

Chancen der Elektromobilität für den Kanton Schaffhausen

Schlussbericht
10. Januar 2020



Kanton Schaffhausen

Patrick Rinaldi Baudepartement, Energiefachstelle

Begleitgruppe

Daniel Zollinger	Koordinationsstelle öffentlicher Verkehr
Peter Eberlin	Tiefbau, Leiter Verkehr
Florian Donno	EKS
Patrick Bartholome	SH POWER
Jakob Schlatter	AGVS, Sektion SH
Hans Werner Iselin	TCS, Sektion SH
Claudio Pfister	e'mobile
Dieter Kunert	ABB
Urs Capaul	Stadt Schaffhausen

Projektteam

Silvan Rosser	EBP Schweiz AG
Roberto Bianchetti	EBP Schweiz AG
Isolde Erny	EBP Schweiz AG

EBP Schweiz AG
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Schweiz
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Zusammenfassung

Dieser Bericht zeigt gesamtheitlich die Chancen und Risiken der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen auf und erarbeitet ein Massnahmenkonzept in der Kompetenz des Kantons, mit dem die Elektromobilität sinnvoll unterstützt werden kann.

Elektrofahrzeuge sind Fahrzeuge, die den grössten Teil der Fahrleistung elektrisch zurücklegen und einen externen Stromladebedarf auslösen. Es wird zwischen batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) und Plug-in-Hybriden (PHEV) unterschieden.

Im Fokus des Berichts stehen Personenwagen des motorisierten Individualverkehrs (MIV). Dies aus zwei Gründen: Der MIV ist für rund 67 % der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen, sowie für einen beachtlichen Teil der NO_x- und Feinstaub-Emissionen verantwortlich. Andererseits ist die Technologie für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge marktreif. Eine sinnvolle Unterstützung der Elektromobilität durch den Kanton führt zu einer schnelleren Marktdurchdringung.

Die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität im Kanton wird für drei Szenarien prognostiziert. Neben dem Szenario Business As Usual (BAU), sind dies ein mittleres Szenario Efficiency (EFF) und ein ambitioniertes Szenario Connected Mobility (COM), welche sich an der Energiestrategie 2050 des Bundes anlehnen. Im Gesamtbestand werden so im Kanton Schaffhausen im Jahr 2040 zwischen 12'000 und 26'000 Elektrofahrzeuge auf den Strassen sein. Dementsprechend steigt auch der Strombedarf der Elektromobilität im Jahr 2030 von einem anfänglich tiefen Niveau bis auf 7'500 bis 15'000 MWh an. Im Jahr 2040 benötigt die Elektromobilität im Kanton Schaffhausen dann zwischen 17'900 und 39'000 MWh Strom zur Aufladung der Fahrzeugbatterien. Gesamthaft wurden im Kanton Schaffhausen im Jahr 2018 486'000 MWh Strom verbraucht.

Mit dem Strombedarf steigt auch der Bedarf für private und öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur. Im mittleren Szenario EFF werden bis 2030 im Kanton Schaffhausen über 3'000 Heimpladestationen, über 2'000 Ladestationen bei Arbeitsplätzen und rund 90 öffentlich zugängliche Ladestationen benötigt, wovon rund sieben Schnellladungen anbieten sollten.

Mit der Marktdurchdringung der Elektromobilität gemäss Szenario COM könnten die jährlichen CO₂-Emissionen des Personenwagenverkehrs bis im Jahr 2040 um bis zu 58 % gegenüber 2020 gesenkt werden. Unabhängig von kantonalen Massnahmen führt die Verschärfung der Emissionsvorschriften für neue Personenwagen (95 g CO₂/km) zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen der Personenwagen im Kanton Schaffhausen um 21 % bis 2040. Durch in diesem Bericht aufgezeigte Massnahmen auf kantonaler Ebene können die CO₂-Emissionen des Personenwagenverkehrs gegenüber 2020 um weitere 20 % reduziert werden.

Dieser Bericht präsentiert einen kompakten Massnahmenplan (elf Massnahmen) für den Kanton Schaffhausen, welche eine schnellere Marktdurchdringung der Elektromobilität ermöglichen. Dabei sollen die Chancen der Elektromobilität gezielt genutzt und Risiken minimiert werden.

Eine Begleitgruppe unterstützte die Ausarbeitung der Massnahmen. Für jede Massnahme wurde Ziel, Vorgehen und zeitliche Umsetzung definiert. Zudem wurden die Massnahmen hinsichtlich ihres Beitrags zur Zielerreichung bewertet. Bei den elf Massnahmen handelt es sich unter anderem um verbindliche Quoten für elektrifizierte Parkplätze in Neu- und Umbauten (und mit einer Übergangsfrist für den gesamten Gebäudebestand), um Verpflichtungen für die Elektrifizierung sämtlicher Parkhäuser und Park & Ride Standorte, um die Sensibilisierung von Garagisten und zeitlich begrenzte Umstiegsprämien für Elektrofahrzeuge. Die meisten Massnahmen wurden von der Begleitgruppe als relevant eingestuft und verlangen vom Kanton ein rasches Handeln.

Dieser Bericht zeigt, dass sich die Elektromobilität im Kanton Schaffhausen am kantonalen Richtplan und an den bestehenden Konzepten orientieren kann und die Erreichung zahlreicher kantonaler Ziele unterstützt.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
2.	Zielsetzung und Abgrenzung	8
	2.1 Zielsetzung des Berichts	8
	2.2 Bestehende Zielsetzungen und Zielkonfliktanalyse	8
	2.3 Thematische Abgrenzung	10
3.	Ist-Zustand Kanton Schaffhausen	11
	3.1 Neuwagenmarkt und Gesamtbestand	11
	3.2 Mobilität und Pendler	13
4.	Szenarien der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen	14
	4.1 Szenariorahmen und wichtige Annahmen	14
	4.2 Modellbeschreibung	17
	4.3 Anzahl Elektrofahrzeuge und Ladebedarf	19
	4.4 Bedarf an Ladeinfrastruktur	22
	4.5 Beitrag zum Klimaschutz	24
5.	Massnahmenplan	26
	5.1 Massnahmenliste	28
	5.2 Umsetzungsplan	39
6.	Schlussfolgerungen	41

1. Einleitung

Knapp 40 % der CO₂-Emissionen in der Schweiz stammen aus dem Sektor Verkehr¹. Auch zu den Luftschadstoff-Emissionen (Stickoxide NO_x, Feinstaub und dem sekundären Schadstoff Ozon) trägt der Verkehr, insbesondere der motorisierte Individualverkehr (MIV), massgebend bei. Die Elektromobilität gilt als Hoffnungsträger in Sachen Klimaschutz im Strassenverkehr. Der Grossteil aller Fahrzeuge soll bis in wenigen Jahrzehnten batterieelektrisch angetrieben werden. Im Betrieb emittieren Elektrofahrzeuge keine Treibhausgase und keine Luftschadstoffe aus dem Verbrennungsprozess. Allerdings ist das nur die halbe Wahrheit: Auch der Fahrstrom der Elektromobile muss produziert werden, wobei direkte oder indirekte Emissionen entstehen, und wie auch bei konventionellen Benzin- und Dieselfahrzeugen ist die Herstellung der Fahrzeugkomponenten energie- und somit CO₂-intensiv.

BFE²- und BAFU³-Studien zu Ökobilanzen von Elektrofahrzeugen zeigen, auch Elektrofahrzeuge verursachen bei Herstellung, Betrieb und Entsorgung eine nicht vernachlässigbare Umweltbelastung. Dennoch reduzieren Elektrofahrzeuge die CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus, gerechnet im Vergleich zu heutigen Benzin- und Dieselfahrzeugen um mindestens 50 %. Elektrofahrzeuge haben insbesondere dann einen grossen Vorteil gegenüber konventionellen Fahrzeugen, wenn konsequent erneuerbarer Strom aus Wasser, Photovoltaik oder Wind eingesetzt wird, die Batterielebensdauer langfristig oder durch Folgeanwendung verlängert werden kann und die Fahrzeuge hohe Fahrleistungen vorweisen (Car-Sharing oder lange Lebensdauer). Eine ausführliche ökologische Betrachtung der Elektromobilität liefert der Bericht Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau (Kapitel 4)⁴.

Der Umstieg von konventionellen Fahrzeugen auf elektrische ist folglich im Sinne des Klimaschutzes und eignet sich zur Reduktion der globalen und lokalen CO₂-Emissionen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs. Aus diesem Grund will der Regierungsrat Grundlagen und ein Konzept erarbeiten, welches die Chancen der Elektromobilität im Kanton beleuchtet und die Rahmenbedingungen für eine mögliche Förderung prüft. Die Erarbeitung einer Strategie Elektromobilität ist zudem eine Massnahme, welche im Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030 definiert ist.

Der vorliegende Bericht beschreibt Grundlagen zu den Chancen der Elektromobilität im Kanton und liefert ein Konzept zur Förderung der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen. Die Erarbeitung des Konzepts erfolgte unter

1 [BFS 2019: Mobilität und Verkehr](#)

2 [BFE-Studie: PSI, 2018: Die Umweltauswirkungen von Personenwagen: heute und morgen – Hintergrundbericht](#)

3 [BAFU-Studie: treeze, 2018: Aktualisierung Umweltaspekte von Elektroautos – Ein Argumentarium](#)

4 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

Einbezug relevanter Akteure, verschiedener Ämter und Vertreter aus Gewerbe- und Mobilitätsverbänden, sowie der Industrie und Stromwirtschaft. Die Begleitgruppe nahm an insgesamt drei Workshops teil. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass einerseits das Fachwissen der Begleitgruppe ins Konzept einfließen konnte und andererseits die Erkenntnisse aus der Konzepterarbeitung zurück in die Arbeitsgruppen fliessen.

Der im Jahr 2018 publizierte Bericht zu den Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau⁵ stellt eine wichtige Grundlage für das vorliegende Konzept dar. Bei nicht kantonsspezifischen Erkenntnissen wird daher auf den Bericht des Kantons Thurgau verwiesen. Dadurch kann das Schaffhauser Konzept schlank gehalten werden.

5 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

2. Zielsetzung und Abgrenzung

2.1 Zielsetzung des Berichts

Der vorliegende Bericht zeigt gesamtheitlich die Chancen und Risiken der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen mit Fokus auf den motorisierten Individualverkehr auf. Die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität im Kanton wird für drei Szenarien prognostiziert. Der Bericht enthält ein Massnahmenkonzept in der Kompetenz des Kantons, mit dem die Elektromobilität sinnvoll unterstützt werden kann bei gleichzeitiger Minimierung der Risiken. Dieses berücksichtigt den Handlungsspielraum auf Kantonsebene ebenso wie andere laufende Aktivitäten und Massnahmenpläne.

Die Studie orientiert sich an den folgenden Leitfragen:

- An welchen Zielen soll sich die Elektromobilität im Kanton Schaffhausen orientieren und messen?
- Wie unterstützt oder erschwert die Elektromobilität die Erreichung (bestehender) kantonaler Ziele und welchen Beitrag kann sie leisten?

2.2 Bestehende Zielsetzungen und Zielkonfliktanalyse

Die Elektromobilität soll nicht isoliert betrachtet werden. Deshalb wird anhand eines Zielsystems aufgezeigt, welche Synergien mit bestehenden Zielsetzungen vorhanden sind und welche Zielkonflikte auftreten können.

Um die Massnahmen optimal mit bestehenden kantonalen Zielsetzungen in Einklang zu bringen, werden für die Elektromobilität relevante, bestehende kantonale Zielsetzungen den Dimensionen Verkehr, Energie, Umwelt und Wirtschaft/Gesellschaft zugeordnet. Die Elektromobilität im Kanton Schaffhausen soll sich an diesen Zielen orientieren und messen und Zielkonflikte sollen aufgezeigt werden.

Folgende Grundlagen wurden hierfür betrachtet:

- Kantonaler Richtplan⁶
- Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030⁷
- Stadtverkehr – Charta für eine nachhaltige städtische Mobilität⁸
- Massnahmenplan Lufthygiene⁹

Aus diesen Grundlagen lassen sich folgende übergeordnete Zielsetzungen für die Elektromobilität im Kanton Schaffhausen ableiten:

6 Kanton Schaffhausen 2015: Richtplan

7 Regierungsrat 2018: Bericht und Antrag des Regierungsrates des Kantons Schaffhausen an den Kantonsrat betreffend Schlussbilanz über die Periode 2008-2017 und Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030

8 Städtekonferenz Mobilität: Charta für eine nachhaltige städtische Mobilität

9 Kanton Schaffhausen 2015: Massnahmenplan Lufthygiene ab 2016

- **Verkehr:** Transporteffizienz und optimale Nutzung des begrenzten Strassenraumes (*Kantonaler Richtplan, Charta*)
- **Energie:** Umsetzung der Energiestrategie des Bundes und des Anschlusskonzepts des Kantons Schaffhausen (*Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030*)
- **Umwelt:** Verminderung der Umweltbelastung des Verkehrssektors im Kanton Schaffhausen (*Massnahmenplan Lufthygiene ab 2016, kantonaler Richtplan*)
- **Wirtschaft/Gesellschaft:** Standortqualität durch verbesserte Erreichbarkeit erhöhen (*Kantonaler Richtplan, Charta*)

Basierend auf diesen übergeordneten Zielsetzungen werden die für die Elektromobilität relevanten Teilziele zugeordnet (Tabelle 1).

Grün eingerahmte Ziele werden durch die Förderung der Elektromobilität unterstützt. Bei den gelb eingefärbten Zielen ist die Ausgestaltung der Massnahmen entscheidend, ob die Erreichung bestehender Ziele unterstützt oder erschwert wird. Im erarbeiteten Massnahmenplan (siehe Kapitel 4.5) wurde darauf geachtet, dass die Förderung der Elektromobilität die entsprechenden Risiken minimiert. Beim rot eingefärbten Ziel besteht ein klarer Zielkonflikt, welcher nicht zu umgehen ist.

Verkehr	Energie	Umwelt	Wirtschaft/Gesellschaft
50 % des Verkehrswachstums geschieht durch die Verkehrsträger ÖV sowie Fuss- und Veloverkehr. <i>(Richtplan)</i>	Der Verbrauch fossiler Energien für Mobilität soll bis 2030 gegenüber dem Jahr 2016 um rund einen Drittel zurückgehen. <i>(Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030)</i>	Reduktion der Emissionen von Stickoxiden (NOx), Feinstaub (PM10) Treibhausgasen. <i>(Massnahmenplan Lufthygiene ab 2016)</i>	Die Standortqualität hängt von der Verbesserung der Verkehrsverbindungen ab. Die Erreichbarkeit und die Verkehrsinfrastruktur sind daher weiter zu verbessern. <i>(Richtplan)</i>
Gemäss dem Grundsatz der Transporteffizienz und der optimalen Nutzung des begrenzten Strassenraumes wird der öffentliche Verkehr konsequent priorisiert. <i>(Charta/Richtplan)</i>	Der Elektrizitätsverbrauch soll auf dem heutigen Niveau stabilisiert werden. <i>(Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030)</i>	Gestalterische Massnahmen tragen zur Verbesserung des Ortsbildes bei und können die Lärmsituation verbessern. <i>(Richtplan)</i>	Die Sicherheit ist für alle Zufussgehenden und Velo-Fahrenden gewährleistet. <i>(Charta)</i>
Die Verkehrsbelastung auf dem städtischen Hauptstrassennetz soll nicht weiter zunehmen. Mehrverkehr wird durch öffentliche Verkehrsmittel, Fuss- und Veloverkehr abgewickelt. <i>(Charta)</i>	Die Produktion erneuerbarer Elektrizität soll ausgebaut und bis 2030 um den Faktor 4.5 erhöht werden. <i>(Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030)</i>		
Das Verkehrsnetz wird so entwickelt und betrieben, dass Fremdverkehr vermieden und Wohnquartiere entlastet werden. <i>(Charta)</i>			

Tabelle 1: Teilziele für Verkehr, Energie, Umwelt und Wirtschaft/Gesellschaft.

2.3 Thematische Abgrenzung

Gegenstand des Berichts sind Personenwagen des MIV. Dieser Fokus erklärt sich wie folgt: Der MIV ist für rund 67 % der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen¹⁰, sowie für einen beachtlichen Teil der NO_x- und Feinstaub-Emissionen verantwortlich. Weiter sind elektrische Antriebe für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge bereits marktreif. Das Marktangebot wird zudem laufend ausgeweitet, sodass eine sinnvolle Unterstützung der Elektromobilität zu einer schnelleren Marktdurchdringung führt. Schwere Nutzfahrzeuge haben zwar ebenfalls eine grosse Bedeutung hinsichtlich der Emissionen, hier sind elektrische Antriebe aber noch nicht marktreif. E-Motorräder wiederum sind zwar marktreif, konventionelle Antriebe stellen jedoch das viel kleinere Problem als der MIV dar.

10 BFS 2017: Mobilität und Verkehr. Taschenstatistik 2017, Neuchâtel 2017.

Als Elektrofahrzeuge werden Fahrzeuge bezeichnet, die den grössten Teil der Fahrleistung elektrisch zurücklegen und einen externen Stromladebedarf haben. Es wird zwischen batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) und Plug-in-Hybriden (PHEV) unterschieden:

BEV Battery Electric Vehicles (batterieelektrische Fahrzeuge), Elektrofahrzeuge mit extern aufladbarer Batterie, ohne zusätzlichen Verbrennungsmotor.

PHEV Fahrzeuge mit parallelem oder seriellem (Range-Extender) Hybridantrieb sowie Vollhybridantrieb mit jeweils einer extern aufladbaren Batterie.

Hybridfahrzeuge ohne extern aufladbare Batterie (HEV) und Brennstoffzellenfahrzeuge (Wasserstoff-Fahrzeuge, FCEV) gelten dagegen nicht als Elektrofahrzeuge. Beide Fahrzeugtypen haben keinen externen Stromladebedarf. Eine ausführliche Beschreibung dazu ist im Bericht¹¹ «Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau» zu finden.

Der öffentliche Verkehr, der Strassengüterverkehr, der Zweiradverkehr, sowie der Langsamverkehr sind nicht Teil dieser Untersuchung, können aber zur besseren Zielerreichung (im Falle von Wechselwirkungen) miteinbezogen werden. Grundsätzlich ist auch die Förderung von Massnahmen der kombinierten Mobilität wie Carsharing eine interessante Option zur Senkung der Emissionen. In diesem Bericht wird dies jedoch nicht thematisiert, da Carsharing nicht direkt im Zusammenhang mit der Elektromobilität steht und eher als Verkehrslenkungsmassnahme zu verstehen ist.

Die räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes ergibt sich durch die Kantonsgrenze des Kantons Schaffhausen, wobei schweizweite und globale Entwicklungen und Einflussfaktoren (Technologie, Strom, Pendelverkehr, etc.) berücksichtigt werden.

Die Szenarien und Potenzialabschätzungen beleuchten den Zeitrahmen bis 2040. Als Referenzjahr wird das Jahr 2018 verwendet. Die Wirkung der vorgeschlagenen Massnahmen und Handlungsoptionen fokussiert sich auf die Periode von heute bis ins Jahr 2030.

3. Ist-Zustand Kanton Schaffhausen

3.1 Neuwagenmarkt und Gesamtbestand

Ende September 2018 haben 0.4 % oder 171 Fahrzeuge des gesamten Personenwagenbestands des Kantons Schaffhausen einen rein batterieelektrischen Antrieb. 1.3 % oder 613 Personenwagen sind Hybrid-Fahrzeuge (inkl. Plug-In Hybriden). Die Zahlen liegen in etwa im Schweizer Durchschnitt, wobei etwas weniger Hybrid-Fahrzeuge als im schweizerischen Durchschnitt immatrikuliert sind.

¹¹ [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

Die Tabelle 2 zeigt den heutigen Anteil von Elektrofahrzeugen am Fahrzeugbestand der Personenwagen. Der Bestand an Hybrid- und Elektrofahrzeugen macht nur einen sehr kleinen Anteil am Gesamtbestand aus (~2 %). Eine Differenzierung zwischen Hybridfahrzeugen und Plug-In Hybridfahrzeugen wäre sinnvoll, da nur letztere als Elektrofahrzeuge gelten. Auf Grund der Datenlage ist dies jedoch nicht möglich.

Fahrzeugkategorie	Schweiz	Kanton Schaffhausen
Gesamtbestand Personenwagen	4'602'688 (100 %)	46'897 (100 %)
davon Benzin und Diesel	4'488'972 (97.5 %)	45'808 (97.7 %)
davon Hybrid-Fahrzeuge (inkl. Plug-in Hybride und Range Extender)	79'737 (1.7 %)	613 (1.3 %)
davon reine Elektrofahrzeuge	19'181 (0.4 %)	171 (0.4 %)
davon Gasfahrzeuge	11'038 (0.2 %)	195 (0.4 %)
davon andere	3'760 (0.1 %)	110 (0.2 %)

Tabelle 2: Vergleich der Fahrzeugbestände per 30.9.2018 in der Schweiz und im Kanton Schaffhausen (Quellen: BFS, MOFIS und Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt Kanton Schaffhausen).

Im Jahr 2018 wurden im Kanton Schaffhausen 59 reine Elektrofahrzeuge und 95 Hybrid-Fahrzeuge (inkl. Plug-In Hybride) zugelassen. Die Marktdurchdringung der batterie-elektrischen Antriebe ist im Kanton Schaffhausen damit höher als im Schweizer Durchschnitt (2.8 % gegen 1.8 %). Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der Neuzulassungen ist im Kanton Schaffhausen leicht höher und somit auch die durchschnittlichen CO₂-Emissionen (+1 g CO₂/km). Ein Hauptgrund dafür ist, dass verhältnismässig etwas schwerere Personenwagen neu zugelassen werden als im schweizerischen Durchschnitt.

Fahrzeugkategorie	Schweiz	Kanton Schaffhausen
Neuzulassungen Personenwagen	300'887 (100 %)	2'095 (100 %)
davon Benzin und Diesel	279'207 (92.8 %)	1'935 (92.4 %)
davon Hybrid-Fahrzeuge (inkl. Plug-in Hybride und Range Extender)	15'432 (5.1 %)	95 (4.5 %)
davon reine Elektrofahrzeuge	5'411 (1.8 %)	59 (2.8 %)
davon andere	837 (0.3 %)	6 (0.3 %)
Durchschnittlicher Treibstoffverbrauch (Liter Benzinäquivalent/100km)	6.08 LBÄ/100 km	6.16 LBÄ/100 km
Durchschnittlicher g CO ₂ /km-Wert	138 g CO ₂ /km	139 g CO ₂ /km

Tabelle 3: Vergleich der Kennzahlen der Neuwagenflotte im Jahr 2018 in der Schweiz und im Kanton Schaffhausen (Quellen: BFS, MOFIS und Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt Kanton Schaffhausen).

3.2 Mobilität und Pendler

Die Auswertung der verdichteten Stichproben des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 von Stadt und Kanton Schaffhausen¹² zeigt, dass Schaffhauser häufiger ein Abonnement für den öffentlichen Verkehr besitzen als der schweizerische Durchschnitt. Deutlich zeigt sich dies in der Stadt Schaffhausen und beim Halbtaxabo.

Bezüglich der Tagesganglinien des prozentualen Anteils der Bevölkerung, die zu einer bestimmten Tageszeit unterwegs ist, gibt es zwischen Stadt, Kanton und dem schweizerischen Durchschnitt kaum Unterschiede. In der Stadt Schaffhausen sind tendenziell mehr Personen am Mittag und Abend unterwegs. Es zeigen sich aber die schweizweit typischen Spitzen am Morgen, Mittag und Abend.

Der Führerscheinbesitz weicht im Kanton Schaffhausen nicht vom schweizerischen Durchschnitt ab. Rund 80 % der Personen ab 18 Jahren besitzen einen Führerschein. In der Stadt ist die Quote tiefer.

Der Anteil Haushalte mit mindestens einem Auto liegt im Kanton Schaffhausen bei knapp 80 % und ist somit mit dem schweizerischen Durchschnitt vergleichbar. Der Anteil der Haushalte mit Auto ist auf Kantonsebene seit 2010 wieder leicht gestiegen. In der Stadt Schaffhausen nimmt die Quote seit dem Jahr 2000 kontinuierlich ab und liegt heute unter 70 %.

Ein Viertel der Haushalte im Kanton Schaffhausen verfügen über keinen Parkplatz zu Hause. Das liegt im schweizerischen Durchschnitt. In der Stadt Schaffhausen verfügen sogar ein Drittel aller Haushalte über keinen Parkplatz.

Der Modal-Split (Anteil der verschiedenen Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen) im Kanton Schaffhausen ist mit dem Schweizer Durchschnitt vergleichbar. Auch zwischen Stadt und Kanton zeigen sich kaum Unterschiede. Dominiert wird der Modal-Split vom Auto. Fast zwei Drittel der Distanzen werden mit dem Auto zurückgelegt. Mit Bus und Bahn werden im Kanton Schaffhausen 26 % der Distanzen zurückgelegt. In der Stadt ist dieser Wert mit 28 % etwas höher.

Die Wahl des Verkehrsmittels variiert je nach Fahrzweck. Wie im schweizerischen Durchschnitt dominiert das Auto die Fahrzwecke «Einkauf», «Arbeit» und «Dienstfahrt». Auch der Freizeitverkehr wird zu einem grossen Teil mit dem Auto zurückgelegt. Gemessen an der Anzahl Etappen ist vor allem beim Freizeitverkehr auch der Langsamverkehr relevant.

Der Binnenverkehr dominiert das Verkehrsaufkommen im Kanton Schaffhausen, es ist also primär hausgemacht. Am häufigsten finden Wege innerhalb der Stadt Schaffhausen selbst statt. Zudem sind die Verkehrsbeziehungen zwischen der Stadt Schaffhausen und Neuhausen am Rheinfall, Schaffhausen Südwest, sowie Reiat wichtig. Fahrten von und nach Zürich oder Winterthur sind dagegen weniger bedeutend.

¹² [Kanton und Stadt Schaffhausen 2017: Unterwegs in Schaffhausen](#)

4. Szenarien der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen

4.1 Szenariorahmen und wichtige Annahmen

Die kantonalen Szenarien konkretisieren die schweizerischen Elektromobilitätszenarien¹³. Die drei bottom-up gerechneten Szenarien für die Schweiz gelten somit auch für den Kanton Schaffhausen. Sie lassen sich wie folgt charakterisieren:

- **BAU (Business As Usual)**: Dieses Szenario berücksichtigt eine verzögerte Verschärfung der Emissionsvorschriften für neue Personenwagen (95 gCO₂/km). 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)**: Gegenüber BAU werden die Emissionsvorschriften für neue Personenwagen schneller implementiert. Für effiziente Fahrzeuge werden zusätzliche Förder- und Anreizinstrumente eingeführt, damit die Ziele 2030/2035 der Energiestrategie im Bereich der Strassenmobilität erreicht werden können. Die Totalrevision des CO₂-Gesetzes für die Zeit nach 2020 verfolgt eine weitere Verschärfung der CO₂-Vorschriften für Fahrzeuge in den Jahren 2025 und 2030 in Anlehnung an die EU. Die Entwicklung der Ladeinfrastruktur wird koordiniert und deren Einführung im öffentlichen Strassenraum erleichtert, für die Schnellladeinfrastruktur werden Mindestanforderungen eingeführt¹⁴. Die Energiepreise steigen moderat an und der technische Fortschritt führt zu einer weiteren Energieeffizienzsteigerung bei den Neuwagen. Das Mobilitäts- und Konsumverhalten bleibt im Grundsatz gleich.
- **COM (Connected Mobility)**: Aus energiesystemischen Überlegungen werden Elektroautos spezifisch 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. Ein zunehmender Anteil der Fahrzeugkilometer wird mit kleinen Elektrofahrzeugen (Mikromobilität: Drei- oder vierrädrige Fahrzeuge mit Leermasse unter 400 kg anstelle von Automobilen) zurückgelegt. Die Totalrevision des CO₂-Gesetzes¹⁵ für die Zeit nach 2020 verfolgt eine deutliche Verschärfung der CO₂-Vorschriften für Fahrzeuge in den Jahren 2025 und 2030 in Anlehnung an die EU.

Die betrachteten Szenarien BAU, EFF und COM stellen keine Extremszenarien dar; im Falle von starken Schocks (Wirtschaftskrise, Energiepreise) oder

13 [Szenarien der Elektromobilität der Schweiz – Update 2018](#)

14 ASTRA 2015: Empfehlungen zum Aufbau von Schnellladestationen entlang der Nationalstrassen.

15 [Totalrevision des CO₂-Gesetzes für die Zeit nach 2020 – Entwurf des Bundesrates vom 1.12.2017.](#)

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.

Die vorliegende Studie berücksichtigt die zum Zeitpunkt der Erarbeitung aktuellsten Datengrundlagen. Die ständige mittlere Wohnbevölkerung entwickelt sich gemäss dem mittleren BFS-Szenario. In Kanton Schaffhausen steigt die Einwohnerzahl auf über 90'000 an (Abbildung 1).

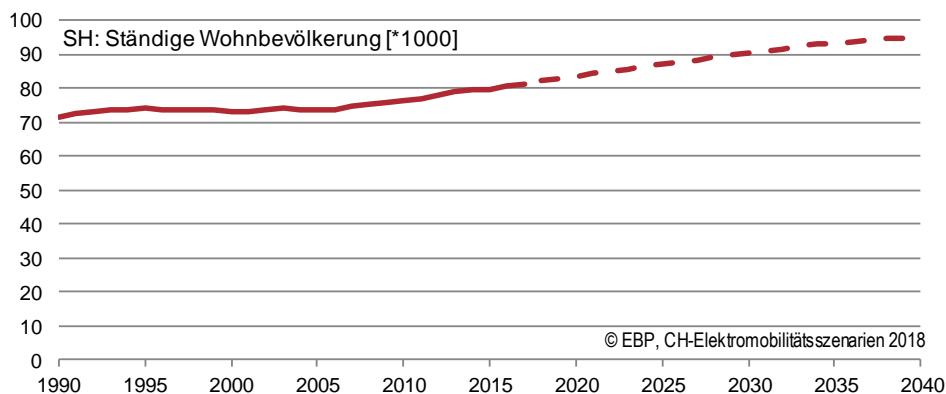


Abbildung 1: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung der ständigen Wohnbevölkerung.

Der Motorisierungsgrad (Verhältnis der Anzahl Fahrzeuge zur Anzahl Bevölkerung) ist in der Vergangenheit stark angestiegen. Im Kanton Schaffhausen hat er seit 1990 um über 30 % zugenommen. Im Jahr 2018 waren im Kanton Schaffhausen 562 Personenwagen pro 1'000 Einwohner immatrikuliert. Ähnlich hoch ist der Motorisierungsgrad zurzeit im Kanton St. Gallen. Der Kanton Thurgau hat mit 630 Personenwagen pro 1'000 Einwohner einen deutlich höheren Motorisierungsgrad. Der Motorisierungsgrad ist getrieben durch das Wirtschaftswachstum und den Wohlstand in den letzten Jahren weiter angestiegen. Eine Trendwende beim Motorisierungsgrad ist erst in städtischen Gemeinden grosser Agglomerationen zu erkennen. Hier stabilisierte sich der Motorisierungsgrad seit rund 15 Jahren, respektive ist teilweise sogar rückläufig. Historisch sehr tief ist der Motorisierungsgrad im Kanton Basel-Stadt mit 340 Personenwagen pro 1'000 Einwohner, Tendenz leicht sinkend. Es wird davon ausgegangen, dass der Motorisierungsgrad im Kanton Schaffhausen auch in den nächsten Jahrzehnten leicht ansteigt und 2035 den heutigen Wert des Kantons Thurgau erreicht (Abbildung 2). Die Stabilisierung, respektive Senkung des Motorisierungsgrads ist ein Baustein zur Erreichung eines nachhaltigen Mobilitätssystems. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs und die Förderung von Car Sharing (siehe Massnahmen 5 bis 7 in Kapitel 5.1) sind mögliche Massnahmen hierfür.

In Verbindung mit dem zu erwartenden Bevölkerungswachstum nimmt die Zahl der Neuzulassungen bei Personenwagen sowie der Personenwagenbestand weiter zu (Abbildung 3 und Abbildung 4). Im Kanton Schaffhausen

steigt die Zahl der jährlichen Neuzulassungen von heute etwas über 2'000 auf rund 3'000 Personenwagen im Jahr 2040 an. Der Personenwagenbestand erreicht 2040 rund 64'000 Fahrzeuge. Heute sind es im Kanton Schaffhausen knapp 47'000 Personenwagen.

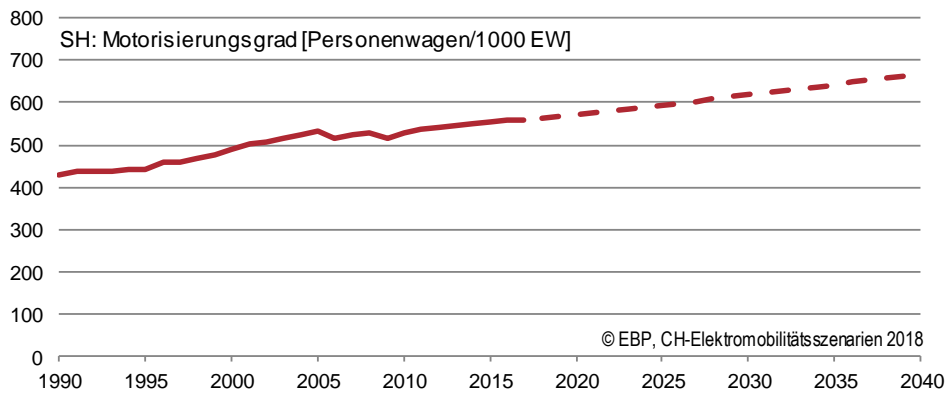


Abbildung 2: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung des Motorisierungsgrads.

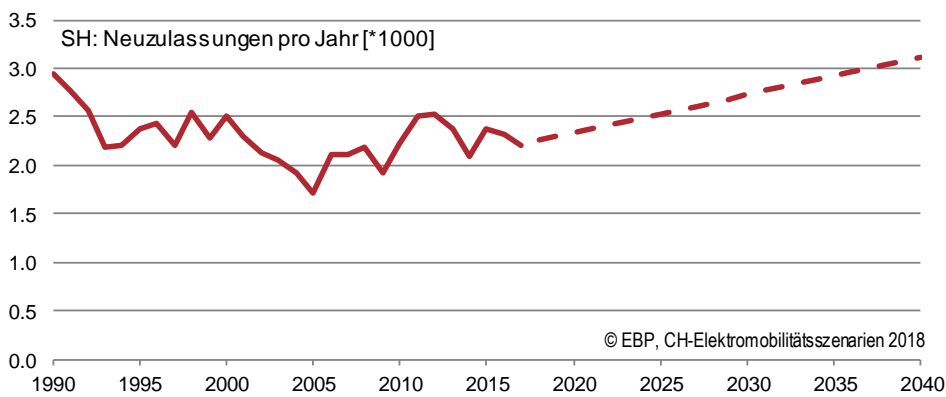


Abbildung 3: Historischer Verlauf und modellierte künftige Entwicklung des Neuwagenmarkts im Kanton Schaffhausen.

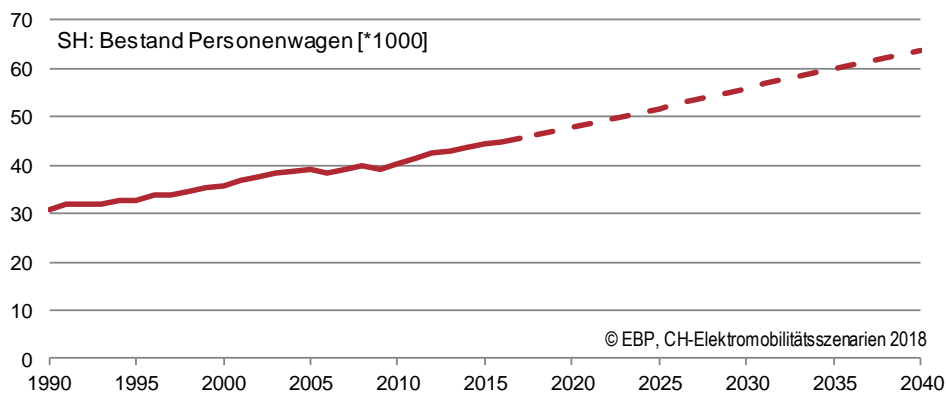


Abbildung 4: Historischer Verlauf und angenommene künftige Entwicklung des Fahrzeugbestands (nur Personenwagen) im Kanton Schaffhausen.

4.2 Modellbeschreibung

Der gesamtschweizerische Neuwagenmarkt wird auf Basis der synthetischen Bevölkerung synPop¹⁶ von EBP räumlich differenziert modelliert. Diese bildet alle Haushalte der Schweiz einzeln ab. Für jeden Haushalt gibt die synPop statistische Erwartungswerte für eine Vielzahl von Variablen. Diese Erwartungswerte sind mit statistischen Modellen auf der Basis von drei Hauptquellen ermittelt: Gebäude- und Wohnungsstatistik (Datensatz, welcher alle Wohnungen und Haushalte in der Schweiz abdeckt), Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 (Stichprobe von knapp 60'000 Haushalten), Haushalts- und Budgeterhebung (Zusammenzug der Jahre 2006-2011, Stichprobe von knapp 20'000 Haushalten). Zusätzlich werden auf Ebene Hektarraster die Arbeitsplätze je Wirtschaftssektor abgebildet.

Anhand von soziodemografischen Daten (Haushaltseinkommen, Ausbildungsgrad, Mobilitätsverhalten, Konsumverhalten, etc.) sowie Registerdaten zum Gebäude- und Wohnungsbestand wird die Affinität für den Kauf eines Elektrofahrzeugs räumlich fein differenziert abgebildet. Die wichtigsten Einflussfaktoren sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Eine Simulation bis 2040 berücksichtigt das Bevölkerungs- und Mobilitätswachstum sowie spezifische Entwicklungsgebiete.

Die soziodemografischen Merkmale sowie die Unterscheidung von 32 Fahrzeugtypen ermöglichen in einem weiteren Schritt die Unterteilung in zahlreiche Nutzertypen. Jeder Nutzertyp eines Elektrofahrzeugs (z.B. Pendler mit Mittelklassewagen) hat ein charakteristisches Ladeverhalten, welches auch davon abhängig ist, ob z.B. eine Heimpladestation verfügbar ist. Das künftige Ladeverhalten hängt auch stark von der Reichweite, respektive der Batteriekapazität ab (siehe dazu Kapitel 4.4 im Bericht des Kantons Thurgau¹⁷).

Elektrofahrzeuge lösen einerseits dort einen Ladebedarf aus, wo sie «zu Hause» sind (Home Charging), andererseits fällt ein beachtlicher Teil des Ladebedarfs am Arbeitsort (Work Charging) und an öffentlich zugänglichen Ladestationen (POI Charging und Fast Charging) an. Daher ist es wichtig, die Verkehrsflüsse (Pendler- und Freizeitverkehrsströme) zu modellieren. Dazu wird das nationale Personenverkehrsmodell¹⁸ genutzt.

Die Stromnachfrage der Elektrofahrzeuge erlaubt die Ermittlung des Bedarfs an öffentlich zugänglichen Ladestationen. Für eine räumliche Differenzierung werden weitere räumliche Daten des Kantons Schaffhausen ausgewertet. Hierbei handelt es sich um verkehrsgenerierende Einheiten – so genannte POI (Point of Interest), welche im halböffentlichen Laden eine zentrale Rolle spielen. Wichtige Standortkategorien hierbei sind öffentliche Anlagen und Gebäude, Einkaufszentren, Sport- und Freizeitanlagen, Bahnhöfe, Restaurants oder Hotels. Die räumliche Dichte dieser verkehrsgenerierenden POIs ist ein Indikator dafür, wie viel Ladebedarf in diesem Gebiet im öffentlichen Raum nachgefragt wird. Aus der Verknüpfung dieser Infor-

16 [EBP Synthetische Bevölkerung Schweiz](#)

17 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)


18 [ARE 2019: Nationales Personenverkehrsmodell](#)

mationen mit den Parkhaus- und Parkplatzdaten in der Umgebung resultieren potenzielle Ladestationsstandorte für zukünftige Ladevorgänge im halb-öffentlichen oder öffentlichen Raum.


Neben den potenziellen Standorten werden auch die heute bereits realisierten Ladestationen im öffentlichen und halböffentlichen Raum berücksichtigt (goingelectric, lemnet, etc.).

Einflussfaktor	Ausprägung
Mehrautohaushalt	Mehrautohaushalte sind in der frühen Marktphase affiner für Elektrofahrzeuge als Einautohaushalte, oder Haushalte ohne ein Fahrzeug. Dieser Faktor schwächt sich im «Late Market» deutlich ab.
Einkommen	Haushalte mit hohem Einkommen sind in der frühen Marktphase affiner für Elektromobilität. Dieser Faktor schwächt sich rasch ab.
Ausbildungsgrad	Haushalte mit hohem Bildungsniveau sind affiner für Elektromobilität. Dieser Faktor schwächt sich mit der Zeit ab.
Gebäudetyp	Haushalte in Einfamilienhäusern sind affiner für Elektrofahrzeuge. Dieser Faktor schwächt sich mit der Zeit ab.
Familientyp	Single- und Paarhaushalte sind affiner für Elektrofahrzeuge als Haushalte mit Kindern. Dieser Faktor schwächt sich mit der Zeit ab.
Jahresfahrleistung (MIV)	Haushalte mit tiefer Jahresfahrleistung sind affiner für batterieelektrische Fahrzeuge. Dieser Faktor ist bei PHEV weniger stark ausgeprägt.


Tabelle 4: Affinität der Haushalte für Elektromobilität.




Home Charging: Aufladen am Wohnort oder in unmittelbarer Nähe des Wohnortes mit Wechselstrom (AC). Ladeleistung 3.7 kW oder teilweise 11 kW
Ladedauer 1-8 Std.



Work Charging: Aufladen am Arbeitsplatz mit Wechselstrom (AC).
Ladeleistung 11 kW oder 22 kW
Ladedauer 1-8 Std.



Point of Interest (POI) Charging: Aufladen mit Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC) an öffentlichen Ladestationen, während einer Aktivität (Einkaufen, Sport, Hotel, Kultur). Ladeleistung 22 kW bis 50 kW.
Ladedauer durchschnittlich 45-60 min.. Teilweise bis 2 Std.



Fast Charging: Ladestelle mit Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC), die eine Schnellladung ermöglichen.
Ladeleistung 43 kW bis 150 kW
Ladedauer max. 15 min.

Abbildung 5 Die vier Ladestationstypen unterscheiden sich deutlich in Bezug auf Ladedauer und -leistung.

Ladestationen unterschieden sich einerseits in technischen Belangen (siehe dazu Kapitel 4.5 im Bericht des Kantons Thurgau¹⁹), andererseits in Bezug auf das Ladeverhalten. Diese Studie unterscheidet vier Ladestationstypen (Abbildung 5).

Im Bereich des privaten Ladens wird zwischen Laden zuhause (Home Charging) und Laden am Arbeitsplatz (Work Charging) unterschieden. Die Ladevorgänge finden mit Wechselstrom (AC) statt. Die installierte Ladeleistung ist im Home Bereich meist 3.7 oder 11 kW, im Work Bereich 11 oder 22 kW. Viele dieser privaten Ladestationen werden überwiegend von dem / den wenigen gleichen Fahrzeugen genutzt. Die Anzahl Ladevorgänge pro Jahr ist gering, die Auslastung der Ladestationen entsprechend tief. Es dominiert inkrementelles Laden – also das Laden des täglichen Bedarfs (37 km). Die durchschnittliche Lademenge pro Ladevorgang liegt bei rund 6 kWh.

Es werden zudem zwei öffentlich zugängliche Ladestationstypen unterschieden: Point of Interest (POI) Charging und Fast Charging. Beim POI Charging steht das Parkieren des Fahrzeugs im Vordergrund, wobei gleichzeitig die Batterie nachgeladen wird. Typische Standorte sind Parkhäuser, Einkaufszentren oder grosse Parkplätze neben touristischen Attraktionen. Die Ladevorgänge finden häufig mit Wechselstrom (AC) statt. Die installierte Ladeleistung liegt bei 11, meist aber bei 22 kW. An ausgewählten POI-Standorten werden höhere AC-Ladeleistungen von bis zu 43 kW und DC-Ladungen von 50 kW angeboten. POI-Ladestationen haben eine hohe Auslastung und entsprechend viele Ladevorgänge pro Jahr. Die Ladedauer beträgt meist 45-60 Minuten, teilweise auch über 2 Stunden. Die geladene Strommenge pro Ladevorgang ist deutlich höher als beim privaten Laden (14-16 kWh).

Beim Schnellladen (Fast Charging) steht das Laden und nicht das Parkieren im Vordergrund. Schnellladestationen sind vergleichbar mit heutigen Tankstellen. Die Ladevorgänge finden häufig mit Gleichstrom (DC) statt oder mit einer AC-Ladeleistung von 43 kW. Schnellladestationen weisen sehr viele Ladevorgänge pro Jahr vor und haben daher eine hohe Auslastung. Die Ladedauer beträgt in der Regel rund 15 Minuten. Die geladene Strommenge pro Ladevorgang beträgt in den nächsten Jahren rund 15 kWh, längerfristig 18-20 kWh.

4.3 Anzahl Elektrofahrzeuge und Ladebedarf

Abbildung 6 und Tabelle 5 zeigen die Entwicklung der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen im Kanton Schaffhausen je nach Szenario und Jahr. Im Jahr 2020 werden 80 bis 120 batterie-elektrische Fahrzeuge (2018 waren es 59) und 70 bis 107 Plug-in-Hybride neuzugelassen. Im Jahr 2030 steigt die Zahl der Neuimmatrikulationen im Kanton Schaffhausen im Szenario BAU auf über 620 Elektrofahrzeuge (BEV und PHEV) an. Im mittleren Szenario EFF sind es zum gleichen Zeitpunkt rund 1'000, im höchsten Szenario COM über 1'400 Elektrofahrzeuge, die jährlich neu auf die Strasse kommen. Im

19 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

Trendszenario BAU wird dieser Wert erst 2040 erreicht, während die Zielszenarien dann bereits Neuzulassungszahlen von 2'000 bis 2'700 vorsehen. Zu dem Zeitpunkt dürfte der Anteil der batterieelektrischen Hybride deutlich grösser sein als jener der Plug-in-Hybride.

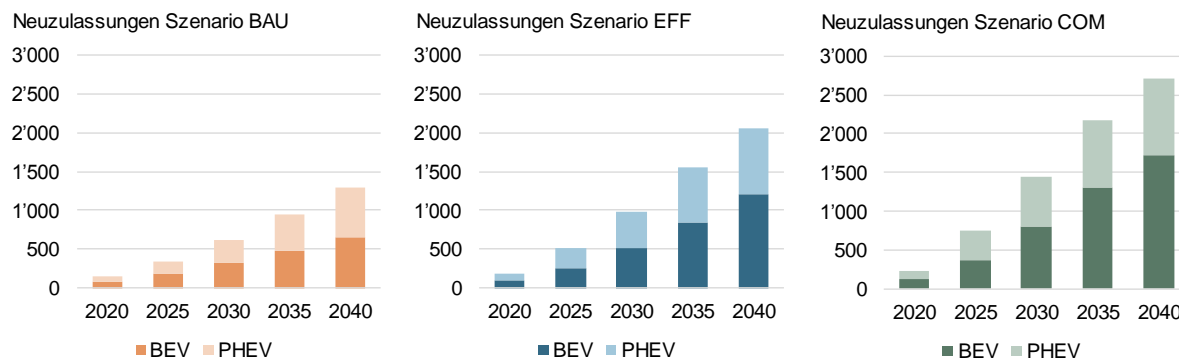


Abbildung 6: Neuzulassungen bei Elektrofahrzeugen im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

	BAU		EFF		COM	
	BEV	PHEV	BEV	PHEV	BEV	PHEV
2020	80	70	91	91	120	107
2025	175	161	259	255	369	374
2030	324	297	511	476	795	657
2035	485	467	846	699	1'299	869
2040	657	634	1'198	865	1'722	989

Tabelle 5: Neuzulassungen bei Elektrofahrzeugen im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

Der Fahrzeugbestand der Elektromobile erreicht bis 2025 die Marke von 2'000 Elektrofahrzeugen (BEV und PHEV) im Kanton Schaffhausen. Bis 2035 sind je nach Szenario 7'000 bis 17'000 Elektrofahrzeuge auf der Strasse unterwegs mit weiter stark steigender Tendenz. Nur fünf Jahre später, im Jahr 2040, sind es bereits 12'000 bis 26'000 Elektrofahrzeuge (Abbildung 7 und Tabelle 6).

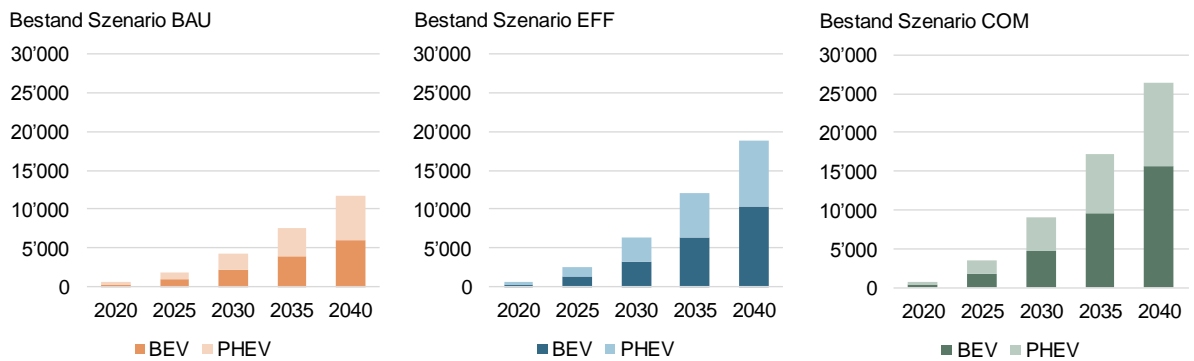


Abbildung 7 Bestand der immatrikulierten Elektrofahrzeuge im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

	BAU		EFF		COM	
	BEV	PHEV	BEV	PHEV	BEV	PHEV
2020	348	297	353	334	413	352
2025	987	865	1'302	1'259	1'721	1'729
2030	2'243	1'989	3'219	3'105	4'714	4'324
2035	3'890	3'717	6'318	5'741	9'550	7'654
2040	5'930	5'776	10'377	8'477	15'583	10'770

Tabelle 6: Bestand der immatrikulierten Elektrofahrzeuge im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

Der Gesamtladebedarf der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen ist in Abbildung 8 und Tabelle 7 abgebildet. Er steigt im mittleren Szenario EFF von knapp 1'300 MWh im Jahr 2020 auf bis zu 28'000 MWh im Jahr 2040 (Faktor 21) an, bei weiter stark steigender Tendenz nach 2040. Im Szenario BAU wird im Jahr 2040 ein Gesamtladebedarf von knapp 18'000 MWh erwartet, im Szenario COM sind es 39'000 MWh. Dies entspricht rund 8 % des Stromverbrauchs im Jahr 2018 im Kanton Schaffhausen.

Wie in Abbildung 8 ersichtlich, sind kurz- und langfristig im Kanton Schaffhausen Home & Work Charging die wichtigsten Ladestationstypen (2040: ~75 % des gesamten Ladevolumens; 14'000-28'000 MWh), wobei Home Charging über den ganzen Kanton betrachtet wichtiger ist als Work Charging. Das Laden beim Arbeitgeber ist vor allem in der Stadt Schaffhausen ausgeprägt.

Das Laden an öffentlich zugänglichen Ladestationen wird vom Ladestationstyp POI dominiert (rund 20 % des gesamten Ladebedarfs). Der Anteil des Ladebedarfs, der an Schnellladestationen geladen wird, ist mit 5-7 % deutlich geringer. Je nach Szenario wird im Jahr 2030 im Kanton Schaffhausen zwischen 500 und 1'000 MWh an Schnellladestationen geladen.

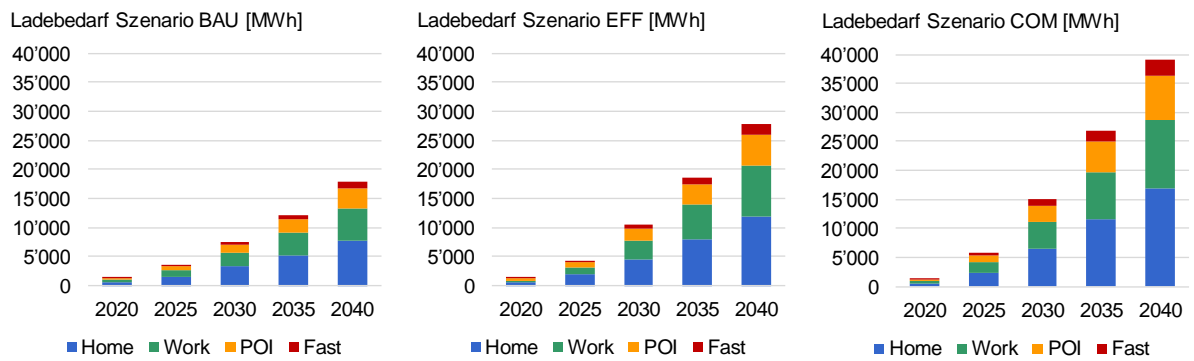


Abbildung 8 Ladebedarf der Elektromobilität (inkl. externe Fahrzeuge) je Ladestationstyp im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

	BAU				EFF				COM			
	Home	Work	POI	Fast	Home	Work	POI	Fast	Home	Work	POI	Fast
2020	554	413	297	63	485	438	270	59	532	464	307	72
2025	1'500	1'118	726	200	1'906	1'314	894	254	2'453	1'762	1'158	344
2030	3'302	2'334	1'435	455	4'492	3'324	2'014	663	6'470	4'611	2'946	964
2035	5'226	3'805	2'360	783	8'016	5'898	3'561	1'226	11'624	8'145	5'189	1'824
2040	7'791	5'574	3'340	1'146	11'872	8'819	5'301	1'882	16'887	11'786	7'588	2'793

Tabelle 7: Strombedarf der Elektromobilität (inkl. externe Fahrzeuge) in MWh je Ladestationstyp im Kanton Schaffhausen in den drei Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

4.4 Bedarf an Ladeinfrastruktur

Der Bedarf für private Ladeinfrastruktur hängt einerseits von der Anzahl immatrikulierter Elektrofahrzeuge (Privatpersonen und Unternehmen) im Kanton Schaffhausen ab. Andererseits lösen Pendler, die künftig mit Elektrofahrzeugen in den Kanton Schaffhausen zur Arbeit fahren, einen Bedarf für Ladestationen am Arbeitsplatz aus.

Im Jahr 2020 werden in privaten Haushalten des Kantons Schaffhausen je nach Szenario 300 bis 370 Ladestationen benötigt. In den darauffolgenden zehn Jahren entwickelt sich der Bedarf sehr dynamisch. Bis 2030 steigt der Bedarf für private Heimpladestationen auf 2'100 bis 4'500 Ladestationen an (Abbildung 9 und Tabelle 8). Wie in Abbildung 9 ersichtlich, werden im Jahr 2040 gemäss Szenario EFF rund 9'100 private Heimpladestationen benötigt.

Pendler- und Flottenfahrzeuge laden teilweise, respektive fast ausschliesslich an privaten Ladestationen in Unternehmen. Der Bedarf liegt im Jahr 2020 je nach Szenario bei 240 bis 300 Ladestationen. Der grösste Bedarf besteht dabei in der Stadt Schaffhausen. Analog zur Entwicklung der Heimpladestationen ist zwischen 2020 und 2030 mit einem starken Zuwachs an Ladestationen bei Unternehmen zu rechnen. Im Szenario EFF steigt der Bedarf im bis im Jahr 2030 auf 2'300 und bis im Jahr 2040 auf rund 7'000 Ladestationen.

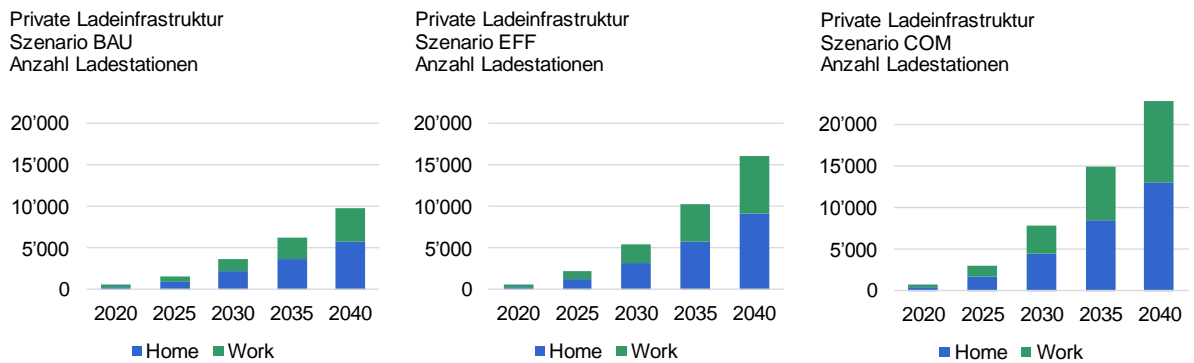


Abbildung 9: Anzahl benötigte Ladestationen im privaten Bereich (je für Home und Work) im Kanton Schaffhausen für die Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

Der Bedarf für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur hängt einerseits von der Anzahl Elektrofahrzeugbesitzer ohne Heimplademöglichkeit (hauptsächlich Bewohner von Mehrfamilienhäusern in der Altstadt) und andererseits vom importierten Freizeitverkehr aus der Schweiz und Deutschland ab.

Im Jahr 2020 gibt es ein Potenzial von 40 bis 50 öffentlich zugänglichen Ladestationen im Kanton Schaffhausen (Tabelle 8 und Abbildung 10). Der grösste Teil des Potenzials fällt auf die Stadt Schaffhausen. Das Potenzial für Schnellladestationen ist mit nur zwei benötigten Ladestationen im Kanton Schaffhausen bis 2020 beschränkt.

Das Potenzial für öffentlich zugängliche Ladestationen im Kanton Schaffhausen steigt bis 2030 deutlich an (60 bis 120 POI-Ladestationen und 4 bis 9 Schnellladestationen). Im Jahr 2040 werden je nach Szenario 100 bis 230 POI-Ladestationen und 9 bis 25 Schnellladestationen im Kanton Schaffhausen benötigt.

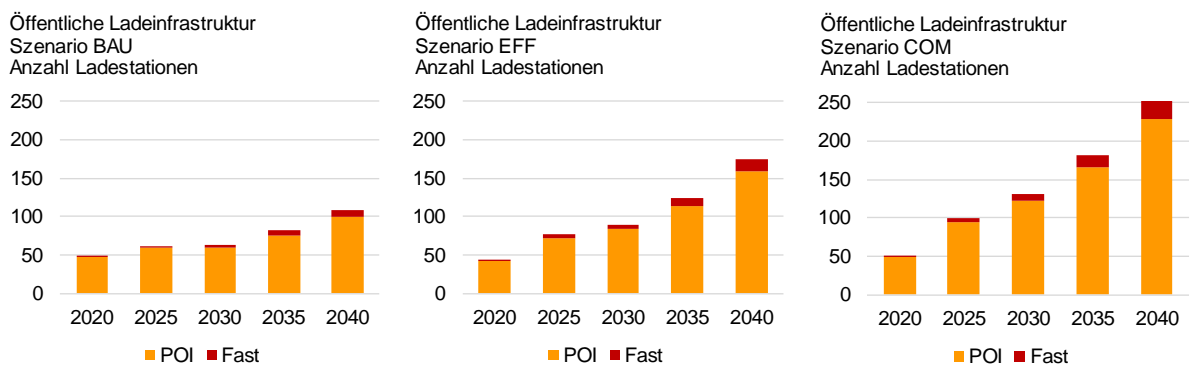


Abbildung 10: Wirtschaftliches Potenzial für öffentlich zugängliche Ladestationen (POI- und Schnellladestationen) im Kanton Schaffhausen für die Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

	BAU				EFF				COM			
	Home	Work	POI	Fast	Home	Work	POI	Fast	Home	Work	POI	Fast
2020	303	244	42	2	328	262	42	2	369	304	48	2
2025	892	651	59	3	1'269	886	73	4	1'704	1'210	95	5
2030	2'138	1'447	59	4	3'130	2'293	84	7	4'449	3'344	123	9
2035	3'680	2'553	76	6	5'819	4'438	114	10	8'487	6'362	166	15
2040	5'825	3'964	100	9	9'105	6'979	159	16	12'875	9'819	228	25

Tabelle 8: Anzahl benötigte Ladestationen je Ladestationstyp im Kanton Schaffhausen für die Szenarien BAU, EFF und COM (von links nach rechts).

4.5 Beitrag zum Klimaschutz

Die von Personenwagen im Betrieb emittierten CO₂-Emissionen hängen stark von der Marktdurchdringung der Elektromobilität ab. Je mehr und je früher Personenwagen elektrisch angetrieben werden, desto stärker können die CO₂-Emissionen reduziert werden. Dies wird beim Vergleich der drei Elektromobilitätsszenarien BAU, EFF und COM in Abbildung 11 ersichtlich. Übereinstimmend mit der Klimakonvention der Vereinten Nationen sind die Emissionen, die bei der Produktion von Importgütern (inkl. Importstrom) entstehen, nicht berücksichtigt. Gemäss Ausgestaltung und Vollzug der Emissionsvorschriften für neue Personenwagen in der Schweiz, die sich eng an die entsprechenden EU-Bestimmungen halten, werden die CO₂-Emissionen für voll-elektrischen Elektrofahrzeugen bei 0 g CO₂/km angesetzt.

Die jährlichen CO₂-Emissionen des MIV im Bereich der Personenwagen liegen heute schätzungsweise bei knapp 110'000 Tonnen. Sie machen damit rund ein Viertel der Gesamtemissionen des Kantons Schaffhausen aus (rund 460'000 Tonnen CO₂²⁰). Im Szenario BAU können die CO₂-Emissionen des Personenwagenverkehrs im Kanton Schaffhausen bis im Jahr 2040 um 21 % gegenüber 2020 (oder um rund 23'000 Tonnen) reduziert werden. Der Absenkpfad im Szenario BAU berücksichtigt die Verschärfung der Emissionsvorschriften für Neuwagen der EU, welche die Schweiz im Rahmen der Umsetzung des 1. Massnahmenpakets zur Energiestrategie 2050 übernimmt (siehe Kapitel 4.1). Das Reduktionspotenzial im Szenario BAU wird mit grosser Sicherheit realisiert und hängt nicht von kantonalen Massnahmen ab. Es kann als neue Baseline gelten, an der sich Emissionsminderungen messen. Wie in Abbildung 11 gezeigt, können die CO₂-Emissionen des Personenwagenverkehrs im Jahr 2040 in den beiden ambitionierteren Szenarien um weitere 20 % (EFF), respektive 37 % (COM) gegenüber dem Szenario BAU reduziert werden. Wird das Szenario COM realisiert, so entspräche dies einer Reduktion der CO₂-Emissionen im Jahr 2040 von rund 64'000 Tonnen jährlich. Im Vergleich zum heutigen Jahresausstoss entspricht dies rund 14 %.

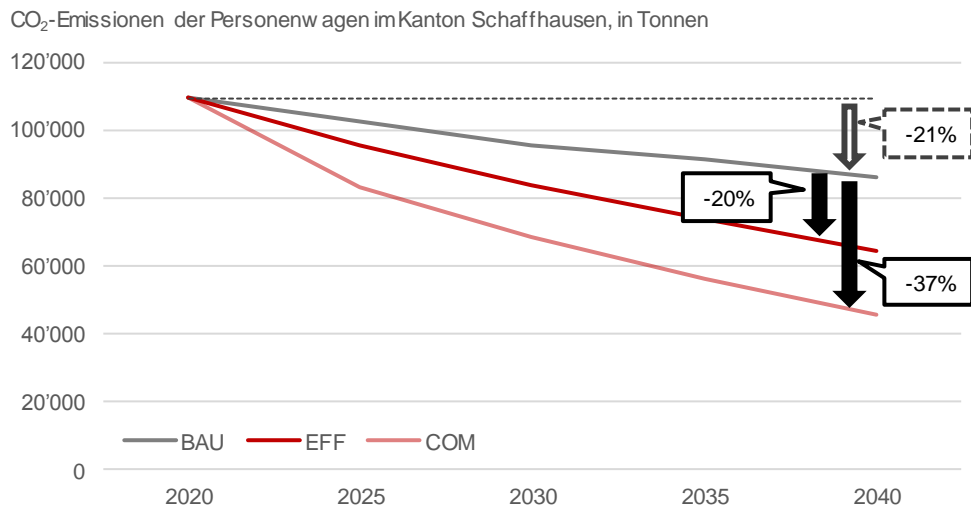


Abbildung 11: Jährliche CO₂-Emissionen der Personenwagen im Kanton Schaffhausen von 2020 bis 2040 gemäss den drei Szenarien BAU, EFF, COM.

5. Massnahmenplan

Die Elektromobilität birgt für den Kanton Schaffhausen zahlreiche Chancen. Die wichtigsten sind die Reduktion des Endenergieverbrauchs, der Beitrag zum Klimaschutz, die Verbesserung der Luftreinhaltung sowie die Reduktion der Lärmbelastung.

Die Elektromobilität birgt für den Kanton aber auch Risiken. Erwähnenswert sind insbesondere die Verlagerung der Schadstoffemissionen in die Vorketten der Fahrzeugproduktion, Mehrverkehr (Rebound), die Zunahme des Stromverbrauchs, sowie die zusätzliche Belastung des Stromverteilnetzes.

Die für den Kanton Thurgau ausführlich beschriebenen Chancen und Risiken gelten auch für den Kanton Schaffhausen. Sie sind im Kapitel 6.1 des Berichts Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau²¹ einsehbar.

Aus dem kantonalen Zielsystem (Kapitel 2), der Analyse des Ist-Zustandes (Kapitel 3) sowie unter Berücksichtigung der kantonalen Szenarien der Elektromobilität (Kapitel 4) und der Chancen und Risiken der Elektromobilität (siehe oben und Kapitel 6 im Bericht des Kantons Thurgau²²) wurden im Rahmen von drei Workshops mit der Begleitgruppe die in Abbildung 12 aufgeführten Handlungsfelder für den Kanton Schaffhausen identifiziert und darauf basierend Massnahmen ausgearbeitet.

FAHRZEUGE				ENERGIE – INTEGRATION INS STROMSYSTEM		
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	Geschäftlicher Verkehr (GV) (Güter, Gewerbe, Kommunal- und Firmenfahrzeuge)	Öffentlicher Verkehr (ÖV)	Multimodaler Verkehr	Ladeinfrastruktur	Stromqualität	Netzintegration E-Mobilität
<ul style="list-style-type: none"> Kaufanreize PKW - Info/ Beratung - Probefahrten - Subvention (gute Förderkriterien) 	<ul style="list-style-type: none"> Kommunale Fahrzeuge und Logistik - Beschaffungsrichtlin. für Fahrzeuge und DL - Leitfaden f. Gemeinden 	<ul style="list-style-type: none"> E-Busse - Pilotprojekt - E-Bus-Strategie 	<ul style="list-style-type: none"> E-Car-Sharing - e-Carsharing statt eigener Flotten 	<ul style="list-style-type: none"> Wohnen und Arbeiten - Bauvorschriften Neu-/ Umbauten - Förderung Laden am Arbeitsplatz 	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Ökostrom - Förderkriterium für Ladesäulen 	<ul style="list-style-type: none"> Netzfremdlichkeit/ Smart Charging - Ansteuerbarkeit als Förderkrit.
<ul style="list-style-type: none"> Steueranreize - Ökolog. Mzgst. Steuer - Anrechnung Privatgebrauch Firmenfz - E-Pauschalabgabe - MWst. / Einkommenst. 	<ul style="list-style-type: none"> Firmenflotten (+Kant.) - Dekarbonisierungsk. - Subvention Ladeinfra 	<ul style="list-style-type: none"> E-Taxis - Anpassung Reglement - Subvention - Lizenzrabatt - LIS für Taxi - E-Standplätze 		<ul style="list-style-type: none"> Langsamladen Strassenraum - Quartierladeplätze - Blaue Zone - Parkhäuser und Einstellhallen 		

Abbildung 12: Identifizierte Handlungsfelder (blau) und Massnahmen (orange) des Kantons Schaffhausen zur Förderung der Elektromobilität.

Die Massnahmen wurden hinsichtlich ihrer Gesamtwirkung beurteilt. Dabei standen folgende Kriterien im Vordergrund:

- **Technische Realisierbarkeit:** sind die nötigen Technologien vorhanden (Reichweite, Modelle, ...)?
[Skala 1=kaum realisierbar bis 5=einfach realisierbar]

21 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

22 [Kanton Thurgau 2018: Chancen der Elektromobilität für den Kanton Thurgau](#)

- **Akzeptanz Politik/Bevölkerung:** ist die Umsetzung der Massnahme breit abgestützt (oder besteht das Risiko eines Referendums)?
[Skala 1=starke Ablehnung bis 5=hohe Akzeptanz]
- **Einsparung CO₂:** ist die Emissionseinsparung (direkt und indirekt) relevant?
[Skala 1=vernachlässigbare Einsparung bis 5=sehr grosse Einsparung]
- **Anzahl Elektrofahrzeuge:** führt die Umsetzung zu einer beschleunigten Marktdurchdringung?
[Skala 1=keine Beschleunigung bis 5=deutliche Beschleunigung]
- **Kosteneffizienz:** Sind die Kosten für den Kanton tragbar und angemessen? *[Skala 1=untragbare Kosten bis 5=hohe Kosteneffizienz]*

Die Massnahmen wurden weiter hinsichtlich des Zeithorizonts (kurzfristig [Umsetzung innerhalb 1 bis 2 Jahre], mittelfristig [innerhalb 5 Jahre], langfristig [innerhalb 15 Jahre]) und gemäss den folgenden Instrumententypen charakterisiert:

- Marktbasierte Massnahmen (Förderbeiträge, ökol. Steuern)
- Regulierung (Normen + Standards)
- Information und Beratung
- Pilot- und Demonstrationsprojekte
- Vorbildfunktion

Die kurz- und mittelfristigen Massnahmen sind als Impulsgeber für eine schnellere Marktdurchdringung der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen gedacht und decken ein breites Spektrum an Themen ab. Insbesondere sind Zielgruppen adressiert, welche als Multiplikatoren gelten: Garagisten, EVUs, Arbeitgeber, Parkhaus-Betreiber, Planer und Pendler.

Die Elektromobilität kann entscheidend durch die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen gefördert werden. Dazu gehören Anpassungen im kantonalen Baugesetz, welche die Elektrifizierung von Parkplätzen bei Neu- und Umbauten sowie später für den gesamten Gebäudebestand vorsehen.

Der Kanton nimmt eine wichtige Vorbildfunktion ein. Zwei Massnahmen wurden daher spezifisch auf die kantonale Verwaltung ausgerichtet.

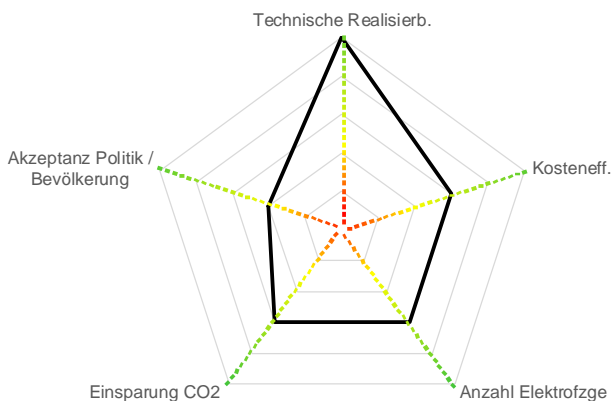
Da der Ertrag aus dem Werkstattgeschäft bei Elektroautos kleiner ist (Elektroautos weisen um mind. 40 % geringere Wartungs- und Unterhaltskosten auf) und die Gewinnmargen für Elektrofahrzeuge eher unterdurchschnittlich sind, haben Autoverkäufer aktuell oft Vorbehalte gegenüber Elektroautos. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Hemmnisse der Garagisten abzubauen und sie zu motivieren, resp. auszubilden.

Die Sicherstellung des Einsatzes von Ökostrom ist eine Grundbedingung, die im Rahmen von mehreren Massnahmen berücksichtigt wird.

5.1 Massnahmenliste

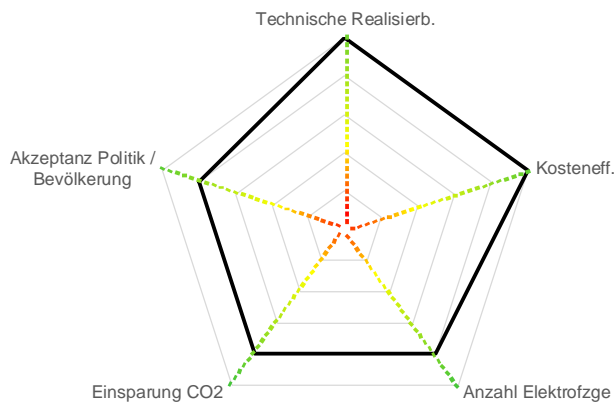
MASSNAHME 1	FÖRDERUNG E-MOBILITÄT BEIM ARBEITGEBER
Ziel	Die Elektromobilität beim Arbeitgeber wird durch den Kanton Schaffhausen gezielt unterstützt. Durch das Laden am Arbeitsplatz («Work Charging») kann die Stromproduktion aus Photovoltaik effizient genutzt werden. Zudem besteht die Möglichkeit, Lademanagementsysteme anzuwenden, was die Verteilnetze entlastet (smart Charging).
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton erarbeitet eine Informationsbroschüre und eine Website (siehe Massnahme 10) zum «Laden am Arbeitsplatz». Zielgruppen sind Unternehmen und Anbieter von Ladestationen. Inhalte: Vorteile, Vorgehen, Unterstützung Kanton. 2. Der Kanton bietet sich als Anlaufstelle an für interessierte Unternehmen und verweist diese an private Anbieter weiter. 3. Der Kanton erarbeitet Anforderungen (z.B. PV, Ökostrom, Lademanagementsysteme) zur finanziellen Förderung von Ladestationen am Arbeitsplatz. 4. Der Kanton fördert Ladestationen am Arbeitsplatz mit einem Förderbeitrag.
Instrumententyp	Information und Beratung; Marktbasierte Massnahmen; Regulierung
Handlungsfeld	Ladeinfrastruktur; Stromqualität; Netzintegration E-Mobilität
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten Broschüre, Erarbeitung Anforderungen 20-30 kFr.; Förderbeitrag pro Ladestation rund 0.5 k/Ladestation, Gesamtkosten je nach Ausgestaltung des Förderprogramms.
Einsparung CO₂	16'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Energiefachstelle, SH Power, EKS; Vorlage Regierungsrat

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



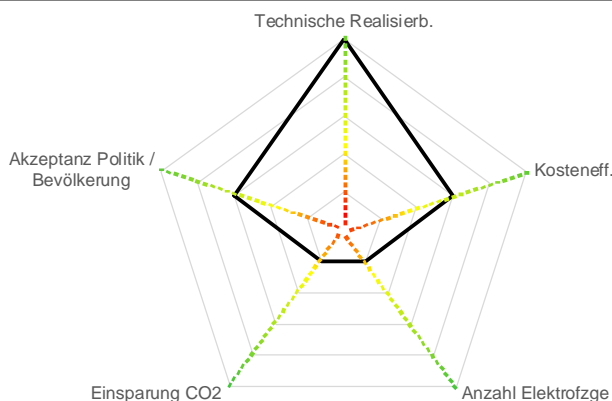
MASSNAHME 2	E-MOBILITÄT IN GEBÄUDEN
Ziel	<p>Der Kanton erlässt Vorschriften, damit der Gebäudebestand und Neubauten auf die Marktdurchdringung vorbereitet sind und das Laden zu Hause und am Arbeitsplatz («Home» und «Work Charging») ermöglicht wird.</p> <p>Dazu passt der Kanton das kantonale Baugesetz an und prüft eine Förderung für private Ladestationen.</p>
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton erarbeitet Grundlagen zur Berücksichtigung der Elektromobilität im kantonalen Baugesetz. Zudem prüft der Kanton die finanzielle Förderung für private Ladestationen (siehe auch Massnahme 1). 2. Anpassung des kantonalen Baugesetzes: Vorgesehen sind Grundeigentümer verbindliche Quoten für elektrifizierte Parklätze in Neu- und Umbauten (in Anlehnung an SIA-Norm) sowie zu einem späteren Zeitpunkt für den gesamten Gebäudebestand (Vorbereitungsmassnahmen mit zu definierender Übergangsfrist). Dabei soll die elektrische Installation vorbereitet sein (Möglichkeit zur Abrechnung je Wohneinheit über Schlüsselsteckdose). 3. Umsetzung über Baunutzungsordnung in den Gemeinden 4. Berücksichtigen in Quartierplanverfahren
Instrumententyp	Regulierung
Handlungsfeld	Ladeinfrastruktur
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 20-50 kFr.; Im Falle einer Förderung: Förderbeitrag pro Ladestation rund 0.5 k/Ladestation, Gesamtkosten je nach Ausgestaltung des Förderprogramms.
Einsparung CO₂	22'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Baudepartement; Vorlage Regierungsrat → Beschluss Kantonsrat, Einwohnerinnen und Einwohner des Kantons Schaffhausen (Abstimmung)

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



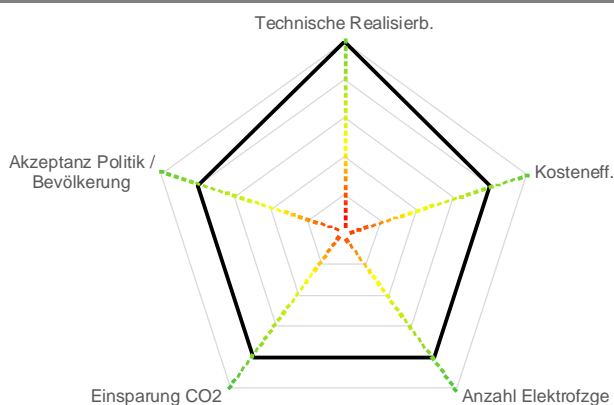
MASSNAHME 3	LADEINFRASTRUKTUR IM ÖFFENTLICHEN STRASSENRAUM
Ziel	Der Kanton erarbeitet Lösungen für das Laden im öffentlichen Strassenraum. Die Mehrheit der Ladevorgänge erfolgt künftig zwar zu Hause («Home Charging») und am Arbeitsplatz («Work Charging»). Vor allem in urbanen Gebieten haben aber viele Fahrzeugbesitzer keinen fixen privaten Parkplatz und parkieren im öffentlichen Raum (weisse resp. blaue Parkplätze). Die Zusammenarbeit mit der Stadt Schaffhausen und allenfalls weiteren Gemeinden ist für diese Massnahme zwingend nötig.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton entwickelt in Zusammenarbeit mit den Gemeinden ein Pilotprojekt für das Laden im öffentlichen Strassenraum. Dabei sollen einige weisse/blau Parkplätze zu grünen Parkplätzen mit öffentlichen Ladestationen umfunktioniert werden. 2. Umsetzung des Pilotprojekts und Monitoring. Primär sollen damit Erfahrungen und Erkenntnisse gewonnen werden, wie künftig mit dem Laden im öffentlichen Strassenraum umzugehen ist. 3. Schlussbericht und Ausarbeitungen einer kantonalen Strategie zum Laden im öffentlichen Strassenraum. 4. Der Kanton sieht sich als koordinierende Stelle und formuliert Empfehlungen für Gemeinden, damit kommunale Parkregime angepasst werden können.
Instrumententyp	Pilot- und Demonstrations-Projekte
Handlungsfeld	Ladeinfrastruktur
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 20-50 kFr. Allenfalls beteiligt sich das Agglomerationsprogramm an den Kosten dieser Massnahme.
Einsparung CO₂	5'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Baudepartement – Tiefbau; SH Power, EKS, Gemeinden

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



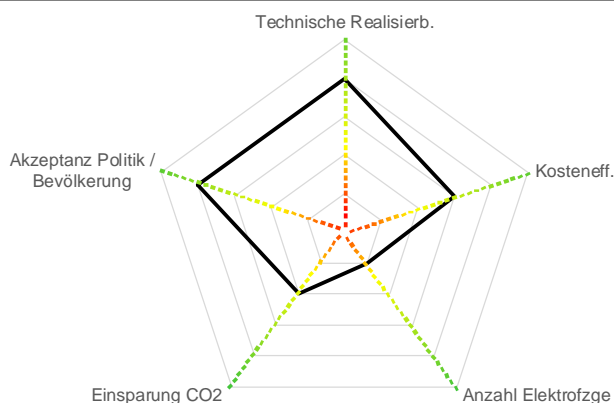
MASSNAHME 4	ELEKTRIFIZIERUNG PARKHÄUSER
Ziel	Der Kanton motiviert und verpflichtet Parkhausbetreiber zur Elektrifizierung ihrer Parkhäuser. Parkhäuser sind für das Laden von Elektrofahrzeugen geeignet: die Ladestellen befinden sich im Innenraum, was die Benutzbarkeit erleichtert und das Stadtbild nicht beeinträchtigt. Weiter ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur einfach und kostengünstig.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton erarbeitet eine Informationsbroschüre und eine Website (siehe Massnahme 10) für Parkhausbetreiber sowie Gewerbe mit vielen Parkplätzen. Inhalte: Vorteile, Vorgehen, Unterstützung Kanton. 2. Der Kanton erarbeitet eine kantonale Verpflichtung für die Elektrifizierung sämtlicher Parkhäuser und Park & Ride Standorte (nachfragegerechter Ausbau Ladestationen). Änderung vom Baugesetz nötig.
Instrumententyp	Information und Beratung, Regulierung (Normen, Standards, Beschaffung, Verpflichtung)
Handlungsfeld	Ladeinfrastruktur
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 50 kFr. für die Umsetzung der Verpflichtungen; einmalige Kosten 20-30 kFr. für Information und Beratung (bezieht sich auf Massnahme 10)
Einsparung CO₂	22'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Baudepartement – Tiefbau; SH Power, EKS; Vorlage Regierungsrat → Beschluss Kantonsrat

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



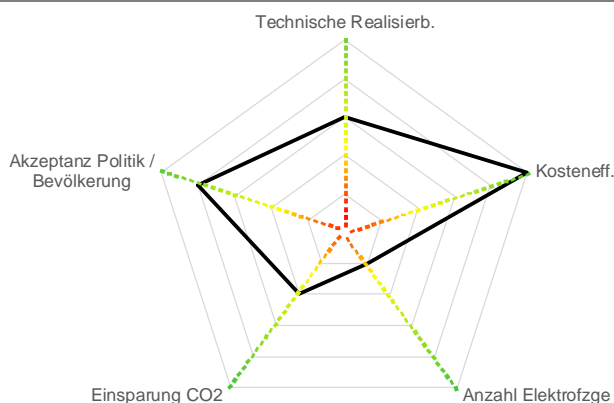
MASSNAHME 5	PILOTPROJEKT REGIONALE E-BUSSE
Ziel	Der Kanton treibt die vollständige Elektrifizierung der Regionalbuslinien voran und führt dazu ein Pilotprojekt durch. Die Verkehrsbetriebe Schaffhausen setzen auf Elektrobusse und möchten bis 2027 die ganze Flotte in der Stadt Schaffhausen umstellen. Der Einsatz von Elektrobusen in ländlichen Gebieten ist zurzeit noch nicht konkret vorgesehen.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton entwickelt ein Pilotprojekt für die vollständige Elektrifizierung einer oder mehrerer Regionalbuslinien. 2. Umsetzung des Pilotprojekts und Monitoring. Im Rahmen des Pilotprojekts soll die Beschaffung von Elektrobusen untersucht (Anpassung Beschaffungswesen) und die optimale Technologie für die Ladeinfrastruktur bestimmt werden. 3. Schlussbericht und Ausarbeitungen einer Strategie «Busse mit elektrischem Antrieb»
Instrumententyp	Pilot- und Demonstrations-Projekte; Vorbildfunktion
Handlungsfeld	Öffentlicher Verkehr
Zeithorizont	Langfristig
Kosten Kanton	n.q. (abhängig von der Anzahl der Elektrobusse und dem Kostenanteil des Kantons); Allenfalls beteiligt sich das Agglomerationsprogramm an den Kosten dieser Massnahme.
Einsparung CO₂	n.q.
Zuständigkeit der Umsetzung	Verkehrsbetriebe Schaffhausen, Baudepartement – Koordinationsstelle Öffentlicher Verkehr; Einfluss Regierungsrat über Verwaltungsrat

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



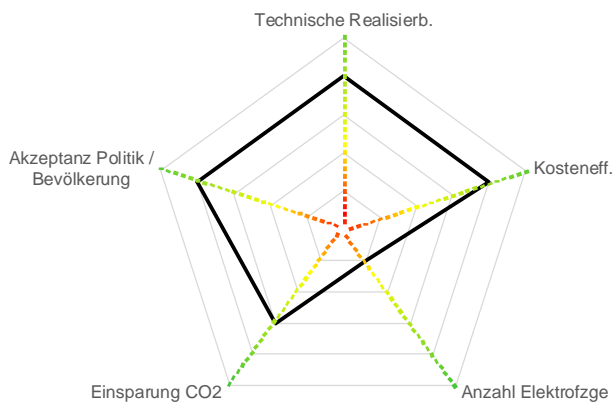
MASSNAHME 6	FÖRDERUNG E-TAXIS
Ziel	<p>Der Kanton fördert emissionsfreie Taxis. Emissionsfreie Taxis nehmen durch ihre hohe Sichtbarkeit und Erfahrbarkeit für die Bevölkerung eine wichtige Vorbildfunktion ein. Mit dieser Massnahme soll die Zahl der emissionsfreien Taxis erhöht werden.</p> <p>Die Regelung des Taxiwesens obliegt den Gemeinden. Im Kanton Schaffhausen verfügt einzig die Stadt Schaffhausen über eine Taxiverordnung, wobei der Regierungsrat diese genehmigt. Eine Zusammenarbeit mit den kommunalen Behörden ist daher zentral.</p>
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton klärt die Möglichkeit einer technologieabhängigen Vergabe von Standplätzen für Taxis ab. Emissionsfreie Taxis (E-Taxis inkl. Wasserstoff) sollen dabei begünstigt werden. 2. Der Kanton erarbeitet einen Vorschlag für kommunale Vorgaben, welche z.B. ab dem Jahr 2022 nur die Vergabe von Standplätzen an emissionsfreie Taxis vorsieht. Der Kanton erarbeitet diesbezüglich Empfehlungen für die Gemeinden. 3. Der Kanton erarbeitet Anforderungen zur Förderung von Ladestationen an wichtigen Standplätzen (vereinfachte Bewilligungsverfahren). 4. Der Kanton gibt EKS den Auftrag Taxistandplätze zu elektrifizieren (Anpassung Eignerstrategie). 5. Der Kanton gibt den Gemeinden den Auftrag ihre Taxiverordnung anzupassen mit dem Ziel langfristig nur noch emissionsfreien Taxis eine Taxilizenz zu geben. <p>Die Massnahmen 9 (Umstiegsprämie) und 11 (Motorfahrzeugsteuer) begünstigen ebenfalls E-Taxis.</p>
Instrumententyp	Regulierung; Vorbildfunktion; Marktbasierter Massnahmen
Handlungsfeld	Öffentlicher Verkehr
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 50 kFr. für die Umsetzung. Die Kosten des Förderbeitrags sind in diesem Betrag nicht enthalten. Diese sind abhängig von der Ausgestaltung der Förderung.
Einsparung CO₂	n.q.
Zuständigkeit der Umsetzung	Baudepartement – Tiefbau, EKS, SH Power, Gemeinden

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



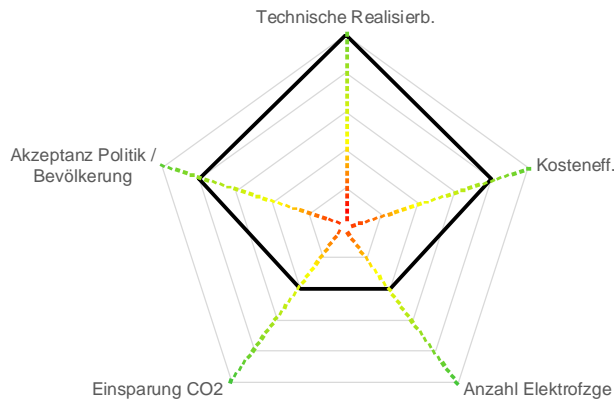
MASSNAHME 7	EINSATZ VON ELEKTROFAHRZEUGEN IN DER VERWALTUNG
Ziel	Der Kanton nimmt seine Vorbildfunktion wahr und erarbeitet Beschaffungsrichtlinien, um eine rasche Elektrifizierung der eingesetzten Fahrzeuge zu erreichen. Der vermehrte Einsatz von Elektromobilen in der kantonalen Verwaltung führt zur höheren Akzeptanz in der Bevölkerung.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton erarbeitet die Beschaffungsrichtlinien (die auch als Vorlage für Firmen dienen können) um kleine, schlanke Elektrofahrzeuge zu bevorzugen. Ziel ist eine 100 %-Elektrifizierung bei Neubeschaffungen von Dienstfahrzeugen (Personenwagen), soweit technisch möglich. Wenn technisch möglich, wird auch eine Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen angestrebt. Als Vorlage für die Beschaffungsrichtlinie kann die Richtlinie bei SH POWER dienen. Ein Mobilitätskonzept für die kantonale Verwaltung muss vorliegen. 2. Der Kanton setzt sich ein, dass Verwaltung-Dienstreisen vermehrt mit ÖV und falls nötig, verbunden mit E-Car-Sharing oder E-Bikes zurückgelegt werden. 3. Weiter werden eigene Fahrzeuge der Verwaltung für E-Car-Sharing und damit der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. <p>Allenfalls Outsourcing: E-Car-Sharing-Angebot, sowie E-Fahrzeuge, Unterhalt und Abrechnung von einem externen Unternehmen, Stadt Schaffhausen klärt letzteres im Sommer 2019 ab.</p>
Instrumententyp	Vorbildfunktion
Handlungsfeld	Geschäftlicher Verkehr (GV), Ladeinfrastruktur
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 20-30 kFr. für die Umsetzung, allfällige Mehrkosten bei kantonalen Nutzfahrzeugen sind hier nicht quantifiziert
Einsparung CO₂	n.q.
Zuständigkeit der Umsetzung	Regierungsrat; Vorlage: Regierungsrat

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



MASSNAHME 8	LADINFRASTRUKTUR FÜR MITARBEITER + BESUCHER
Ziel	Der Kanton nimmt seine Vorbildfunktion wahr und stellt bei bestehenden und neuen Amtsbauten Ladestationen für Mitarbeiter zur Verfügung. Dabei sollten auch Ladestationen für E-Bikes mit einbezogen werden.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton prüft, bei welchen kantonalen Gebäuden und in welcher Anzahl Ladestationen sinnvoll sind. 2. Kanton erarbeitet Vorgaben zur Elektrifizierung der Parkplätze kantonalen Gebäude. Dabei steht ein prozentualer Anteil elektrifizierter Parkplätze je Gebäudetyp (in Anlehnung an die neue SIA-Norm für Elektromobilität) im Vordergrund. Der Fokus liegt zudem bei Tiefgaragen und der Elektrifizierung von Besucherparkplätzen. Die Ladestationen sollen öffentlich zugänglich sein (ausserhalb Öffnungszeiten). 3. Umsetzung der Vorgaben
Instrumententyp	Vorbildfunktion
Handlungsfeld	Geschäftlicher Verkehr (GV), Ladeinfrastruktur
Zeithorizont	Mittelfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten pro Ladestation 7 kFr.; unklar, ob Stromkosten den Mitarbeitern umgewälzt werden.
Einsparung CO₂	n.q.
Zuständigkeit der Umsetzung	Energiefachstelle, Vorlage Regierungsrat

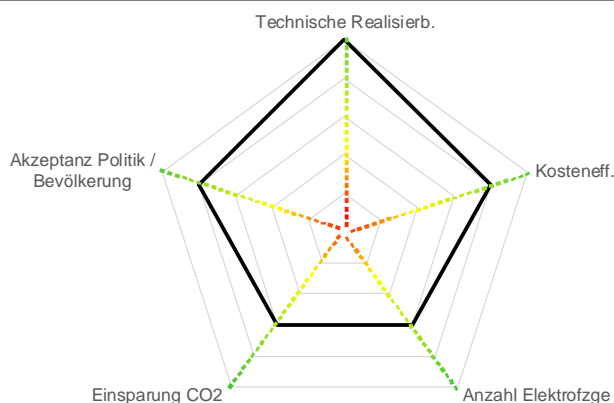
Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



MASSNAHME 9	DIREKTE UMSTIEGSPRÄMIE FÜR ELEKTROFAHRZEUGE
Ziel	Der Kanton unterstützt den Kauf von Elektrofahrzeugen und elektrischen Nutzfahrzeugen über eine Kaufprämie.
Vorgehen	<p>1. Förderprogramm planen: Der Kauf von elektrisch angetriebenen Personenwagen und Leichtnutzfahrzeugen wird über eine Kaufprämie finanziell gefördert, sofern gleichzeitig beim Energieversorger 100 % erneuerbarer Strom (Ökostrom) bezogen oder selber Solarstrom erzeugt wird. Die Förderung soll zeitlich begrenzt sein (beispielsweise bis 2025). Für die Umsetzung ist die Zusammenarbeit mit Energieversorgern zentral (Klärung des Nachweises hinsichtlich Ökostroms). Die Höhe der Kaufprämie ist zeitlich zu begrenzen und eventuell auf einen Neuwagenhöchstpreis zu limitieren. Alternativ: Prämie wird nur ausgezahlt, wenn gleichzeitig eine PV-Anlage installiert wird.</p> <p>Weiter wird geprüft, ob die Kopplung des Ersatzes des alten Fahrzeugs mit der Umstiegsprämie möglich ist.</p> <p>2. Finanzierung sicherstellen und Förderprogramm durchführen. Die Umstiegsprämie soll bestehende Förderprogramme berücksichtigen und wenn möglich in solche integriert werden.</p>
Instrumententyp	Marktbasierte Massnahme
Handlungsfeld	Motorisierter Individual-Verkehr (MIV)
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	<p>3–5 kFr. / Fahrzeug, Gesamtkosten je nach Ausgestaltung des Förderprogramms</p> <p>Anzahl Neuzulassungen von BEV + PHEV von 2020 bis 2025 im Szenario EFF: 2'088</p> <p>Falls ein Viertel Förderbedingungen erfüllt und Antrag stellt: 520 Fahrzeuge * 5 kFr. = 2.61 Mio. Fr.</p>
Einsparung CO₂	27'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Beschluss Regierungsrat, Energiefachstelle
Expertenbewertung der Massnahme durch EBP	<p>The radar chart evaluates the measure across five criteria. The solid black line shows high scores in 'Technische Realisierb.' and 'Anzahl Elektrofzge', but lower scores in 'Kosteneff.' and 'Akzeptanz Politik / Bevölkerung'. The dashed green line shows a more balanced performance across all criteria. The dotted red line shows the lowest performance across all criteria.</p>

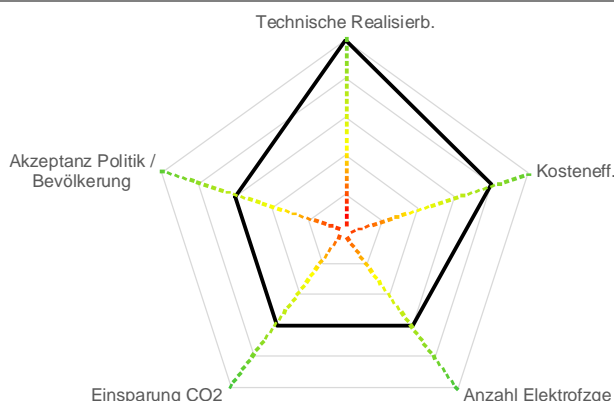
MASSNAHME 10	MOTIVATION KÄUFER
Ziel	Markthemmnisse für den Kauf eines Elektrofahrzeugs werden reduziert. Beim Kaufentscheid werden Informationen betreffend Auswahl und Fördermöglichkeiten zur Verfügung gestellt.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eine kantonale Plattform (Unterseite mit Links damit der Suchbegriff erscheint, z.B. «Elektromobilität Schaffhausen») mit regionsspezifischen Informationen für Käufer bezüglich Ladeaktionsnetz, Fördermöglichkeiten, Probefahrten wird erstellt. Lokale Garagisten und Autoverkäufer können die Plattform nutzen, um ihre aktuellen Angebote im Bereich Elektromobilität zu platzieren. Die Plattform muss entsprechend regelmässig aktualisiert werden. 2. Sensibilisierung von Garagisten im Rahmen mehreren Infoveranstaltungen. 3. Durchführung von Informationsanlässen für die Bevölkerung (inkl. Probefahrten)
Instrumententyp	Information und Beratung
Handlungsfeld	Motorisierter Individual-Verkehr (MIV)
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 10 kFr. (Unterseite auf Website) resp. 20 kFr. für Infoveranstaltung; Kosten für Pflege der Inhalte der Website unklar
Einsparung CO₂	16'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Energiefachstelle; evtl. AGVS und e'mobile

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



MASSNAHME 11	ANPASSUNG MOTORFAHRZEUGSTEUER
Ziel	Der Kanton passt die kantonale Motorfahrzeugsteuer kostenneutral an und führt ein Bonus-Malus-System zur Förderung energieeffizienter Fahrzeuge ein. Zurzeit erfolgt die Bemessung für leichte Motorfahrzeuge nach dem Hubraum, für schwere Motorfahrzeuge nach der Nutzlast und für Elektrofahrzeuge nach der Leistung. Die letzte Anpassung der Motorfahrzeugsteuer fand am 1.1.2018 statt.
Vorgehen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Kanton überprüft die aktuelle Motorfahrzeugsteuer im Hinblick auf die zunehmende Marktdurchdringung der Elektromobilität. 2. Vorschläge zur Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuer: z.B. Einführung einer befristeten Befreiung für energieeffiziente oder emissionsfreie Fahrzeuge (limitiert auf 5 Jahre). 3. Kostenneutrale Anpassung: Ansätze zur langfristigen Sicherung der Erträge werden aufgezeigt. Dies können z.B. die Einführung eines Bonus-Malus-Systems, ein Konzept für das Phasing-Out der Steuerrabatte für Elektrofahrzeuge, sowie ein Konzept für die äquivalente Besteuerung der Elektrofahrzeuge sein.
Instrumententyp	Marktbasierte Massnahme
Handlungsfeld	Motorisierter Individual-Verkehr (MIV)
Zeithorizont	Kurzfristig
Kosten Kanton	Einmalige Kosten 20-50 kFr.
Einsparung CO₂	16'000 t CO ₂ (direkte und indirekte CO ₂ -Emissionen, kumuliert 2020 bis 2040)
Zuständigkeit der Umsetzung	Beschluss Regierungsrat (wahrscheinlich Kantonsratsbeschluss da grundlegende Änderung); Strassenverkehrs- und Schifffahrtsamt zuständig für die konkrete Umsetzung

Expertenbewertung der Massnahme durch EBP



5.2 Umsetzungsplan

Die Massnahmen wurden durch die Experten der Begleitgruppe aufgrund ihrer Gesamtbeurteilung (Spinnendiagramme, siehe Kapitel 5.1) und ihrer Dringlichkeit eingeordnet (Abbildung 13). Die Massnahmenliste ist kurz und sehr konkret. Viele Massnahmen wurden als relevant eingestuft.

Sehr dringlich und sehr relevant sind insbesondere die drei Massnahmen 2 (E-Mobilität in Gebäuden), 4 (Elektrifizierung Parkhäuser) und 10 (Motivation Käufer).

Weniger relevant sind insbesondere Massnahme 5 (Pilotprojekt regionale E-Busse) und 6 (E-Taxis).

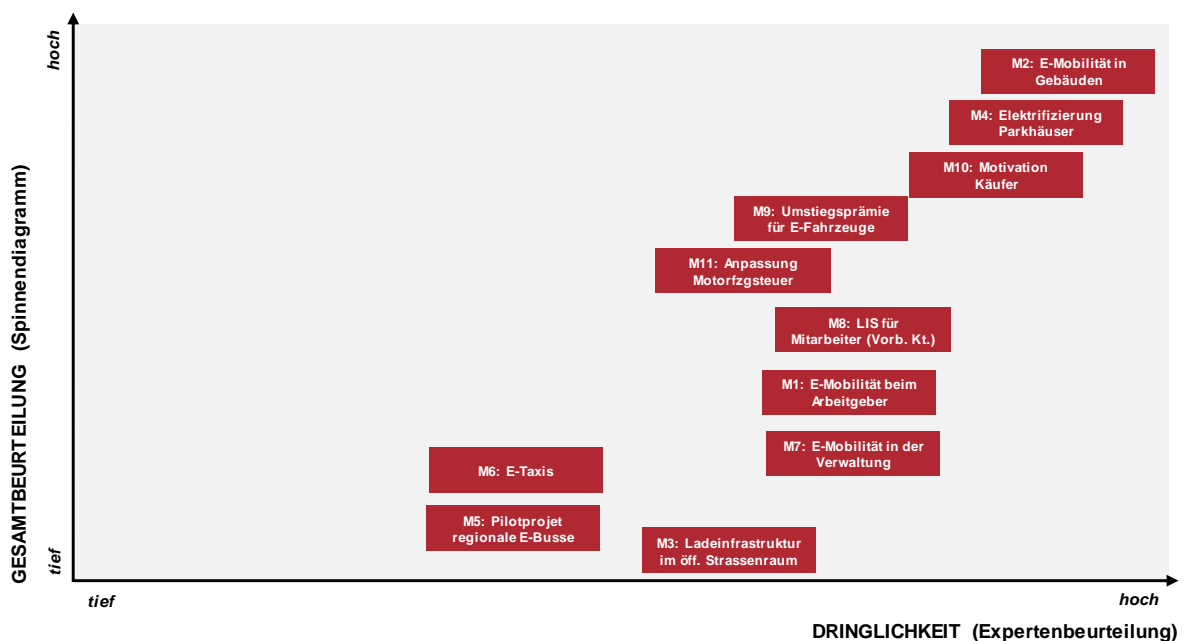


Abbildung 13: Gesamtbeurteilung und Dringlichkeit der ausgearbeiteten Massnahmen.

Der Umsetzungsplan in Abbildung 14 sieht eine gestaffelte Umsetzung der 11 Massnahmen vor. Dies aufgrund der begrenzten Ressourcen. Ebenfalls massgebend ist die weitere energiepolitische Entwicklung. Die Begleitgruppe ihrerseits würde sich eine schnellere Umsetzung wünschen.

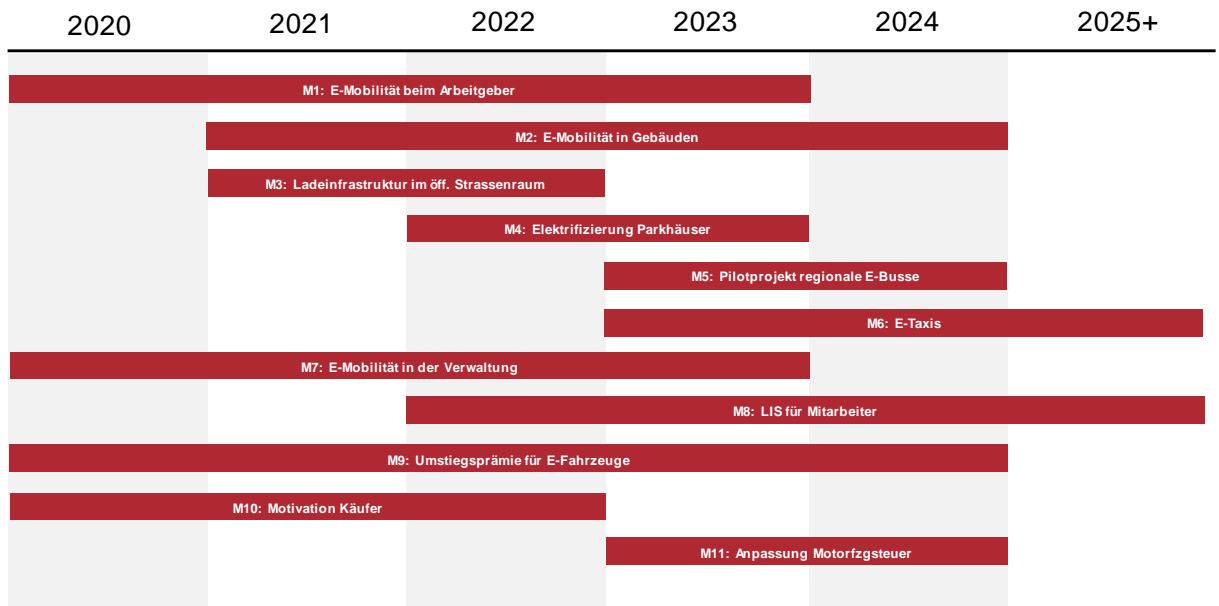


Abbildung 14: Vorschlag für den Umsetzungsplan

Die Umsetzung der identifizierten Massnahmen führt dazu, dass im Kanton Schaffhausen eine schnellere Marktdurchdringung der Elektromobilität erzielt werden kann. Durch die Umsetzung aller identifizierten Massnahmen kann der Kanton das Szenario EFF «Efficiency» erreichen und damit deutlich mehr Wirkung erzielen als bei einem «weiter wie bisher» im Szenario BAU ohne spezifische Massnahmen seitens Kantons.

6. Schlussfolgerungen

Die Elektromobilität wird in den nächsten Jahren im Kanton Schaffhausen stark Marktanteile gewinnen. Parallel dazu steigt der Bedarf für Ladeinfrastruktur. Der Kanton kann die Elektromobilität in den Bereichen Fahrzeuge sowie Energie/Ladeinfrastruktur unterstützen. Einerseits muss es Anreize geben für den Wechsel auf Elektrofahrzeuge (Motivation der Käufer, Umstiegsprämie, Ökologisierung der Motorfahrzeugsteuer), andererseits braucht es geeignete Rahmenbedingungen und Vorschriften für die Erstellung einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur im privaten und öffentlichen Raum. Verbindliche Quoten im kantonalen Baugesetz für elektrifizierte Parkplätze in Neu- und Umbauten, respektive mit Übergangsfrist im gesamten Gebäudebestand ermöglichen eine rasche Entwicklung der Elektromobilität im Kanton Schaffhausen. Zentral sind zudem Lademöglichkeiten bei Arbeitsplätzen und im öffentlichen Raum (z.B. in Parkhäusern). Nicht zuletzt soll der Kanton seine Vorbildfunktion wahrnehmen und in der Verwaltung durchwegs auf die Elektromobilität setzen. Weiter ist es im Interesse der Verteilnetzbetreiber und im Sinne der Energiewende, wenn Ladevorgänge tagsüber abgewickelt werden, so dass Photovoltaikproduktionsspitzen direkt und lokal eingesetzt werden können.

Die Umstellung des MIV auf elektrische Antriebe im Kanton Schaffhausen unterstützt die Erreichung zahlreicher bestehender kantonalen Ziele:

- Der Verbrauch fossiler Energien für Mobilität soll bis 2030 gegenüber dem Jahr 2016 um rund einen Drittel zurückgehen
- Reduktion der Emissionen von Stickoxiden (NO_x), Feinstaub (PM10) Treibhausgasen.
- Verbesserung der Lärmsituation.

Die Zielerreichung kann erhöht werden, sofern die in Kapitel 5 identifizierten Massnahmen vollständig umgesetzt werden.

Zu den folgenden Zielen kann die Elektromobilität nur einen sinnvollen Beitrag leisten, sofern die vorgeschlagenen Massnahmen umgesetzt werden. Andernfalls kann die Elektromobilität die Zielerreichung sogar erschweren:

- Ziel ist es, 50 % des Verkehrswachstums mit Verkehrsträgern ÖV sowie der Fuss- und Veloverkehr zu übernehmen.
- Gemäss dem Grundsatz der Transporteffizienz und der optimalen Nutzung des begrenzten Strassenraumes wird der öffentliche Verkehr konsequent priorisiert.
- Die Verkehrsbelastung auf dem städtischen Hauptstrassennetz soll nicht weiter zunehmen. Mehrverkehr wird durch öffentliche Verkehrsmittel, Fuss- und Veloverkehr abgewickelt.
- Das Verkehrsnetz wird so entwickelt und betrieben, dass Fremdverkehr vermieden und Wohnquartiere entlastet werden.

- Die Produktion erneuerbarer Elektrizität soll ausgebaut und bis 2030 um den Faktor 4.5 erhöht werden
- Die Standortqualität hängt von der Verbesserung der Verkehrsverbindungen ab. Die Erreichbarkeit und die Verkehrsinfrastruktur sind daher weiter zu verbessern.
- Die Sicherheit ist für alle Zufussgehenden und Velo-Fahrenden gewährleistet.

In einzelnen Fällen erschwert ein Systemwechsel zur Elektromobilität die Erreichung kantonaler Ziele:

- Der Elektrizitätsverbrauch soll gemäss Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030 auf dem heutigen Niveau stabilisiert werden. Die Elektromobilität erschwert dieses Ziel, weil sie die Stromnachfrage erhöht. Bis im Jahr 2040 steigt der Strombedarf der Elektromobilität allerdings auf jährlich 18'000 bis 39'000 MWh an. Dies entspricht rund 8 % des Stromverbrauchs des Kantons Schaffhausen im Jahr 2018. Dieser sollte zu 100 % aus erneuerbaren Quellen stammen. Die Elektromobilität bedarf folglich auch einen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.

Die mit dem hier vorgeschlagenen Massnahmenpaket mögliche CO₂-Reduktion beim MIV von bis zu 27 % im mittleren Szenario EFF ist etwas weniger ambitioniert als der Zielwert des Anschlusskonzepts. Das im Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030²³ definierte Ziel, sieht eine Reduktion des fossilen Energieverbrauchs im Verkehr von 33 % bis ins Jahr 2030 gegenüber 2016 vor. Im Kanton Schaffhausen können dank der Elektromobilität im Jahr 2040 bis zu 41 % (Szenario EFF), respektive bis zu 58 % (Szenario COM) der CO₂-Emissionen des Personenwagenverkehrs gegenüber 2020 vermieden werden. Dies entspricht mehr als einer Verdopplung der CO₂-Reduktion gegenüber dem erwarteten Rückgang der CO₂-Emissionen im Business as Usual-Szenario.

23 Regierungsrat 2018: Bericht und Antrag des Regierungsrates des Kantons Schaffhausen an den Kantonsrat betreffend Schlussbilanz über die Periode 2008-2017 und Anschlusskonzept zur kantonalen Energiepolitik 2018-2030