanten Segmente gegliedert nach Ladekategorie im Kanton Graubünden.

Segmente	Ladekategorie
Hotels und Kurbetriebe	Langsam-Laden
Restaurants	Langsam-Laden
Einkaufszentren	Beschleunigt-Laden
Grossparkplätze (P+R, Parkhaus und Tiefgarage)	Beschleunigt-Laden
Skigebiete	Beschleunigt-Laden

Segmente	Ladekategorie
Spitäler und Klinken	Beschleunigt-Laden
Parkplätze der Strasse entlang (weisse Zone)	Beschleunigt-Laden
Hauptachsen Kantonsstrassen	Schnell-Laden
Autobahnraststätten	Hochleistungsschnell-Laden

Tab. 9: Segmente im Kanton Graubünden, gegliedert nach Ladekategorien (exemplarisch)

Quantifizierung der Ladestationen in den Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden

Um die Ladepunkte für die Segmente in den Kategorien Langsam-Laden und Beschleunigt-Laden zu bestimmen, muss vorab die Grösse des jeweiligen Segments inklusive der Anzahl an Parkplätzen in der zugehörigen Region bestimmt werden. Die zugrunde liegenden Inputdaten und Annahmen für die Berechnung sind in Kapitel 4.1.2 aufgeführt. Danach werden auf die eruierte Anzahl Parkplätze pro Segment die drei auf den Kanton Graubünden abgestimmten Elektrofahrzeug-Entwicklungsszenarien Graubünden aus Kapitel 3 angewendet, um die Ladepunkte pro Segment bis 2035 zu beziffern. Die Anzahl der Ladestationen ist proportional zur Anzahl an Elektrofahrzeugen und entwickelt sich über die Zeit auch entsprechend der prognostizierten kantonalen Raten der Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge.

Quantifizierung der Ladestationen in den Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden

Die Anzahl der Ladestationen in den Kategorien Schnell-Laden und Hochleistungsschnell-Laden werden auf Basis der kantonalen Verkehrsströme und weiterer Einflussfaktoren ermittelt. Einerseits wurde hierzu die Berechnungsgrundlage der sogenannten EVite Map herangezogen und unter Einbezug der unter Kapitel 4.1.2 aufgeführten Inputvariablen der Bedarf an Ladestationen im Kanton Graubünden abgeleitet.⁵ Da auf Basis der Berechnungsgrundlage hierbei ausschliesslich verkehrsreiche Knotenpunkte mit hohem durchschnittlichen Tagesverkehr z. B. entlang der National- und Kantonsstrassen zahlenmässig identifiziert werden, wurde andererseits die Bedarfsermittlung in den Kategorien Schnell-Laden und Hochleistungsschnell-Laden erweitert. Ausgehend von der Anzahl Elektrofahrzeuge pro Region unter Berücksichtigung der Raten der Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge aus Kapitel 3 werden weitere Standorte im Kanton prognostiziert. Da eine Marktdurchdringungsstufe der Elektrofahrzeuge mit spezifischem Fokus auf Schnellladungen darauf hinweist, dass pro 200 Elektrofahrzeuge eine Schnellladestation installiert werden sollte, wird dies als Richtwert herangezogen (Rajagopalan, Maitra, Halliwell, Davis, Duvall, 2013). Die Anzahl Elektrofahr-

⁵ Das Projekt EVite ist derzeit eine privat finanzierte Initiative unter der Trägerschaft des Verbandes Swiss eMobility. Zu den EVite-Partnern zählen verschiedene im Elektromobilitätsmarkt engagierte Unternehmen und Vereine. Die EVite Map hat potenzielle Standortgebiete in der ganzen Schweiz definiert, um den Ausbau flächendeckender Schnellladeinfrastruktur zu begünstigen. Die EVite Map ist unter folgendem Link einzusehen: [Link](#)

zeuge lassen sich so pro Region über die Zeit berechnen und die notwendige Anzahl Schnellladestationen lässt sich ableiten. Im Sinne des „Service-Public“ empfiehlt es sich, insbesondere in Graubünden auch abgelegene Gebiete abzudecken. Deshalb wurden zusätzlich in den Ergebnissen ab Kapitel 4.2 Ladestationen der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden insbesondere in den unterrepräsentierten Regionen des Kantons qualitativ ergänzt.

4.1.1 Beschreibung der Ladekategorien

Die den Segmenten beispielhaft zugeordneten Ladekategorien werden nachfolgend erörtert:

Langsam-Laden: Die Kategorie Langsam-Laden entspricht einer AC-Ladestation (ein Ladepunkt pro Ladestation) mit einem Ausgangsanschluss für Elektrofahrzeuge. Die Anschlussleistung dieser Kategorie ist von 3,7 bis 11 kW. An einer Ladestation dieser Kategorie ist es möglich, Energie für etwa 16 bis 50 Kilometer in einer Stunde aufzuladen. Ladestationen der Kategorie Langsam-Laden werden sinnvollerweise an Orten installiert, an denen die Benutzer von Elektrofahrzeugen einen längeren Zeitraum verbleiben. Dies ist die typische Lösung, die auch für zu Hause oder am Arbeitsplatz geeignet ist (Wallbox). Die Segmente, für welche in dieser Studie eine Wallbox dieser Art für das Beispiel angenommen wird, sind: Hotels und Restaurants. Hier liegt die typische Aufenthaltsdauer bei vier bis acht Stunden.

Beschleunigt-Laden: Die Kategorie Beschleunigt-Laden entspricht einer AC-Ladestation (zwei Ladepunkte pro Ladestation) mit typischerweise zwei Ausgangsanschlüssen für Elektrofahrzeuge. Eine Ladesäule dieser Kategorie entspricht zwei Parkplätzen. Die Ausgangsanschlüsse dieser Kategorie bieten eine Leistung von bis zu 22 kW. An einer Ladestation dieser Kategorie ist es möglich, Energie für etwa 16 bis 100 Kilometer in einer Stunde aufzuladen. Diese Lösung ist für Orte mit einem Aufenthalt von etwa einer bis sechs Stunden vorgesehen. Die Segmente, für welche in dieser Studie eine solche Ladelösung für das Beispiel angenommen wird, sind: Einkaufszentren, Grossparkplätze, Skigebiete, Spitäler und Parkplätze der Strasse entlang.

Schnell-Laden: Die Kategorie Schnell-Laden umfasst AC-DC-Ladestationen von 22 bis 50 kW mit mindestens drei Ladepunkten (3-in-1-Ladesäule). Um eine diskriminierungsfreie Lademöglichkeit zu bieten, sind alle DC-Ladestecker an dieser Ladestation vorhanden (CHAdeMO und Combo 2). Zusätzlich ist auch ein Typ-2-AC-Anschluss vorhanden. An einer Ladestation dieser Kategorie ist es möglich, Energie für 100 bis 200 Kilometer in einer Stunde aufzuladen. Diese Lösung ist für Orte mit einem Aufenthalt von ca. 30 Minuten vorgesehen. Diese Ladelösung ist für das Segment der Hauptachsen oder Kantonsstrassen empfehlenswert.

Hochleistungsschnell-Laden: Die Kategorie Hochleistungsschnell-Laden unterscheidet sich von den vorherigen Kategorien, indem man die Zeit der Ladung minimiert. Ergo besteht seitens der Kunden eine höhere Zahlungsbereitschaft pro Ladung. Es handelt sich um zukunftsorientierte AC-DC-Ladestationen mit einer Leistung von 60 kW, aufrüstbar bis 150 kW, mit mindestens drei Ladepunkten. Um eine diskriminierungsfreie Lademöglichkeit zu bieten, sind auch in dieser Kategorie alle DC-Ladestecker an der Ladestation vorhanden (CHAdeMO und Combo 2). Zusätzlich sind auch ein oder zwei Typ-2-AC-Anschlüsse vorhanden. An einer Ladestation dieser Kategorie ist es möglich, je nach Auslegung der Ladestation und des Elektrofahrzeugs Energie für etwa 100 Kilometer in einer halben Stunde bzw. für bis zu 100 Kilometer in zehn Minuten

aufzuladen (mit 150 kW). Diese Lösung ist für Orte mit einem kurzen Aufenthalt von ca. 10 - 30 Minuten vorgesehen. In der vorliegenden Studie wird angenommen, dass eine solche Ladelösung hauptsächlich bei Autobahnraststätten realisiert wird. Anzumerken ist, dass die maximale Ladeleistung von 150 kW heute noch von keinem auf dem Markt erhältlichen Elektroauto vollumfänglich nutzbar ist und technische Normierungsfragen aktuell diskutiert werden. Das Bundesamt für Strassen empfiehlt aktuell Ladestationen im Bereich 50 kW entlang der Nationalstrassen zu errichten (ASTRA, 2016).

In Tabelle 10 werden die wichtigsten Spezifikationen der Ladekategorien zusammengefasst:

Segment	Leistung	Reichweitenäquivalent/Zeit	Aufenthaltsdauer
Langsam-Laden	3,7 bis 11 kW	16 bis 50 Kilometer pro Stunde	4 bis 8 Stunden
Beschleunigt-Laden	11 bis 22 kW	16 bis 100 Kilometer pro Stunde	1 bis 6 Stunden
Schnell-Laden	22 bis 50 kW	100 bis 200 Kilometer pro Stunde	30 Minuten
Hochleistungs-schnell-Laden	50 bis 150 kW	Bis zu 100 Kilometer in 10 Minuten	10 bis 30 Minuten

Tab. 10: Beschreibung der Ladekategorien

4.1.2 Inputdaten und Annahmen für die Berechnung

Folgend wird pro Segment beschrieben, wie die Grösse des Segments, dessen Parkplatzanzahl sowie deren zeitliche Entwicklung bestimmt werden bzw. welche Inputdaten und Annahmen der Berechnung zugrunde liegen:

Hotels und Kurbetriebe: Die Anzahl der Hotels und Kurbetriebe im Kanton pro Region diente als Input (BFS, 2015b). Zudem ist die durchschnittliche Anzahl Zimmer pro Betrieb bekannt (Bundesamt für Statistik BFS, 2015b). Bezüglich der Parkplatzanzahl pro Betrieb wird die Annahme getroffen, dass die Anzahl der den Kunden zur Verfügung gestellten Parkplätze linear mit der Anzahl an Zimmern korreliert. Allerdings variiert die Korrelation je nach Region, denn Landregionen haben bei Hotels und Kurbetrieben tendenziell eher mehr Parkplätze als Stadtregionen. Bei den Regionen, in welchen die grösste Ortschaft der betreffenden Region weniger als 33 % der Bevölkerung der betreffenden Region ausmacht, wurde mit 0,8 Parkplätzen pro Zimmer gerechnet. Bei Regionen, in welchen die grösste Ortschaft zwischen 34 und 66 % ausmacht, wurde mit 0,7 Parkplätzen pro Zimmer gerechnet, und bei Regionen, in welchen die grösste Ortschaft mehr als 67 % ausmacht, wurde mit 0,6 Parkplätzen pro Zimmer gerechnet. Die Entwicklung der Anzahl Hotels und Kurbetriebe wie auch die durchschnittliche Parkplatzanzahl pro Betrieb werden in der Zeit konstant gehalten, da viele verschiedene Faktoren einwirken, deren Entwicklung schwierig abzuschätzen ist (wie beispielsweise die Entwicklung des Schweizer Frankens, die Anzahl ausländischer Touristen etc.).

Restaurants und Bars: Die Anzahl der Gastronomiebetriebe diente als Input (BFS, 2015c). Da Gastronomiebetriebe in Landregionen tendenziell eher mehr Parkplätze haben als Stadtregionen, wird bei Landregionen mit mehr Parkplätzen pro Betrieb gerechnet als bei Stadtregionen. Bei den Regionen, in welchen die grösste Ortschaft der betreffenden Region weniger als 33 % der Bevölkerung der betreffenden Region ausmacht, wurde mit 8 Parkplätzen pro Betrieb gerechnet. Bei Regionen, in welchen die grösste Ortschaft zwischen 34 % und 66 % ausmacht, wurde mit 6 Parkplätzen pro Betrieb gerechnet, und bei Regionen, in welchen die grösste Ortschaft mehr als 67 % ausmacht, wurde mit 4 Parkplätzen pro Betrieb gerechnet. Die Entwicklung der Anzahl Gastronomiebetriebe wie auch die durchschnittliche Parkplatzanzahl pro Betrieb werden konstant gehalten, da viele verschiedene Faktoren einwirken, deren Entwicklung schwierig abzuschätzen ist (wie beispielsweise die Anzahl ausländischer Touristen, das Konsumverhalten im Kanton etc.).

Einkaufszentrum: Die Anzahl der Einkaufszentren pro Region diente als Input (BFS, 2015d). Hinsichtlich der Parkplatzanzahl pro Einkaufszentrum wird die Annahme getroffen, dass die Anzahl der den Kunden zur Verfügung gestellten Parkplätze linear mit der Bevölkerungsgrösse der Region korreliert. Stichprobenmässig konnte diese Korrelation für die Regionen Plessur, Maloja und Albula nachgewiesen werden. Da die Anzahl der Einkaufszentren und deren Parkplatzgrösse mit der Einwohnerzahl korrelieren, wurde über die Zeit bis im Jahre 2035 die Anzahl Parkplätze entsprechend der Bevölkerungszunahme erhöht.

Spitäler und Kliniken: Die Anzahl der Spitäler und Kliniken pro Region diente als Input (Bundesamt für Statistik BFS, 2015e). Aufgrund verschiedener Faktoren (wie beispielsweise Art der Institution, Grösse des Spitals, Anzahl Betten, Siedlungsdichte) und mithilfe von online verfügbaren Informationen (Spitalinformation, 2016) wurde die Parkplatzanzahl pro Betrieb ermittelt (liegt je nach Spital/Klinik zwischen 15 und 300 Parkplätze pro Betrieb). Da die Anzahl der Spitäler/Kliniken und deren Parkplatzgrösse mit der Einwohnerzahl korrelieren, wurde über die Zeit bis im Jahre 2035 die Anzahl Parkplätze entsprechend der Bevölkerungszunahme erhöht.

Grossparkplätze und Parkhäuser: Als Erstes wurde die Anzahl der Grossparkplätze und Parkhäuser abgeschätzt. Danach wurde die Anzahl der Parkplätze bestimmt. Da nur wenig statistische Daten vorhanden sind, wurden Annahmen getroffen.⁶ Da die Anzahl der Grossparkplätze und Parkhäuser und deren Parkplatzgrösse mit dem Fahrzeugbestand korrelieren, wurde über die Zeit bis im Jahre 2035 die Anzahl Parkplätze entsprechend der Zunahme des Fahrzeugbestands im Kanton Graubünden erhöht.

Skigebiete: Die Anzahl der Skigebiete diente als Input (Bergfex, 2016). Zudem sind die Ersteintritte der verschiedenen Bergbahnen bekannt (AWT, 2016). Stichprobenmässig wurde die durchschnittliche Anzahl Parkplätze pro Skigebiet in der Region Viamala eruiert. Unter Berücksichtigung der Annahme, dass die Anzahl der Parkplätze mit der Anzahl an Ersteintritten korreliert, konnte die Parkplatzanzahl der restlichen Skigebiete ermittelt werden. Die Entwicklung der Anzahl Skigebiete wie auch die durchschnittliche Parkplatzanzahl pro Betrieb wird in der Zeit konstant gehalten, da viele verschiedene Faktoren einwirken, deren Entwicklung schwierig abzuschätzen ist

⁶ Annahmen wurden durch das Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden und die Kantonspolizei Graubünden, Amt für Verkehrstechnik, bestätigt.

(wie beispielsweise die Entwicklung des Schweizer Fränkens, die Anzahl ausländischer Touristen, die Konkurrenzentwicklung in anderen Kantonen und im nahe gelegenen Ausland etc.).

Parkplätze der Strasse entlang: Die Parkplätze wurden in der weissen Zone in der Stadt Chur ermittelt.⁷ Die Parkplätze der Stadt wurden proportional (nach Bevölkerung) auf die Region Plessur übertragen. Als letzter Schritt wurde die eruierte Anzahl Parkplätze in der Region Plessur proportional auf die restlichen Regionen übertragen (nach Bevölkerung). Da bei diesen Parkplätzen, welche vor allem in siedlungsdichten, urbanen Gegenden zu finden sind, mittelfristig weder Zunahmen noch Abnahmen zu erwarten sind, wird die Anzahl Parkplätze der Strasse entlang konstant gehalten.

Hauptachsen Kantonsstrassen und Raststätten entlang von Autobahnen: Für die Ermittlung der Anzahl Ladestationen wurde der durchschnittliche Tagesverkehr beigezogen (Kanton Graubünden, 2015). Neben dem durchschnittlichen Verkehrsfluss müssen im Rahmen der EVite-Berechnungsgrundlage weitere limitierende Faktoren einbezogen werden: 1. Schnellladefähigkeit der Elektroautos: Der Wert liegt im Kanton Graubünden bei ungefähr 40 % und wird sich voraussichtlich bis zum Jahr 2035 auf 95 % ausweiten; 2. Tesla Supercharger: Der 25%-Anteil Elektrofahrzeuge der Marke Tesla wird abgezogen, da diese vermutlich auf die Tesla-Schnellladestationen zurückgreifen; dieser Wert wird sich voraussichtlich bis 2035 auf 10 % reduzieren; 3. Willingness to charge (Bereitschaft, das Elektroauto bei der betreffenden Schnellladestation zu tanken): Es wird eine steigende Bereitschaft angenommen; 4. Need to charge (Notwendigkeit, das Elektroauto bei der betreffenden Schnellladestation aufgrund eines geringen State of charge zu tanken): Es wird auf Basis steigender Batteriekapazitäten ein sinkender Need to charge angenommen; 5. Marktanteil aller Ladevorgänge der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden des betreffenden Ladestandorts: Der Marktanteil aller Ladevorgänge der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden wird für entsprechende Standorte derzeit auf 100 % abgeschätzt und sinkt bis ins Jahr 2035 auf voraussichtlich 40 %. Sobald eine Ladestation eine gewisse Anzahl an Ladungen pro Tag erreicht, wird zudem aus Kapazitätsgründen eine Aufstockung mit einer zweiten Ladestation eingeplant.

4.2 Resultate der Quantifizierung der Ladestationen

In diesem Kapitel wird die Quantifizierung der Ladepunkte pro Segment vorgestellt. Dabei werden zuerst die Resultate der Quantifizierung der Anzahl Ladestationen nach Ladekategorie und Segmenten und anschliessend nach Regionen für den Kanton Graubünden dargelegt.

4.2.1 Kantonale Resultate

Tabelle 11 zeigt die prognostizierte Anzahl der zu installierenden Ladestationen innerhalb der verschiedenen Ladekategorien, vergleichsweise für das Jahr 2020 und das Jahr 2035 dargestellt:

⁷ Daten wurden durch das Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden und die Kantonspolizei Graubünden, Amt für Verkehrstechnik, verifiziert.

	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden
2020				
BAU	346	224	10	3
EFF	388	254	10	3
COM	425	281	11	3
2035				
BAU	2705	1790	57	9
EFF	4032	2660	87	11
COM	5265	3465	111	14

Tab. 11: Prognose Anzahl Ladestationen für den Kanton Graubünden für das Jahr 2020/2035 – nach Ladekategorien gegliedert

Der relative Anteil der Ladestationen der Kategorie Langsam-Laden macht im Jahr 2020 mit 59 % den grössten Anteil aus und die Kategorie Beschleunigt-Laden mit 39 % den zweitgrössten Anteil aus. Die Kategorien Schnell-Laden und Hochleistungsschnell-Laden machen prozentual nur einen kleinen Anteil aus (2 %). Im Jahr 2035 ist der Anteil der Ladestationen der Kategorien Langsam-Laden und Beschleunigt-Laden aufgrund der hohen Marktdurchdringung der Elektroautos und des flächendeckenden Ladebedarfs noch höher als im Jahr 2020.

Abbildung 16 zeigt die prognostizierte Anzahl Ladestationen der unterschiedlichen Ladekategorien im Zeitverlauf bis zum Jahr 2035 in den verschiedenen Szenarien im Kanton Graubünden grafisch auf.

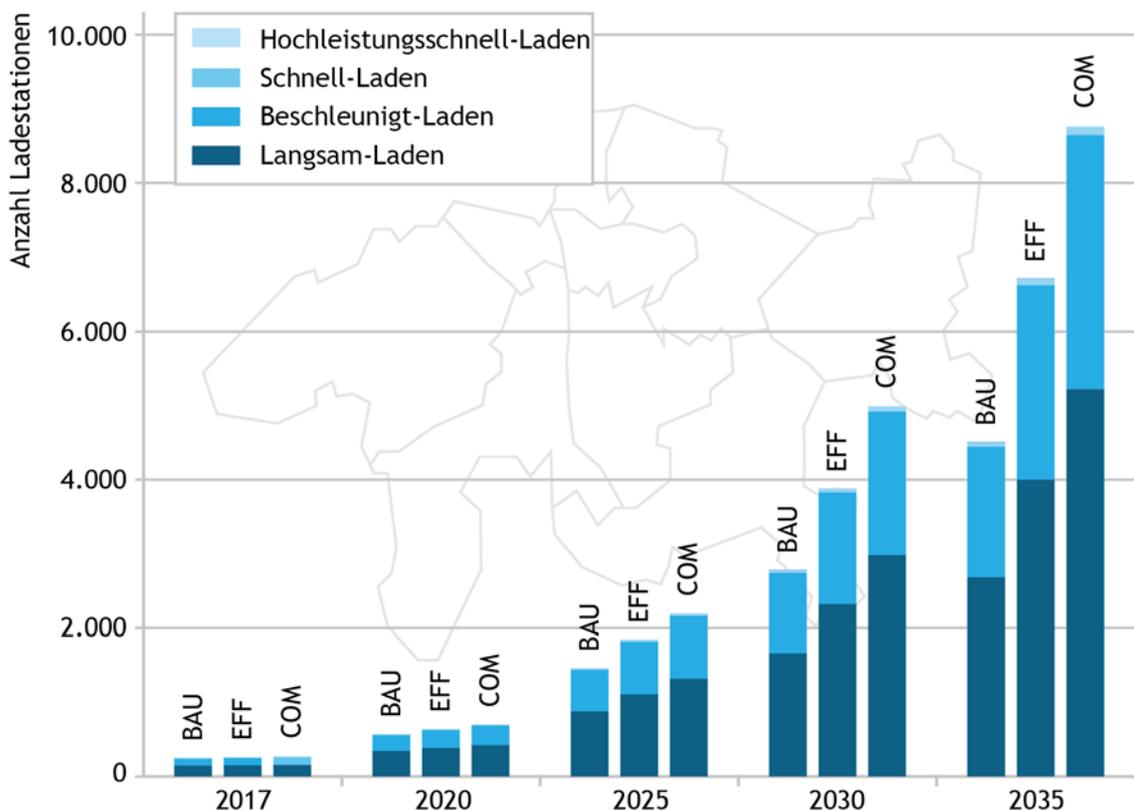


Abb. 16: Entwicklung Anzahl Ladestationen der verschiedenen Ladekategorien im Kanton Graubünden bis 2035 (BAU/EFF/COM)

Während im Jahr 2020 der Bestand an Ladestationen je nach Szenario zwischen ungefähr 580 und 720 prognostiziert wird, werden im Jahr 2035 bereits zwischen 4560 und 8800 Ladestationen für den Kanton Graubünden erwartet. Die prognostizierte Bestandesaufnahme für die Aufteilung der Anzahl Ladestationen im Jahr 2035 zeigt, dass der Grossteil aus den Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden sein wird. Obwohl die Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden relativ gesehen einen kleinen Anteil ausmachen, liegt die prognostizierte Anzahl an den Ladestationen dennoch bei ca. 100 Einheiten im Jahr 2035.

Abbildung 17 spezifiziert die prognostizierte Anzahl Ladestationen der Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden im Zeitverlauf bis zum Jahr 2035 in den verschiedenen Szenarien im Kanton Graubünden noch genauer. Die überschaubare Anzahl Ladestationen der Kategorie Hochleistungsschnell-Laden beschränkt sich primär auf die Nord-Süd-Achse entlang der Autobahn A13 mit sehr hohem Durchgangsverkehr.

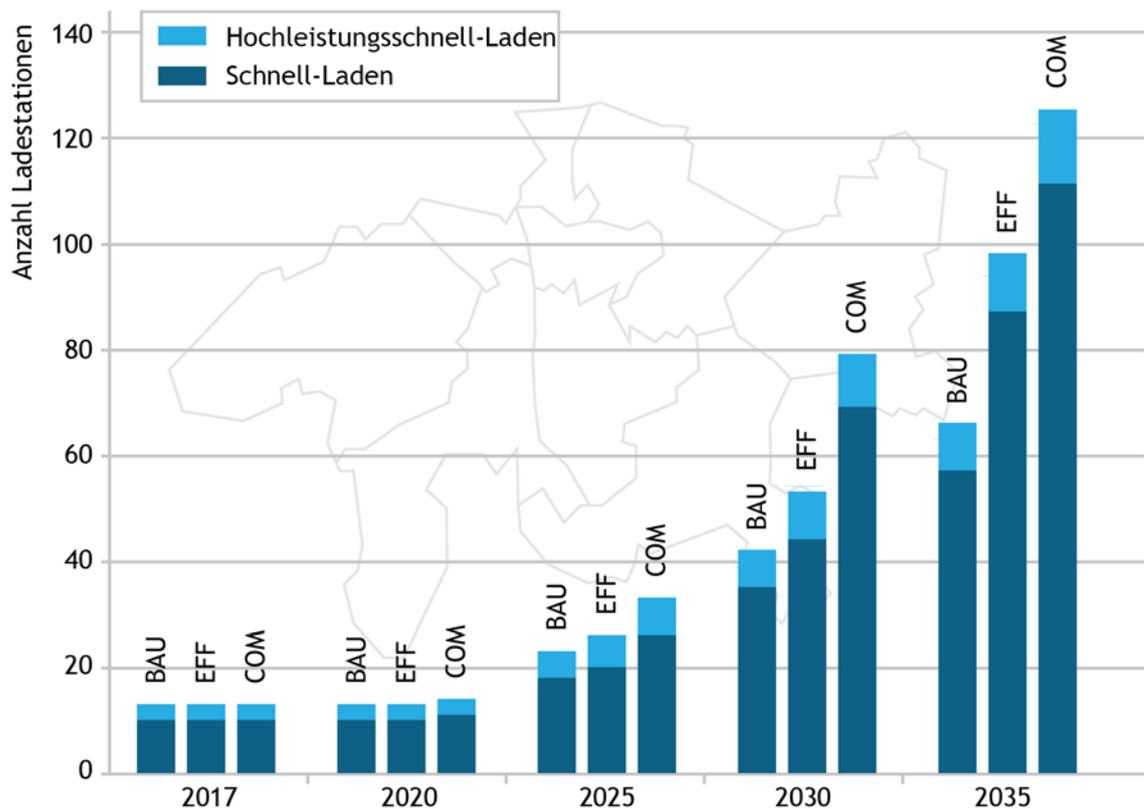


Abb. 17: Entwicklung Anzahl Ladestationen der Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden im Kanton Graubünden bis 2035 (BAU/EFF/COM)

Die prognostizierte Anzahl der zu installierenden Ladestationen innerhalb der verschiedenen Segmente wird in der Tabelle 12 für die Jahre 2020 und 2035 dargestellt:

	Langsam-Laden			Beschleunigt-Laden		Schnell-Laden		Hochleistungs-schnell-Laden	
	Hotels und Kurbetriebe	Restaurants und Bars	Einkaufszentren	Grossparkplätze	Skigebiete	Spitäler und Kliniken	Entlang der Strasse	Hauptachsen	Autobahn-raststätten
2020									
BAU	246	100	33	43	83	19	46	10	3
EFF	276	112	39	50	93	20	52	10	3
COM	301	124	45	55	103	21	57	11	3
2035									
BAU	1919	786	268	397	643	133	349	57	9
EFF	2860	1172	401	588	957	198	516	87	11
COM	3733	1532	519	765	1249	257	675	111	14

Tab. 12: Prognose der Anzahl Ladestationen für den Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Segmenten gegliedert

Mit Ausnahme des Segments „Raststätten entlang von Autobahnen“ erhöht sich der Bestand in allen Segmenten um mindestens mehr als das Fünffache bis 2035.

In Abbildung 18 wird der Anteil des jeweiligen Segments an den Ladestationen im Kanton Graubünden im Jahr 2035 verglichen (basierend auf dem Szenario EFF). Die Hotels und Kurbetriebe machen dabei den grössten Anteil aus, gefolgt von dem Segment der Restaurants und Bars und den Skigebieten.

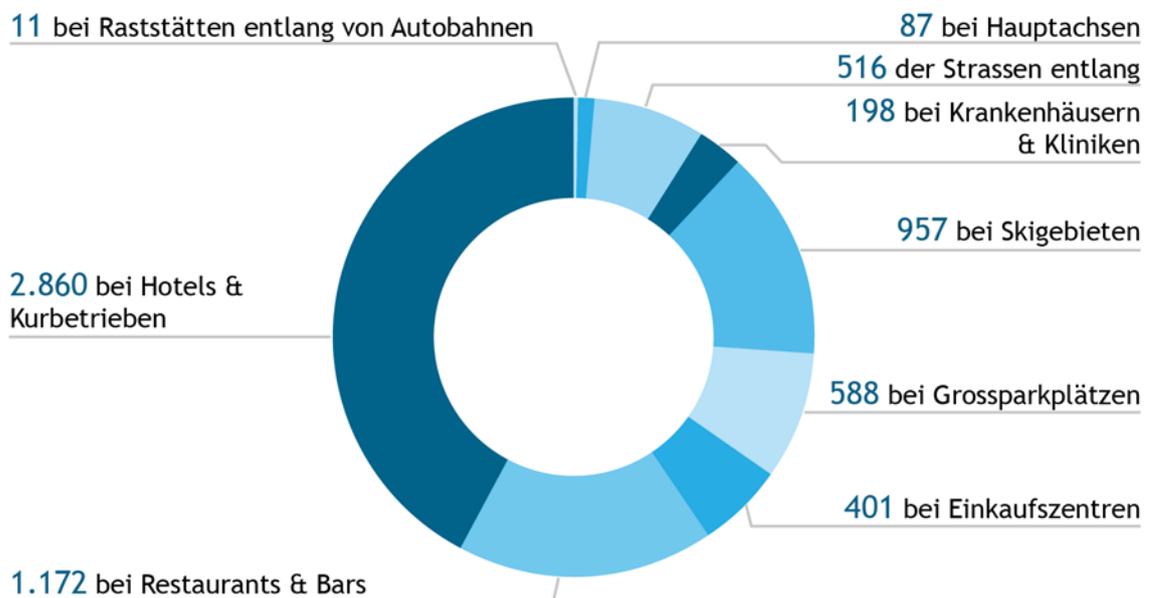


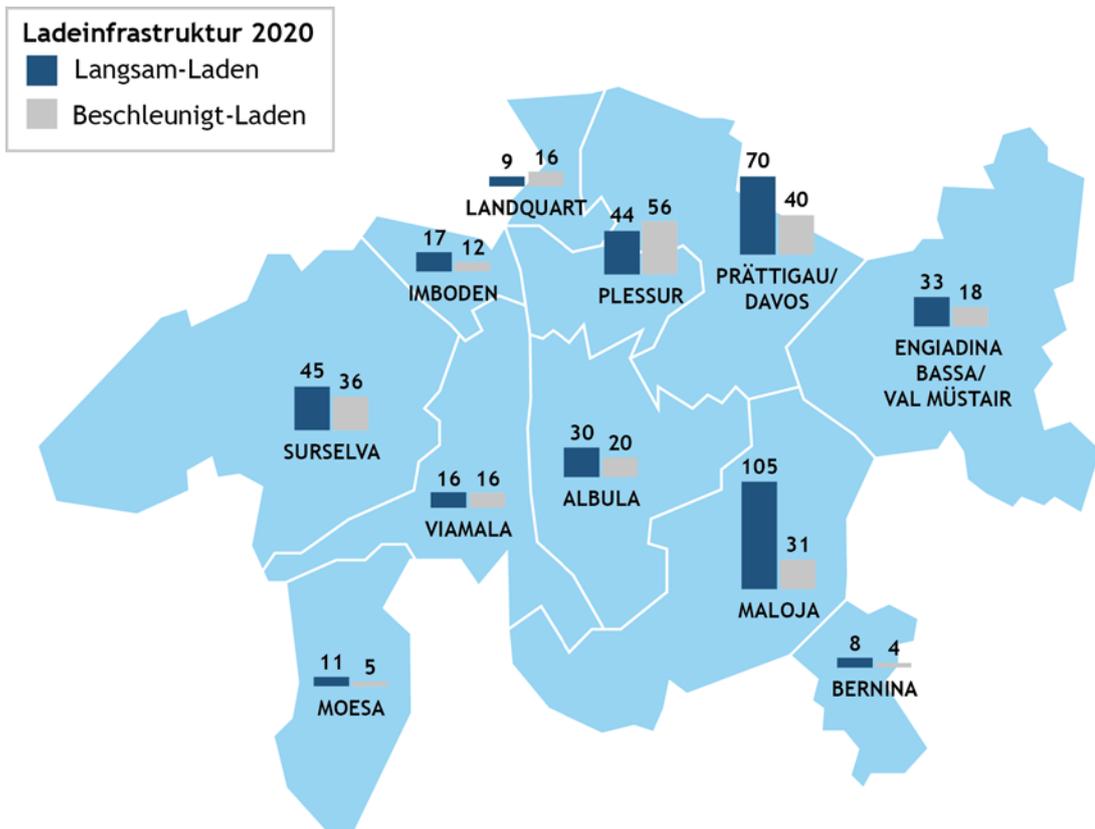
Abb. 18: Vergleich der verschiedenen Segmente hinsichtlich der Anzahl Ladestationen im Jahr 2035 im EFF-Szenario

4.2.2 Regionale Resultate

An dieser Stelle werden die Resultate auf regionaler Ebene innerhalb der verschiedenen Ladekategorien präsentiert. Dabei wird zuerst die Anzahl der Ladestationen der verschiedenen Ladekategorien pro Region grafisch dargestellt. Es werden zwei Grafiken vorgestellt, wobei die Abbildung 21 den Fokus auf die Ladestationen der Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden und die Abbildung 22 den Fokus auf die Kate-

gorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden setzt. Die Anzahl der Ladestationen der verschiedenen Segmente pro Region wird im Anhang 5 aufgeführt.

Abbildung 19 zeigt die Anzahl Ladestationen der Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden gegliedert nach Regionen im Kanton Graubünden auf. Dabei wird das Jahr 2020 mit dem Jahr 2035 verglichen. Die Prognosen untermauern die rasante Entwicklung der Ladeinfrastruktur der Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden. Insbesondere bevölkerungsreiche sowie Tourismusregionen sind zahlenmässig überproportional vertreten.



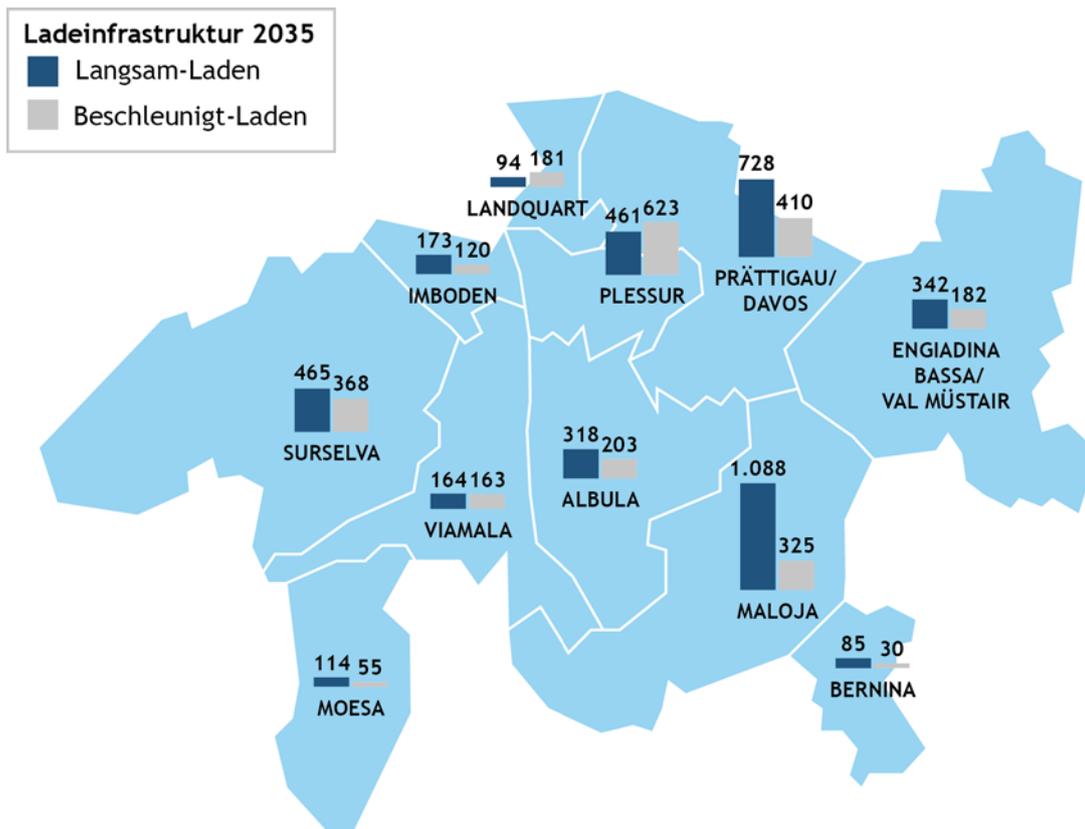


Abb. 19: Anzahl Ladestationen der Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden im Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Regionen gegliedert

Abbildung 20 zeigt die Anzahl Ladestationen der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden gegliedert nach Regionen im Kanton Graubünden auf. Dabei wird das Jahr 2020 mit dem Jahr 2035 verglichen. Die Grafiken zeigen, dass die Durchdringung der Schnellladeinfrastruktur sich kurzfristig noch nicht sehr stark entwickelt, langfristig dürfte aber vor allem in sehr verkehrs- als auch bevölkerungsreichen Regionen viel in die Schnellladeinfrastruktur investiert werden.

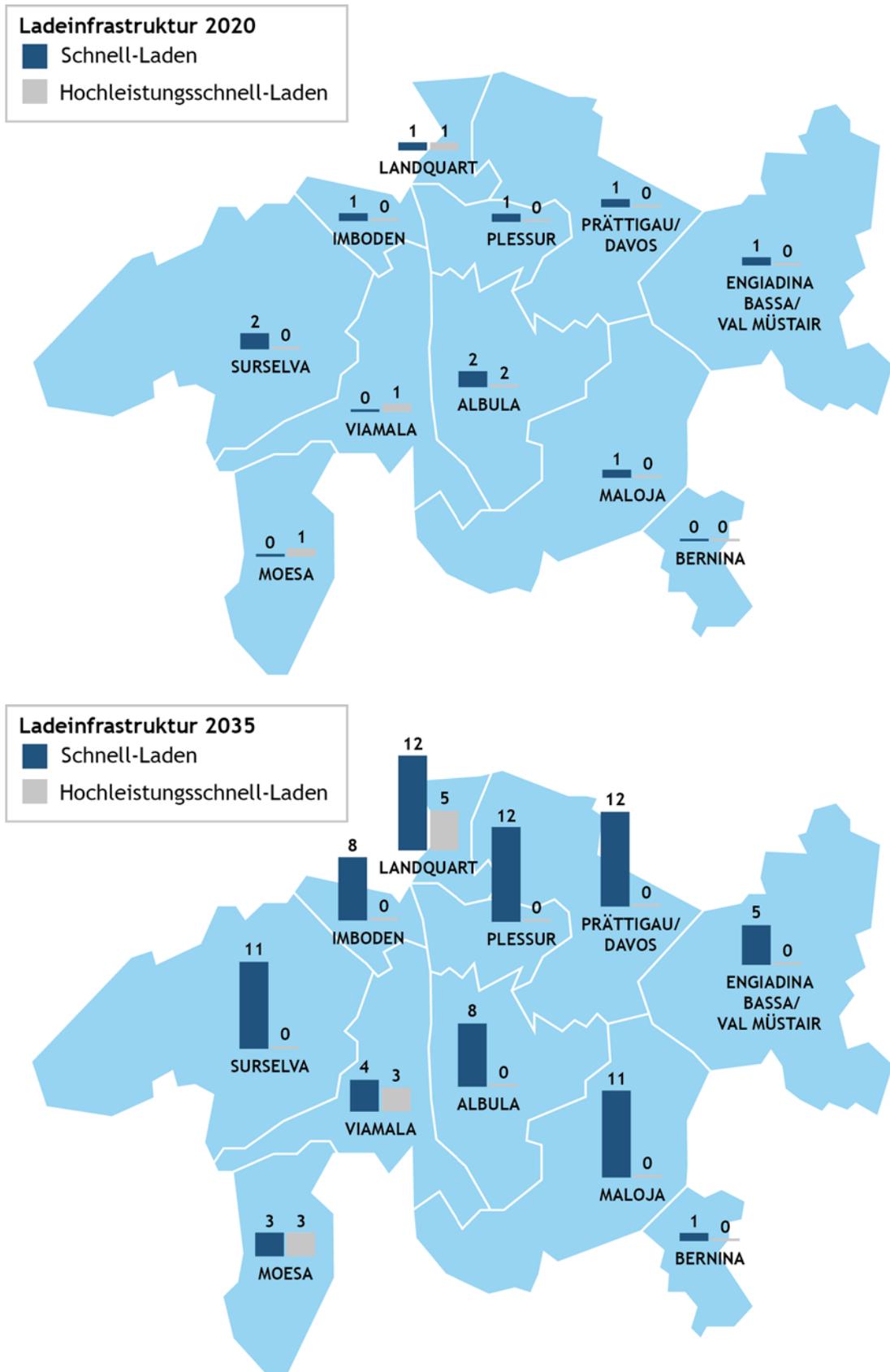


Abb. 20: Anzahl Ladestationen der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden im Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Regionen gegliedert

Während in den Langsam- und Beschleunigt-Laden-Kategorien die Ladestationen eher gleichmässig auf die Regionen aufgeteilt werden, befinden sich Ladestationen im Schnell- und insbesondere in der Kategorie Hochleistungsschnell-Laden in einigen aufgrund des hohen täglichen Durchgangsverkehrs ausgewählten Regionen. Des Weiteren fällt auf, dass in einigen Regionen in gewissen Kategorien überdurchschnittlich viele Ladestationen anzutreffen sind. In der Region Maloja sind überdurchschnittlich viele Ladestationen in der Kategorie Langsam-Laden, da es eine sehr tourismusreiche Region mit vielen Hotelbetrieben ist. In der Region Plessur sind überdurchschnittlich viele Ladestationen in der Kategorie Beschleunigt-Laden vorhanden, da Plessur eine hohe Bevölkerung mit einer hohen Bevölkerungsdichte sowie mit Chur das urbane Zentrum innehat. In den Regionen Viamala und Landquart sind überdurchschnittlich viele Ladestationen in der Kategorie Hochleistungsschnell-Laden vorhanden, da die verkehrsreiche Autobahn A13 durch diese Regionen führt.

Die peripheren Regionen Graubündens, mit geringeren Bevölkerungs- und Verkehrsaufkommen, werden methodengemäss im Rahmen der Bedarfsermittlung in den Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden teilweise unterrepräsentiert. Zudem stellt der Kanton Graubünden aufgrund der soziografischen, klimatischen und topografischen Eigenheiten eine Art Sonderfall dar und die prognostizierte Marktdurchdringung der Elektromobilität bis 2035 liegt gemäss den kantonalen Standortfaktoren hinter dem Schweizer Durchschnitt (siehe Kapitel 3.1.1). Im Bereich Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden erscheint es deshalb zielführend im Sinne des „Service-Public“, insbesondere kurz- bis mittelfristig zusätzliche Ladeinfrastruktur in den unterrepräsentierten kantonalen Gebieten zu errichten, um eine Elektrifizierung der dortigen Fahrzeugflotten zu begünstigen respektive einheimischen Elektroautofahrern das Fortbewegen mit dem Elektroauto überhaupt zu ermöglichen. Zudem können Fahrer von ausserhalb bedenkenlos in den Kanton reisen und auch den in bergigen und kälteren Regionen erhöhten „Need to charge“ des Elektroautos decken.

In Abbildung 21 wurde unter diesem Gesichtspunkt deshalb qualitativ die im Rahmen der statistischen Bedarfsermittlung erhobene Anzahl Ladestationen in den unterrepräsentierten Regionen Graubündens mit dem Zeithorizont des COM-Szenarios 2025 und des Ladeinfrastrukturbedarfs der entsprechenden Kategorien leicht erhöht und geografisch entlang der kantonalen Verkehrsrouten strategisch im Sinne eines Vorschlags verteilt. Berücksichtigt werden zudem bereits heute installierte und in Planung befindliche Standorte der Kategorien Schnell-Laden auf kantonalem Gebiet. Entgegen der Empfehlungen zum Aufbau von Schnellladestationen entlang der Nationalstrassen im 50 kW Bereich oder darunter (ASTRA, 2016), können entlang der A13 auch Ladestationen der Kategorie Hochleistungsschnell-Laden bis 150 kW errichtet werden. Auf allen anderen Hauptverkehrsrouten sind Ladestationen der Kategorie Schnell-Laden im Bereich von 50 kW zielführend. In einzelnen Fällen können je nach Situation auch Ladestationen der Kategorie Beschleunigt-Laden evaluiert werden.

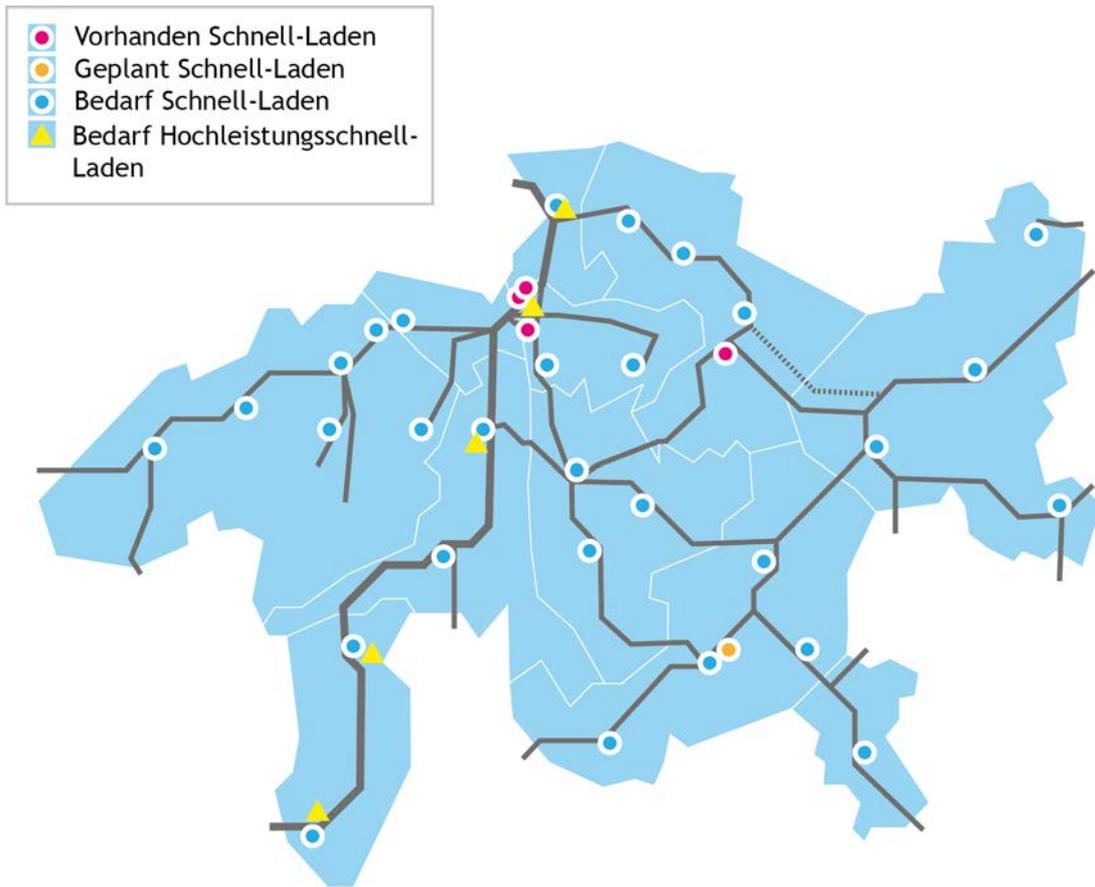


Abb. 21: Mögliche Ladestationen der Kategorie Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden an strategischen Punkten entlang der Hauptverkehrsrouten bis 2025 (exemplarisch)

5 Geschäftsmodelle nach Segmenten

In Zusammenarbeit mit der Protoscar SA wurden zusätzlich, aufbauend auf der Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur für den Kanton Graubünden bis 2035, mögliche Geschäftsmodelle für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur für die identifizierten Segmente evaluiert. Es stellt sich dabei insbesondere die Frage, wie hoch die Investitionen, Betriebskosten und auch Einnahmen für die unterschiedlichen Leistungstypen sind. Das Kapitel 5 behandelt in diesem Kontext die Investitionskosten (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) für segmentspezifische Ladeinfrastrukturlösungen im Rahmen der in Kapitel 4.1.1 vorgeschlagenen Ladekategorien je Segment. Zudem werden die Einnahmen pro Segment analysiert. In Kapitel 5.1 werden das methodische Vorgehen der Szenarioberechnung erläutert und die massgebenden Inputdaten und -variablen des Rechenmodells aufgezeigt. Danach werden in Kapitel 5.3 für die verschiedenen Segmente gegliedert nach Ladekategorie jeweils mögliche Geschäftsmodelle im Sinne einer ökonomischen Evaluation mittels verschiedener Key Performance Indicators (KPI) analysiert und vorgestellt.

5.1 Methodisches Vorgehen

Für alle Segmente wird die gleiche Methodik angewendet. Als Erstes werden die Investitionen pro Segment determiniert. Die Investitionen ergeben sich aus der Summe der Anschluss-, Installations- und Hardwarekosten. Nach Festlegung der Investitionskosten pro Segment werden die Betriebskosten berechnet, welche sich aus fixen wie auch variablen Kostenbestandteilen zusammensetzen (siehe Kapitel 5.1.2). Während die CAPEX (Investitionskosten) lediglich einmal zu Beginn berücksichtigt werden, fallen die OPEX (Betriebskosten) jährlich an. Anschliessend werden die jährlichen Einnahmen über einen nutzungsabhängigen Zweischichtentarif mit drei verschiedenen Szenarien (MIN, MED und MAX) für die Anzahl Ladungen pro Tag prognostiziert. Das MIN-Szenario basiert auf einer eher konservativen Annahme, könnte jedoch in den nächsten drei bis fünf Jahren die Realität widerspiegeln. Längerfristig, bei einem Zeithorizont bis 2035, kann man eher vom MED-Szenario ausgehen. Dabei wird die positive Marktdurchdringung der Elektroautos bereits stark mitberücksichtigt. Das MAX-Szenario geht davon aus, dass sich die Elektromobilität extrem positiv entwickelt und kann eher nach 2035 erwartet werden (es wird eine theoretische Maximalbeanspruchung der Ladestationen angenommen). Eine ganzheitliche ökonomische Evaluation wird danach über die Zusammenführung der CAPEX, OPEX und Erträge durchgeführt. Dabei werden pro Segment verschiedene Kennzahlen wie beispielsweise die totalen Energiekosten, die Erträge pro kWh, die Ladepreise pro 100 Kilometer oder auch die Payback Period berechnet und verglichen. Anzumerken gilt, dass die durchgeführten Berechnungen gesamthaft generische Durchschnittsfälle abbilden und als Richtwerte zu verstehen sind, welche jedoch im konkreten Einzelfall abweichen können und individuell geprüft werden müssen.

Berechnung der Investitionen (CAPEX) und der Betriebskosten (OPEX)

Die CAPEX ergeben sich aus der Summe von Anschluss-, Installations- und Hardwarekosten. Diese wurden für alle Beispielsegmente berechnet. Die Anschlusskosten untergliedern sich in zwei Bestandteile: die Anschlusskosten vom Netz zum Hauptver-

teiler und die Anschlusskosten vom Hauptverteiler bis zur Ladestation des Elektrofahrzeugs. Die Investitionskosten werden einmalig berücksichtigt, ohne Ersatz- oder Ausbauskosten zu betrachten. Diese hängen von der Benutzung der Ladestation ab, jedoch könnten solche Kosten in etwa zehn Jahren nach Inbetriebnahme anfallen.

Anschlusskosten

- Netzanschlusskosten
- Netzkostenbeitrag
- Sicherung Hauptverteiler
- Leerrohr
- Kabel
- Graben
- Belagsreparatur
- Wanddurchbruch

Installationskosten

- Beschilderung
- Fundament

Hardwarekosten

- Durchschnittspreis

=CAPEX

Die OPEX pro Jahr ergeben sich aus der Summe der Kosten für Wartung, Zugangs- und Zahlungssystem, die Hotline, Versicherung sowie Energie. Diese wurden für alle Segmente berechnet.

Wartung

Versicherung

Zugangs- und Zahlungssystem

Hotline

Energiekosten

=OPEX

Berechnung der Einnahmen

Um die Einnahmen pro Beispielsegment zu berechnen, müssen verschiedene Parameter festgelegt werden. In der vorliegenden Studie werden die Tarife, die Ladungen pro Station pro Tag, die durchschnittliche Zeit pro Ladung sowie die durchschnittlich geladene Energie definiert. Bei der Tarifierung wird sowohl ein Zeittarif (=Kosten für Benutzung des Parkplatzes) als auch ein Preis pro kWh definiert. Die Parameter der Berechnungsgrundlage werden über die Zeit konstant gehalten. Demzufolge sind die Ladungen pro Tag, die durchschnittliche Anzahl kWh, die Zeit pro Ladung wie auch deren Tarife ein konstanter Durchschnittswert über die nächsten 10 - 15 Jahre.

Beschreibung der Geschäftsmodelle

Auf Basis des CAPEX, OPEX/Jahr sowie der Einnahmen/Jahr können darauf die ökonomischen Analysen für die verschiedenen Beispielsegmente vollzogen werden. Wichtige konventionelle ökonomische Kennzahlen sind die Payback Period (PBP), der Deckungsbeitrag (DB) und der Return on Investment (RoI), anhand der die Geschäftsmodelle beurteilt werden können. Die Payback Period beziffert in diesem Kontext das Jahr, in welchem die Summe der erzielten jährlichen Einnahmen erstmals die Summe der jährlich anfallenden Betriebskosten, unter Berücksichtigung des CAPEX, übersteigt. Der Deckungsbeitrag beziffert den Anteil, welcher nach Abzug der variablen Kosten von den Einnahmen übrig bleibt; er sollte demnach möglichst hoch sein. Der Deckungsbeitrag wird dann zur Deckung der Fixkosten und zur Gewinnerzielung ge-

nutzt. Der Return on Investment wird weiter eruiert. Der RoI eignet sich als Renditeabschätzung einer Einzelinvestition, wie dies in der vorliegenden Studie der Fall ist. Dabei wird der jährliche Gewinn durch die Anfangsinvestition geteilt. Dies erscheint in diesem Kontext sehr entgegenkommend, um die Renditeerwartung einzuschätzen, da der Gewinn aufgrund der konstanten Parameter nicht über die Jahre variiert. Weitere vor allem in der Elektromobilität interessante Kennzahlen sind beispielsweise die Erträge pro kWh, der Preis einer durchschnittlichen Ladung, die Energiekosten pro Ladung oder auch die Kosten einer Ladung pro 100 Kilometer. Dabei ermöglicht vor allem der relative Vergleich verschiedener KPIs Indizien über die Attraktivität des jeweiligen Geschäftsmodells.

5.1.1 Inputdaten und Annahmen für die Berechnung

Folgende Inputvariablen und Annahmen liegen den Berechnungen zugrunde. Je Geschäftsmodell sind ab Kapitel 5.3 die detaillierten Inputdaten im Rahmen der CAPEX- und OPEX-Betrachtung ersichtlich. Die Mittelwertberechnungen im Rahmen der Investitions- und Betriebskostenrechnung wurden als Excel-Datensatz zusammen mit dem vorliegenden Bericht eingereicht.

Anschlusskosten: Für alle Segmente wird eine Distanz vom Hauptverteiler bis zur Ladestation von 30 Metern angenommen. Bei den Anschlusskosten vom Netz zum Hauptverteiler wird zwischen den Netzanschlusskosten, dem Netzkostenbeitrag und der Sicherung beim Hauptverteiler unterschieden. Der Netzanschlussbeitrag wird erst ab einer Leistung von 50 kW berücksichtigt, da für niedrigere Leistungen kein neuer Netzanschluss bzw. -ausbau anfällt. Der Netzkostenbeitrag fällt variabel pro Kilovoltampere (kVA) an, wobei nur 70 % der maximalen Leistung berücksichtigt werden. Bei den Anschlusskosten vom Hauptverteiler zur Ladestation werden das Leerrohr (VSEI, 2016; Eldas, 2012; Njumaen, 2016), die Verkabelung sowie gegebenenfalls Graben, Belagsreparatur und ein Wanddurchbruch berücksichtigt. Beim Leerrohr sowie beim Kabel wird je nach Querschnitt ein spezifischer Meterpreis angewendet (IFEC ingegneria SA, 2016). Letztlich werden die Anschlusskosten vom Netz bis zum Hauptverteiler und die Anschlusskosten vom Hauptverteiler bis zur Ladestation summiert, was die gesamten Anschlusskosten pro Leistungsklasse ergibt.

Installationskosten: Die Installationskosten setzen sich aus den Aufwänden für die Beschilderung und das Fundament zusammen, wobei für Ladesäulen mit weniger als 22 kW kein Fundament notwendig ist.

Hardwarekosten: Bei der Ermittlung der Kosten der Ladestationen wurde der aktuelle Markt analysiert. Die zu berücksichtigenden Hardwarekosten ergeben sich pro Leistungsklasse aus dem arithmetischen Mittel der Listenpreise der Ladestationen (ohne MwSt.). Für die Ermittlung der Hardwarekosten bei den verschiedenen Segmenten wurden verschiedene Hersteller und Vertreiber von Ladestationen für Elektroautos berücksichtigt (ABB, Delta, DBT, Repower, Efacec, Evtec, EM, Ensto, Schneider, RWE, Mennekes).

Betriebskosten: Die Wartung, die Hotline wie auch die Versicherung bestehen aus einem Fixpreis pro Jahr. Die Zugangs- und Zahlungssystemkosten haben sowohl eine Fixkomponente wie auch eine variable Komponente, welche von den Einnahmen abhängig ist. Die Energiekosten sind variabel, das heisst sie hängen von der geladenen Energiemenge ab und werden pro kWh entrichtet.

Einnahmen: Diese Preise für die Endkunden sind Durchschnittstarife, die sich aufgrund des Vergleichs mit verschiedenen Zugangs- und Zahlungsanbietern in der Schweiz (Swisscharge, Plug'n Roll, Easy4you, Move, Energiedienst und Gofast) ergeben haben. Bei den Ladungen pro Station pro Tag wurde zwischen einem konservativen, einem moderaten sowie einem optimistischen Szenario unterschieden (MIN, MED und MAX). Um die Anzahl der Ladungen je nach Szenario und die Zeit pro Ladung zu definieren, wurden verschiedenste Studien beigezogen wie beispielsweise das The EV-Project (2012) oder Hannisdahl (2015). Anschliessend wurden die Ladezeit und die durchschnittliche Leistung hergeleitet. So weiss man beispielsweise vom EV-Project California (The EV-Project, 2012), dass die Elektrofahrzeuge im AC-Bereich lediglich 25 % der Parkzeit am Laden sind. Bei den Resultaten pro Segment wird jeweils die Parkzeit angegeben. Bei DC-Ladestationen ist die Parkzeit meistens deckungsgleich mit der Ladezeit. Die durchschnittlichen kWh pro Ladung ergeben sich aus dem Produkt der Ladezeit und der durchschnittlichen Leistung.

5.2 Resultate und Beschreibung der Geschäftsmodelle pro Ladekategorie und Segment

In diesem Kapitel werden die Resultate und Beschreibung der Geschäftsmodelle pro Segment gegliedert nach den Ladekategorien aus Kapitel 4.1.1 vorgestellt und evaluiert.

5.2.1 Langsam-Laden

5.2.1.1 Hotels und Kurbetriebe

Im Segment Hotels und Kurbetriebe wird für die ökonomische Evaluation eine Wallbox mit maximaler Ladeleistung von 11 kW AC angenommen. Dies muss jedoch nicht in jedem Hotel und Kurbetrieb die beste Lösung sein. So kann je nach Situation beispielsweise auch eine 3,7-kW-Wallbox oder auch eine Ladesäule mit 22 kW zum Einsatz kommen.

5.2.1.1.1 Ergebnisse Hotels und Kurbetriebe

Beim Segment Hotels und Kurbetriebe setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	1530.-
+Installationskosten	660.-
+Hardwarekosten	1360.-
=CAPEX	<u>3550.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.25 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 1 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	8 Stunden
kWh pro Ladung	33 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung)	30.-
Variable Kosten (Energiekosten)	1530.-
=OPEX	<u>1560.-</u>
Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	440.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	2180.-
=Einnahmen	<u>2620.-</u>

5.2.1.1.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Hotels und Kurbetriebe

In diesem Segment kann ein ordentlicher Deckungsbeitrag erzielt werden (Deckungsbeitrag 1 von über 40 %). Die geringen jährlichen Fixkosten können mit dem Deckungsbeitrag gut gedeckt und die CAPEX können auch in kurzer Zeit amortisiert werden. Des Weiteren kann je nach Szenario ein Return on Investment von 9 bis 51 % erwartet werden. Aufgrund der Berechnungen kann man daher schlussfolgern, dass die Hotels und Kurbetriebe ein attraktives Segment für das Anbieten von Ladestrom sind. Die Payback Period liegt je nach Szenario zwischen zwei und elf Jahren. Der Preis für den achtstündigen Ladevorgang liegt bei ungefähr 12 Franken und ist daher eher hoch. Dies lässt sich jedoch dadurch relativieren, dass das Elektroauto durchschnittlich acht Stunden angesteckt ist und in dieser Zeit durchschnittlich 33 kWh Energie lädt. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge betragen 0.36 Franken pro kWh. Der Ladepreis je 100 Kilometer ist mit 6.30 Franken eher tief, denn bei einem durchschnittlichen Benziner kostet das Tanken für 100 Kilometer ca. 10 Franken. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestition berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

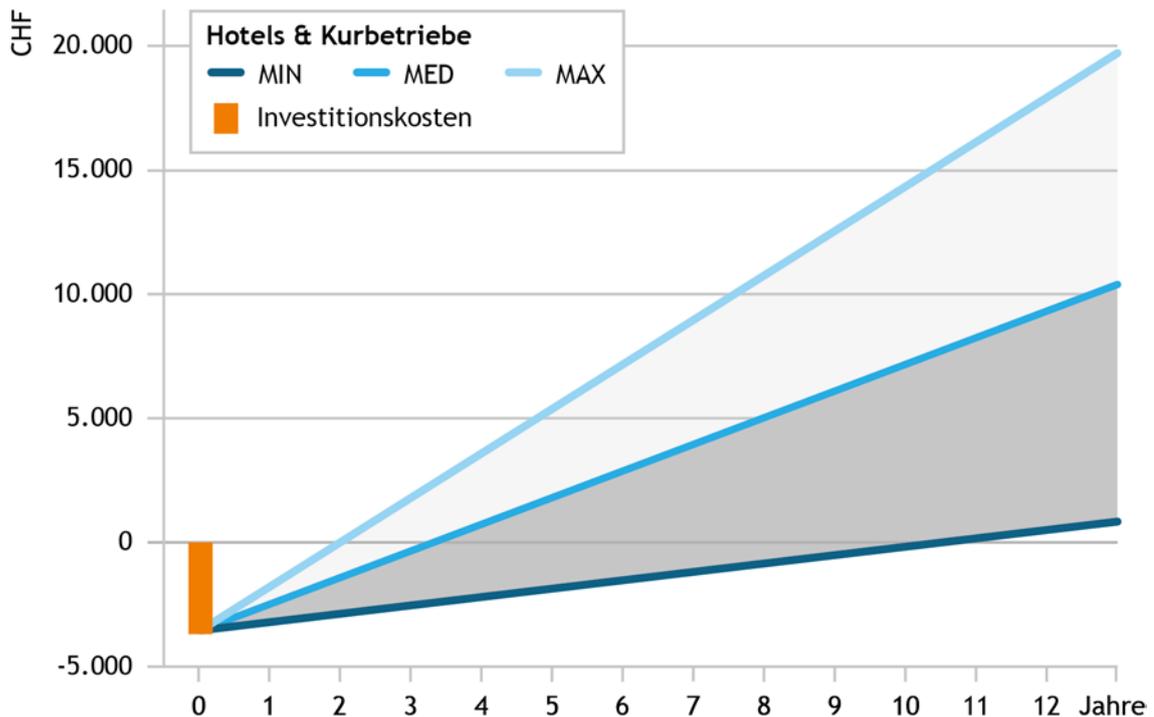


Abb. 22: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Hotels und Kurbetriebe

5.2.1.1.3 Beschreibung Geschäftsmodell - Hotels und Kurbetriebe

Das Segment der Hotels und Kurbetriebe ist ökonomisch attraktiv, da sowohl ein hoher Deckungsbeitrag, ein hoher RoI als auch eine ansprechende Payback Period erzielt werden können. Der aus Kundensicht niedrige Ladepreis pro 100 Kilometer stellt ein weiteres Indiz für ein erfolgreiches Unterfangen dar. Das Anbieten von Lademöglichkeiten ist aus Marketingperspektive sehr interessant, da noch nicht viele Betriebe Ladestationen anbieten und man sich dadurch in einer Nische platzieren und in einem stark umkämpften Markt neue Kunden gewinnen kann. Langfristig wird das Anbieten von Ladestationen wahrscheinlich eine Notwendigkeit und aus Kundenperspektive so selbstverständlich wahrgenommen, wie heutzutage kabelloses Internet im Hotelzimmer. Wenn das Hotel oder der Kurbetrieb die Investition nicht selbst tätigen und nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchte, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden. Möglich ist auch, dass die Hotels und Kurbetriebe selbst die Investition tätigen und für den Unterhalt der Wallbox verantwortlich sind. Auch kann es eventuell sinnvoll sein, das Laden der Elektroautos im Sinne einer Kundenbindungsmassnahme im eigenen Parkhaus gratis anzubieten und auf zusätzliche Einnahmen zu verzichten.

5.2.1.2 Restaurants und Bars

Im Segment Restaurants und Bars ist für die ökonomische Evaluation wie auch beim Segment Hotels und Kurbetriebe eine Wallbox mit maximaler Ladeleistung von 11 kW AC vorgesehen. Dies kann im Einzelfall je nach Lage, Grösse und Kundengruppe des Restaurants jedoch erheblich abweichen. So kann beispielsweise für ein Restaurant, welches an einer Strasse mit hohem Durchgangsverkehr und strategisch sinnvoll wie

beispielsweise an einem Verkehrsknotenpunkt gelegen ist, unter Umständen sogar eine Schnellladestation am adäquatesten sein.

5.2.1.2.1 Ergebnisse – Restaurants und Bars

Beim Segment Restaurants und Bars setzen sich die **einmaligen** Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	1530.-
+Installationskosten	660.-
+Hardwarekosten	1360.-
=CAPEX	<u>3550.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.25 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 2 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	2,5 Stunden
kWh pro Ladung	5 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung)	30.-
Variable Kosten (Energiekosten)	390.-
=OPEX	<u>420.-</u>

Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	250.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	550.-
=Einnahmen	<u>800.-</u>

5.2.1.2.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Restaurants und Bars

Mit 52 % kann in diesem Segment ein hoher Deckungsbeitrag erzielt werden. Wie beim Segment der Hotels und Kurbetriebe fallen auch beim Segment Restaurants und Bars sehr geringe Fixkosten an. Zudem sind auch hier die Investitionskosten sehr gering, was eine kurze Amortisationsdauer ermöglicht. Allerdings muss hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei diesem Segment die Resultate je nach Szenario stark abweichen. Beim Minimumszenario kann aufgrund der sehr niedrigen Einnahmen kein gutes Ergebnis erzielt werden. Während die Payback Period beim MAX-Szenario bei fünf Jahren und beim MED-Szenario bei zehn Jahren liegt, wird sie im MIN-Szenario nicht während der Lebenszeit der Ladestation erreicht und liegt sogar bei über 50 Jahren. Der RoI fällt zwar nicht so positiv wie bei den Hotels aus, ist aber mit 11 % im MED-Szenario immer noch ansprechend. Der durchschnittliche Preis pro Ladung beträgt lediglich 2 Franken, allerdings wird durchschnittlich auch nur sehr wenig kWh-Energie geladen, was den niedrigen Ladepreis erklärt. Die Energiekosten betragen ebenfalls 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge betragen 0.44 Franken pro kWh. Entscheidend als Vergleichswert ist vor allem der Ladepreis pro 100 Kilometer: Dieser liegt mit 7.60 Franken etwas höher als beim Segment der Hotels und Kurbetrie-

be. Der Ladepreis ist damit allerdings immer noch geringer als das Tanken für 100 Kilometer mit einem klassischen Verbrennungsfahrzeug. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegt, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

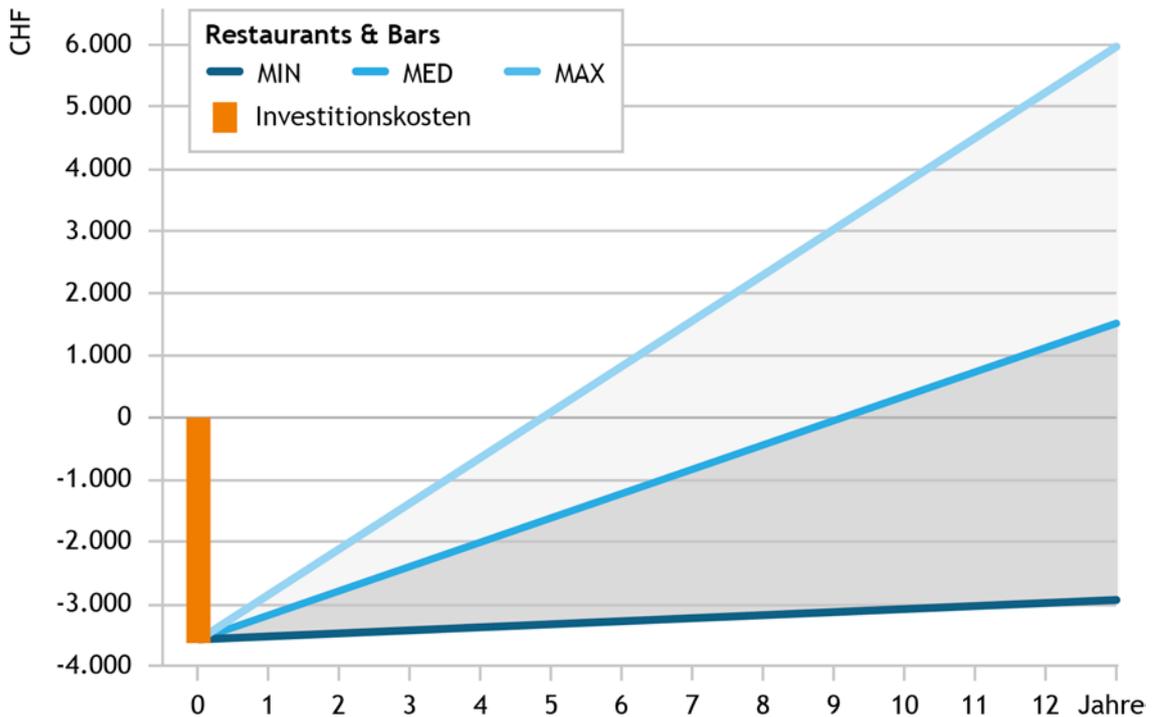


Abb. 23: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Restaurants und Bars

5.2.1.2.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Restaurants und Bars

Das Segment der Restaurants und Bars steht und fällt mit den unterschiedlichen Szenarien und somit mit der unterschiedlichen prognostizierten Anzahl Ladungen pro Tag. Allerdings muss der ganze Business Case aus Perspektive der Restaurants und Bars relativiert werden, denn die ökonomischen Aufwendungen sind sehr begrenzt. Es wird empfohlen, dass die Restaurants und Bars selbst die Investition tätigen und für den Unterhalt der Wallbox verantwortlich sind. Bereits mit einer Kleininvestition (ca. 3500 Franken) und sehr geringen Fixkosten kann vom Trend der Elektromobilität profitiert werden. Klar ist, dass wahrscheinlich auch die Einnahmen vor allem in den kommenden fünf Jahren noch niedrig ausfallen werden. Das Anbieten von Ladestationen könnte in kurzer Sicht aus Marketingperspektiven sehr interessant sein, da noch sehr wenige Restaurants und Bars Ladestationen anbieten und man sich dadurch auch von der Konkurrenz abhebt. Da die Einnahmen in den nächsten Jahren ohnehin in beschränktem Ausmass zu erwarten und die Unterhaltskosten niedrig sind, kann man sich überlegen, das Laden des Elektroautos in diesem Segment gratis anzubieten. Nebst marketingtechnischen Vorteilen kann man in diesem Segment dem Kunden dadurch An-

reize bieten, einerseits überhaupt in das Restaurant oder die Bar zu kommen und andererseits auch die Verweildauer zu erhöhen, denn je länger der Kunde bleibt, desto mehr Reichweite kann der Kunde gewinnen. Dies könnte gerade im Kanton Graubünden entscheidend sein, da 55 % der Tagestouristen aus anderen Kantonen anreisen. Somit ist die Wahrscheinlichkeit bei diesen Gästen, die elektrisch unterwegs sind, hoch, dass sie mit einem eher niedrigen SOC (State of charge) ankommen und sich damit eher länger im Restaurant aufhalten.

5.2.2 Beschleunigt-Laden

5.2.2.1 Einkaufszentren

Im Segment Einkaufszentren wurde in der ökonomischen Evaluation eine Ladesäule mit 22 kW AC (Anschluss am Netz) berücksichtigt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass dabei zwei Ausgänge mit je 11 kW vorhanden sind. Es können also gleichzeitig zwei Elektroautos mit je 11 kW laden. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Lösung nicht zwingend für jedes Einkaufszentrum die beste sein muss. Zudem könnten durchaus mehrere Wallboxen anstatt Ladestationen installiert werden.

5.2.2.1.1 Ergebnisse – Einkaufszentren

Beim Segment Einkaufszentren setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	Kein neuer Anschluss	
+Installationskosten		2190.-
+Hardwarekosten		9400.-
=CAPEX		<u>11 590.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.5 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 6 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	3 Stunden
kWh pro Ladung	6 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	790.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	1330.-
=OPEX	<u>2120.-</u>
Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	1700.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	1870.-
=Einnahmen	<u>3570.-</u>

5.2.2.1.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Einkaufszentren

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 63 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten sind mit ca. 800 Franken zwar deutlich höher als in den vorangehenden Segmenten, die Fixkosten können jedoch immer noch leicht mit dem Deckungsbeitrag gedeckt werden. Da die CAPEX hier aufgrund der 22-kW-Ladestation deutlich höher sind, ist auch die Amortisationsperiode etwas länger als in den Segmenten Hotels und Kurbetriebe und Restaurants und Bars. Während beim MAX- und MED-Szenario mit vier respektive acht Jahren noch eine gute Payback Period erreicht werden kann, kann diese im MIN-Szenario aufgrund der geringen Anzahl prognostizierter Ladungen pro Tag nicht im Zeitfenster 2030 erreicht werden. Der RoI beträgt beim MED-Szenario 13 % und ist somit ansprechend (bei den anderen Szenarien weicht er sowohl ins Positive als auch ins Negative deutlich ab). Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 3 Franken. Dieser Ladepreis ist eher niedrig. Allerdings wird durchschnittlich auch nur wenig kWh-Energie geladen. Jedoch könnte dieser Ladepreis theoretisch auch eine Parkplatzgebühr im Einkaufszentrum beinhalten. Die Energiekosten betragen ebenfalls 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.57 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 10 Franken etwas höher als in den vorangehenden Segmenten, jedoch immer noch vergleichbar mit durchschnittlichen Kosten für 100 Kilometer mit einem klassischen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen resp. maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

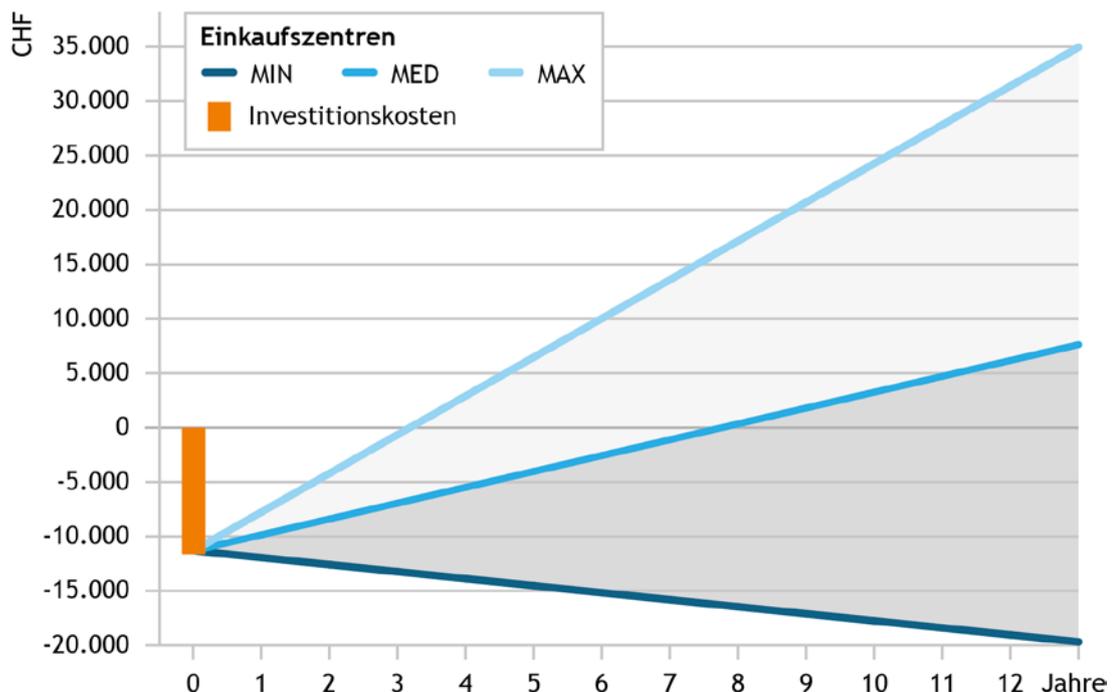


Abb. 24: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Einkaufszentren

5.2.2.1.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Einkaufszentren

Die Berechnungen für die ökonomische Evaluation wurden mit den durchschnittlichen Marktpreisen durchgeführt. Je nach Szenario könnte ein Einkaufszentrum mit den Marktpreisen durchaus auf einen positiven Business Case kommen. Allerdings erscheint es sinnvoller, als Einkaufszentrum die Tarife nicht mit dem Ziel festzusetzen, eine möglichst hohe Rentabilität zu erzielen. Anstatt dem Kunden die üblichen Ladekosten zu verrechnen, kann man die Ladestation aus marketingtechnischen Gründen mit niedrigeren Tarifen anbieten. Im Gegensatz zu den Segmenten Hotels und Kurbetriebe sowie Restaurants und Bars sind die CAPEX und OPEX wegen der höheren Anschlussleistung der Ladestation in diesem Segment höher als in den Segmenten zuvor. Es sollte daher eher von einem kostenlosen Angebot abgesehen werden. Um dem Kunden trotzdem entgegenzukommen, könnte man Tarife wählen, mit welchen man lediglich die jährlich laufenden Kosten deckt. Somit kann einerseits dem Kunden ein Anreiz geboten werden, in das eigene Einkaufszentrum zu kommen, und andererseits kann mit den Einnahmen trotzdem der Unterhalt finanziert werden. Auch ist die Verweildauer der Kunden für ein Einkaufszentrum ein sehr wichtiger Faktor. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Kunden mehr Zeit im Einkaufszentrum verbringen, wenn gleichzeitig ihr Auto geladen wird. Wenn das Einkaufszentrum die Investition nicht selbst tätigen und nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchte, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.2.2 Grossparkplätze (P+R, Parkhäuser, Tiefgaragen)

Im Segment Grossparkplätze sind die P+R-Parkplätze (Park+Ride/Rail), die Parkhäuser sowie die Parkplätze in den Tiefgaragen enthalten. Für dieses Segment wurde in der ökonomischen Evaluation eine Ladestation mit 22 kW AC berücksichtigt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass dabei zwei Ausgänge mit je 11 kW vorhanden sind. Es können also gleichzeitig zwei Elektroautos mit je 11 kW laden. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Lösung nicht zwingend für jeden Grossparkplatz die beste sein muss. Zudem könnten durchaus mehrere Wallboxen anstatt Ladesäulen installiert werden.

5.2.2.2.1 Ergebnisse – Grossparkplätze

Beim Segment Grossparkplätze setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	Kein neuer Anschluss
+Installationskosten	2190.-
+Hardwarekosten	9400.-
=CAPEX	<u>11 590.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.5 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 6 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	3 Stunden
kWh pro Ladung	6 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	790.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	1330.-
=OPEX	<u>2120.-</u>
Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	1700.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	1870.-
=Einnahmen	<u>3570.-</u>

5.2.2.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Grossparkplätze

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 63 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten sind mit ca. 800 Franken bei einer 22-kW-Ladestation zwar deutlich höher als bei einer 11-kW-Ladestation, können jedoch immer noch leicht mit dem Deckungsbeitrag gedeckt werden. Da die CAPEX hier aufgrund der 22-kW-Ladestation deutlich höher sind als bei der 11-kW-Ladestation, ist auch die Amortisationsperiode etwas länger als in den Segmenten Hotels und Kurbetriebe sowie Restaurants und Bars. Während beim MAX- und MED-Szenario mit vier respektive acht Jahren noch eine gute Payback Period erreicht werden kann, kann diese im MIN-Szenario aufgrund der geringen Anzahl prognostizierter Ladungen pro Tag nicht im Zeitfenster 2030 erreicht werden. Der Rol beträgt beim MED-Szenario 13 % und ist somit ansprechend (bei den anderen Szenarien weicht er sowohl im Positiven als auch im Negativen deutlich ab). Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 3 Franken. Dieser Ladepreis ist eher niedrig. Allerdings wird durchschnittlich auch nur wenig kWh-Energie geladen. Jedoch könnte dieser Ladepreis theoretisch auch eine Parkplatzgebühr beim entsprechenden Grossparkplatz beinhalten. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.57 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 10 Franken etwas höher als in den vorangehenden Segmenten mit einer 11-kW-Wallbox, jedoch immer noch vergleichbar mit durchschnittlichen Kosten für 100 Kilometer mit einem fossil betriebenen Fahrzeug. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

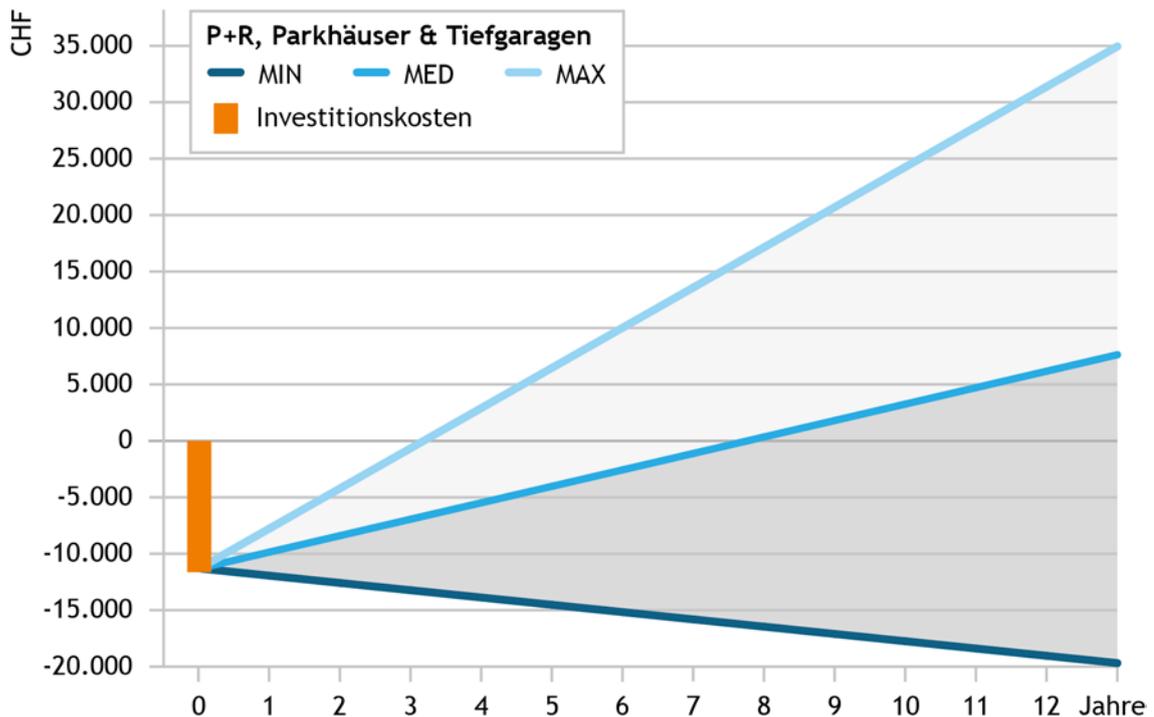


Abb. 25: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Grossparkplätze

5.2.2.2.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Grossparkplätze

In den vorangehenden Segmenten wie beispielsweise beim Einkaufszentrum oder beim Hotel lag der Fokus des Geschäftsmodells auf der Unterstützung des Hauptgeschäftsfeldes, welches bis anhin nicht das Anbieten von Parkplätzen war. Genau in diesem Punkt unterscheidet sich das Segment Grossparkplätze und somit auch das Geschäftsmodell von den andern, denn der Hauptzweck dieses Segments besteht darin, Parkplätze (meistens) für ein bestimmtes Entgelt anzubieten. Der Einstieg in die Elektromobilität und somit letztendlich auch das Anbieten von Parkplätzen mit einer Ladestation wird hier sicherlich stark von ökonomischen Interessen geleitet sein. Ergo ist es in diesem Segment durchaus sinnvoll, für das Laden der Elektrofahrzeuge die gängigen Markttarife einzufordern. Je nachdem, wie sich der Markt entwickelt, kann daraus ein interessanter Business Case entstehen (RoI von 13 % beim MED-Szenario). Des Weiteren steuert das Anbieten von Ladestationen bei Grossparkplätzen sicherlich auch zum langfristigen Überleben bei, denn wenn man sich die aktuellen Prognosen für die Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge vor Augen führt, können die Elektroautos und ihre Bedürfnisse nicht ignoriert werden. Was derzeit noch als Marketingkampagne erscheinen mag, wird schon sehr bald zur Notwendigkeit. Für Eigentümer von Grossparkplätzen ist es deshalb unbestreitbar, dass sie auf den Zug der Elektromobilität aufsteigen sollten. Wenn die Eigentümer der Grossparkplätze die Investition nicht selbst tätigen und nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchten, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden. Bei sehr grossen Parkplätzen könnte durchaus die Etablierung von Ladestationen mit verschiedenen Ladeklassen und letztendlich auch je nach Ladeklasse mit verschiedenen Tarifen evaluiert werden.

5.2.2.3 Skigebiete

Im Segment Skigebiete wurde in der ökonomischen Evaluation eine Ladesäule mit 22 kW AC berücksichtigt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass dabei zwei Ausgänge mit je 11 kW vorhanden sind. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Lösung nicht zwingend für jedes Skigebiet die beste sein muss. Zudem könnten durchaus mehrere Wallboxen anstatt Ladesäulen installiert werden.

5.2.2.3.1 Ergebnisse – Skigebiete

Beim Segment Skigebiete setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	Kein neuer Anschluss
+Installationskosten	2190.-
+Hardwarekosten	9400.-
=CAPEX	<u>11 590.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.5 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 2 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	6 Stunden
kWh pro Ladung	29 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	790.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	2500.-
=OPEX	<u>3290.-</u>

Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	1210.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	3540.-
=Einnahmen	<u>4750.-</u>

5.2.2.3.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Skigebiete

Der voraussichtliche durchschnittliche Deckungsbeitrag beträgt in diesem Segment ungefähr 47 %. Die jährlichen Fixkosten können damit gut gedeckt werden. Während beim MAX- und MED-Szenario mit vier respektive acht Jahren noch eine gute Payback Period erreicht werden kann, kann diese im MIN-Szenario aufgrund der geringen Anzahl prognostizierter Ladungen pro Tag nicht im Zeitfenster 2030 erreicht werden. Der RoI beträgt beim MED-Szenario 13 % und ist somit ansprechend (bei den anderen Szenarien weicht er beim MAX-Szenario deutlich ins Positive und im MIN-Szenario ins Negative ab). Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei 11.80 Franken. Dies ist ein sehr hoher Wert. Allerdings muss dieser hohe Preis relativiert werden: Einerseits ist die Parkzeit an der Ladesäule überdurchschnittlich lang. Andererseits ist zu erwarten, dass Besucher wie Skitouristen oder Wanderer z. B. aus Zürich aufgrund des geringen SOC (State of charge) überdurchschnittlich viel Energie beziehen. Dies führt dazu,

dass im Schnitt 29 kWh Energie geladen werden. Berücksichtigt man zudem, dass der Skifahrer oder Wanderer einen Parkplatz für sechs Stunden beanspruchen kann, erscheinen die 11.80 Franken durchaus plausibel. Die Energiekosten betragen ebenfalls 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.40 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 7 Franken etwas geringer als in den vorangehenden Segmenten mit 22-kW-AC-Ladestationen. Dies bestätigt die Annahme, dass der Ladepreis von fast 12 Franken nicht zu hoch ist. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegelt, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

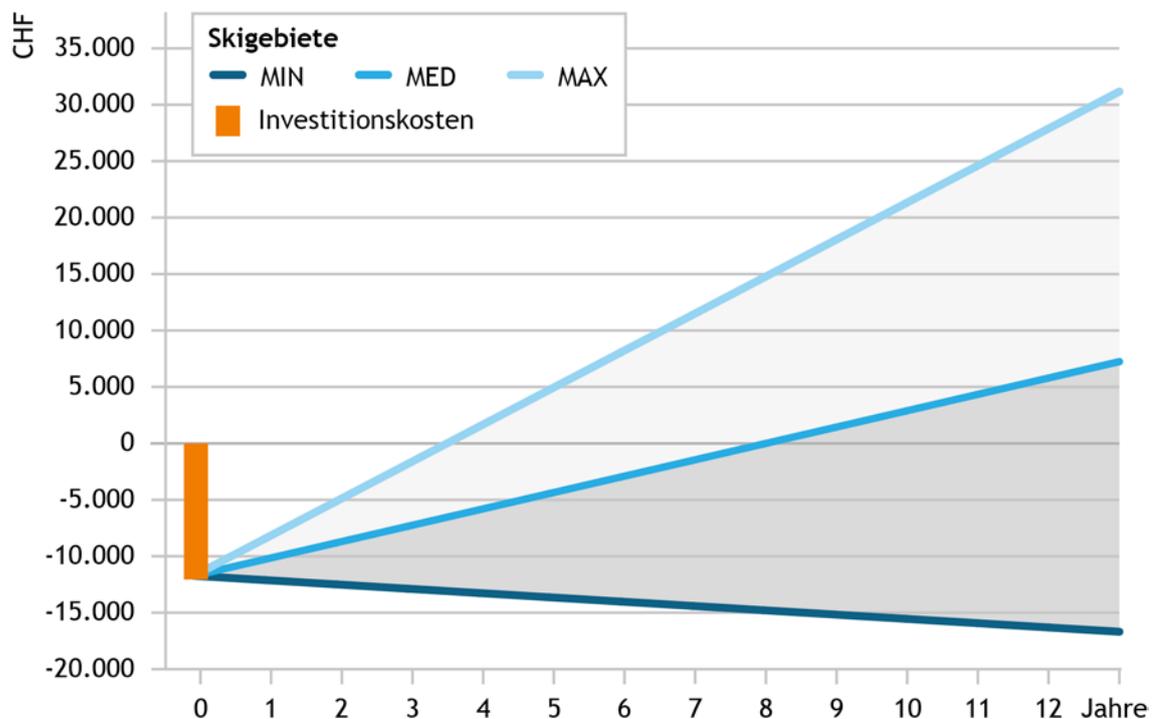


Abb. 26: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Skigebiete

5.2.2.3.3 Beschreibung Geschäftsmodell - Skigebiete

Beim Skigebiet kann das Anbieten von Ladestationen für das Laden von Elektrofahrzeugen das Hauptgeschäftsfeld entscheidend beeinflussen. Da im Laufe der Zeit aufgrund der grossen Parkplatzanzahl in einigen Skigebieten in Graubünden (viele Grossskigebiete mit mehr als 500 Parkplätzen) auch relativ viele Elektroautos und damit auch Parkplätze und Ladestationen für Elektrofahrzeuge zu erwarten sind, besteht in diesem Segment ein grosses Potenzial in der Elektromobilität. Der Einstieg in die Elektromobilität und somit letztendlich auch das Anbieten von Parkplätzen mit einer Ladestation werden hier sicherlich von ökonomischen Interessen geleitet sein. Da man jedoch durch das Anbieten von Elektroladesäulen viele Kunden in das eigene Skigebiet ziehen kann, sollten die Tarife so gewählt werden, dass die laufenden Kosten und

eventuell langfristig auch die Anfangsinvestition gedeckt werden können. Was derzeit noch als Marketingkampagne erscheinen mag, wird schon sehr bald zur Notwendigkeit. Bei den Berechnungen wurde eine 22-kW-AC-Ladestation mit je zwei 11-kW-Ausgängen berücksichtigt. Allerdings können aufgrund der hohen Anzahl der zu erwartenden Elektroautos in den Jahren auch Ladestationen der anderen Kategorien angeboten werden. Insbesondere der Kanton Graubünden weist eine hohe Anzahl an ausserkantonalen Besuchern auf. Diese ausserkantonalen Gäste, die elektrisch unterwegs sind, werden mit den derzeit gängigen Reichweiten der Elektroautos häufig einen Zwischenstopp planen müssen. Dies wird sich mit den immer grösseren Batterien und deshalb auch immer weiteren Reichweiten in den kommenden Jahren ändern, und es können mittlere Reichweiten von über 300 Kilometern erwartet werden. Ergo werden die zukünftigen Gäste nicht nur mit grösseren Batterien, sondern auch mit eher leeren Batterien ankommen, da kein Zwischenstopp mehr eingeplant werden muss. Um diese Elektrofahrzeuge innerhalb der Verweildauer im Skigebiet (ca. sechs Stunden im Mittel) laden zu können, müssen auch grössere Ladeleistungen angeboten werden (> 11 kW pro Ausgang, eventuell sogar einige Schnellladestationen). Wenn die Betreiber der Skigebiete die Investition nicht selbst tätigen und nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchten, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.2.4 Spitaler und Kliniken

Im Segment Spitaler und Kliniken wurde in der ökonomischen Evaluation eine Ladestation mit 22 kW AC berücksichtigt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass dabei zwei Ausgänge mit je 11 kW vorhanden sind. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Lösung nicht zwingend für jedes Spital und jede Klinik die beste sein muss. Zudem könnten durchaus mehrere Wallboxen anstatt Ladestationen installiert werden.

5.2.2.4.1 Ergebnisse – Spitaler und Kliniken

Beim Segment Spitaler und Kliniken setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	Kein neuer Anschluss	
+Installationskosten		2190.-
+Hardwarekosten		9410.-
=CAPEX		<u>11 600.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.5 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,2 und 5 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	4 Stunden
kWh pro Ladung	7 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	790.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	1490.-
=OPEX	<u>2280.-</u>

Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	1900.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	2090.-
=Einnahmen	<u>3990.-</u>

5.2.2.4.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Spitäler und Kliniken

Der prognostizierte Deckungsbeitrag beträgt in diesem Segment ungefähr 63 %. Dies ist ein sehr hoher Deckungsbeitrag. Die jährlichen Fixkosten können damit gut gedeckt werden. Während beim MAX- und MED-Szenario mit einer sehr attraktiven Payback Period zwischen drei und sieben Jahren gerechnet werden darf, wird diese im MIN-Szenario aufgrund der wenigen Ladungen pro Tag nicht erreicht. Wenn sich jedoch die Anzahl Ladungen pro Tag optimistisch entwickelt und man beispielsweise durchschnittlich auf 2,6 Ladungen pro Tag kommt, was mittelfristig realistisch scheint, kann mit einem attraktiven RoI von 15 % gerechnet werden. Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei 4.20 Franken. Dieser Wert ist um einiges niedriger als beispielsweise der Ladepreis beim Segment Skigebiete. Allerdings muss betont werden, dass bei den Spitälern und Kliniken durchschnittlich auch zeitlich sowie energietechnisch viel geringere Werte zu erwarten sind. Die Energiekosten betragen ebenfalls 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.57 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 10 Franken vergleichbar mit den Kosten eines durchschnittlichen Autos mit Verbrennungsmotor. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

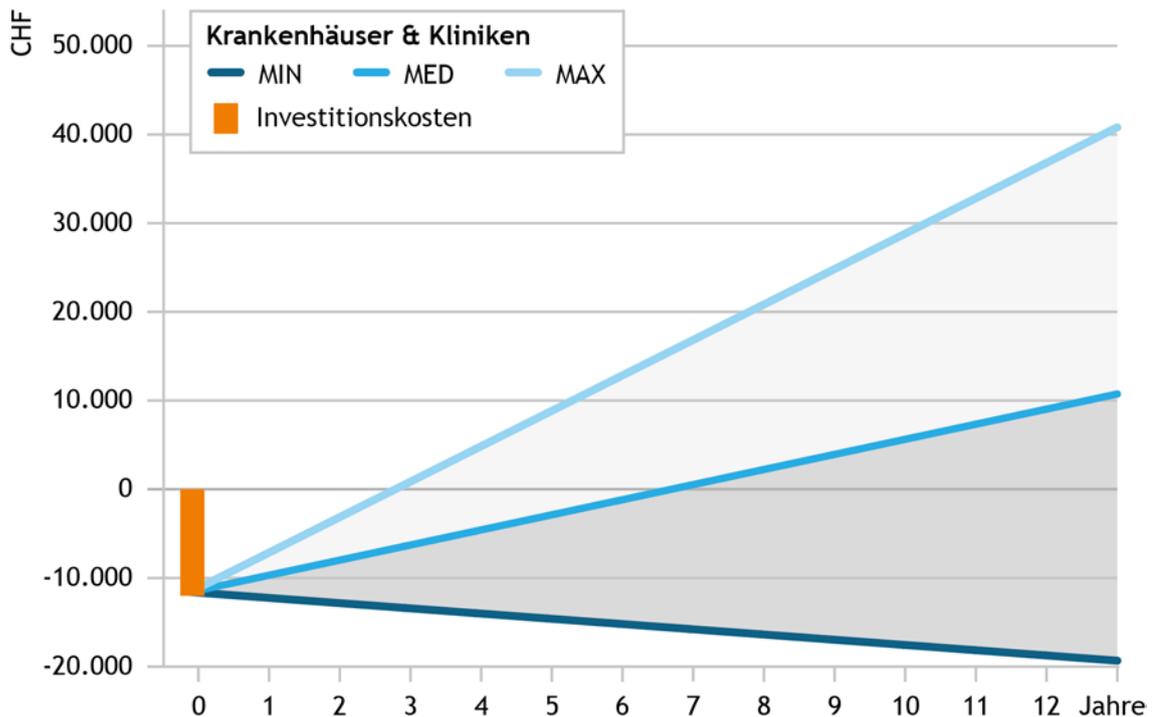


Abb. 27: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Spitäler und Kliniken

5.2.2.4.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Spitäler und Kliniken

Die Berechnungen für die ökonomische Evaluation wurden mit den durchschnittlichen Marktpreisen durchgeführt. Mit den Markttarifen könnte sich bei diesem Segment je nach der eintretenden Anzahl Ladungen pro Tag ein interessanter Business Case ergeben. Allerdings erscheint es sinnvoller, als Spital oder Klinik die Tarife nicht mit dem Ziel festzusetzen, eine möglichst hohe Rentabilität zu erzielen. Im Gegensatz zu den Segmenten Hotels und Kurbetriebe sowie Restaurants und Bars sind die CAPEX und OPEX in diesem Beispiel nicht zu unterschätzen. Man kann das Geschäftsmodell mit zwei Strategien angehen. Entweder man bietet das E-Tanken kostenlos als Kundenerweiterung an, oder man setzt die Preise so, dass die laufenden Kosten (und eventuell langfristig auch die CAPEX) gedeckt werden können. Wenn die Spitäler und Kliniken die Investition nicht selbst tätigen und nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchten, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.2.5 Der Strasse entlang

Im Segment „Der Strasse entlang“ sind die gebührenpflichtigen Parkplätze (typischerweise weiße und/oder blaue Zone der Strasse entlang) enthalten. Für dieses Segment wurde in der ökonomischen Evaluation eine Ladestation mit 22 kW AC berücksichtigt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass dabei zwei Ausgänge mit je 11 kW vorhanden sind. Es können also gleichzeitig zwei Elektroautos mit je 11 kW laden. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Ladeleistung nicht zwingend für alle Parkplätze der Strasse entlang die adäquate Lösung sein muss.

5.2.2.5.1 Ergebnisse – Der Strasse entlang

Bei diesem Segment setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	16 320.-
+Installationskosten	2 190.-
+Hardwarekosten	9 410.-
=CAPEX	<u>27 920.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	0.5 CHF/h und 0.3 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 0,4 und 10 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	4 Stunden
kWh pro Ladung	7 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	790.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	2970.-
=OPEX	<u>3760.-</u>

Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	3800.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	4190.-
=Einnahmen	<u>7990.-</u>

5.2.2.5.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Der Strasse entlang

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 63 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten von ca. 800 Franken können mit dem Deckungsbeitrag gut gedeckt werden. Da die Hardwarekosten mit 22 kW (2 x 11 kW) höher sind als die 11-kW-Wallboxen, ist auch die Amortisationsperiode etwas länger. Während beim MAX- und MED-Szenario mit vier respektive sieben Jahren noch eine gute Payback Period erreicht werden kann, kann diese im MIN-Szenario aufgrund der geringen Anzahl prognostizierter Ladungen pro Tag vermutlich nicht im Zeitfenster 2030 erreicht werden. Der RoI beträgt beim MED-Szenario 15 % und ist somit ansprechend (bei den anderen Szenarien weicht er sowohl ins Positive als auch ins Negative deutlich ab). Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 4.2 Franken. Dieser Ladepreis ist eher niedrig, wobei durchschnittlich pro Ladung auch nur 7 kWh Energie geladen werden. Der Ladepreis beinhaltet neben dem Laden von Energie auch indirekt eine Parkplatzgebühr. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.57 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 10 Franken etwas höher als in den vorangehenden Segmenten mit einer 11-kW-Wallbox, jedoch immer noch vergleichbar mit durchschnittlichen Kosten für 100 Kilometer mit einem Auto mit Verbrennungsmotor. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik

abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

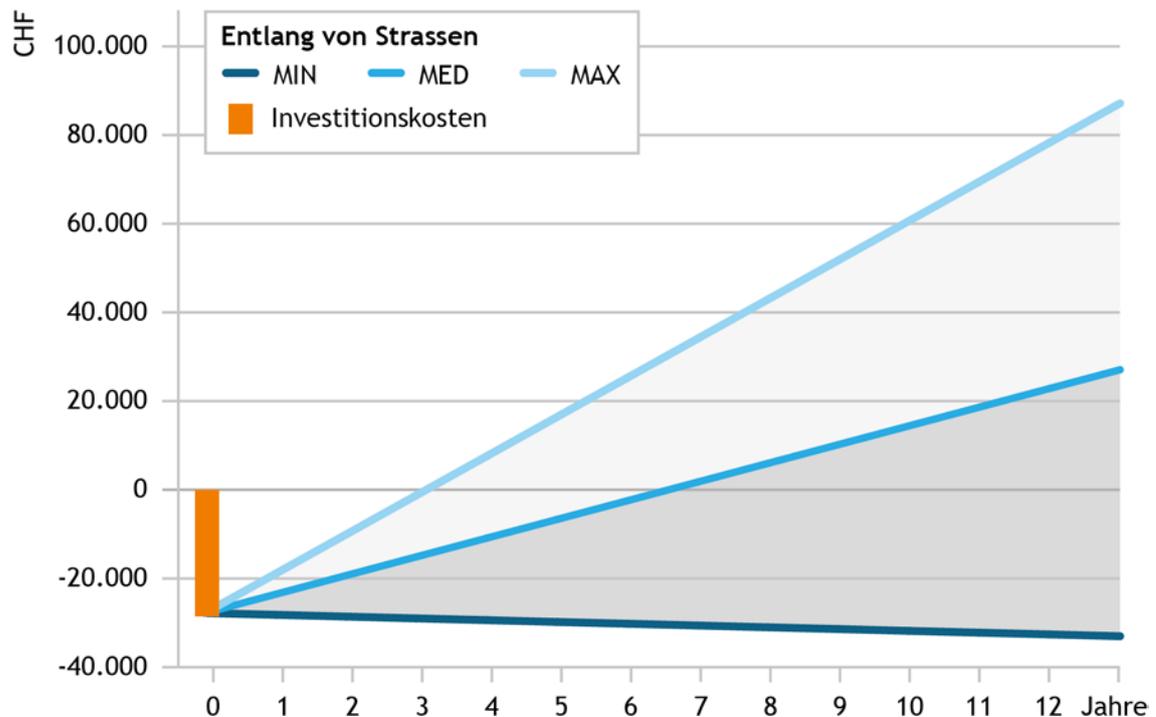


Abb. 28: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Der Strasse entlang

5.2.2.5.3 Beschreibung Geschäftsmodell - Der Strasse entlang

Da die Parkplätze der Strasse entlang durch die öffentliche Hand betrieben werden, sollten die Tarife so gewählt werden, dass in erster Linie die laufenden Kosten und langfristig eventuell auch die Anfangsinvestitionen gedeckt werden können. Das Anbieten von Ladestationen in diesem Segment wird eher als Förderung der Elektromobilität durch das Anbieten von Lademöglichkeiten angesehen. Deswegen müssen nicht die Markttarife einkassiert werden, da die Gewinnerzielung nicht als erste Priorität gesehen werden sollte. Aufgrund der Tatsache, dass Parkplätze in der weissen Zone in grösseren Städten wie beispielsweise in Chur sehr beliebt sind, sollte darauf geachtet werden, dass die Parkplätze nicht als reine Parkplätze, sondern als Lademöglichkeiten genutzt werden. Um dies sicherzustellen, kann der Zeittarif höher gesetzt werden als der Energietarif. Dadurch haben Elektrofahrzeughalter einen Anreiz, mit dem Auto nicht zu lange auf dem Parkplatz zu verweilen. Des Weiteren könnten die jetzigen oder die geplanten 22-kW-AC-Ladestationen durch 22-kW-DC+AC-Ladestationen ersetzt werden, da mit DC+AC-Ladestationen bei den meisten Autos in der gleichen Zeit mehr Reichweite ermöglicht werden kann. Wenn der Kanton die Investition nicht selbst tätigen und/oder nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchte, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.3 Schnell-Laden

5.2.3.1 Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)

Im Segment „Hauptachsen Kantonsstrassen 22 kW“ sind in erster Linie die Parkplätze bei Tankstellen an wichtigen Verkehrsknotenpunkten auf Kantonsstrassen im Kanton Graubünden enthalten. Für dieses Segment wurde eine 22-kW-DC+AC-Ladestation mit drei Ausgängen (CHAdeMO, Combo CCS und Typ 2 AC) berücksichtigt. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Ladeleistung nicht zwingend für jeden potenziellen Standort an Hauptachsen bei Kantonsstrassen die beste Lösung sein muss. Insbesondere bei Verkehrsachsen mit sehr hohem täglichen Durchgangsverkehr (mehr als 10 000 Fahrzeuge pro Tag) kann auch die Installation einer ausbaubaren DC+AC-Ladestation im Bereich 50 kW berücksichtigt werden.

5.2.3.1.1 Ergebnisse – Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)

Bei diesem Segment setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	16 320.-
+Installationskosten	2 190.-
+Hardwarekosten	31 000.-
=CAPEX	<u>49 510.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	6 CHF/h und 0.4 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 4 und 25 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	0,5 Stunden
kWh pro Ladung	8 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	1370.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	9220.-
=OPEX	<u>10 590.-</u>

Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	15 880.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	16 940.-
=Einnahmen	<u>32 820.-</u>

5.2.3.1.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 72 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten von ca. 1370 Franken können mit dem Deckungsbeitrag gut gedeckt werden. Da die Hardwarekosten bei DC+AC-Ladestationen mit drei Ausgängen um einiges höher sind als bei reinen AC-Ladestationen, ist auch die Amortisationsperiode entsprechend länger. Allerdings kann dies durch die deutlich höheren zu erwartenden Einnahmen

relativiert werden. Die Payback Period liegt beim MED- und MAX-Szenario bei zwei respektive drei Jahren. Während in vielen anderen Segmenten beim MIN-Szenario die Payback Period nicht innerhalb der Lebenszeit der Ladestation erreicht wird, kann hier selbst im pessimistischen Szenario mit durchschnittlich vier Ladungen pro Tag eine Payback Period von zehn Jahren erreicht werden. Allerdings muss dabei betont werden, dass im DC-Ladebereich in den nächsten Jahren eher das MIN-Szenario als realistische Bezugsgrösse angesehen wird. Der zu erwartende RoI beträgt selbst beim MIN-Szenario 10 %. Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 6.2 Franken. Dieser Ladepreis ist eher niedrig, wobei durchschnittlich pro Ladung auch nur 30 Minuten geparkt wird und 8 kWh Energie geladen werden. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.78 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 13.6 Franken deutlich höher als in den vorangehenden Segmenten. Die Gründe für diese hohen Kosten pro 100 Kilometer sind, dass einerseits dem Kunden ein Premiumservice geboten wird, nämlich schnell Reichweite aufzuladen – somit weisen Elektrofahrer eine höhere Zahlungsbereitschaft vor. Andererseits werden die höheren Investitionskosten auch teilweise auf den Kunden überwältzt. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

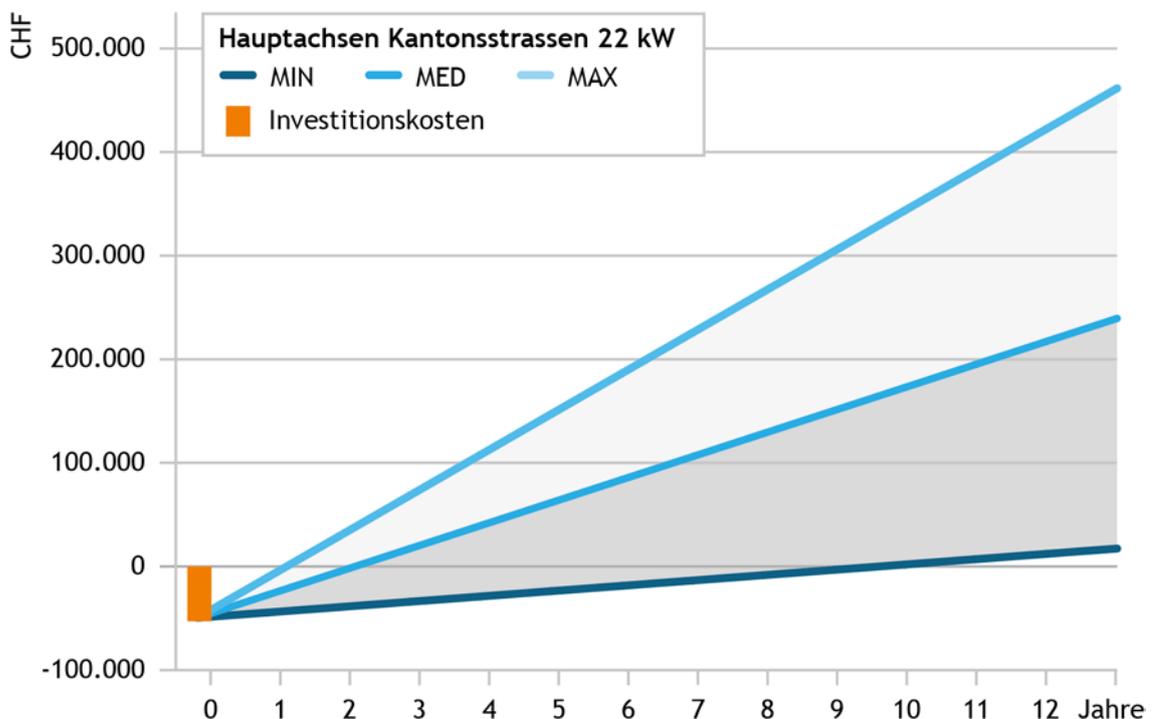


Abb. 29: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)

5.2.3.1.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)

Dieses Segment kann je nach Marktentwicklung eine attraktive Investitionsmöglichkeit bieten. In den Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden sind für den Elektrofahrer neben dem Ladepreis und der maximalen Ladeleistung vor allem die Erreichbarkeit und die Attraktivität des Standorts massgebend. Es ist zielführend, Ladestationen dieser Kategorie an Standorten zu errichten, an denen eine erhöhte Attraktivität z. B. durch Einkaufsmöglichkeiten besteht. Jedoch ist die Anfangsinvestition höher. Die zu wählenden Tarife sollten dabei unter Berücksichtigung des Marktes gesetzt werden. Da in den Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden aufgrund der höheren Ladeleistung im übertragenen Sinne auch Zeit verkauft wird, gibt es von Seiten der E-Fahrer eine höhere Zahlungsbereitschaft, welche sich im Vergleich zu den Langsam- und Beschleunigt-Laden-Kategorien in höheren Tarifen niederschlägt. Die Tarife von 6 CHF/h und 0.5 CHF/kWh sind eine Momentaufnahme und können sich im Laufe der Zeit je nach Angebot an Ladestationen und Nachfrage durch Elektrofahrer verändern. Wenn man die Investition nicht selbst tätigen und/oder nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchte, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.3.2 Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)

Im Segment „Hauptachsen Kantonsstrassen 50 kW“ sind in erster Linie die Parkplätze bei Tankstellen an wichtigen Verkehrsknotenpunkten auf Kantonsstrassen im Kanton Graubünden enthalten. Für dieses Segment wurde eine 50-kW-DC+AC-Ladestation mit drei Ausgängen (CHAdeMO, Combo CCS und Typ 2 AC) berücksichtigt. Auch an dieser Stelle die Anmerkung, dass diese Ladeleistung nicht zwingend für jeden potenziellen Standort an Hauptachsen bei Kantonsstrassen die beste Lösung sein muss und auch Ladestationen niedrigerer oder höherer Leistungsklassen zielführend sein können.

5.2.3.2.1 Ergebnisse – Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)

Bei diesem Segment setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	28 530.-
+Installationskosten	2 190.-
+Hardwarekosten	41 000.-
=CAPEX	<u>71 720.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	6 CHF/h und 0.4 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 4 und 25 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	0,5 Stunden
kWh pro Ladung	13 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	1 610.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	14 530.-
=OPEX	<u>16 140.-</u>
Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	15 880.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	26 460.-
=Einnahmen	<u>42 340.-</u>

5.2.3.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 66 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten von ca. 1610 Franken können mit dem Deckungsbeitrag gut gedeckt werden. Da die Hardwarekosten bei DC+AC-Ladestationen mit drei Ausgängen um einiges höher sind als bei reinen AC-Ladestationen, ist auch die Amortisationsperiode entsprechend länger. Allerdings kann dies durch die deutlich höheren zu erwartenden Einnahmen relativiert werden. Die Payback Period liegt beim MED- und MAX-Szenario bei zwei respektive drei Jahren. Während in vielen anderen Segmenten beim MIN-Szenario die Payback Period nicht innerhalb der Lebenszeit der Ladestation erreicht wird, kann hier selbst im pessimistischen Szenario mit durchschnittlich vier Ladungen pro Tag eine Payback Period von zwölf Jahren erreicht werden. Allerdings muss dabei betont werden, dass in den Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden eher das MIN-Szenario als realistische Bezugsgrösse angesehen wird. Der zu erwartende Rol beträgt selbst beim MIN-Szenario 8 %. Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 8 Franken. Dieser Ladepreis ist etwas höher als bei der vergleichbaren Ladestation mit 22 kW, da in diesem Segment mit 13 kWh durchschnittlich 5 kWh mehr geladen werden als bei einer Ladestation mit 22 kW Ladeleistung. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.64 Franken pro kWh. Die Kosten pro 100 Kilometer sind mit 11.2 Franken etwas höher als für 100 Kilometer mit einem durchschnittlichen Auto mit Verbrennungsmotor. Die Gründe für die höheren Kosten pro 100 Kilometer sind, dass einerseits dem Kunden ein Premiumservice geboten wird, nämlich schnell Reichweite aufzuladen – somit weisen Elektrofahrer eine höhere Zahlungsbereitschaft auf. Andererseits werden die höheren Investitionskosten auch teilweise auf den Kunden überwälzt. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

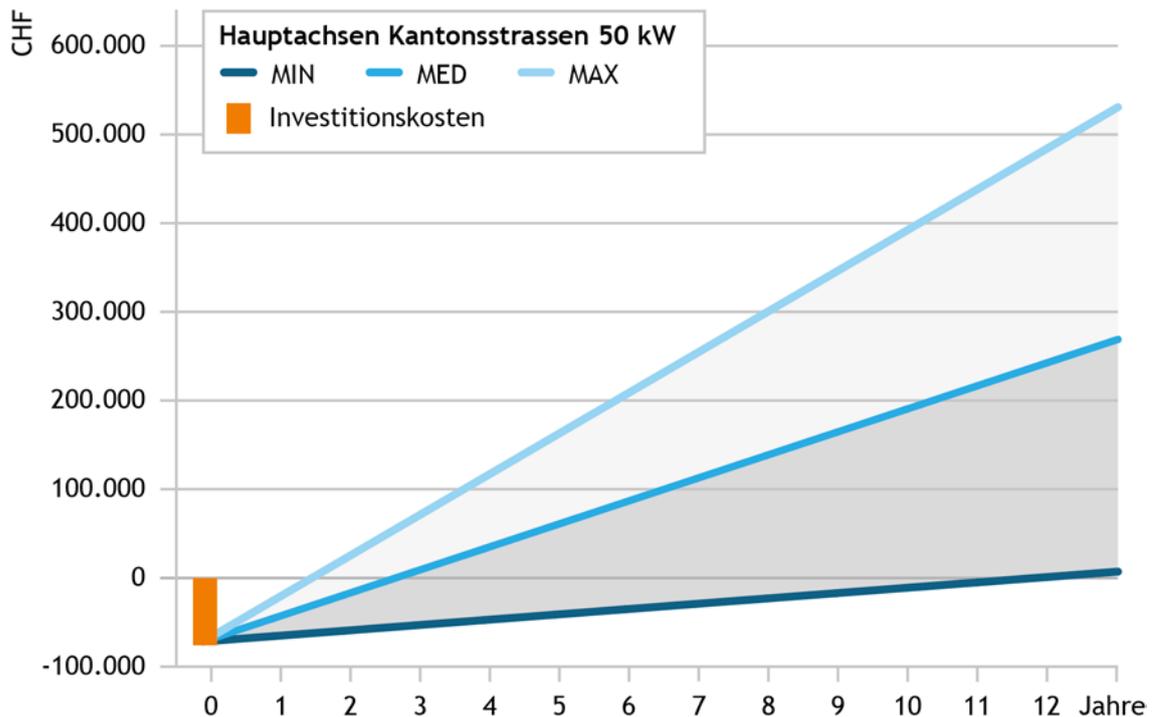


Abb. 30: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)

5.2.3.2.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)

Dieses Segment kann je nach Marktentwicklung eine attraktive Investitionsmöglichkeit bieten. Im DC+AC-Ladebereich sind für den Elektrofahrer neben dem Preis und der maximalen Ladeleistung vor allem die Erreichbarkeit und die Attraktivität des Standorts massgebend. Es ist zielführend, Ladestationen dieser Kategorie an Standorten zu errichten, die zum einen verkehrsgünstig an den Kantonsstrassen wie an Knotenpunkten gelegen sind und zum anderen eine erhöhte Attraktivität z. B. durch Einkaufsmöglichkeiten aufweisen. Die zu wählenden Tarife sollten dabei mit Berücksichtigung des Marktes gesetzt werden. Da im Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden-Bereich aufgrund der höheren Ladeleistung im übertragenen Sinne auch Zeit verkauft wird, gibt es von Seiten der E-Fahrer eine höhere Zahlungsbereitschaft, welche sich im Vergleich zu den Langsam- und Beschleunigt-Laden-Kategorien in höheren Tarifen niederschlägt. Die Tarife von 6 CHF/h und 0.4 CHF/kWh sind eine Momentaufnahme und können sich im Laufe der Zeit je nach Angebot an Ladestationen und Nachfrage durch Elektrofahrer verändern. Wenn man die Investition nicht selbst tätigen und/oder nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchte, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.2.4 Hochleistungsschnell-Laden

5.2.4.1 Raststätten entlang von Autobahnen

Im Segment „Raststätten entlang von Autobahnen“ sind die Parkplätze bei Raststätten, welche direkt an der Autobahn im Kanton Graubünden liegen, enthalten. Für dieses Segment wurde eine 150-kW-DC+AC-Ladestation mit vier Ausgängen (CHAdeMO,

Combo CCS und Typ-2-AC-Stecker und -Steckdose) berücksichtigt. Alternativ könnte z.B. jedoch auch mit einer 60-kW-DC+AC-Ladestation gestartet werden, deren Ladeleistung dann je nach Marktbedürfnis in 10-kW-Schritten erhöht werden könnte. Anzumerken ist, dass die maximale Ladeleistung von 150 kW heute noch von keinem auf dem Markt erhältlichen Elektroauto vollumfänglich nutzbar ist und technische Normierungsfragen aktuell diskutiert werden. Das Bundesamt für Strassen empfiehlt aktuell Ladestationen im Bereich 50 kW oder darunter entlang der Nationalstrassen zu errichten (ASTRA, 2016.)

5.2.4.1.1 Ergebnisse – Raststätten entlang von Autobahnen

Bei diesem Segment setzen sich die einmaligen Anfangsinvestitionen wie folgt zusammen:

Anschlusskosten	57 170.-
+Installationskosten	2 190.-
+Hardwarekosten	108 000.-
=CAPEX	<u>167 360.-</u>

Für dieses Segment bilden die folgenden Parameter, welche auf verschiedenen Studien basieren, die Ausgangslage der Berechnungen der OPEX sowie auch der Einnahmen:

Tarifierung	17 CHF/h und 0.4 CHF/kWh
Ladungen pro Tag	Zwischen 4 und 25 Ladungen pro Tag
Parkzeit pro Ladung	0,5 Stunden
kWh pro Ladung	45 kWh

Mit diesen Parametern lassen sich die jährlichen Betriebskosten und die jährlichen Einnahmen berechnen. Diese weisen die folgenden Werte auf (basierend auf dem MED-Szenario):

Fixkosten (Wartung, Versicherung, Z&Z, Hotline)	2 110.-
Variable Kosten (Energiekosten und Z&Z)	52 820.-
=OPEX	<u>54 930.-</u>
Jährliche Einnahmen aufgrund Zeittarif	44 990.-
Jährliche Einnahmen aufgrund Tarif pro kWh	95 270.-
=Einnahmen	<u>140 260.-</u>

5.2.4.1.2 Analyse der Ergebnisse mittels KPIs – Raststätten entlang von Autobahnen

Der Deckungsbeitrag ist in diesem Segment mit 62 % sehr hoch. Die jährlichen Fixkosten von ca. 2'110 Franken können mit dem Deckungsbeitrag leicht gedeckt werden. Da die Hardwarekosten bei 150-kW-DC+AC-Ladestationen signifikant höher sind als bei 50-kW-Ladestationen, ist auch die Amortisationsperiode entsprechend länger. Allerdings kann dies durch die deutlich höheren zu erwartenden Einnahmen relativiert werden. Die Payback Period liegt beim MED- und MAX-Szenario bei zwei Jahren. Während in vielen anderen Segmenten beim MIN-Szenario die Payback Period nicht innerhalb der Lebenszeit der Ladestation erreicht wird, kann hier selbst im pessimistischen Szenario mit durchschnittlich vier Ladungen pro Tag eine Payback Period von

acht Jahren erreicht werden. Allerdings muss dabei betont werden, dass im Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden-Bereich eher das MIN-Szenario als realistische Bezugsgrösse angesehen wird. Der zu erwartende RoI beträgt selbst beim MIN-Szenario 13 %. Die Energiekosten betragen 0.21 Franken pro kWh und die Energieerträge 0.59 Franken pro kWh. Der durchschnittliche Preis pro Ladung liegt bei ungefähr 26.5 Franken und ist somit bedeutend höher als in den restlichen Segmenten. Der hohe Ladepreis ergibt sich aufgrund der hohen durchschnittlichen Energiemenge pro Ladevorgang (durchschnittlich 45 kWh). Wenn man jedoch die Kosten pro 100 Kilometer in die Evaluation miteinbezieht, stellt man fest, dass die Kosten pro 100 Kilometer mit 10.3 Franken sogar geringer sind als bei einer 50-kW-Ladestation. Der E-Fahrer bezahlt durchschnittlich bedeutend mehr pro Ladevorgang, allerdings ist auch die zugeführte Reichweite pro Ladevorgang mit durchschnittlich 225 Kilometern pro Ladevorgang bei einer 150-kW-Ladestation im Vergleich zu durchschnittlich 65 Kilometern bei einer 50-kW-Ladestation viel höher. Die Gründe für die höheren Kosten pro 100 Kilometer als bei einer Ladestation der Kategorie Langsam- und Beschleunigt-Laden sind, dass einerseits dem Kunden ein Premiumservice geboten wird, nämlich superschnell Reichweite aufzuladen, und die Elektrofahrer vermutlich dadurch auch bereit sind mehr zu zahlen. Andererseits werden die höheren Investitionskosten auch teilweise auf den Kunden überwälzt. Nachstehend wird die Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit (als Investitionskosten werden die Anfangsinvestitionen berücksichtigt) mit den drei verschiedenen Szenarien aufgezeigt. Die Payback Period kann zudem in der Grafik abgelesen werden. Da das MIN- und MAX-Szenario die zu erwartenden minimalen respektive maximalen Werte widerspiegeln, wird auch die Fläche, innerhalb welcher man sich bewegen könnte, gekennzeichnet. Dabei ist der Teil der Fläche, bei welchem die Prognose etwas realistischer zu betrachten ist, dunkler eingefärbt.

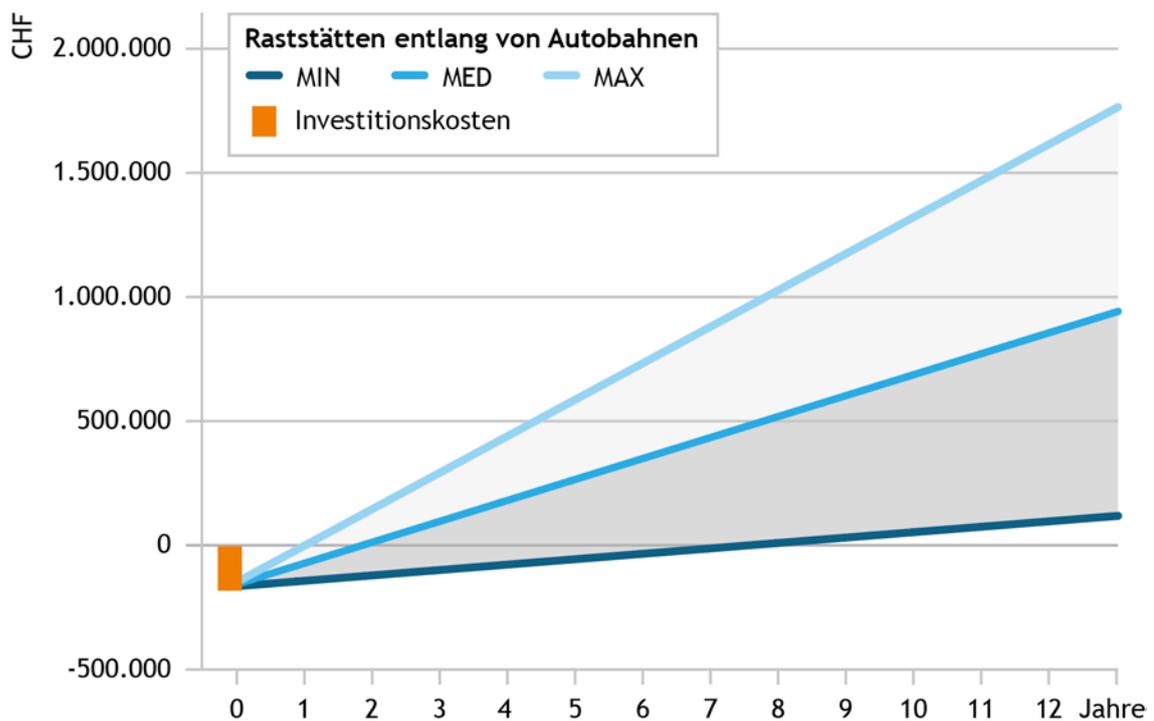


Abb. 31: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Raststätten entlang von Autobahnen

5.2.4.1.3 Beschreibung Geschäftsmodell – Raststätten entlang von Autobahnen

Dieses Segment verspricht einen attraktiven Return on Investment. In den Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden sind für den Elektrofahrer neben dem Preis und der maximalen Ladeleistung vor allem die Erreichbarkeit und die Attraktivität des Standorts massgebend. Im Gegensatz zu einer Ladestation mit 50 kW ist die Erreichbarkeit bei diesem Segment noch wichtiger als zuvor, da der Kunde sich nur kurz aufhalten und dann schnell weiterfahren möchte. Eine Raststätte, welche einerseits direkt an einer verkehrsreichen Autobahn liegt (mit mehr als 20 000 Durchgangsfahrzeugen pro Tag) und andererseits auch Konsummöglichkeiten bietet, ist prädestiniert für die Installation einer 150-kW-Ladestation. Die zu wählenden Tarife sollten dabei unter Berücksichtigung des Marktes gesetzt werden. Da im Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden-Bereich aufgrund der höheren Ladeleistung im übertragenen Sinne auch Zeit verkauft wird, gibt es von Seiten der E-Fahrer eine höhere Zahlungsbereitschaft, welche sich im Vergleich zu Ladungen im Langsam- und Beschleunigt-Laden-Bereich in höheren Tarifen niederschlägt. Die Tarife von 17 CHF/h und 0.4 CHF/kWh sind eine Momentaufnahme und können sich im Laufe der Zeit je nach Angebot an Ladestationen und Nachfrage durch Elektrofahrer verändern. Wenn die Raststättenbetreiber die Investition nicht selbst tätigen und/oder nicht für den Unterhalt der Ladestationen zuständig sein möchten, könnte dies auch von einem externen Partner übernommen werden.

5.3 Zusammenfassung Geschäftsmodelle Ladeinfrastruktur nach Segmenten

In Kapitel 5 wurden aufbauend auf der Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur für den Kanton Graubünden bis 2035, mögliche Geschäftsmodelle für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur für die identifizierten Segmente beispielhaft aufgezeigt und anhand verschiedener Faktoren bewertet. In Tabelle 13 werden die verschiedenen Segmente zusammenfassend verglichen und die wichtigsten Kennzahlen und Faktoren im Überblick dargestellt.

Segment	Beispielstandort	Typ & Leistung	CAPEX einm. in CHF	OPEX jährlich in CHF	Ladungen/Tag			h/ Ladung	kWh/ Ladung	CHF/ Ladung	PBP in Jahren	DB 1 in %	RoI in %
					MAX	MED	MIN				MED	MED	MED
Langsam-Laden	Hotels und Kurbetriebe	AC Wallbox 11 kW	3 550	1 554	1	0.6	0.2	8	33	12.0	4	42	30
	Restaurants und Bars	AC Wallbox 11 kW	3 550	414	2	1.1	0.2	2.5	5	2.0	10	52	10
Beschleunigt-Laden	Einkaufszentren	AC Säule 22 kW (ohne neuen Anschluss)	11 596	2 110	6	3.1	0.2	3	6	3.2	9	63	13
	Grossparkplätze	AC Säule 22 kW (ohne neuen Anschluss)	11 596	2 116	6	3.1	0.2	3	6	3.2	8	63	13
	Skigebiete	AC Säule 22 kW (ohne neuen Anschluss)	11 596	3 291	2	1.1	0.2	6	29	11.8	8	47	13
	Spitäler und Kliniken	AC Säule 22 kW (ohne neuen Anschluss)	11 596	2 273	5	2.6	0.2	4	7	4.2	7	63	15
	Entlang der Strasse	AC Säule 22kW	27 913	3 758	10	5.2	0.4	4	7	4.2	7	63	15
Schnell-Laden	Hauptachsen Kantonsstrassen	DC+AC Säule 3in1 22kW	49 507	10 590	25	14.5	4	0.5	8	6.2	3	72	45
		DC+AC Säule 3in1 50kW	71 716	16 138	25	14.5	4	0.5	13	8.0	3	66	37
HL-Schnell-Laden	Autobahnraststätten	DC+AC Säule 4in1 150kW	167 355	54 929	25	14.5	4	0.5	45	26.5	2	62	51

Tab. 13: Zusammenfassung Geschäftsmodelle Ladeinfrastruktur nach Segmenten

6 Entwicklung E-Bike-Markt und Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Graubünden

Kapitel 6 beschreibt die kantonale Entwicklung von E-Bikes und E-Bike-Ladeinfrastruktur. Kapitel 6.1 betrachtet in diesem Kontext den E-Bike-Markt Schweiz und Graubünden im Speziellen. Auf heute verfügbare Ladeinfrastruktur für E-Bikes und Unterschiede der Ladestationen und Anwendungsgebiete wird in Kapitel 6.2 eingegangen. Des Weiteren wurde eine qualitative Untersuchung im Rahmen einer Expertenbefragung mit 34 Teilnehmenden aus den elf Regionen Graubündens durchgeführt, um einerseits das aktuelle Angebot und andererseits die Nachfrage an E-Bike-Ladeinfrastruktur im Kanton zu erfassen. Die zentralen Ergebnisse werden in Kapitel 6.3 vorgestellt. Die detaillierten Ergebnisse der Expertenbefragung wurden als Excel-Datensatz zusammen mit dem vorliegenden Bericht eingereicht.

Wie eine Auswertung der zugelassenen Elektroleichtfahrzeuge im Kanton Graubünden durch Repower ergab, umfasst das Segment neben E-Bikes noch etliche andere elektrisch angetriebene Fahrzeuge verschiedener Kategorien, die sich grösstenteils unter dem Begriff E-Scooter zusammenfassen lassen. Hierzu gehören verschiedenste elektrifizierte Fahrzeugarten wie elektrische Rollstühle, zweirädrige Segways sowie vierrädrige Fahrzeuge bis 15 kW Nutzleistung und unter 400 kg Gewicht. Die Einsatzgebiete und Einschränkungen des Verkehrsrechts unter den E-Scootern sind dabei stark unterschiedlich. Durch diese hohe Bandbreite der E-Scooter ergibt sich eine komplexe Klassifizierung von Elektroleichtfahrzeugen im Allgemeinen und von E-Scootern im Besonderen. Gleichzeitig ist der Markt von E-Scootern in Graubünden wesentlich kleiner als bei E-Bikes. Aufgrund der deutlich geringeren Relevanz von E-Scootern zum gegenwärtigen Zeitpunkt befasst sich dieses Kapitel ausschliesslich mit E-Bikes und entsprechender Ladeinfrastruktur. Als E-Bikes verstehen sich alle elektrisch angetriebenen Velo-ähnlichen Fahrzeuge, die entweder manuell wie ein Velo mit elektrischer Tretunterstützung der Pedale (auch „Pedelec“ genannt) gefahren werden oder rein elektrisch gesteuert werden, z. B. per Drehgriff wie beim Motorrad. Die langsamen E-Bikes fahren mit elektrischer Unterstützung bis 25 km/h, die schnellen E-Bikes bis zu 45 km/h. Für Letztere gelten weitergehende Auflagen und Einschränkungen (u.a. Nummernpflicht, Helmobligatorium).

6.1 E-Bikes in der Schweiz und in Graubünden

Im Jahr 2015 wurden in der gesamten Schweiz von rund 323 000 Velos 66 000 Elektrovelos verkauft. Knapp mehr als jedes fünfte Velo (20 %) war also mit einem Elektromotor ausgestattet. Im Vergleich besass 2008 nur fast jedes 26. verkaufte Velo (3,8 %) einen Elektromotor (Velosuisse, 2016). Damit stellt der E-Bike-Sektor in Bezug auf die verkaufte Stückzahl den mit Abstand grössten Markt für elektrisch angetriebene Fahrzeuge in der Schweiz dar. Das Marktpotenzial wird zudem gemäss Abschlussbericht des BFE der Studie „Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz“ 2,8 bis 7,9-mal über dem jetzigen Stand eingeschätzt (BFE, 2014). Diese rasante Entwicklung der letzten zehn Jahre beschreibt förmlich einen E-Bike-Boom, der Velosuisse zufolge auf ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis von E-Bikes zurückzuführen ist (Velosuisse, 2016).

Abbildung 32 zeigt die Marktentwicklung der E-Bikes in der Schweiz nach Absatzzahlen. Die Verkäufe von E-Bikes in der Schweiz haben sich seit 2007 rasant

entwickelt, sodass sie im Jahr 2015 einen Marktanteil von 20 % der Veloverkäufe ausmachten. Über 66 000 E-Bikes wurden im Jahr 2015 in der Schweiz verkauft und im Jahr 2016 wurde die 70 000er-Marke überschritten.

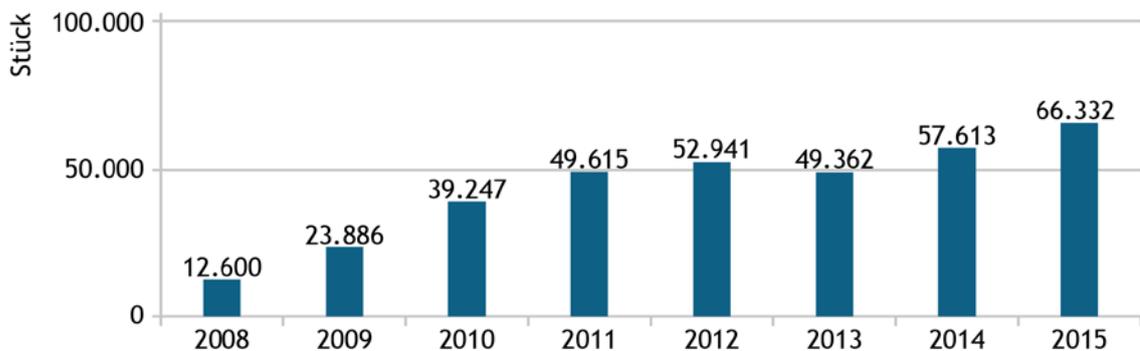


Abb. 32: Entwicklung E-Bikes nach Absatzzahlen in der Schweiz (Quelle: Velosuisse, 2016)

Die Verkäufe von E-Bikes scheinen dabei zunehmend die Verkäufe von gewöhnlichen Freizeit- und Alltagsvelos zu substituieren. Insgesamt ist der Veloverkauf in der Schweiz leicht zurückgegangen, weil auch der stärkere Verkauf von E-Bikes die abfallende Nachfrage nach normalen City- und Sportvelos nicht abfangen konnte. Im Einzelnen ist interessant, dass jedes Jahr doppelt so viele Sportvelos verkauft werden wie City-Velos, die Sport-E-Bikes jedoch nicht einmal die Hälfte der verkauften E-Bikes ausmachen. So wurden im Jahr 2015 nur knapp 20 000 Sport-E-Bikes gegenüber 46 000 City-E-Bikes in der Schweiz verkauft (Velosuisse, 2016).

Der Markt von E-Bikes in Graubünden lässt sich derzeit schwer ermitteln, weil zum einen keine Verkaufszahlen von E-Bikes kantonsweit verfügbar sind und zum anderen ein Grossteil der E-Bikes keiner Meldepflicht unterliegt und somit keine Bestandeszahlen vorliegen. Um trotzdem Aussagen über die kantonalen Marktverhältnisse treffen zu können, wurde eine Methode angewandt, mit der ein Mittelwert zwischen Top-down- und Bottom-up-Ansatz gebildet werden konnte. Die verwendeten Daten stammen vom Bundesamt für Statistik (BFS, 2015f), Velosuisse (Velosuisse, 2016) und der Stadtpolizei Chur. Top-down lässt sich anhand der Einwohnerzahlen Schweiz und Graubünden ein Verhältnis ermitteln, mit dem vom schweizweiten Verkauf von E-Bikes die Verkaufszahlen des Kantons geschätzt werden können. Die Hochrechnung top-down ergab für das Jahr 2014 insgesamt 1008 verkaufte E-Bikes bis 25 km/h und 362 E-Bikes über 25 km/h. Für 2015 wurden 1166 E-Bikes bis 25 km/h und 412 E-Bikes über 25 km/h ermittelt. Zudem wurde bottom-up über die Anzahl registrierter E-Bikes über 25 km/h in der Stadt Chur und das schweizweite Verhältnis zwischen schnellen (über 25 km/h) und langsamen (bis 25 km/h) E-Bikes und zudem über das Verhältnis der Bevölkerungszahlen von Chur und Graubünden die Anzahl der totalen E-Bike-Verkäufe angenähert. Die Bottom-up Hochrechnung ergab für das Jahr 2014 insgesamt 1356 verkaufte E-Bikes bis 25 km/h und 476 E-Bikes über 25 km/h. Für 2015 wurden 1582 E-Bikes bis 25 km/h und 556 E-Bikes über 25 km/h ermittelt.

Tabelle 14 zeigt die jeweilig für die Jahre 2014 und 2015 errechneten Mittelwerte aus dem Bottom-up- und Top-down-Ansatz von E-Bikes im Kanton Graubünden.

	2014	2015
E-Bikes bis 25 km/h	1182	1374
E-Bikes über 25 km/h	419	484
<u>Total E-Bikes</u>	<u>1601</u>	<u>1858</u>

Tab. 14: Ermittelte E-Bike-Verkäufe Graubünden 2014 und 2015 (Hochrechnung)

Für das Jahr 2014 liegen die Absatzzahlen für Graubünden gemäss Hochrechnung bei rund 1600 E-Bikes respektive bei 1860 verkauften Einheiten für das Jahr 2015. Die kantonalen Standortfaktoren wie z. B. bergiges Terrain, soziografische Faktoren wie die regionale Kaufkraft oder die Veloaffinität der Bündner Bevölkerung können die E-Bike-Verkäufe gegenüber dem Schweizer Durchschnitt jedoch signifikant positiv oder negativ beeinflussen und wurden in der Methode nicht berücksichtigt. Auch in Graubünden darf zukünftig mit weiter steigenden Absatzzahlen und wachsendem E-Bike-Bestand gerechnet werden.

6.2 Ladeinfrastruktur für E-Bikes

Leistungsstarke E-Bikes im oberen Preissegment haben heute Elektromotoren mit bis zu 1000 Watt Motorleistung und verfügen über 48-V-Lithium-Ionen-Akkus mit bis zu 1000 Wh Speicherkapazität. Je nach Fahrmodus, Gelände und technischen Eigenschaften werden Reichweiten von bis zu 250 Kilometer realisiert. Trotz der rasanten technologischen Entwicklung der E-Bikes bedarf es sowohl für die Leistungsklasse bis 25 km/h als auch für die bis 45 km/h ausschliesslich des zugehörigen Akkuladegeräts und einer regulären Haushaltssteckdose, um einen Ladevorgang durchzuführen und die im Vergleich zum Elektroauto geringfügige Strommenge aufzunehmen. Ladevorrichtungen im Sinne von Ladestationen mit gehobener Ladeleistung und speziellen Steckervorrichtungen, wie bei den Elektroautos, werden aus rein technischer Sicht prinzipiell nicht benötigt. Hinzu kommt, dass die üblichen Haushaltssteckdosen auch im öffentlichen Raum oder an verschiedenen Zieldestinationen von E-Bike-Fahrern wie dem Arbeitsplatz nutzbar sind. Ein expliziter Bedarf an E-Bike-Ladeinfrastruktur besteht also primär da, wo keine regulären Steckdosen verfügbar sind, wie auf Fahrradtouren in der Natur oder wenn das Ladegerät des Akkus dem Fahrer nicht zur Verfügung steht. Weiterer Bedarf an E-Bike-Ladevorrichtungen tut sich zudem an öffentlichen Orten wie Bahnhöfen und an halböffentlichen Orten wie Gastronomiebetrieben oder Einkaufsmöglichkeiten auf, wo Akku und Ladegerät während des Ladevorgangs vor Fremdeingriffen wie Diebstahl oder vor Wettereinflüssen wie Regen geschützt werden müssen.

Aktuell gibt es verschiedene technische Ansätze, dem Thema Ladeinfrastruktur für E-Bikes zu begegnen, die sich sowohl in technischen als auch nutzungsabhängigen Kriterien stark unterscheiden. Verfügbare Lösungen verschiedener Hersteller für E-Bike-Ladeinfrastruktur sind im Überblick in Tabelle 15 aufgeführt:

Tab. 15: E-Bike Ladeinfrastruktur verschiedener Hersteller

<p>Veloständer mit Steckdosen</p>	
<p>Schliessfächer mit Steckdosen</p>	
<p>Ladesäulen mit Steckdosen mit Zugangs- und Zahlungssystem</p>	
<p>Wallboxen mit speziellem Adapterkabel</p>	
<p>Zur Verfügung gestellte Ladegeräte oder Akkutauschstellen</p>	

6.3 Finanzielle Betrachtung E-Bike Ladeinfrastruktur

Die Kosten für die unterschiedlichen Varianten der E-Bike-Ladeinfrastruktur wie in Tabelle 15 dargestellt variieren stark und reichen von unter hundert Franken beim

einfachen Bereitstellen von Ladegeräten bis hin zu mehreren Tausend Franken bei Ladesäulen mit Zugangs- und Zahlungssystem und müssen je nach Anwendungsfall abgewogen werden. Hinzu kommen Betriebs- und Wartungskosten. Dem gegenüber stehen eher geringfügige direkte Einnahmequellen für den Betreiber der Ladeinfrastruktur. Die Energiekosten einer Vollladung eines durchschnittlichen E-Bike-Akkus mit 500 Wh Ladekapazität belaufen sich auf ca. 10 Rappen. Viele öffentliche und halböffentliche Ladestationen für E-Bikes sind daher kostenlos oder gegen geringe Gebühren oder Pfandeinsatz nutzbar. Ein klassischer rein kennzahlenorientierter Business Case für Betreiber von E-Bike Ladeinfrastruktur ist aus heutiger Sicht eher nicht erkennbar und wird deshalb in dieser Studie auch nicht entwickelt.

Auch wenn an E-Bike-Ladestationen keine signifikanten Ladegebühren bei gleichzeitig ernst zu nehmenden Infrastruktur- und Betriebskosten erhoben werden können, bestünde die Möglichkeit, im Rahmen von Tourismus- oder Regionalmodellen durch gesteigerte Besucher- und Kundenzahlen indirekte Umsätze zu realisieren. Wie auch bei den Elektroautos ist davon auszugehen, dass sich E-Bike-Fahrer zukünftig verstärkt an Orte begeben werden, wo ihnen entsprechende Ladeinfrastruktur zur Verfügung steht, und sie werden während des Ladevorgangs mehr Zeit an den entsprechenden Orten verbringen, um weitere Dienstleistungen wie Hotelübernachtungen, Restaurantbesuche oder Einkaufsmöglichkeiten in Anspruch zu nehmen. Sinnvolle Modelle sind deshalb mittelfristig vor allem in Form von Tourismus-, Regional- und Sponsoringmodellen auszumachen und sollten in überregionalen Kooperationen geplant und umgesetzt werden. Graubünden kann sich hier mit einem E-Bike Ladenetzwerk mit entsprechenden Marketingaktivitäten noch stärker als Veloregion positionieren und die touristische Wertschöpfung erhöhen. Es ist zu empfehlen diese Chance frühzeitig zu ergreifen, da konkurrierende Tourismusregionen ähnliche Vorhaben realisieren werden und der potentielle Wettbewerbsvorteil im Laufe der Zeit entsprechend abnehmen wird.

Mittelfristig ist zu evaluieren, auch weniger touristische Regionen Graubündens in die Planung verstärkt miteinzubeziehen und auch Fahrern, die mit dem E-Bike ihren täglichen Mobilitätsbedarf decken, verstärkt entsprechende Lademöglichkeiten zu bieten. Dies würde Lademöglichkeiten an öV-Haltestellen, Einkaufszentren, Sportanlagen oder kulturellen Einrichtungen erfordern.

6.4 E-Bike-Ladeinfrastruktur – Angebot und Nachfrage in Graubünden

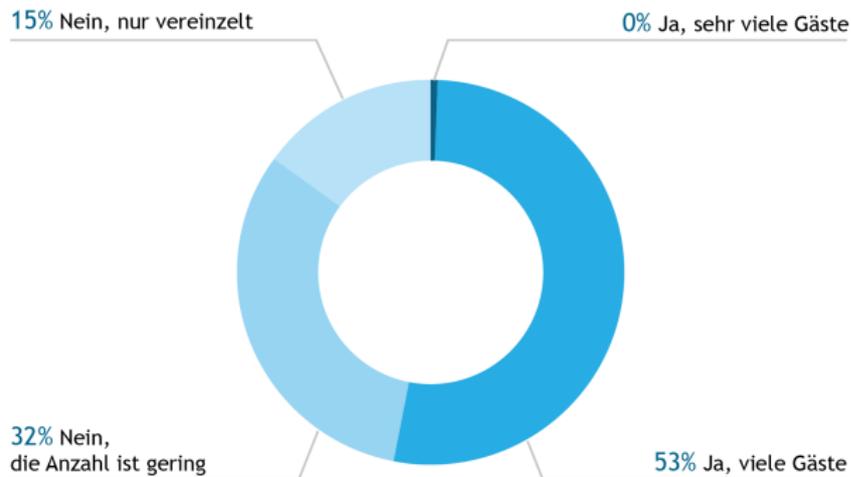
Ein zuverlässiges Verzeichnis über E-Bike-Ladestandorte in Graubünden ist bisher nicht vorhanden, wenn auch auf dem Ladestationsverzeichnis Lemnet.org eine Reihe verfügbarer Steckdosen zum Laden von E-Bikes im Kanton registriert sind. Eine Ausnahme bildet beispielsweise die Region rund um die Ortschaften Laax/Flims, wo im Sinne eines E-Bike-Ladenetzwerks insgesamt sieben Ladestandorte an wertschöpfungsmässig günstig gelegenen Orten wie Restaurants, dem Ortskern oder an Ausflugszielen wie dem Caumasee, errichtet wurden. Zudem gibt es einzelne Fälle, in denen eine öffentliche E-Bike-Ladeinfrastruktur den eigenen Kunden offeriert wird. So wird das E-Bike-Angebot beispielsweise vereinzelt genutzt, um aktiv den Freizeit- und Sporttourismus zu bewerben. Darüber hinaus gibt es kantonsweit ebenfalls Restaurants, die für E-Bike-Fahrer Steckdosen oder Ladegeräte etablierter E-Bike-Hersteller anbieten und diese in dem genannten Kartendienst ausschreiben.

Um eine tiefgehende Einschätzung über das Angebot und die Nachfrage der Ladeinfrastruktur für E-Bikes in Graubünden zu erhalten, wurde eine qualitative Umfrage mit Experten der elf Regionen durchgeführt. Die 34 Teilnehmer umfassen Regionalentwickler, Tourismusdirektoren, Gemeindepräsidenten und -sekretäre, Produktmanager sowie Marketingleiter. Sie konnten über direkte Kontakte zu verantwortlichen Stellen der Regionen für diese Umfrage gewonnen werden und wurden explizit nach ihrer persönlichen Einschätzung zum Thema befragt, um eine qualitative Auswertung zu ermöglichen. Die zentralen Erkenntnisse werden nachfolgend vorgestellt.

6.4.1 Regionale Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur

Abbildung 33 zeigt die Befragungsergebnisse im Hinblick auf die Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur im Kanton Graubünden. Die Erhebung zeigt, dass der „E-Bike-Boom“ auch im Kanton Graubünden angekommen zu sein scheint. Insgesamt wird eine relevante Präsenz von Fahrern mit E-Bikes im Kanton wahrgenommen, welche für den Kanton zudem als wichtig eingestuft werden und deren Anzahl in der nahen Zukunft weiter wachsen soll. So gaben 53 % der Befragten an, dass sich viele E-Bike-Fahrer in den Regionen aufhalten und diese gemäss 71 % der Befragten „wichtig“ bis „sehr wichtig“ für die jeweilige Region seien. Noch werden nicht von allen Befragten viele E-Bike-Fahrer wahrgenommen, gleichzeitig werden sie aber als wichtig bis sehr wichtig angesehen. Das heisst, dass eine steigende Anzahl von E-Bike-Fahrern zu einem gewissen Grad bereits heute, aber insbesondere in Zukunft von steigender Bedeutung für die Regionen sein wird, gerade im Tourismus-, Gastronomie- und Freizeitbereich.

Gibt es in Ihrer Region gesamtheitlich betrachtet viele Gäste mit E-Bikes?



Wie wichtig sind Gäste mit E-Bikes für Ihre Region?

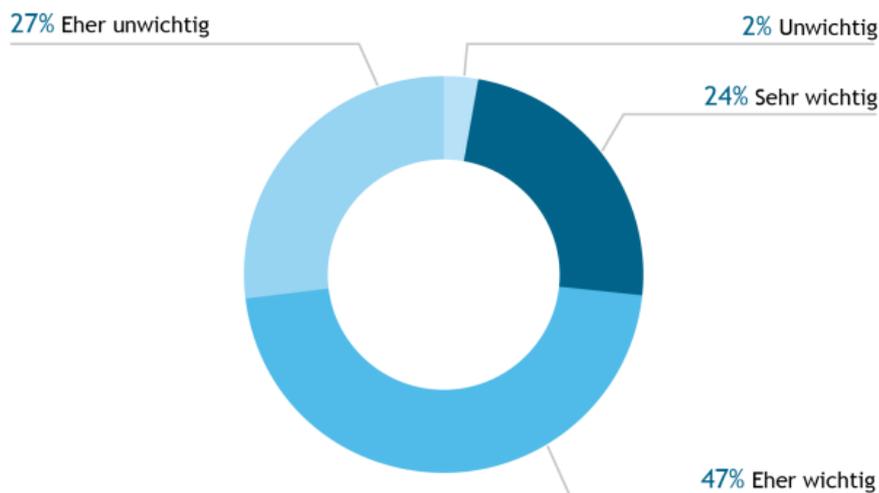
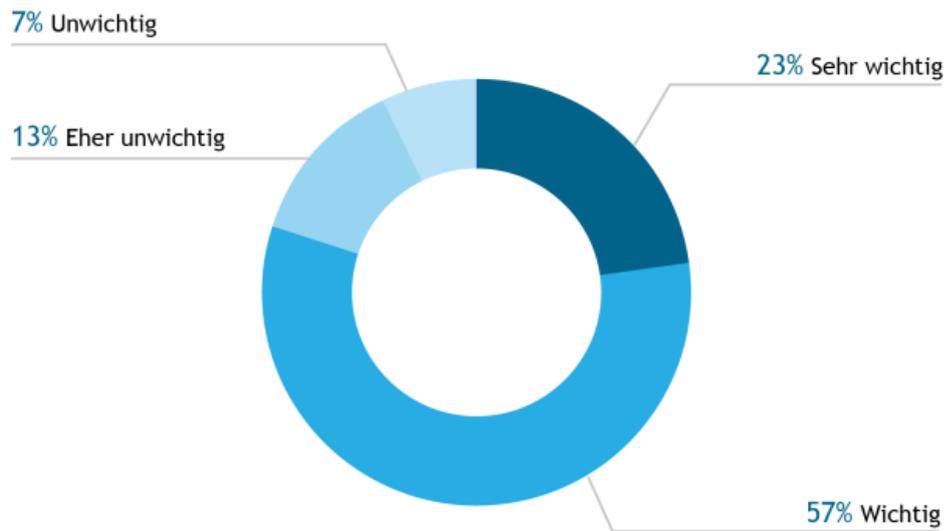


Abb. 33: Regionale Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur in Graubünden

6.4.2 Regionales Angebot von E-Bike-Ladeinfrastruktur

Abbildung 34 zeigt die Befragungsergebnisse im Hinblick auf die Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur im Kanton Graubünden. Die Erhebung zeigt, dass die verfügbare Ladeinfrastruktur für E-Bikes von den Regionalvertretern mehrheitlich als nicht ausreichend bzw. nicht bedarfsgerecht eingeschätzt wird. So gaben nur 6 % der Befragten an, ein breites Angebot entsprechender Lademöglichkeiten für E-Bikes wahrzunehmen. Gemäss 36 % der Befragten gibt es kein ausreichendes Angebot an Ladeinfrastruktur für E-Bikes in ihrer Region. Weiter schätzen rund 80 % der Regionalvertreter ein umfangreiches Angebot von Ladeinfrastruktur für E-Bikes in den nächsten ein bis drei Jahren als „wichtig“ bzw. „sehr wichtig“ ein.

Wie wichtig wird es für Ihre Region sein, in den nächsten 1-3 Jahren ein umfangreiches Angebot an öffentlich zugänglichen E-Bike Ladestationen anzubieten?



Ist das heutige Angebot an E-Bike Lademöglichkeiten in Ihrer Region ausreichend?

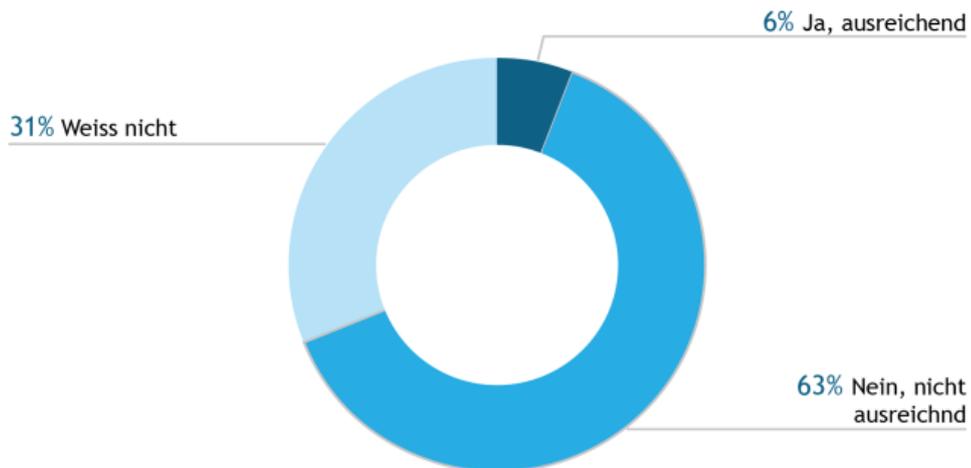


Abb. 34: Regionales Angebot und Wichtigkeit von E-Bike-Ladeinfrastruktur

6.4.3 Überregionale Zusammenarbeit für E-Bike-Ladeinfrastrukturaufbau

Aus der qualitativen Analyse des Angebots und der Nachfrage an E-Bike-Ladeinfrastruktur in Graubünden wird deutlich, dass heute Handlungsbedarf besteht, um in Zukunft ein umfangreicheres Ladenetzwerk für E-Bike-Fahrer etablieren zu können. Die Umfrageergebnisse in Abbildung 35 verdeutlichen, dass eine überregionale Zusammenarbeit im Aufbau einer Ladeinfrastruktur für E-Bikes für die einzelnen Regionen zielführend erscheint. Rund 33 % der Teilnehmer schätzen die Zusammenarbeit als „sehr wichtig“ und weitere 44 % als „wichtig“ ein.

Wie wichtig ist für Ihre Region eine überregionale Zusammenarbeit für den Aufbau einer E-Bike Ladeinfrastruktur?

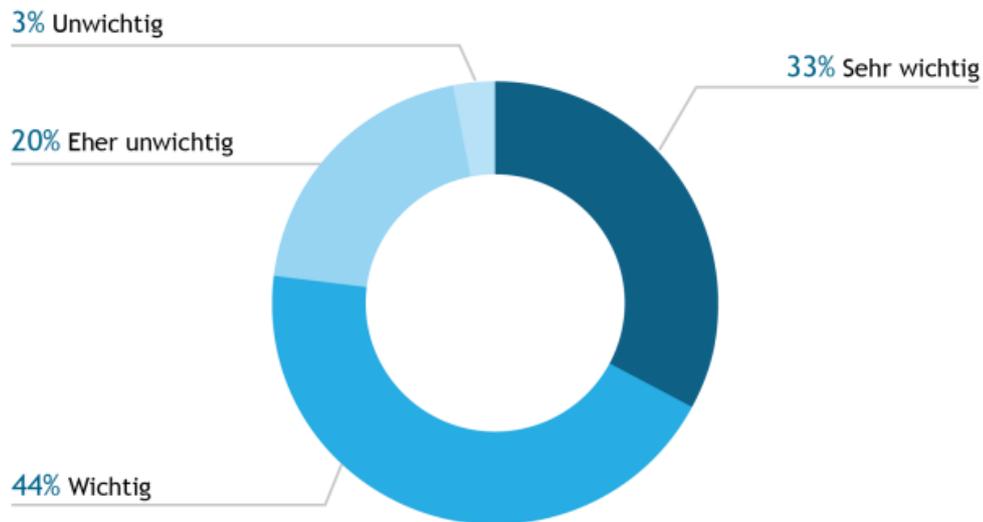


Abb. 35: Wichtigkeit überregionaler Zusammenarbeit beim E-Bike-Netzwerkaufbau

Die Befragung ergab zudem, dass kantonsweit besonders Fahrer von E-Mountainbikes und E-Trekkingbikes relevant wären. Weiter gaben sie an, dass diese Lademöglichkeiten bevorzugt an Restaurants, Hotels und Bahnhöfen/Bushaltestellen positioniert werden sollten statt an Bergwegen, Bergbahnen oder in Dorfzentren. Im Speziellen ist zudem festzustellen, dass auch innerhalb der Regionen der Bedarf stark von der Destination resp. Region abhängig ist. Besonders prägend sind hier vor allem die Tourismusstandorte in Graubünden und die lokale Attraktivität für E-Bike-Ausflüge. Ausserdem scheinen E-Bike-Fahrer nicht gleichermassen für alle Regionen relevant zu sein. So geben besonders die Befragten aus Moesa und Landquart an, E-Bike-Fahrer heute und teilweise in der Zukunft weniger wichtig wahrzunehmen als andere Regionen, und unternehmen daher auch weniger. Für die Regionen Engiadina Bassa, Prättigau-Davos und Surselva seien Fahrer von E-Bikes sehr wichtig. In diesen Regionen wird ebenfalls auch eine grosse Präsenz von Fahrern mit E-Bikes wahrgenommen. Insbesondere in den Tourismusregionen Graubündens besteht deshalb Bedarf, den gezielten Aufbau von E-Bike-Ladeinfrastruktur zu fördern und gezielt zu koordinieren.

7 Konkrete Handlungsempfehlungen und Ratschläge

Auf Basis der durchgeführten Analysen und Szenarioberechnungen können konkrete Handlungsempfehlungen formuliert werden, die prioritär das Ziel verfolgen, die Umsetzung des Masterplans Ladeinfrastruktur voranzutreiben und den Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Graubünden zu koordinieren und zu unterstützen. Durch frühes und koordiniertes Handeln können Kosten beim Ladeinfrastrukturaufbau vermieden, Vorteile der Elektromobilität schon frühzeitig genutzt und der Kanton Graubünden gesamthaft auf den voranschreitenden Entwicklungsprozess der Elektromobilität vorbereitet werden.

Zum einen wurden konkrete Handlungsschritte H1 bis H5 auf Ebene Kanton formuliert und bezüglich Zuständigkeit, Wichtigkeit und Dringlichkeit⁸ klassifiziert:

H1:	Hochleistungsladestationen auf der Nord-Süd-Achse realisieren		
	Beschreibung: Der Kanton ist als Konzessionsgeber dafür besorgt, dass Ladestationen der Kategorie Schnell- oder Hochleistungsschnell-Laden an den Raststätten entlang der Nationalstrasse N13 gebaut werden.		
	Zuständigkeit: TBA/GE V (ASTRA)	Wichtigkeit: Mittel	Dringlichkeit: Mittel
H2:	Erkannte Lücken im Schnellladenetz schliessen		
	Beschreibung: Der Kanton fördert den Bau von Ladestationen der Kategorie Schnell-Laden entlang der Transitrouten ausser N13, unter Einbezug lokaler EVU. Mögliche (strategische) Knotenpunkte sind: Disentis/Mustér, Klosters/Davos, Pontresina und Zernez. Damit steht alle 100 bis 150 Kilometer eine Schnellladestation zur Verfügung.		
	Zuständigkeit: AEV und lokale EVU	Wichtigkeit: Hoch	Dringlichkeit: Mittel
H3:	E-Bike-Ladenetz koordinieren		
	Beschreibung: Der Kanton gründet eine Interessengemeinschaft, welche sich um ein nach einheitlichen Kriterien gestaltetes Netz von E-Bike-Ladestationen für den Alltags- und den Tourismusverkehr kümmert.		
	Zuständigkeit: TBA/LV, AWT, HBA, AEW	Wichtigkeit: Mittel	Dringlichkeit: Mittel

⁸ Hohe Dringlichkeit: Innert ein bis zwei Jahren; Mittlere Dringlichkeit: Innert fünf Jahren; Niedrige Dringlichkeit: Fünf bis zehn Jahre

H4:	Anreize für den raschen Ausbau der Ladenetze schaffen		
	Beschreibung: Der Kanton schafft die gesetzliche Grundlage und stellt die Geldmittel bereit, um den Kauf von Ladesystemen finanziell unterstützen zu können.		
	Zuständigkeit: Grosser Rat, AEV	Wichtigkeit: Hoch	Dringlichkeit: Hoch
H5:	Verwaltung auf E-Mobilität ausrichten		
	Beschreibung: Der Kanton sorgt bei den Gebäuden der kantonalen Verwaltung für eine ausreichende flächendeckende Ladeinfrastruktur, damit die eigene, zukünftig elektrifizierte Fahrzeugflotte sowie die Elektrofahrzeuge der Mitarbeiter und Besucher (jeweils inkl. E-Bikes) geladen werden können.		
	Zuständigkeit: HBA, AEV, ANU	Wichtigkeit: Hoch	Dringlichkeit: Mittel

Tab. 16: Handlungsempfehlungen auf kantonaler Ebene

Zum andern richten sich die Ratschläge und Hinweise R1 bis R10 in Tabelle 17 im Sinne von allgemeinen Empfehlungen an weitere Schlüsselfunktionen wie Ladeinfrastruktur-, Strasseninfrastrukturbetreiber und Bauwesen:

R1:	Ausbaubare Ladestandorte	
	Beschreibung: Bei der Realisierung von Ladestationen an stark frequentierten Ladestandorten empfiehlt es sich, bereits heute vorausschauend Vorbereitungen zu treffen, um in Zukunft bei steigendem Ladebedarf die entsprechenden Ladestandorte sowohl im Hinblick auf die Anzahl der Ladestationen als auch auf die Ladeleistung erweitern zu können. Die technischen und räumlichen Voraussetzungen wie z. B. die vorbereitete Anschlussleistung, zusätzlich verlegte Leerrohre oder die verfügbare Anzahl Parkplätze können entsprechend bereits heute vorausschauend ausgelegt werden, um zukünftige Doppelarbeiten zu vermeiden. Einem potenziellen „Schlangestehen“ durch Elektrofahrzeuge an Ladestationen kann so zukünftig durch eine kostengünstigere Erweiterung des Ladestandorts entgegengewirkt werden.	
	Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber	
R2:	Integration Lastmanagement	
	Beschreibung: Zur Reduzierung der Anschlusskosten und um die Verwendung von erneuerbaren Energien zu fördern, wird empfohlen, Geschäftsmodelle mit integriertem Lastmanagement bzw. gesteuertem Laden zu prüfen. Intelligentes	

	Laden kann Lastspitzen im Netz und die Anschluss- und Netzkosten reduzieren.
	Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber
R3:	Robuste & interoperable Ladehardware
	Zum einem muss die zu verbauende Ladehardware je nach Einsatzzweck teils hohen Belastungen im öffentlichen Raum wie Vandalismus und starker Beanspruchung standhalten. Auch stellen die klimatischen Bedingungen im Kanton Graubünden gerade in den Wintermonaten eine besondere Herausforderung dar. Zum anderen wird empfohlen, interoperable Ladestationen zu installieren, welche im Sinne eines intelligenten Ladenetzwerks in ein Software-Backend-System eingebunden und somit sowohl fernüberwacht als auch ferngesteuert werden können. Dies ermöglicht die schnelle Intervention des Netzbetreibers bei Störungen oder die kontinuierliche Datenanalyse des Nutzungsverhaltens. Zudem können auf diese Weise z. B. Informationen über den Status (Besetzt/Verfügbar) den Elektroautofahrern frühzeitig zur Verfügung gestellt werden.
	Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber
R4:	Ladehardwareanforderungen: Langsam-Laden und Beschleunigt-Laden
	Beschreibung: An Ladestandorten der Kategorie Langsam-Laden und Beschleunigt-Laden, die mit Segmenten mit längeren Parkzeiten einhergehen, empfiehlt sich die Verwendung von AC-Wallboxen oder Ladesäulen mit bis zu 22 kW mit dem europäischen Standard-Typ-2-Stecker. Elektroautos der heutigen Generation wie der im Kanton häufig immatrikulierte Renault Zoe, der Tesla S oder auch der Smart Electric sind fähig, mit bis zu 22 kW AC zu laden. Auch geringere Ladeleistungen können zielführend sein, zumal eine Reihe Elektrofahrzeuge aufgrund ihres technischen Ladeverhaltens die Ladeleistung automatisch auf 11 kW oder auch darunter reduzieren.
	Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber
R5:	Ladehardwareanforderungen: Schnell-Laden
	Beschreibung: An Ladestandorten der Kategorie Schnell-Laden, die mit Segmenten mit kürzeren Parkzeiten einhergehen, empfiehlt sich die Verwendung von AC-DC-Ladesäulen mit bis zu 50 kW. Ladestationen dieser Art sind mit einem CHAdeMO-, CCS- und Typ-2-Anschluss ausgerüstet. Dies ermöglicht maximale Ladegeschwindigkeiten über alle Fahrzeugtypen hinweg.
	Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber
R6:	Ladehardwareanforderungen: Hochleistungsschnell-Laden
	Beschreibung: Einige der Elektroautos im Umlauf und zukünftige Fahrzeuge ermöglichen DC-Ladeleistungen von über 50 kW. An Ladestandorten der Kategorie

	<p>Hochleistungsschnell-Laden, die mit Segmenten mit sehr kurzen Parkzeiten einhergehen, empfiehlt sich die Verwendung von AC-DC-Ladesäulen mit bis zu 150 kW. Ladestationen dieser Art sind mit einem CHAdeMO-, CCS- und Typ-2-Anschluss ausgerüstet. Da die 150-kW-Ladestation mehr als Investition in die Zukunft angesehen werden kann, empfiehlt sich je nach Situation die Investition in eine ausbaubare AC-DC-Ladestation mit bis zu vier Ausgängen (zwei DC- und zwei AC-Ausgänge), mit der Möglichkeit, parallel/gleichzeitig zu laden.</p>
	<p>Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber</p>
R7:	<p>Bezahlsystem</p>
	<p>Beschreibung: Elektroautofahrer sehen sich heute mit einer Vielzahl an unterschiedlichen und oftmals nicht kompatiblen Zahlungsmechanismen und Tarifsystemen konfrontiert. Gerade der Kanton Graubünden wird zunehmend auch von einheimischen und ausländischen Touristen mit dem Elektrofahrzeug besucht, welche in der Region an den verfügbaren Ladestationen laden möchten. Es ist empfehlenswert, das Bezahl- und Abrechnungssystem zu harmonisieren und übersichtliche Tarife zu gewährleisten. Zudem sind sogenannte Roaming-Partnerschaften mit in- und ausländischen Anbietern anzustreben, welche es den ausserkantonalen Elektroautofahrern ermöglichen, mit ihrem vertrauten System an den hiesigen Ladestationen zu bezahlen oder es auch innerkantonalen Elektrofahrzeughaltern erlaubt, in Nachbarkantonen oder im Ausland auf Reisen problemlos zu laden.</p>
	<p>Adressaten: Ladeinfrastrukturbetreiber</p>
R8:	<p>Reservation und Kennzeichnung von Parkplätzen</p>
	<p>Beschreibung: Es empfiehlt sich die gesonderte Reservation und Kennzeichnung von Parkplätzen für Elektrofahrzeuge an Ladestandorten im öffentlichen Raum. Selbst bei Vorhandensein von Ladestationen ist es nicht immer gegeben, dass die umliegenden Parkplätze ausschliesslich durch Elektrofahrzeuge benutzt werden dürfen oder diese entsprechend gekennzeichnet werden. Zudem kann eine Befreiung von Parkgebühren im Rahmen der Parkraumbewirtschaftung erfolgen, welche z. B. durch Ladegebühren kompensiert werden kann.</p>
	<p>Adressaten: Strasseninfrastrukturbetreiber</p>
R9:	<p>Präventive bauliche Massnahmen</p>
	<p>Beschreibung: Bei der prognostizierten Anzahl an Ladestationen und Elektrofahrzeugen im Rahmen der Bedarfsermittlung Ladeinfrastruktur des Masterplans E-Mobilität Graubünden ist sowohl im privaten als auch im öffentlichen Raum bei Neubauten ebenso wie bei Sanierungsobjekten eine frühzeitige Einplanung von baulichen Massnahmen im Rahmen der Elektromobilität anzustreben. Konkret sind</p>

	<p>grössere Anschlussleistungen, Vorverkabelungen, Leerrohre, Fundamente und ausreichend Platz für Ladestationen und dazugehörige Parkplätze präventiv zu realisieren. Mögliche Folgekosten in Verbindung mit der zunehmenden Verbreitung der Elektromobilität können so in grossem Ausmass vermieden und die Attraktivität des Neubau- oder Sanierungsobjekts kann nachhaltig gesteigert werden.</p>
	<p>Adressaten: Bauwesen</p>
R10:	<p>Standardisierung und Vorschriften</p>
	<p>Beschreibung: Im Rahmen der Zielerreichung der Energiestrategie des Bundes ist es wünschenswert, dass zukünftig bauliche Elemente wie Elektroautoladestationen und/oder die präventive Handlungsempfehlung H16-ähnlich selbstverständlich bei Neubau- und Sanierungsprojekten angenommen werden, wie man heute Internetleitungen mit hohen Kapazitäten verlegt oder zeitgemässe Wärmedämmungen realisiert. Beispielsweise könnte bei Neubauten jeder zehnte Parkplatz im öffentlichen oder privaten Raum verpflichtend mit einer Ladestation ausgerüstet werden. Einerseits ist hierzu die Anpassung der kommunalen Bauvorschriften zu evaluieren, andererseits können Neuregelungen auf freiwilliger Basis von Bauträgern abgestimmt und direkt umgesetzt werden.</p>
	<p>Adressaten: Bauwesen</p>

Tab. 17: Ratschläge und Hinweise für Ladeinfrastruktur-, Strasseninfrastrukturbetreiber und Bauwesen

Literaturverzeichnis

- ARE (2016). Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040. Aufgerufen von [Link](#)
- ARE und BFS (2012). Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Aufgerufen von [Link](#)
- ASTRA (2016). Empfehlungen zum Aufbau von Schnellladestationen entlang der Nationalstrassen. Aufgerufen von [Link](#)
- AWT. (2016). Bergbahnen Graubünden. Zur Verfügung gestellt durch Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden
- BAFU (2015). Treibhausgasemissionen der Schweiz -Emissionsperspektiven bis 2050. Aufgerufen von [Link](#)
- Bergfex (2016). Skigebiete Graubünden. Aufgerufen von [Link](#)
- BFE (2014). Verbreitung und Auswirkungen von E-Bikes in der Schweiz. Schlussbericht. Aufgerufen von [Link](#)
- BFE (2016). Energieverbrauch und Energieeffizienz der neuen Personenwagen 2015. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2015a). Schweizer Tourismusstatistik 2015. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2015b). Hotel und Kurbetriebe per 31.12.2015. Zur Verfügung gestellt durch Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden
- BFS (2015c). Anzahl Gastronomiebetriebe im Kanton Graubünden. Zur Verfügung gestellt durch Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden
- BFS (2015d). Anzahl Einkaufszentren im Kanton Graubünden. Zur Verfügung gestellt durch Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden
- BFS (2015e). Anzahl Krankenhäuser und Kliniken im Kanton Graubünden. Zur Verfügung gestellt durch Amt für Wirtschaft und Tourismus Graubünden
- BFS (2015f). Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung nach Bezirken und Gemeinden. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2016a). Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung nach Kanton 1990–2015. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2016b). Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Kantone der Schweiz 2015-2045. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2016c). Strassenfahrzeugbestand je Fahrzeuggruppe und Kanton 1970–2015. Aufgerufen von [Link](#)
- BFS (2016d). Strassenfahrzeuge in der Schweiz, Inverkehrsetzungen neuer Strassenfahrzeuge 1990–2015. Aufgerufen von [Link](#)

- EBP (2016a). Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz und in Graubünden bis 2035. Kurzbericht. Unveröffentlichtes Dokument.
- EBP (2016b). Szenarien der Elektromobilität in der Schweiz – Update 2016. Hintergrundbericht. Aufgerufen von [Link](#)
- Eldas (2012). Technische Tabellen. Aufgerufen von [Link](#)
- Hannisdahl, O. H. (2015). Can anyone ever actually make a profit from operating a charging network? Grønn Kontakt
- IFEC ingegneria SA (2016). Kabelberechnungen IFEC SA
- Njumaen (2016). Kabelquerschnitte. Aufgerufen von [Link](#)
- Rajagopalan, S., Maitra, A., Halliwell, J., Davis, M., & Duvall, M. (2013). Fast Charging: An In-Depth Look at Market Penetration, Charging Characteristics, and Advanced Technologies. Barcelona.
- Spitalinformation (2016). Spital-Suchmaschine. Aufgerufen von [Link](#)
- Statista (2016). Anteil der Elektrofahrzeuge an den gesamten Neuzulassungen in ausgewählten Ländern im Jahr 2015. Aufgerufen von [Link](#)
- TA-Swiss (2013). Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz. Aufgerufen von [Link](#)
- TBA (2015). Kanton Graubünden: automatischer Verkehrszähler. Aufgerufen von [Link](#)
- The EV-Project (2012). Quarterly Report: Fourth Quarter 2011
- Velosuisse (2016). Jahrestatistiken Fahrradmarkt Neuverkäufe Schweiz. Aufgerufen von [Link](#)
- VSEI (2016). Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen - Tarifierung 2016
- ZSW (2016). Medienmitteilung: Zahl der Elektroautos weltweit auf 1,3 Millionen gestiegen. Aufgerufen von [Link](#)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anteil Elektrofahrzeuge am Neuwagenmarkt in der Schweiz bis 2035 (Quelle: EBP, 2016b)	2
Abb. 2: Elektrofahrzeugbestände Graubünden nach Regionen per 31.12.2016	7
Abb. 3: Verteilung Ladestandorte nach Ladeleistung	11
Abb. 4: Verteilung Ladestandorte nach Steckertyp	13
Abb. 5: Ladestandorte mit und ohne Einschränkung	14
Abb. 6: Ladestandorte mit und ohne Einschränkung nach Ladekategorie	15
Abb. 7: Verteilung Ladestandorte nach Regionen	16
Abb. 8: Verteilung Ladestandorte nach Regionen und Zugang	16
Abb. 9: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung (Quelle: EBP, 2016a).....	19
Abb. 10: Historischer Verlauf und angenommene künftige soziodemografische Entwicklung (Quelle: EBP, 2016a).....	19
Abb. 11: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung des statistischen Fahrzeugbestands (nur Personenwagen) im Kanton Graubünden (Quelle: EBP, 2016a).....	20
Abb. 12: Historischer Verlauf und angenommenes künftiges Verhältnis der jährlichen Anzahl an Neuwagen zum Gesamtbestand der Personenwagen (Quelle: EBP, 2016a).....	20
Abb. 13: Historischer Verlauf und modellierte künftige Entwicklung des Neuwagenmarkts im Kanton Graubünden (Quelle: EBP, 2016a).....	21
Abb. 14: Zuwachsrate und Gesamtmarktanteil Elektrofahrzeuge Kanton Graubünden bis 2035 (Quelle: EBP, 2016a).....	24
Abb. 15: Progn. Elektrofahrzeug-Neuwagenmarkt und Fahrzeugbestand Kanton Graubünden bis 2035 (Quelle: EBP, 2016a)	25
Abb. 16: Entwicklung Anzahl Ladestationen der verschiedenen Ladekategorien im Kanton Graubünden bis 2035 (BAU/EFF/COM).....	33
Abb. 17: Entwicklung Anzahl Ladestationen der Ladekategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden im Kanton Graubünden bis 2035 (BAU/EFF/COM).....	34
Abb. 18: Vergleich der verschiedenen Segmente hinsichtlich der Anzahl Ladestationen im Jahr 2035 im EFF-Szenario	35
Abb. 19: Anzahl Ladestationen der Kategorien Langsam- und Beschleunigt-Laden im Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Regionen gegliedert.....	37
Abb. 20: Anzahl Ladestationen der Kategorien Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden im Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Regionen gegliedert	38
Abb. 21: Mögliche Ladestationen der Kategorie Schnell- und Hochleistungsschnell-Laden an strategischen Punkten entlang der Hauptverkehrsrouen bis 2025 (exemplarisch).....	40
Abb. 22: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Hotels und Kurbetriebe	46
Abb. 23: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Restaurants und Bars	48

<i>Abb. 24: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Einkaufszentren</i>	50
<i>Abb. 25: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Grossparkplätze</i>	53
<i>Abb. 26: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Skigebiete</i>	55
<i>Abb. 27: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Spitäler und Kliniken</i>	58
<i>Abb. 28: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Der Strasse entlang</i>	60
<i>Abb. 29: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Hauptachsen Kantonsstrassen (22 kW)</i>	62
<i>Abb. 30: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Hauptachsen Kantonsstrassen (50 kW)</i>	65
<i>Abb. 31: Entwicklung des kumulierten Cash Flows nach Investitionstätigkeit – Segment Raststätten entlang von Autobahnen</i>	68
<i>Abb. 32: Entwicklung E-Bikes nach Absatzzahlen in der Schweiz (Quelle: Velosuisse, 2016)</i> .	72
<i>Abb. 33: Regionale Nachfrage nach E-Bike-Ladeinfrastruktur in Graubünden</i>	77
<i>Abb. 34: Regionales Angebot und Wichtigkeit von E-Bike-Ladeinfrastruktur</i>	78
<i>Abb. 35: Wichtigkeit überregionaler Zusammenarbeit beim E-Bike-Netzwerkaufbau</i>	79

Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Fahrzeugneuzulassungen Schweiz/Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015 (Quelle: EBP, 2016a)</i>	5
<i>Tab. 2: Fahrzeugbestände Schweiz/Graubünden nach Fahrzeugkategorie per 31.12.2015 (Quelle: EBP, 2016a)</i>	6
<i>Tab. 3: Elektrofahrzeugbestand Graubünden per 31.12.2016</i>	6
<i>Tab. 4: Topseller Elektroautos nach Zulassungszahlen Graubünden per 31.12.2016</i>	8
<i>Tab. 5: Herstellerverteilung Elektroautos nach Zulassungszahlen Graubünden per 31.12.2016</i>	9
<i>Tab. 6: Steckersysteme Ladeinfrastruktur und Elektroautos</i>	12
<i>Tab. 7: Affinität des Kantons Graubünden für die E-Mobilität (Quelle: EBP, 2016a)</i>	22
<i>Tab. 8: Einfluss weiterer Standortfaktoren auf die Anzahl neuer Elektrofahrzeuge (Quelle: EBP, 2016a)</i>	23
<i>Tab. 9: Segmente im Kanton Graubünden, gegliedert nach Ladekategorien (exemplarisch)</i> ...	28
<i>Tab. 10: Beschreibung der Ladekategorien</i>	30
<i>Tab. 11: Prognose Anzahl Ladestationen für den Kanton Graubünden für das Jahr 2020/2035 – nach Ladekategorien gegliedert</i>	33
<i>Tab. 12: Prognose der Anzahl Ladestationen für den Kanton Graubünden in den Jahren 2020 und 2035 – nach Segmenten gegliedert</i>	35
<i>Tab. 13: Zusammenfassung Geschäftsmodelle Ladeinfrastruktur nach Segmenten</i>	70
<i>Tab. 14: Ermittelte E-Bike-Verkäufe Graubünden 2014 und 2015 (Hochrechnung)</i>	73
<i>Tab. 15: E-Bike Ladeinfrastruktur verschiedener Hersteller</i>	74
<i>Tab. 16: Handlungsempfehlungen auf kantonaler Ebene</i>	81
<i>Tab. 17: Ratschläge und Hinweise für Ladeinfrastruktur-, Strasseninfrastrukturbetreiber und Bauwesen</i>	84

Anhang 1: Elektrofahrzeug-Ladeinfrastruktur Graubünden

Region	MIT/OHNE Einschränkung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Ladegeschwindigkeit	T13	T23	T15	T25	Schuko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHAdeMO
Albula	OHNE	1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A)	X		3.7 kW						X						
Albula	OHNE	1x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		11 kW		X							X			
Albula	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Albula	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 1x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		22 kW	X								X			
Albula	OHNE	2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Albula	OHNE	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Albula	MIT	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW							X					
Albula	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 2x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X		X		X	X					
Albula	MIT	2x CH T13 (2.4 kW, 16A) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 1x CEE 400V/16A (6 kW, 16A, 3Ph) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 32A, 3Ph) 1x Type2 (11 kW, 32A, 3Ph)	X		11 kW	X	X				X	X		X			
Albula	MIT	3x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Bernina	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 4x Type2 (3.7 kW, 16A, 1Ph)	X		22 kW									X			
Engiadina Bassa/ Val Müstair	OHNE	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		3.7 kW	X					X						
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW							X					
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW							X					
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A, 1Ph) 1x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X		X			X					
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	1x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		11 kW	X			X								
Engiadina Bassa / Val Müstair	MIT	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Imboden	OHNE	1x Kabel mit Stecker - CCS Typ2 (20kW) 1x Kabel mit Stecker - CHAdeMO (20kW) 1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X	X	22 kW									X		X	X
Imboden	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Imboden	MIT	1x Typ2 400V/16A 1x Tesla mit 11kW	X		11 kW									X			
Imboden	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		22 kW						X	X					
Imboden	MIT	1x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Imboden	MIT	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Landquart	OHNE	1x Cable Type1 (7.4 kW, 32A)	X		7.4 kW								X				
Landquart	OHNE	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 1x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW							X		X			
Landquart	OHNE	1x CEE+ 230V (7.4 kW, 32A) 1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x Schuko (3.7 kW, 16A) 1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW				X	X	X	X					
Landquart	OHNE	1x Type2 (22 kW, 16A, 3Ph) 1x CHAdeMO (20kW) 1x CCS T2 (20kW)	X	X	22 kW									X		X	X
Landquart	OHNE	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW								X				
Landquart	OHNE	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Landquart	MIT	6x Tesla SuperCharger (120kW)		X	120 kW									X			

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Maloja	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Maloja	OHNE	2x Typ2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Maloja	OHNE	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Maloja	MIT	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 1x Schuko (3.7 kW, 16A)	X		11 kW					X		X					
Maloja	MIT	1x HPC Tesla (14 kW, 63A) 1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X					X		X			
Maloja	MIT	1x HPC Tesla (16 kW, 70A)	X		11 kW									X			
Maloja	MIT	1x Schuko (3.7 kW, 16A) 1x CH T23 (3.7 kW, 16A) 1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 2x Steckdose Typ2 (32A, 3-ph)	X		11 kW		X			X	X	X					
Maloja	MIT	1x Typ2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Maloja	MIT	2x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 2x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		11 kW	X						X					
Maloja	MIT	2x Typ2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Maloja	MIT	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		22 kW		X							X			
Maloja	MIT	2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Maloja	MIT	2x Type2 (14 kW, 16A, 3Ph)	X		14 kW									X			
Maloja	MIT	4x Tesla SuperCharger (120kW)		X	120 kW									X			

Region	MIT/OHNE Einschränkung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Ladegeschwindigkeit	T13	T23	T15	T25	Schuko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHAdeMO
Moesa	OHNE	1x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Moesa	OHNE	2x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X					X					
Moesa	MIT	1x CH T13 (2.3 kW, 10A) 1x CH T15 (6.9 kW, 10A, 3Ph)	X		6.9 kW	X		X									

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Plessur	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 1x CCS T2 (50kW)	X	X	50 kW									X		X	
Plessur	OHNE	1x Kabel mit Stecker - CCS Typ2 (50kW) 1x Kabel mit Stecker - CHAdeMO (50kW) 1x Kabel mit Fahrzeugkupplung Typ2 (32A, 3-ph)	X	X	50 kW									X		X	X
Plessur	OHNE	1x Kabel mit Stecker - CCS Typ2 (50kW) 1x Kabel mit Stecker - CHAdeMO (50kW) 1x Type2 22 kW, 16A, 3Ph)	X	X	50 kW									X		X	X
Plessur	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Plessur	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Plessur	OHNE	1x Type2 with cable (22 kW, 32A, 3Ph) 1x Cable Type1 (7.4 kW, 32A)	X		22 kW								X				
Plessur	OHNE	2x Kabel mit Kupplung Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph) 2x Kabel Typ1 (7.4 kW, 32A) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		22 kW									X			
Plessur	OHNE	2x Type2 with cable (22 kW, 32A, 3Ph) 2x Cable Type1 (7.4 kW, 32A)	X		22 kW								X	X			
Plessur	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 2x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X		X		X	X					
Plessur	MIT	1x Steckdose Typ2 (16A, 3-ph)	X		11 kW									X			
Plessur	MIT	2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Plessur	MIT	2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Plessur	MIT	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Plessur	MIT	6x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 6x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		3.7 kW	X					X						

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Prättigau/Davos	OHNE	1x Kabel mit Stecker - CCS Typ2 (50kW) 1x Kabel mit Stecker - CHAdeMO (50kW) 1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X	X	50 kW									X		X	X
Prättigau/Davos	OHNE	2x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 12x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		22 kW		X					X					
Prättigau/Davos	OHNE	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Prättigau/Davos	OHNE	2x Typ2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Prättigau/Davos	OHNE	2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Prättigau/Davos	MIT	1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T13 (2.3 kW, 10A) 1x CH T15 (6.9 kW, 10A, 3Ph)	X		11 kW	X		X				X					
Prättigau/Davos	MIT	12x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A)	X		3.7 kW						X						
Prättigau/Davos	MIT	1x CEE 400V (22 kW, 32A, 3Ph) 1x CH T23 (3.7 kW, 16A) 1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A)	X		22 kW		X				X	X					
Prättigau/Davos	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A) 2x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW		X		X		X	X					
Prättigau/Davos	MIT	1x CEE 400V/32A (22 kW, 32A, 3Ph) 2x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 2x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph) 2x CH T23 (3.7 kW, 16A)	X		22 kW		X		X		X	X					
Prättigau/Davos	MIT	1x CH T13 (2.3 kW, 10A) 1x CH T15 (6.9 kW, 10A, 3Ph)	X		6.9 kW	X		X									

Region	MIT/OHNE Einschrän- kung	Anschlüsse	AC	DC	Max. Lade- geschwin- digkeit	T13	T23	T15	T25	Schu- ko	CEE 16 (1p)	CEE 16 (3p)	Typ 1	Typ 2	Typ 3	CCS	CHA- de- MO
Surselva	OHNE	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Surselva	OHNE	3x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Surselva	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph) 1x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		22 kW				X			X		X			
Surselva	OHNE	3x CEE 400V/16A (11 kW, 16A, 3Ph) 3x Schuko (3.7 kW, 16A) 3x CH T23 (3.7 kW, 16A) 2x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW		X			X		X		X			
Surselva	MIT	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Surselva	MIT	2x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Surselva	MIT	1x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph) 1x Schuko (2 kW, 10A)	X		11 kW					X				X			
Viamala	OHNE	1x Type2 (11 kW, 16A, 3Ph) 1x CH T25 (11 kW, 16A, 3Ph)	X		11 kW				X					X			
Viamala	OHNE	1x Type2 (11 kW, 32A, 3Ph)	X		11 kW									X			
Viamala	OHNE	1x Type2 (22 kW, 32A, 3Ph)	X		22 kW									X			
Viamala	MIT	1x CEE 230V/16A (3.7 kW, 16A) 1x CH T13 (2.3 kW, 10A)	X		3.7 kW	X					X						
Viamala	MIT	1x CH T13 (2.3 kW, 10A) 1x CH T15 (6.9 kW, 10A, 3Ph)	X		6.9 kW	X		X									

Anhang 2: Entwicklung Elektrofahrzeuge Graubünden

Neuwagenmarkt GR	Szenario Business as usual (BAU)					Szenario Efficiency (EFF)					Szenario Connected Mobility (COM)				
	2015	2020	2025	2030	2035	2015	2020	2025	2030	2035	2015	2020	2025	2030	2035
Fahrzeugkategorien															
Neuwagenmarkt	6455	6953	7479	8038	8452	6455	6953	7479	8038	8452	6455	6953	7479	8038	8452
ICE/HEV Kleinwagen newreg	1361	1390	1451	1548	1600	1361	1500	1632	1672	1626	1361	1490	1585	1512	1339
ICE/HEV Kompaktklasse newreg	3318	3512	3643	3691	3609	3318	3535	3563	3446	3134	3318	3501	3424	3153	2675
ICE/HEV Mittel-/Oberklasse newreg	1675	1734	1770	1748	1630	1675	1535	1420	1.293	1089	1675	1526	1360	1141	891
PHEV Kleinwagen newreg	17	29	57	121	169	17	70	164	273	376	17	99	250	366	409
PHEV Kompaktklasse newreg	26	79	155	260	387	26	93	210	342	457	26	89	220	323	358
PHEV Mittel-/Oberklasse newreg	10	49	95	138	215	10	28	58	90	112	10	29	66	89	92
EV L5e+L6e+L7e newreg	0	0	0	0	0	0	1	11	37	100	0	1	15	84	375
EV Kleinwagen newreg	16	34	66	136	206	16	72	158	330	578	16	101	259	615	930
EV Kompaktklasse newreg	24	79	155	266	422	24	93	210	447	803	24	89	236	604	1120
EV Mittel-/Oberklasse newreg	8	45	86	128	213	8	26	53	107	179	8	27	64	152	262
Total PHEV + EV	100	316	614	1050	1612	100	383	864	1627	2604	100	436	1111	2232	3547
Fahrzeugbestand GR															
Fahrzeugkategorien															
ICE/HEV Kleinwagen fleet	23 423	24 749	25 881	27 020	27 809	23 423	25 193	27 341	29 298	29 929	23 423	25 161	27 124	28 351	27 537
ICE/HEV Kompaktklasse fleet	56 662	60 525	63 923	66 462	66 555	56 662	60 625	63 817	65 160	62 792	56 662	60 507	63 109	62 992	58 336
ICE/HEV Mittel-/Oberklasse fleet	28 877	30 644	31 922	32 649	31 869	28 877	29 879	29 260	27 554	24 606	28 877	29 848	28 984	26 526	22 519
PHEV Kleinwagen fleet	39	204	485	1 044	1 799	39	345	1 131	2 521	4 216	39	461	1 655	3 625	5 500
PHEV Kompaktklasse fleet	61	431	1 220	2 488	4 155	61	469	1 497	3 256	5 308	61	437	1 505	3 247	4 877
PHEV Mittel-/Oberklasse fleet	23	225	718	1 409	2 306	23	158	449	906	1 391	23	164	491	971	1 363
EV L5e+L6e+L7e fleet	0	0	0	0	0	0	3	42	204	652	0	4	57	390	1 944
EV Kleinwagen fleet	60	241	561	1 182	2 086	60	373	1 140	2 666	5 262	60	488	1 678	4 519	9 065
EV Kompaktklasse fleet	88	456	1 235	2 507	4 314	88	494	1 513	3 584	7 209	88	463	1 542	4 284	9 552
EV Mittel-/Oberklasse fleet	30	213	658	1 289	2 176	30	152	413	903	1 703	30	157	457	1 150	2 380
Total PHEV + EV	301	1 771	4 876	9 920	16 836	301	1 992	6 184	14 041	25 743	301	2 173	7 385	18 186	34 680

Anhang 3: Kantonale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Ladekategorien und Regionen

Langsam-Laden	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Regionen												
Albula	27	70	132	214	30	88	185	318	33	105	237	415
Bernina	8	19	35	57	8	24	49	85	9	28	63	112
Engiadina Bassa/Val Müstair	29	75	143	230	33	95	199	342	36	113	256	448
Imboden	14	38	72	116	17	48	101	173	19	57	129	226
Landquart	8	20	39	64	9	26	54	94	10	31	71	124
Maloja	93	239	452	730	105	301	631	1088	115	359	811	1420
Moesa	10	25	47	76	11	32	66	114	12	38	84	148
Plessur	40	101	192	309	44	127	267	461	49	152	344	602
Prättigau/Davos	63	160	303	489	70	202	422	728	76	241	543	950
Surselva	40	102	193	311	45	129	270	465	49	153	347	606
Viamala	14	36	68	109	16	46	95	164	17	54	122	214
Summe	268	683	1294	2088	300	863	1805	3114	328	1028	2322	4064

Beschleunigt-Laden	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Regionen												
Albula	17	45	85	137	20	56	118	203	21	67	150	263
Bernina	3	7	12	20	4	10	18	30	5	10	22	39
Engiadina Bassa/Val Müstair	16	40	77	123	18	50	105	182	20	60	135	238
Imboden	10	26	50	82	12	33	69	120	13	39	89	157
Landquart	15	39	75	122	16	49	104	181	19	58	134	236
Maloja	28	71	136	218	31	90	188	325	35	106	241	424
Moesa	4	13	22	37	5	16	32	55	6	18	41	70
Plessur	51	130	254	419	56	163	356	623	62	195	456	813
Prättigau/Davos	34	89	170	275	40	112	237	410	43	133	305	535
Surselva	31	81	152	246	36	101	212	368	39	119	273	478
Viamala	15	36	68	111	16	45	94	163	18	53	121	212
Summe	178	459	877	1428	200	576	1223	2125	222	682	1571	2768

Schnell-Laden	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Regionen												
Albula	2	2	4	4	2	2	4	8	2	3	7	11
Bernina	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2
Engiadina Bassa/Val Müstair	1	1	2	4	1	1	2	5	1	1	4	8
Imboden	1	2	3	6	1	2	4	8	1	2	6	12
Landquart	1	2	5	7	1	2	6	12	1	4	9	13
Maloja	1	3	5	7	1	3	6	11	1	4	9	14
Moesa	0	0	1	2	0	0	1	3	0	0	2	5
Plessur	1	3	6	10	1	4	8	12	2	5	12	13
Prättigau/Davos	1	2	4	7	1	2	6	12	1	3	8	12
Surselva	2	3	4	6	2	3	5	11	2	3	8	14
Viamala	0	0	1	3	0	1	2	4	0	1	3	7
Summe	6	13	26	42	6	15	34	65	7	20	51	78

Hochleistungsschnell-Laden	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035	2020	2025	2030	2035
Regionen												
Albula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bernina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Engiadina Bassa/Val Müstair	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Imboden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Landquart	1	3	4	5	1	3	5	5	1	4	5	5
Maloja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moesa	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	4
Plessur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prättigau/Davos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surselva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viamala	1	1	2	2	1	2	2	3	1	2	3	5
Summe	3	5	7	9	3	6	9	11	3	7	10	14

Anhang 4: Kantonale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Ladekategorie und Segmenten

2020	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden
Hotels und Kurbetriebe	246	0	0	0	276	0	0	0	301	0	0	0
Restaurants und Bars	100	0	0	0	112	0	0	0	112	0	0	0
Einkaufszentren	0	33	0	0	0	39	0	0	0	45	0	0
Grossparkplätze	0	43	0	0	0	50	0	0	0	55	0	0
Skigebiete	0	83	0	0	0	93	0	0	0	103	0	0
Spitäler und Kliniken	0	19	0	0	0	20	0	0	0	21	0	0
Entlang der Strasse	0	46	0	0	0	52	0	0	0	57	0	0
Hauptachsen	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	11	0
Autobahnraststätten	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3
Summe	346	224	10	3	388	254	10	3	413	281	11	3

2025	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden
Hotels und Kurbetriebe	627	0	0	0	794	0	0	0	944	0	0	0
Restaurants und Bars	258	0	0	0	112	0	0	0	112	0	0	0
Einkaufszentren	0	88	0	0	0	110	0	0	0	130	0	0
Grossparkplätze	0	117	0	0	0	147	0	0	0	173	0	0
Skigebiete	0	213	0	0	0	267	0	0	0	319	0	0
Spitäler und Kliniken	0	43	0	0	0	56	0	0	0	64	0	0
Entlang der Strasse	0	116	0	0	0	145	0	0	0	172	0	0
Hauptachsen	0	0	18	0	0	0	20	0	0	0	26	0
Autobahnraststätten	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	7
Summe	885	577	18	5	906	725	20	6	1056	858	26	7

2030					2035							
Segmente	Szenario Business as usual (BAU)				Szenario Efficiency (EFF)				Szenario Connected Mobility (COM)			
	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden	Langsam-Laden	Beschleunigt-Laden	Schnell-Laden	Hochleistungs-schnell-Laden
Hotels und Kurbetriebe	1188	0	0	0	1658	0	0	0	2132	0	0	0
Restaurants und Bars	488	0	0	0	112	0	0	0	112	0	0	0
Einkaufszentren	0	167	0	0	0	233	0	0	0	298	0	0
Grossparkplätze	0	235	0	0	0	328	0	0	0	418	0	0
Skigebiete	0	399	0	0	0	554	0	0	0	715	0	0
Spitäler und Kliniken	0	83	0	0	0	116	0	0	0	148	0	0
Entlang der Strasse	0	217	0	0	0	302	0	0	0	388	0	0
Hauptachsen	0	0	35	0	0	0	44	0	0	0	69	0
Autobahnraststätten	0	0	0	7	0	0	0	9	0	0	0	10
Summe	1676	1101	35	7	1770	1533	44	9	2244	1967	69	10
Hotels und Kurbetriebe	1919	0	0	0	2860	0	0	0	3733	0	0	0
Restaurants und Bars	786	0	0	0	112	0	0	0	112	0	0	0
Einkaufszentren	0	268	0	0	0	401	0	0	0	519	0	0
Grossparkplätze	0	397	0	0	0	588	0	0	0	765	0	0
Skigebiete	0	643	0	0	0	957	0	0	0	1249	0	0
Spitäler und Kliniken	0	133	0	0	0	198	0	0	0	257	0	0
Entlang der Strasse	0	349	0	0	0	516	0	0	0	675	0	0
Hauptachsen	0	0	57	0	0	0	87	0	0	0	111	0
Autobahnraststätten	0	0	0	9	0	0	0	11	0	0	0	14
Summe	2705	1790	57	9	2972	2660	87	11	3845	3465	111	14

Anhang 5: Regionale Resultate: Anzahl Ladestationen nach Segmenten und Regionen

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2020											
BAU											
Hotels und Kurbetriebe	19	4	25	9	2	80	2	26	50	22	7
Restaurants und Bars	8	4	4	5	6	13	8	14	13	18	7
Einkaufszentren	1	0	1	2	5	3	0	8	5	5	3
Grossparkplätze	1	1	2	3	4	3	1	19	4	3	2
Skigebiete	13	0	8	0	0	15	1	9	16	17	4
Spitäler und Kliniken	0	1	3	0	0	3	0	5	3	1	3
Entlang der Strasse	2	1	2	5	6	4	2	10	6	5	3
Hauptachsen	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0
Autobahnraststätten	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
EFF											
Hotels und Kurbetriebe	21	4	28	11	2	90	2	29	56	25	8
Restaurants und Bars	9	4	5	6	7	15	9	15	14	20	8
Einkaufszentren	1	1	1	3	6	3	0	9	6	6	3
Grossparkplätze	2	1	2	4	4	3	2	21	5	4	2
Skigebiete	15	0	9	0	0	17	1	10	18	19	4
Spitäler und Kliniken	0	1	3	0	0	3	0	5	4	1	3
Entlang der Strasse	2	1	3	5	6	5	2	11	7	6	4
Hauptachsen	2	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0
Autobahnraststätten	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2020											
COM											
Hotels und Kurbetriebe	23	4	31	12	3	98	2	32	61	27	8
Restaurants und Bars	10	5	5	7	7	17	10	17	15	22	9
Einkaufszentren	1	1	2	3	7	4	0	10	7	7	3
Grossparkplätze	2	1	2	4	5	4	2	23	5	4	3
Skigebiete	16	0	10	0	0	19	1	11	20	21	5
Spitäler und Kliniken	0	1	3	0	0	3	0	6	4	1	3
Entlang der Strasse	2	2	3	6	7	5	3	12	7	6	4
Hauptachsen	2	0	1	1	1	1	0	2	1	2	0
Autobahnraststätten	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2025											
BAU											
Hotels und Kurbetriebe	48	9	64	24	5	204	5	66	128	57	17
Restaurants und Bars	22	10	11	14	15	35	20	35	32	45	19
Einkaufszentren	2	1	3	6	14	7	1	20	14	14	6
Grossparkplätze	4	2	4	8	10	8	4	51	11	9	6
Skigebiete	33	0	21	0	1	39	2	23	41	43	10
Spitäler und Kliniken	1	1	6	0	0	6	1	12	8	2	6
Entlang der Strasse	5	3	6	12	14	11	5	24	15	13	8
Hauptachsen	2	0	1	2	2	3	0	3	2	3	0
Autobahnraststätten	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1
EFF											
Hotels und Kurbetriebe	61	12	81	31	7	258	6	83	161	72	22
Restaurants und Bars	27	12	14	17	19	43	26	44	41	57	24
Einkaufszentren	3	1	4	7	17	9	1	26	17	17	8
Grossparkplätze	4	3	5	11	13	10	5	64	14	11	7
Skigebiete	42	0	26	0	1	49	3	28	52	54	12
Spitäler und Kliniken	1	2	8	0	0	8	1	15	10	3	8
Entlang der Strasse	6	4	7	15	18	14	6	30	19	16	10
Hauptachsen	2	0	1	2	2	3	0	4	2	3	1
Autobahnraststätten	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	2

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2025											
COM											
Hotels und Kurbetriebe	73	14	97	36	8	307	7	99	192	85	26
Restaurants und Bars	32	14	16	21	23	52	31	53	49	68	28
Einkaufszentren	4	1	5	8	21	11	1	30	20	20	9
Grossparkplätze	5	3	6	13	15	12	5	77	16	13	8
Skigebiete	50	0	32	0	1	58	3	34	62	64	15
Spitäler und Kliniken	1	2	9	0	0	9	1	18	12	3	9
Entlang der Strasse	7	4	8	18	21	16	8	36	23	19	12
Hauptachsen	3	0	1	2	4	4	0	5	3	3	1
Autobahn-raststätten	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	2

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2030											
BAU											
Hotels und Kurbetriebe	91	17	122	46	10	387	9	125	242	107	32
Restaurants und Bars	41	18	21	26	29	65	38	67	61	86	36
Einkaufszentren	5	1	6	11	26	14	1	39	26	26	12
Grossparkplätze	7	4	8	17	21	16	7	104	22	18	11
Skigebiete	63	0	40	0	1	73	4	42	77	81	18
Spitäler und Kliniken	1	2	12	0	0	12	1	23	16	4	12
Entlang der Strasse	9	5	11	22	27	21	9	46	29	23	15
Hauptachsen	4	0	2	3	5	5	1	6	4	4	1
Autobahn-raststätten	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	2
EFF											
Hotels und Kurbetriebe	128	24	170	64	14	540	12	174	337	150	45
Restaurants und Bars	57	25	29	37	40	91	54	93	85	120	50
Einkaufszentren	6	2	8	15	37	20	2	55	36	36	16
Grossparkplätze	10	6	11	23	29	22	10	145	31	25	16
Skigebiete	87	0	55	0	1	101	5	59	108	112	26
Spitäler und Kliniken	2	3	16	0	0	16	2	33	22	6	16
Entlang der Strasse	13	7	15	31	37	29	13	64	40	33	20
Hauptachsen	4	0	2	4	6	6	1	8	6	5	2
Autobahn-raststätten	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	2

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2030											
COM											
Hotels und Kurbetriebe	164	31	219	82	19	694	15	224	433	193	58
Restaurants und Bars	73	32	37	47	52	117	69	120	110	154	64
Einkaufszentren	8	2	10	19	47	25	2	70	47	47	21
Grossparkplätze	12	7	14	30	37	28	13	186	39	32	20
Skigebiete	112	0	71	0	2	130	7	76	139	145	33
Spitäler und Kliniken	2	4	21	0	0	21	2	42	28	7	21
Entlang der Strasse	16	9	19	40	48	37	17	82	52	42	26
Hauptachsen	7	1	4	6	9	9	2	12	8	8	3
Autobahn-raststätten	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	3

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2035											
BAU											
Hotels und Kurbetriebe	148	28	197	74	17	625	14	201	390	173	52
Restaurants und Bars	66	29	33	42	47	105	62	108	99	138	57
Einkaufszentren	7	2	9	17	42	23	2	63	42	42	19
Grossparkplätze	12	7	14	29	35	26	12	176	37	30	19
Skigebiete	101	0	64	0	2	117	6	68	125	130	30
Spitäler und Kliniken	2	3	19	0	0	19	2	38	25	6	19
Entlang der Strasse	15	8	17	36	43	33	15	74	46	38	24
Hauptachsen	4	1	4	6	7	7	2	10	7	6	3
Autobahnraststätten	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	2
EFF											
Hotels und Kurbetriebe	220	42	293	110	25	931	21	300	581	259	78
Restaurants und Bars	98	43	49	63	69	157	93	161	147	206	86
Einkaufszentren	11	3	14	25	63	34	3	94	63	63	28
Grossparkplätze	17	10	20	42	52	39	18	262	55	45	28
Skigebiete	150	0	95	0	2	175	9	102	186	194	44
Spitäler und Kliniken	3	5	28	0	0	28	3	56	37	10	28
Entlang der Strasse	22	12	25	53	64	49	22	109	69	56	35
Hauptachsen	8	1	5	8	12	11	3	12	12	11	4
Autobahnraststätten	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	3

	Albula	Bernina	Engiadina Bassa / Val Müstair	Imboden	Landquart	Maloja	Moesa	Plessur	Prättigau / Davos	Surselva	Viamala
2035											
COM											
Hotels und Kurbetriebe	287	55	383	144	33	1'215	27	392	758	337	102
Restaurants und Bars	128	57	65	82	91	205	121	210	192	269	112
Einkaufszentren	14	4	18	33	82	44	3	122	81	82	36
Grossparkplätze	22	13	26	55	67	51	23	342	72	58	36
Skigebiete	196	0	124	0	3	228	12	133	243	253	57
Spitäler und Kliniken	3	6	37	0	0	37	3	73	49	12	37
Entlang der Strasse	28	16	33	69	84	64	29	143	90	73	46
Hauptachsen	11	2	8	12	13	14	5	13	12	14	7
Autobahn-raststätten	0	0	0	0	5	0	4	0	0	0	5