



Elektromobilität Fluch oder Segen?

Umfrage und Vergleich von Elektromobilität

Von Christof Steiner

Abgabedatum: 12.11.2023

Lehrgang: Energie und Umwelt

Klasse: L-TEU-20-Fr-a

Auftraggeber: Giovanni Danieli

Mentor: Jörg Schenker

Modul:

Diplomarbeit, Mobilität

Auftraggeber:

Höhere Fachschule TEKO Luzern
Studiengang Techniker Energie und Umwelt

Dozenten:

Mobilität: Ursula Eschenauer
Effiziente Energienutzung: Jörg Schenker

Projekt:

Umfrage und Auswertung einer Umfrage über Elektromobilität
Vergleich zwischen Elektromobilität und konventionellen Antrieben
Auswirkung der Stromisierung in der Schweiz

Verfasser:

Steiner Christof
Steinerstrasse 10B
6430 Schwyz
christof.steiner@edu.teko.ch

Dokument:

Elektromobilität - Fluch oder Segen?

Inhalt

1	Management Summary	4
2	Beruflicher Lebenslauf	5
3	Pflichtenheft	8
4	Ablaufplanung	9
5	Einleitung	10
6	Politische Vorgaben und Stand	11
6.1	Ziele in der Schweiz	11
7	Vergleich	13
7.1	Technischer Vergleich	13
7.1.1	Reichweiten	13
7.1.2	Ladedauer	13
7.1.3	Energieverbrauch	14
7.2	Wirtschaftlicher Vergleich	14
7.3	Ökologischer Vergleich	15
7.3.1	Fossil:	15
7.3.2	Elektrisch:	16
8	Umfrage	18
8.1	Grund für die Umfrage	18
8.2	Methodik der Umfrage	18
8.3	Inhalt der Umfrage	19
8.4	Auswertung der Umfrage	19
9	Rolle in der Energiepolitik	26
9.1	Wärmepumpen	28
9.2	Heizungen	28
9.3	Warmwasseraufbereitung	29
9.4	Verbrennungsmotoren	30
9.5	Öl- und Gasheizungen	30
9.6	Schlussfolgerung	31
10	Fazit/Schlusswort	33
11	Lessons learnt	34
12	Verzeichnisse	35
12.1	Abkürzungsverzeichnis	35
12.2	Literaturverzeichnis	36
12.3	Abbildungsverzeichnis	37
12.4	Tabellenverzeichnis	37
13	Anhänge	39

1 Management Summary

Meine Arbeit handelt in erster Linie von der Elektromobilität. Doch wenn man sich mit diesem Thema befassen will, muss man noch eine Menge andere Faktoren miteinbeziehen. Für die Elektromobilität wollte ich herausfinden, wie diese momentan so bei der Bevölkerung ankommt. Für das habe ich eine Umfrage erstellt und so viel Leute befragt, wie ich konnte. Die Umfrage beinhaltet was für Fahrzeuge die Bevölkerung benutzt, um sich fortzubewegen, was die Gründe waren bei Elektroautofahrern für diesen Kauf. Und das Wichtigste war die Frage nach den Gründen, wieso man sich kein Elektroauto kaufen will. Die Umfrage wurde von ca. 220 Personen verschieden Alters und aus verschiedenen Kantonen ausgefüllt.

Bei der Umfrage kam heraus das etwa 6% der befragten ein Elektroauto besitzen. Das ist etwa doppelt so gross wie der Schweizer Durchschnitt von 3.7%. Das liegt aber wohl daran, dass nicht so viele an der Umfrage teilgenommen haben. Der Hauptgrund, wieso sich Personen kein Elektroauto kaufen, sind vor allem, dass sie mit ihrem momentanen Auto noch zufrieden sind und dieses auch noch eine hohe Lebensdauer hat. Der nächstfolgende Grund sind die hohen Anschaffungskosten, welche aber hauptsächlich ein Grund ist, wieso man sich kein Neuwagen kauft, da Elektroneuwagen nicht teurer sind als Konventionelle Fahrzeuge.

Weitere Gründe sind:

- Keine Lademöglichkeit verfügbar
- Nicht von der Technik überzeugt
- Umweltschädliche Batterien
- Zu kurze Reichweite
- Strommangel
- Firmenautos

Viele dieser Gründe kann man hinterfragen wie die Reichweite oder Umweltschädlichkeit der Batterien. Bei den Reichweiten muss man nämlich sagen, wenn man ein Modell, welches über eine grössere Batterie verfügt hat, man ähnliche Reichweiten wie Konventionellen Fahrzeugen. Bei der Forschung in der Batterietechnologie werden stetig Fortschritte gemacht so werden weniger Rohstoffe gebraucht und diese werden unter faireren Bedingungen gefördert.

Bei Berechnungen über den notwendigen Strombedarf, wenn alle Fahrzeuge im Haushaltsbereich elektrische und alle Heizungen mit Wärmepumpen betrieben werden, würde das den Schweizer Strombedarf um 25% erhöhen. Dies ist aber nicht realistisch da es noch viele andere Technologien gibt welche auch Teile davon übernehmen.

2 Beruflicher Lebenslauf

Personalien

Name	Steiner
Vorname	Christof
Geburtsdatum	11.11.1997
Adresse	Steinerstrasse 10b 6430 Schwyz
E-Mail	Christof.steiner@edu.teko.ch Christofsteiner97@gmail.com



Berufliche Tätigkeiten

10.2020 – heute	<p>Sachbearbeiter/Projektleiter Energie Visplanum GmbH</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellen von Lärmschutznachweisen • Berechnen von Heiz und Kühllasten von EFH und Industriegebäuden • Planung von Heizungen • Planung von Photovoltaikanlagen • Planung von Solarthermischen Anlagen • Beratung von Kunden für Energetische Fragen
08.2012 – 10.2020	<p>Elektroinstallateur EWS AG</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installationen von Starkstromanlagen in Um- und Neubau (in Gewerbe und Wohnungsbauten) • Installationen von Schwachstromanlagen • Einsatz und Betreuung von Lernenden auf der Baustelle • Mithilfe bei Reparatur und Service-Arbeiten bei Kunden

Weiterbildungen

10.2020 – heute	<p>Dipl. Energie- und Umwelttechniker HF Teko Luzern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abfallentsorgung und Recycling / Sicherheits- und Störfallvorsorge / Biodiversität und Landschaften / Raumplanung / Energieumwandlung / Effiziente Energienutzung / Erneuerbare Energie / Luft, Gewässer, Boden / Chemie / Grundlagen Energie / Grundlagen Umwelt
-----------------	---

03.2021 – 07.2021

Energieeffizientes Bauen

Forum Energie Zürich

- Energie und Architektur
- Bauphysik
- Wärmeschutz
- Baukonstruktionen
- Lüftungs- und Klimasysteme
- Holzheizungen, Wärmepumpen und Solarthermie
- Photovoltaikanlagen und Speicher
- Umwelt- und Energierecht
- Bau- und Energieverordnung
- Normen
- Vollzug und Nachweisverfahren

24.03.2021

Planen und Dimensionieren von Erdwärmesonden

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz

- Einführung Erdwärme und Erdwärmesonden
- Planung von einfachen Erdwärmesonden
- Dimensionierung von Erdwärmesonden
- Berechnung von einfachen Anlagen gemäss SIA 384/6
- Dimensionierung Solekreis

03.03.2021

Planung und Berechnen von Sanierungen von Heizanlagen mit Wärmepumpen

Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz

- Rechtliche Grundlagen bei der Planung und Abwicklung von Sanierungen mit Wärmepumpen
- Projektplanung
- Dimensionierung der Anlagenteile
- Hydraulische Einbindung der Wärmepumpe

11.2020 – 12.2020

Swissolar-Kurs Solarstrom Basis

Swissolar

- Ausführungen und Einsätze von Photovoltaikanlagen
- Kenntnisse über die Bauteile
- Endkunden Beraten betreffend Kosten und Ertrag

Ausbildungen

08.2012 – 08.2016

Ausbildung als Elektroinstallateur EFZ
EWS AG

- Installationen von Stark und Schwachstromanlagen
 - Führen von Baustellen
 - Ausführen von Roh- und Fertiginstallationen
 - Beratung von Bauherren
 - Reparatur und Servicearbeiten bei Kunden vor Ort
-

3 Pflichtenheft

Welches Ziel will ich erreichen?

Mit Hilfe einer Umfrage will ich herausfinden, wie der Stand um die Elektromobilität ist bei einer diversen Bevölkerung von jung bis alt. Die Umfrage soll die Gründe aufzeigen, wieso sich Personen ein Elektroauto angeschafft haben oder eben nicht.

Wie soll das Ergebnis der Arbeit konkret aussehen?

Die Arbeit umfasst die Punkte was für oder gegen einen Entscheid für die Elektromobilität ist. Ein technischer Vergleich soll auch den Vergleich der Wirkungsgrade und Energieverbräuche aufzeigen, welche zwischen Elektro und Benziner existiert. Den Resultaten der Umfrage wird nachgegangen ob die Gründe der Bevölkerung plausibel sind oder eher weniger.

Was liegt bei Auftragsende vor?

Der Auftraggebende erhält am 13. November 2023 ein Dossier mit einer Umfrage plus Auswertung und ein Vergleich zwischen Elektromobilität und Benzinautos.

Es werden hauptsächlich die Haushalte begutachtet da man für Lastkraftwagen oder anderes die notwendigen Technologien noch nicht beherrscht und noch viel weitere Hürden dazu im Weg stehen. Des Weiteren kann man leichter über sein eigenes Auto entscheiden als über solche von Firmen.

5 Einleitung

Der Ruf der Elektromobilität ist nicht immer der beste und dem möchte ich auf den Grund gehen. Ich bin selbst auch nicht 100% davon überzeugt und benötige womöglich auch noch einen Anstich. Viel Menschen behaupten auch dass die Elektromobilität nicht der richtige Weg ist für die Mobilität der Zukunft.

Um den Stand in der Bevölkerung abzuholen habe ich eine Umfrage dazu erstellt und diese Ergebnisse möchte ich analysieren, ob die Aussagen auch plausibel sind oder es nur Mythen sind.

Etwas ist klar, Elektroautos benötigen Strom im Gegensatz zu fossilen Verbrauchern. Doch wo bringen wir diesen Strom her? Wir sind jetzt schon immer wieder am Anschlag. Hinzu kommen noch viele Wärmepumpen, welche die Öl- und Gasheizungen ablösen. Auch diese brauchen wieder mehr Strom. Kann das Schlussendlich aufgehen?

6 Politische Vorgaben und Stand

6.1 Ziele in der Schweiz

Die Energiestrategie 2050 welche mit der Abstimmung vom 1.1.2018 in Kraft getreten ist ein wichtiger Bestandteil wie sich die Zukunft in unserer Branche entwickelt. Sie umfasst im Grundsätzlichen 3 Säulen. Die erste Säule ist die Steigerung der Energieeffizienz bei Gebäuden, Mobilität, der Industrie und bei Geräten. Hier kommt auch schon der wichtige Punkt, die Mobilität. Die Steigerung der Energieeffizienz in der Mobilität befasst sich stark damit, dass Elektroautos effizienter sind als konventionelle mit fossilem Antrieb. Auf die Ergebnisse wie das stimmt wird später in der Arbeit eingegangen. Die weitere Säule ist der Ausbau von erneuerbaren Energien mit Förderung und der Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen. Auch hier ist die Elektromobilität wieder im Zug. Wenn die Elektrizität aus erneuerbaren Energien stammt, wie Wasserkraft oder was momentan auch sehr boomt, die Photovoltaik, wird sie auch hier stark profitieren und notwendig sein. Die letzte Säule ist der Ausstieg aus der Kernenergie was bedeutet, dass keine neuen gebaut werden dürfen und die bestehenden nur so lange in Betrieb sein dürfen, wie sie sicher sind. Auch dies betrifft die Elektromobilität, aber eher im schlechten Sinn. Da das bedeutet, dass weniger Strom zur Verfügung steht, wenn der Ausstieg aus der Atomkraft nicht kompensiert wird, könnte das den Kaufentscheid negativ beeinflussen.

Der Verband Swiss eMobility sorgt in der Schweiz dafür, dass die Elektromobilität vorangeht, floriert. Sie befassen sich mit wirtschaftlichen, rechtlichen, technischen, strukturellen, Fragen der Elektromobilität, geben Empfehlungen ab und treffen Massnahmen für Behörden und Parlamenten. So prognostizieren sie wie viele Elektroautos bei Neuzulassungen den Marktanteil in Zukunft ausmachen

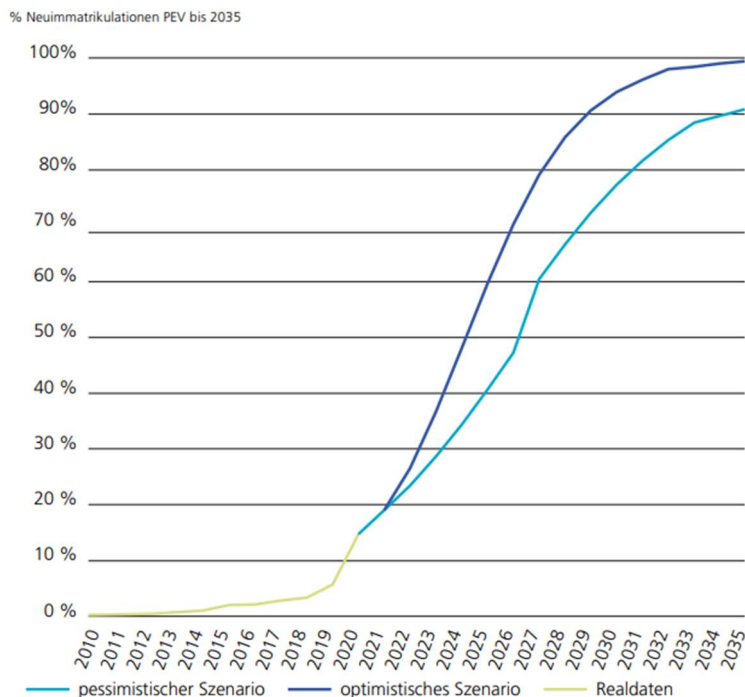


Abbildung 1 Szenario Neuzulassungen

In der Abbildung 1 kann man nun sehen, dass sie im Jahr 2021 verschiedene Szenarien erstellt haben. Bis im Jahr 2025 rechneten sie mit einem Marktanteil von Steckerautos von 40%-60%, bis im Jahr 2030 zwischen 72% und 94% und bis ins Jahr 2035 von 91% bis 99%.

Natürlich hat auch das ASTRA (Bundesamt für Strassen) hier einiges am Werk. So betrieben sie die Roadmap Elektromobilität 2025. Die sich damit befasst welche Ziele man bis 2025 anstrebt. Die Ziele, welche man bis 2022 anstrebte, hatte man schon im Jahr 2021 erreicht, und zwar einen Marktanteil der Neuzulassungen von 15%. Somit konnten sie Ihre Ziele höher ansetzen und streben einen Marktanteil von 50% bis 2025 an. Der momentane Stand im September 2023 liegt bei 33.4% welcher stetig angestiegen ist.

Im Vergleich zur EU hat die Schweiz noch kein Verbot für den Verkauf von Fossilen Verbrennungsmotoren

Nebst dem Verkauf von den E-Autos muss ein weiterer wichtiger Bestandteil gewährleistet werden. Dies sind die dazu entsprechenden Lademöglichkeiten. Was kam zuerst, das Huhn oder das Ei? Dieselbe Frage kann man auch bei der Elektromobilität fragen das Auto oder die Ladestation. Der Kauf oder die Erstellung des einen fördert auch das andere. Die gleiche Entwicklung musste man bei fossilen Energien vermutlich auch durchmachen. In der Abbildung 2 erkennt man den Zuwachs der Ladestationen pro Kanton. Man sieht, dass in den städtischen Kantonen der Zuwachs in den letzten 2 Jahren mehr angestiegen ist als bei anderen wie z.B. Zürich oder Luzern. Bei anderen Kantonen hat es jedoch kaum Zuwachs gegeben.

Zeitliche Entwicklung der Anzahl öffentlich zugänglicher Ladestationen pro Kanton

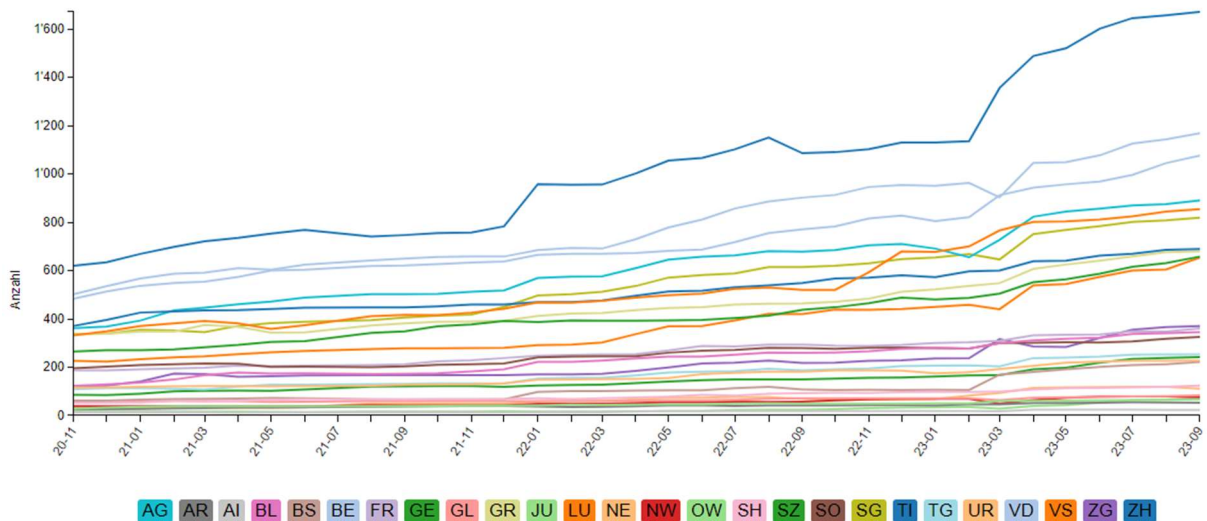


Abbildung 2 Zeitliche Entwicklung der Ladestationen in den Kantonen

7 Vergleich

7.1 Technischer Vergleich

Bei der Entscheidung was für ein neues Auto man sich kaufen soll spielen immer einige Faktoren eine Rolle. Häufig ist der Preis eine entscheidende Rolle und die Qualität und ruf das Fahrzeug, dass man erwerben will. Bei Elektroautos kommen so einige weiterer Faktor hinzu wie die Reichweite oder die Ladedauer. Das sind beides neue Probleme, welche man mit Fossilen Energieträger nicht wirklich hatte, da es immer wieder eine Tankstelle hatte, in der man in wenigen Minuten wieder den Tank voll hat. So funktioniert das bei Elektroauto nun mal nicht. Die Reichweite wird durch die Grösse der Batterie ziemlich eingeschränkt und wenn diese leer ist, muss man je nach dem mit wie viel Leistung man die Batterie wieder aufladen kann warten.

7.1.1 Reichweiten

Die Reichweiten von Elektroautos beträgt im Durchschnitt 463 km was nicht viel weniger ist als, dass von herkömmlichen Autos. Wenn man nun doch noch höhere Reichweiten möchte, gibt es oft auch Long Range Modelle welche die Reichweite auf 500-600 km erhöhen.

Die Reichweite ist abhängig vom Verbrauch des Elektroautos und der Speicherkapazität der Batterie. Den Verbrauch kann man mit seinem Fahrverhalten jedoch noch sehr beeinflussen.

Statistiken belegen, dass in der Schweiz der durchschnittliche Personenwagen weniger als 25 km täglich gefahren wird. Dieser Wert liegt also deutlich unter der Kapazität der Batterien, welche verbaut werden. Im Europäischen Durchschnitt werden 80% der Fahrzeuge täglich weniger als 100km gefahren.

Der Mittelwert von Batterien, welche in Elektrofahrzeugen verbaut werden, weisser eine Kapazität von 71 kWh auf und 77% aller Modelle weisen eine Kapazität von mehr als 56 kWh auf.

Tabelle 1 Reichweiten von Elektrofahrzeugen

Anwendung	Empfohlene Batteriegrösse
Normale Pendlerdistanzen (<40km pro Tag)	30kWh 120 – 150 km Reichweite im Stadt- und Agglomerationsverkehr)
Gelegentliche Langstreckenfahrten (bis 400 km pro Tag)	50 kWh (200 Autobahnkilometer Reichweite)
Regelmässige Langstreckenfahrten (> 400 km pro Tag)	70 kWh (300 Autobahnkilometer Reichweite)

7.1.2 Ladedauer

Viel entscheidender ist jedoch die Ladedauer des Akkus. Diese dauert etwas länger als beim Verbrenner, doch auch nicht so lang wie man zuerst denkt. Dank Schnellladelösungen kann man sein Fahrzeug in 30 Minuten von 10% auf 80% Laden.

Diese 80% reichen mit Sicherheit wieder für einen weiten Weg. Am zeitintensivsten sind nämlich die Letzten 10-20% welche man Laden muss.

Ein weiterer beeinflussender Faktor beim Ladevorgang ist die Kälte. Diese verringert die Energieaufnahmefähigkeit der Batterie beim Laden und reduziert die Ladegeschwindigkeit erheblich. Bei niedrigen Temperaturen ist die Verringerung der verbleibenden Batteriekapazität während einer 30-minütigen Ladung im Durchschnitt 22% - 36% höher, wenn die Ladung bei 0 °C im Vergleich zu 25 °C erfolgt. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Ladekurve und das Temperaturmanagement erheblich je nach dem jeweiligen Modell variieren können. Um das zu verhindern, sollte darauf geschaut werden, dass das Fahrzeug während des Ladens in einer geschützten und temperierten Garage sein.

7.1.3 Energieverbrauch

Wenn man den Energieverbrauch der verschiedenen Antriebe genauer betrachtet, erkennt man sehr schnell, dass Otto- und Dieselmotoren aufgrund ihres geringen Wirkungsgrades von 20-30 %, einen enorm höheren Energieverbrauch haben als Elektrisch angetriebene Autos haben. Da Elektroautos mit einem Wirkungsgrad von ca. 90% arbeiten.

Tabelle 2 Energieverbräuche von Benzin, Diesel und Elektroautos

Treibstoff	Benzin	Diesel	Elektro
Verbrauch [l/100km]	7.7	7	
Energiegehalt [kWh/l]	8.5	9.8	
Energieverbrauch [kWh/100km]	65.45	68.6	15
Wirkungsgrad	25	25	90

7.2 Wirtschaftlicher Vergleich

Einen genauen Wirtschaftlichen Vergleich zu erstellen ist immer schwierig da sich die Treibstoffkosten immer wieder ändern.

Man muss dabei einfach einen Wert annehmen, aber wie sich dieser in den nächsten Jahren verhält kann man nicht voraussagen.

Der TCS ist dabei immer eine gute Anlaufstelle für eine Kosten Übersicht da sie einige Daten gesammelt und schon Berechnungen durchgeführt haben.

Bei dieser Grafik wurden die fünf meistverkauften Elektroautos und die fünf meistverkauften Benzin- oder Dieselaautos miteinander verglichen. Dabei wurden die Kosten für die Treibstoffe folgendermassen bestimmt.

- 0.27 CHF/kWh bei Elektroautos
- 1.78 CHF/l bei Benzin
- 2.06 CHF/l bei Diesel
-

Nach der Grafik über die Verbräuche ergibt dies für die Treibstoffkosten von Benzin oder Diesel, ca. 3–4-mal höhere Kosten im Vergleich zu Elektro.

Elektroautos haben jedoch tendenziell höhere Anschaffungskosten als Verbrenner. Das bedeutet desto länger die Laufleistung der Autos ist, desto lukrativer werden diese im Vergleich zu Verbrenner.

Am besten erkennt man das an den beiden Modellen von Tesla (rote und schwarze Linie) welche deutlich flacher sind als die anderen.

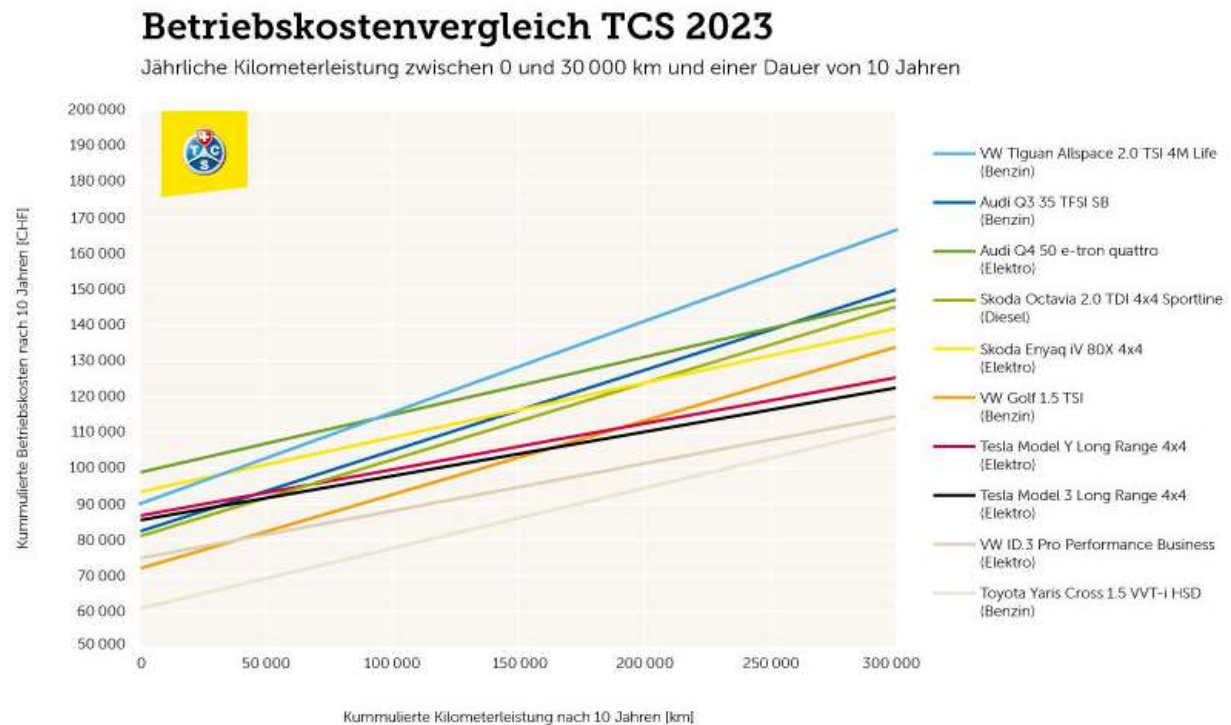


Abbildung 3 Betriebskostenvergleich Fossiler und Elektrischer Antriebe von TCS

7.3 Ökologischer Vergleich

Ein direkter Vergleich zwischen elektrisch- und fossil angetriebenen Fahrzeugen ist von vielen Faktoren abhängig. In erster Linie werden die Emissionen ermittelt, welche vom Treibstoff entstehen.

7.3.1 Fossil:

Bei Fossil angetriebenen Fahrzeugen sind die folgenden Schadstoffe enthalten:

CO₂:

Kohlenstoffdioxid ist einer der Hauptverursacher des von Menschen geschaffenen Treibhauseffekt. Dieses wird bei fast jeder Verbrennung freigesetzt. Das schlimme daran ist das die fossilen Brennstoffe schon lange von der Atmosphäre abgeschottet waren und diese nun in den natürlichen CO₂ Kreislauf eingeführt werden. Andere Brennstoffe wie Holz geben bei der Verbrennung nur so viel CO₂ ab wie diese auch in Ihrem Leben der Luft entzogen haben. Sie sind somit Klimaneutral.

CO:

Ein weiteres schädliches Gas ist das Kohlenmonoxid oder auch Kohlenstoffmonoxid genannt. Dieses Gas wird bei einer unvollständigen Verbrennung freigesetzt, wenn zu wenig Sauerstoff vorhanden ist. Das Gas ist Farb- und Geruchslos und für alle

Lebewesen giftig. Das Gas setzt sich an die Roten Blutkörper in der Lunge an und verhindert so die Aufnahme von Sauerstoff in den Blutkreislauf. Besonders gefährlich ist das bei geschlossenen Räumen.

HC:

Kohlenwasserstoffe sind organische Verbindungen, welche die Entstehung von Bodennahem Ozon beitragen. Ozon hat in der Luft, die wir atmen nichts zu suchen und ist stark reizend und oxidierend. Gewisse Kohlenwasserstoffe sind auch Krebserregend.

Partikel:

Feinstaub oder Russ wird auch in die Luft freigesetzt. Zum Teil sind diese so klein, dass sie sich in der Lunge absetzen und Lungenkrebs verursachen können.

7.3.2 Elektrisch:

Bei Elektrofahrzeugen ist der Strom, welche im Motor verbraucht, wird ungefährlich und verursacht keine Emissionen. Entscheidend ist dabei natürlich, wie der Strom erzeugt wird. Wird der Strom mit Kohle erzeugt ist es nicht viel besser als ein Benzinauto. Wird jedoch der Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt, wie Wasserkraft oder Solarenergie muss man lediglich noch die Energie betrachten, welche zur Erzeugung der Kraftwerke gebraucht wird. Das ist jedoch nicht Teil dieser Arbeit und würde eine eigene zeitintensive Recherche beanspruchen.

Batterien:

Ein Faktor, welcher häufig bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen ein Argument für den nichtkauf ist, sind die Batterien. Die Batterien benötigen Rohstoffe, welche zum Teil Umweltschädigend und unter Menschenunwürdigen Bedingungen abgebaut werden.

Die am häufigsten in der Automobilbranche verwendeten Batterien sind:

Tabelle 3 Übersicht verschiedener Batterietypen in der Automobilbranche

Batterientyp	Chemie Kathode	Stärke	Schwäche
NMC	Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid	Hohe Energiedichte Schnell ladbar	Erhöhte Überhitzungsgefahr Abhängigkeit von Kobalt
NCA	Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid	Hohe Energiedichte Schnell ladbar	Erhöhte Überhitzungsgefahr Abhängigkeit von Kobalt
LFP	Lithiumeisenphosphat	Höhere Packungsdichte Kein Kobalt	Weniger hohe Energiedichte Leistungsreduktion bei tiefen Temperaturen

Zu den Rohstoffen, welche in den Batterien verbaut werden und den damit verbundenen ökologischen und sozialen Auswirkungen gehören:

Kobalt:

- Unzureichende Wiederherstellung der abgebauten Gebiete
- Verbrauch von Frischwasser und Verschmutzung von Wasserressourcen
- Freisetzung von Staub und Schwefeldioxid
- Die überwiegende Mehrheit des Kobaltabbaus erfolgt in industriellen Betrieben. Ein Teil des traditionellen Abbaus birgt das Risiko von Kinderarbeit.

Lithium:

- Verringerung des Grundwasserspiegels und regionale Wasserknappheit bei der Solegewinnung
- Verschmutzung von Böden und Trinkwasser
- Allerdings wird etwa zwei Drittel des Lithiums in Australien aus Festgestein gewonnen, was nur geringfügige ökologische und soziale Auswirkungen hat.

Nickel:

- Erheblicher Flächenverbrauch
- Hoher Bedarf an Grundwasser und Gefahr der Verschmutzung durch Salzwasserintrusion
- Verschmutzung von Gewässern mit Schwermetallen
- Freisetzung von Stäuben mit hohem Schwermetallgehalt und Schwefeldioxidemissionen

Kupfer:

- Hoher Wasserbedarf
- Emissionen von Schwermetallen, Staub und SO_x (Schwefeloxide)

Grafit:

- Hoher Energieverbrauch

Mangan:

- Großer Wasserbedarf, Verschmutzung von Wasser, Luft und Boden
- Die örtlichen Gemeinden sind von Gesundheitsproblemen betroffen, darunter Lungenkrankheiten.

Um diese ökologischen und sozialen Probleme zu beheben, gibt es schon einige Lösungsansätze. Zum einen werden die Technologien der Rohstoffförderung dauernd weiterentwickelt. Auch werden die kritischen Rohstoffe substituiert, also durch weniger kritische Rohstoffe ersetzt oder weniger gebraucht. Ein weiterer sehr wichtiger Bestandteil dessen ist das Recycling der Rohstoffe und die Transparenz der Lieferketten, um die Herkunft der Materialien sicherzustellen.

8 Umfrage

8.1 Grund für die Umfrage

Aus meinem Beruflichen Umfeld hatte ich schon einige Zeit mit der Elektromobilität zu tun, seit ich als Elektroinstallateur die ersten Ladestationen in der Umgebung installiert habe bis nun als beratende Stelle für Bauherren. Dadurch dass sich dieses Thema schon einige Zeit mit mir beschäftigt, fand ich es schon immer spannend. Bisher hatte ich aber auch selbst noch kein Elektroauto. Die grösseren Investitionskosten als gebrauchte Benzinautos und auch eine fehlende Möglichkeit das Auto zuhause in meiner Mietwohnung zu laden sind dabei die Hauptgründe weshalb ich keines Besitzes.

Doch was ist mit Personen, bei denen diese beiden Gründe nicht zutreffen? Aus Gesprächen aus Gesprächen mit einigen Personen aus meinem privaten Umfeld erfuhr ich diverse Gründe, wie die fehlende Reichweite, der schlechte Ruf von Batterien oder einfach nur Gewohnheit zu der bestehenden Technik vom bekannten Verbrennungsmotor. Und das hat mich dann schon sehr neugierig gemacht, wie das im grösseren Umfeld und bei diversen Altersgruppen aussieht.

Das hat mich dazu inspiriert diese Umfrage und auch diese Arbeit zu erstellen

8.2 Methodik der Umfrage

Bei der Erstellung der Umfrage wollte ich sehr darauf achten, dass sie gut verständlich ist und nicht zu gross ist. Beim Titel der Umfrage wollte ich die Elektromobilität nicht in den Vordergrund stellen. Da sie vor allem für Personen gedacht ist, welche kein Elektroauto besitzen, durfte der Titel nicht die Mitteilung daherbringen, dass sie nur für Elektroautofahrer gedacht ist. Auch sollte sie nicht Personen abschrecken, welche überhaupt kein Interesse an der Elektromobilität haben und vielleicht gar keine Umfrage zu diesem Thema ausfüllen wollen. Was die Ergebnisse zeigen, habe ich einige solcher Personen dabei gehabt welche dann noch ihre Meinung geäussert haben. Diese waren sehr amüsant zu lesen.

Um die richtigen Fragen an die richtigen Personen zu stellen habe ich ein Tool gewählt, mit dem die Fragen basierend auf vorherigen Antworten angepasst werden. So werden zum Beispiel nur befragte welche auch ein Elektroauto besitzen, was Ihre Kaufgründe dazu waren, und nur befragte welche ein Benzin oder Dieselauto besitzen werden gefragt, was die Gründe sind wieso sie keines besitzen.

Beim Verbreiten der Umfrage wollte ich hauptsächlich die sozialen Medien benutzen. Später habe ich noch die Teko angefragt, ob sie noch einen Weg haben diese zu verbreiten und sie boten mir an, meine Umfrage in ihrem Newsletter zu veröffentlichen. Natürlich nahm ich das dankend an.

8.3 Inhalt der Umfrage

Um die Antworten der Umfragen einschätzen und differenzieren zu können begann sie mit der Anfrage über das Alter, den Wohn und Arbeitsort. Mit der Erfragung vom Wohnkanton wollte ich schauen, ob sich die Mentalität zu Elektroautos je nach Kanton unterscheidet. Mit dem Arbeitsort oder der daraus resultierenden Entfernung zum Wohnort erkennt man, ob dieser eher weit weg ist oder nicht, was für Elektroautos eine wichtige Rolle spielt. Des Weiteren ist eine Frage wie die Wohnsituation ist, welche einen Einfluss darauf hat ob man eine Ladestation bei sich zu Hause haben kann oder eher weniger. Dann eine der wichtigsten Fragen. Und zwar mit was sich die Befragten am meisten fortbewegen und wenn mit einem Auto mit was für einem Antrieb. Je nach Antrieb habe ich dann die Fragen gestellt, was die Kaufgründe für ein Elektroauto waren oder eben nicht.

Zusätzliche informative Fragen ist, ob die befragten eine Photovoltaikanlage besitzen, Ob man bedenken an die Strommangellage hat und wo man die Möglichkeit sein Elektroauto zu laden.

8.4 Auswertung der Umfrage

Nach ca. einem Monat an dem die Umfrage online war konnte ich 230 Antworten verzeichnen. Ich war mit dem Ergebnis und der Anzahl der Auswertungen sehr zufrieden. Bei der Auswertung werde ich auf die meisten Punkte der Umfrage eingehen da alle Fragen einen Einfluss auf das Gesamtbild der Umfrage zufolge hat.

Alter:

Aufgrund meiner Methode zum Erhalt von Ergebnissen via Social Media, ist das Alter der Befragten eher jünger, was aber absehbar war. 55% sind zwischen 20 und 29, 25% im Alter von 30 bis 39. Die restlichen 20% sind gleichermassen aufgeteilt in alle anderen Altersgruppen.

Wohnort:

Über das Herausfinden des Wohnorts wollte ich herausfinden, ob es Zusammenhänge gibt, wie man zum Kauf eines Elektroautos steht. Doch ich habe sehr viel Resultate von meinem Heimatkanton erhalten und noch einige von Luzern, doch der Rest ist sehr verteilt und man kann kein eindeutiges Muster erkennen.

Distanz von Wohnort zum Arbeitsort:

Interessanter wird es aber bei der Distanz zwischen dem Wohnort und ihrem Arbeitsort. Sehr erfreulich zu sehen ist das doch sehr viel Befragte ihren Arbeitsort nahe (unter 5 km) am Wohnort haben. Weniger erfreut ist dabei aber das doch sehr viel dieser Personen ein Auto obwohl sie dieses vielleicht zur Arbeit gar nicht benötigen. Aber das sind nur Vermutungen, auf welche man keine Schlüsse ziehen kann.

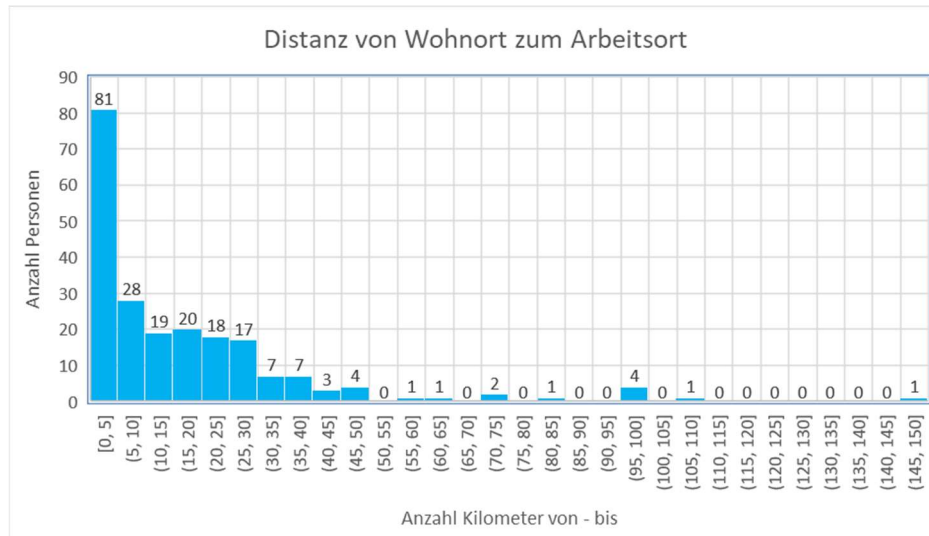


Abbildung 4 Umfrage: Distanzen von Wohn- und Arbeitsort der Befragten

Wohnsituation:

Zum Thema Elektroauto kann auch der Faktor der Wohnsituation eine Rolle spielen, in vielen Mietwohnungen, vorallem in kleineren Gebäuden, hat man keine Verfügbarkeit über eine Ladestation und somit kann man auch kein Elektroauto haben. Im Eigenheim ist es hingegen relativ einfach, eine Ladestation zu installieren.

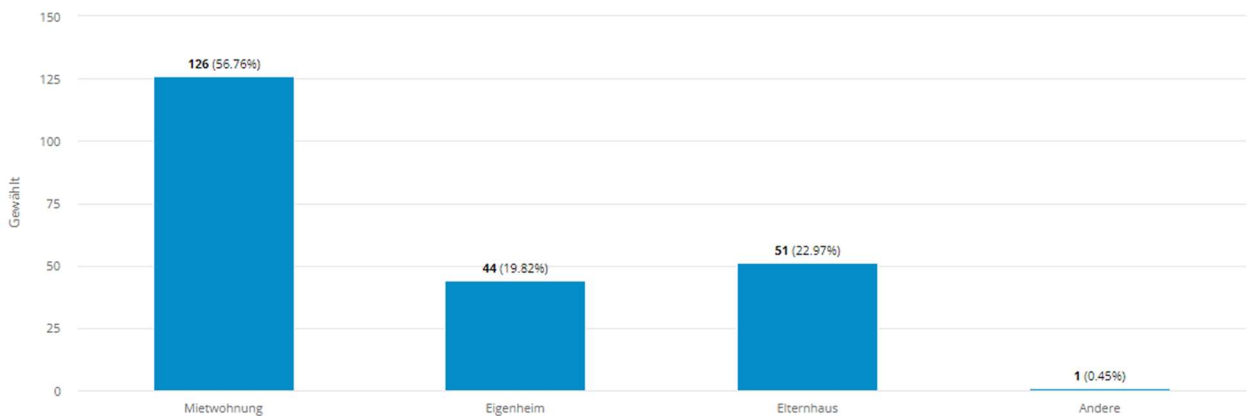


Abbildung 5 Umfrage: Wohnsituation der Befragten

Art der Fortbewegung:

Natürlich werden nicht nur Autos benutzt, um sich fortzubewegen, sondern auch diverse andere Fortbewegungsmittel. 75% der Befragten benutzen aber häufig ein Auto. Gut die Hälfte gibt an sich mit dem ÖV unterwegs zu sein. Am eindrücklichsten ist dabei aber eindeutig das nur 45% der Befragten angeben zu Fuss unterwegs zu sein. Entweder haben sie die Frage nicht ganz verstanden da man alle Möglichkeiten angeben soll, mit denen man sich fortbewegt oder es wirklich viel Menschen nicht gut zu Fuss unterwegs.

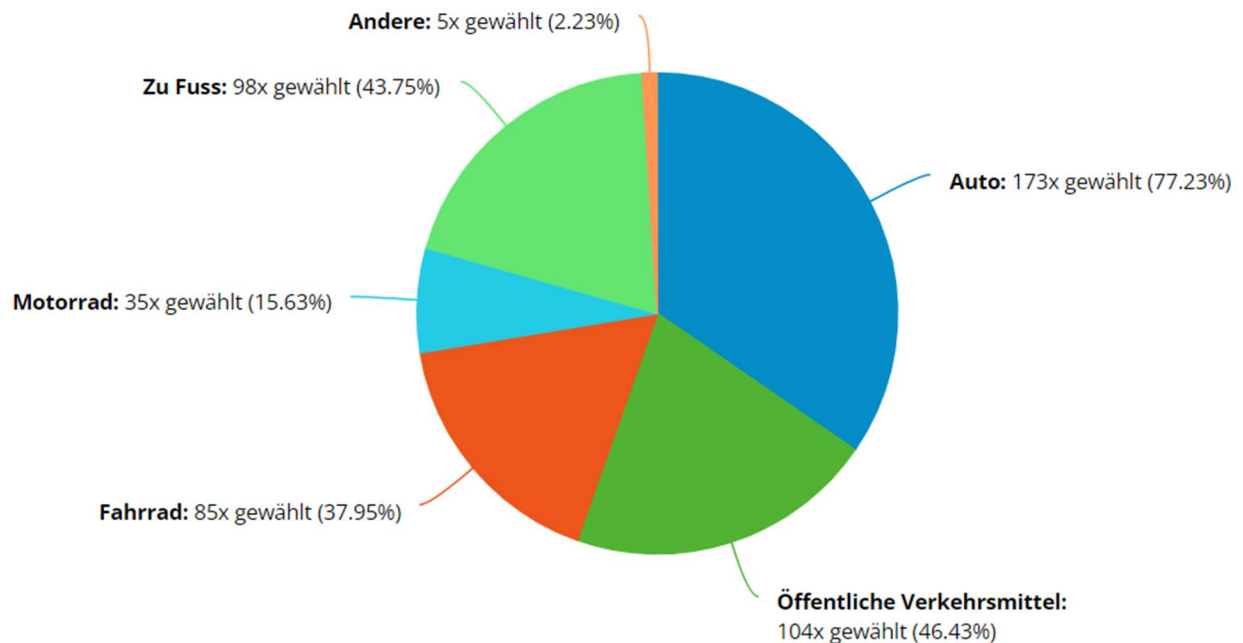


Abbildung 6 Umfrage: Fortbewegungsmittel der Befragten

Antrieb von Autos:

Nun geht es an das Fleisch am Knochen wie viel von diesen Autofahrern haben nun schon ein Elektroauto? In der Schweiz liegt der Bestand im Jahr 2023 bei 3.26% Vollelektrisch und noch 1.6% Plug-in Hybrid. Dieser Wert ist momentan noch sehr gering. Im Gegensatz zu meinen Befragten liegt der Bestand schon doppelt so hoch bei 6.4 %. Nach den Zahlen klingt das schon einiges besser aber sind doch nur 11 Elektroautos von 173 Autofahrern. Einige haben noch einen Hybrid, welcher man nicht an einer Steckdose laden kann. Einen Plug-In Hybrid besitzt keiner der Befragten. Und 90% aller Autofahrer aus der Umfrage fahren ein Diesel oder Benzinauto.

Besitz einer Photovoltaikanlage:

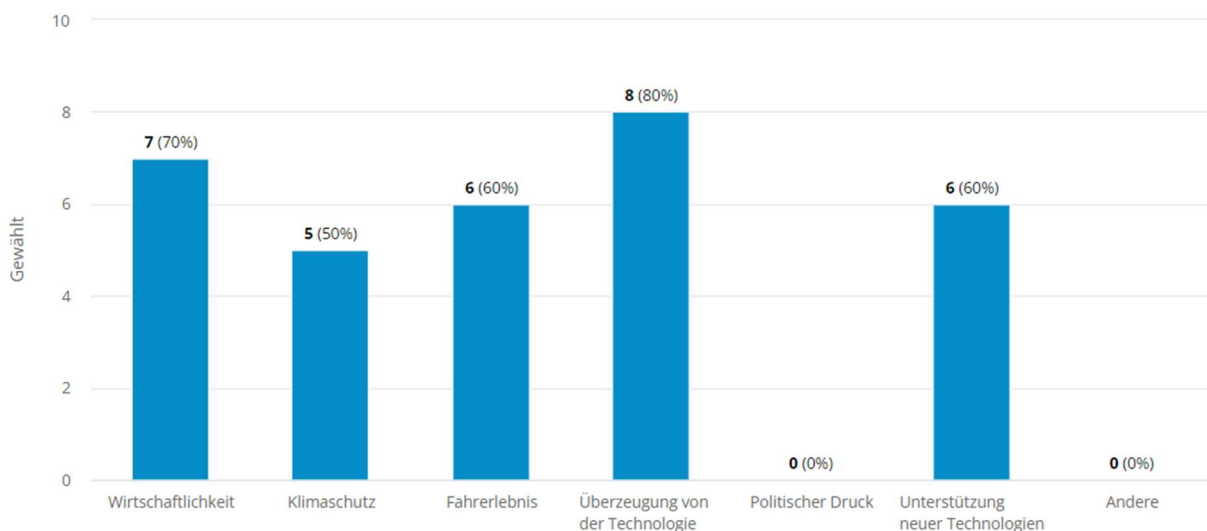
Die Frage nach dem Besitz einer Photovoltaikanlage ist aus diesem Grund interessant vorallem für Besitzer von Elektrofahrzeugen. Es sollte allen klar sein oder werden, dass wenn man ein Elektroauto hat und auch eine Photovoltaikanlage, dass man dann

praktisch ohne grosse Ausgaben für den Treibstoff mit seinem Auto fahren kann. Vorausgesetzt, dass Auto ist an der Ladestation angeschlossen, währenddem man sein Auto lädt. Anderweitig kann auch ein Batteriespeicher Abhilfe schaffen oder auch den Verkauf vom Strom und dann wieder der Ankauf, wenn man das Auto an die Ladestation angeschlossen hat, kann auch zu grossen Kostenersparnissen führen.

Bei den Befragten besitzen 27 von 221 Personen eine Photovoltaikanlage, was ich finde eine verhältnismässig grosse Menge ist für das Alter, welche meine Befragten haben. Spannend ist es das 22 von diesen 27 Personen, ein Diesel- oder Benzinauto besitzen. Für mich wäre der Besitz einer Photovoltaikanlage ein grosser Kaufgrund für ein Elektroauto doch bei meinen befragten gaben nur die Hälfte der Besitzer einer Photovoltaikanlage an, dass sich vorstellen können in den nächsten fünf Jahren ein Elektroauto zu kaufen. Diese Entscheidung kann ich nicht ganz nachvollziehen. Zumal die Gründe für das Nichtkaufen von Elektroautos hauptsächlich darin sind, dass sie mit ihrem vorhandenen Auto noch zufrieden sind oder dieses noch eine hohe Lebensdauer hat.

Kaufgründe für Elektroautos:

Die Kaufgründe für eine Elektroauto können gross variieren, was meine Umfrage auch gezeigt hat. Ob es nun die Wirtschaftlichkeit, für den Klimaschutz oder einfach, weil man von der Technologie überzeugt ist. Eine Option, welche ich hinzugefügt habe und ich als besonders interessant befinde ist, ob es Personen gab, welche aus politischem Druck ein Elektroauto gekauft haben. Schlussendlich will man bis zum Jahr 2050 viele Fossilen Fahrzeuge durch elektrische Ersetzt haben. Doch aus diesem Grund hat keiner der Befragten ein Elektroauto gekauft was mich etwas überrascht hat, aber schlussendlich auch Sinn macht. Da der Druck momentan noch nicht vorhanden ist.



Bedenken zur Strommangellage:

An die Fahrer von Elektrofahrzeugen stellte ich die Frage, ob sie Bedenken haben bezüglich der Strommangellage. Im Winter 2022/2023 hatten wir in der Schweiz, oder sogar in ganz Europa eine Strommangellage. Die Bevölkerung wurde zum

Stromsparen aufgerufen und es wurden Massnahmenpläne erstellt, welche die Nutzung vom Strom beschränken. Mit einem Fossilen Auto muss man solche Bedenken nicht haben da Benzin und Diesel trotz fehlendem Strom verfügbar sein wird. Von den Befragten hat jedoch nur eine Person mit einem Elektroauto bedenken daran.

Elektroauto in den nächsten fünf Jahren:

Wo sehen sie sich in fünf Jahren? Die berühmte Frage bei Vorstellungsgesprächen habe ich auch den Ausfüllern meiner Umfrage gestellt. Und zwar ob sie sich vorstellen können in den nächsten fünf Jahren ein Elektroauto zu kaufen. Die Antworten fielen, je nach Mentalität, welche man an den Tag weisst, positiv als auch negativ aus. Das Resultat meiner Befragung zeigt das sich 45% vorstellen können ein Elektroauto zu kaufen in den nächsten 5 Jahren und 55% können es sich nicht. Aus einer Sicht ist es positiv zu sehen, dass doch die Hälfte der Autofahrer offen für die neu Technologie ist und das in einer sehr absehbaren Zeit von 5 Jahren. Andererseits kann man denken, dass immer noch mehr als die Hälfte der Befragten oder auch der Bevölkerung sich noch nicht vorstellen können sich in den nächsten Jahren ein Elektroauto zu kaufen und das, dass doch die Norm sein soll.

Gründe, wieso man kein Elektroauto kauft:

Was sind denn nun noch Gründe, wieso nicht alle gleich ein Elektroauto besitzen? Zu Beginn meiner Arbeit dachte ich daran, dass die Reichweiten kurz sind und die Ladezeiten sehr lang. Doch wie sich das gezeigt hat, ist dem nicht wirklich so. Vielleicht war es vor einigen Jahren noch so, doch mittlerweile kann man sagen die Reichweiten sind sehr ähnlich und in einer kurzen Zeit von ca. einer halben Stunde kann man sein Auto wieder fast komplett vollladen. Zudem sind die Reichweiten, die wir gesehen haben und die meisten Personen häufig zurück legen weit unter der maximalen Reichweite von Elektroauto. Es liegt doch wohl eher an der Bequemlichkeit der Leute und dass man für jeden Fall ausgerüstet sein will. Man legt sein Auto für den Fall welcher 1- oder 2-mal im Jahr auftritt und dass man mal mehr als 400 km fahren muss. Doch ist das der richtige Weg, dass man sein Auto für solche Extremfälle auslegt? Darüber kann man diskutieren, doch was die Menschen sich kaufen können, kauft man sich eben. Das ist er Luxus, in dem wir hier leben.

Der häufigste Grund ist jedoch ein sehr simpler, und zwar die Zufriedenheit mit dem vorhandenen Fahrzeug, welches auch noch eine hohe Lebensdauer aufweist. Da kann man auch nicht viel dagegen sagen, da wie schon erwähnt auch der Politische Druck noch nichtgrosso vorhanden ist und solange das alte noch funktioniert bleibt man gern beim Alten und bekannten.

Weitere Gründe sind die fehlenden Lademöglichkeiten welche ich selbst auch als einen grossen Grund ansehe. Wenn man sich in der Mietwohnung, in welcher viel von uns wohnen, keine Möglichkeit hat sein Auto laden wird man sich auch kein Elektroauto kaufen.

Die Überzeugungtheit der Technik kann ich auch gut verstehen. Es ist etwas unkonventionell, dass das Auto nun einfach mit Strom betrieben werden kann. Wir viel noch etwas fremd und man möchte die Technik erst noch ausreifen lassen. Ich

behaupten viele haben allerdings noch nie ein Elektroauto gefahren und dabei gemerkt, dass es sich genauso gut oder sogar sanfter fahren lässt als herkömmliche Autos und das noch ganz ohne Lärm.

Die Umweltschädlichkeit von Batterien ist nicht zu vernachlässigen. Wir können aber darauf hoffen, dass die Techniken noch verfeinert und man weniger kritische Materialien benötigt, um die Batterien herzustellen.

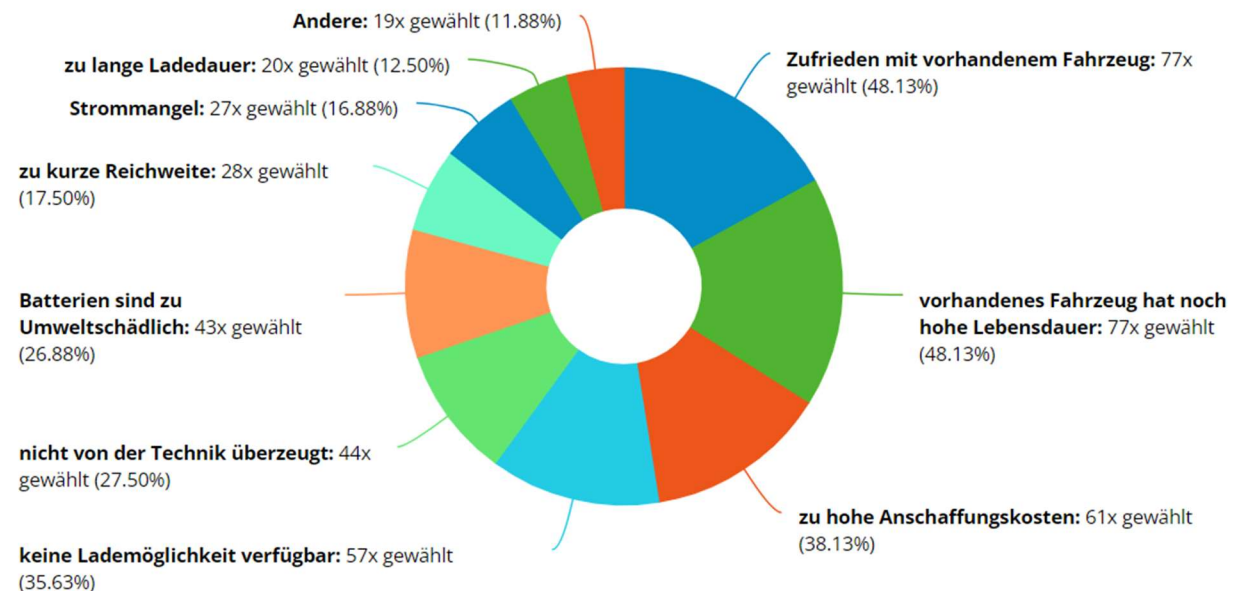


Abbildung 7 Umfrage: Gründe wieso man sich kein Elektroauto kauft der Befragten

Zitate von spannenden "Andere" Kommentare und meine Gedanken (in Kursiv) dazu:

- "Beim letzten Autokauf hatte ich noch nicht das nötige Vertrauen in die Lebensdauer der Batterien."
Das Glaube ich bestimmt. Die Technologien waren auch noch nicht so ausgereift und man hatte noch keine Langzeitstudien.
- "Die Art des Modells finde ich überhaupt nicht schön"
Ich weiss hier nicht von was für einem Modell diese Person spricht, aber mittlerweile gibt es eine Menge verschiedene und man findet bestimmt etwas.
- "Es gäbi anderi technologiä wo d lüt wür unabhängig mache vome meh sött fördere wedr diä schiis elektro auto"
Andere Technologien wären z.B. Wasserstoff, welcher auch Strom benötigt, um hergestellt zu werden. Benzin und Diesel kommt meist aus fernen, fremden Länder wie Saudi-Arabien oder ähnliche, in diese hat die Person offenbar mehr Vertrauen als heimischer Strom.
- Einen Hybrid finde ich besser

Ich weiss nicht, ob diese Person von einem normalen Hybrid spricht oder von einem Plug-In Hybrid, aber mit einem normalen Hybrid kann man nicht eigenen Strom brauchen und man hat beide Technologien im Auto verbaut, und somit auch die Nachteile von beiden Technologien. Ich bin klar der Meinung, dass die Nachteile die Vorteile überwiegen.

- Warte auf die Wasserstoff-Technologie

Das Wasserstoffnetz und deren Technologien sind im laufenden Wachstum und werden bestimmt einmal einen grossen Teil sein in unserer Energieversorgung. Ich denke eher diese Technologien werden für grössere Verbraucher wie LKW oder Busse verwendet anstatt für PKWs.

- fahren das alte noch z'Boden

das bestehende Fahrzeug erst noch zu verbrauchen, macht bestimmt Sinn wenn man es nicht verkaufen möchte.

9 Rolle in der Energiepolitik

Die Umfrage hat gezeigt, dass ca. 15 % der Befragten unter anderem den Strommangel als Grund angeben, wieso sie kein Elektroauto besitzen. Obwohl ich dabei einen höheren Anteil vermutet hatte, kann ich mir selbst durchaus gut vorstellen, dass das schon zu einem Problem in der nahen Zukunft führen kann. Im Winter 2022/2023 hatten wir schon eine Strommangellage, welche aufgrund der milden Temperaturen nicht zu einem grösseren Problem wurde. Ich denke es könnte zu einem Problem führen da wir momentan eine Elektrifizierung in unserer Energietechniken haben. Vieles was bis jetzt mit Öl oder Gas, also mit fossilen Energieträgern, betrieben worden ist, wird aufgrund von Co2 ausstossen ersetzt. Und als gute alternative wird dafür die Elektrizität genutzt. So wird nicht nur die Mobilität beeinflusst, sondern auch Raumheizungen oder die Warmwasseraufbereitung. Diese Steigerungen von weiteren elektrischen Verbrauchern kann schon zu Bedenken aufrufen. Doch wie sieht es dabei aus, wenn man das Gesamtbild betrachtet.

In der Grafik unten, welche von Daten vom Bundesamt für Statistik basiert, ist erkennbar wie viele Heizungen pro Energieträger in Betrieb sind. Besonders auffällig ist dabei, dass Heizöl im ständigen Rückgang ist, Gas jedoch nicht wirklich zurückgegangen ist in den letzten Jahren. Im Gegenteil ist es eher noch gestiegen. Wärmepumpen sind im Gegensatz sehr am Aufkommen und haben besonders ab dem Jahr 2000 laufend zugenommen und besetzen momentan 18.5% der Heizsysteme. Zu bemerken ist dabei, dass ca. 1/4 der Energie, welche eine Wärmepumpe erzeugt aus elektrischer Energie stammt.

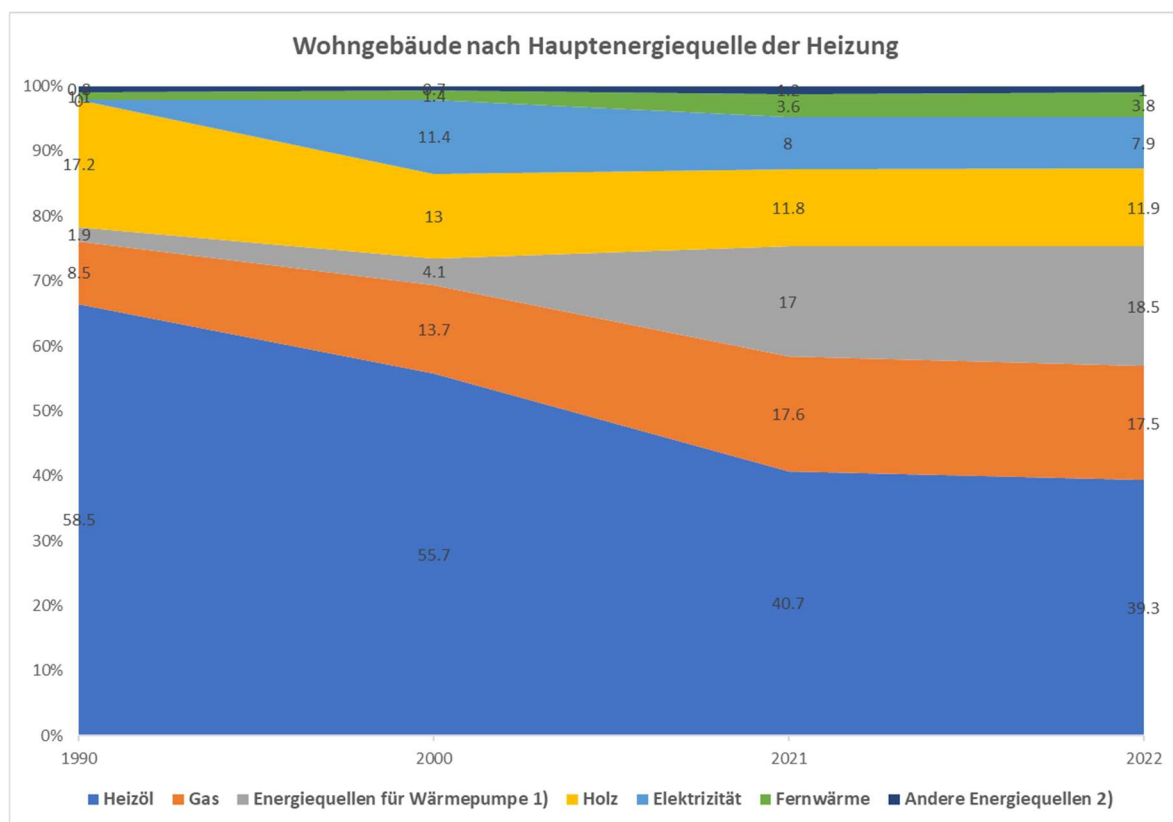


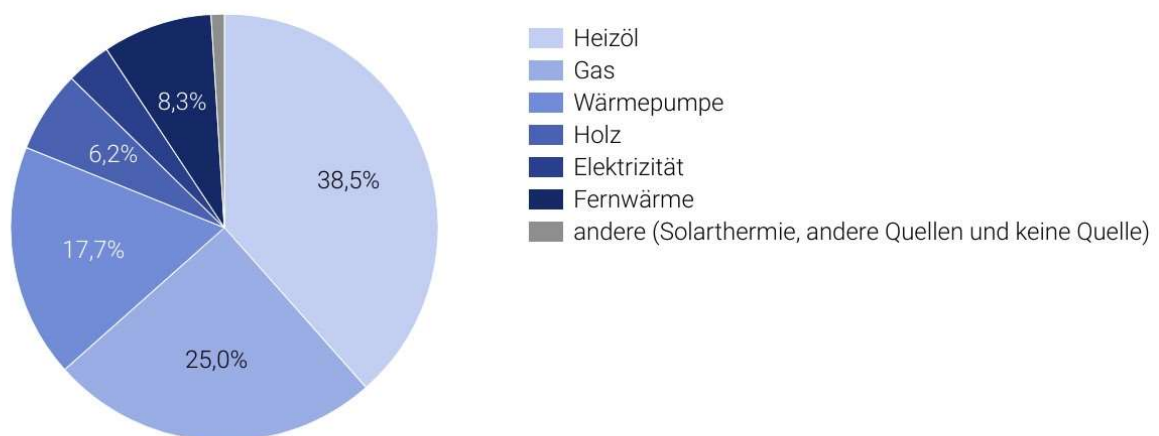
Abbildung 8 Wohngebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung in der Schweiz

Eine weitere Spannende Tabelle gibt einen Einblick wie viel Energie von welchem Energieträger für den Verkehr und für die Heizungen benötigt werden. Die Werte beziehen sich nur auf Haushalte vom Jahr 2021 und nicht auf die Wirtschaftlichen Zwecke. Nicht zu vernachlässigen sind dabei die Wirkungsgrade, welche bei Benzin oder Diesel bei nur ca. 25% liegen. Auch sieht man leider nicht wie viel bei der Elektrizität aus Wärmepumpen besteht oder aus reinen Elektroheizungen. Für diese Daten musste eine weitere Statistik ausgewertet werden. Bei dieser hat sich dann herausgestellt das 3.4% der Bevölkerung eine rein elektrische Heizung hat und 17.7% die Energie mit einer Wärmepumpe erzeugt. Somit kann man berechnen wie viel Energie oder wie viel Strom, der erzeugt wird für rein elektrische Heizungen gebraucht wird.

Tabelle 4 Verwendung von Energieträgern in Haushalten

Energieträger		Verkehr in TJ	Heizung in TJ
Erdgas		271	53'040
Benzin		69'191	-
Diesel		38'954	-
Heizöl extra-leicht		-	66'048
Elektrizität		403	18'182
Wärme		-	29'447

Bevölkerung nach Hauptenergiequelle der Heizung, 2022



Quelle: BFS – Gebäude- und Wohnungsstatistik

© BFS 2023

Abbildung 9 Bevölkerung nach Hauptenergiequelle der Heizung in der Schweiz 2022

9.1 Wärmepumpen

Wärmepumpen stehen der Elektrifizierung der Mobilität etwas im Weg da auch sie elektrische Energie nutzen. Im Gegensatz zu Elektroautos sind jedoch die Wärmepumpen bereits sehr etabliert werden nur selten hinterfragt, dass diese Elektrifizierung etwas Schlechtes ist. Wenn man nun auch in der Mobilität den elektrischen Antrieb einbringen will

9.2 Heizungen

Es gibt sehr interessante Karten bei der jedes Heizsystem aufgezeigt wird. So habe ich mich auf die Suche gemacht wo noch die meisten Elektroheizungen zu finden sind.

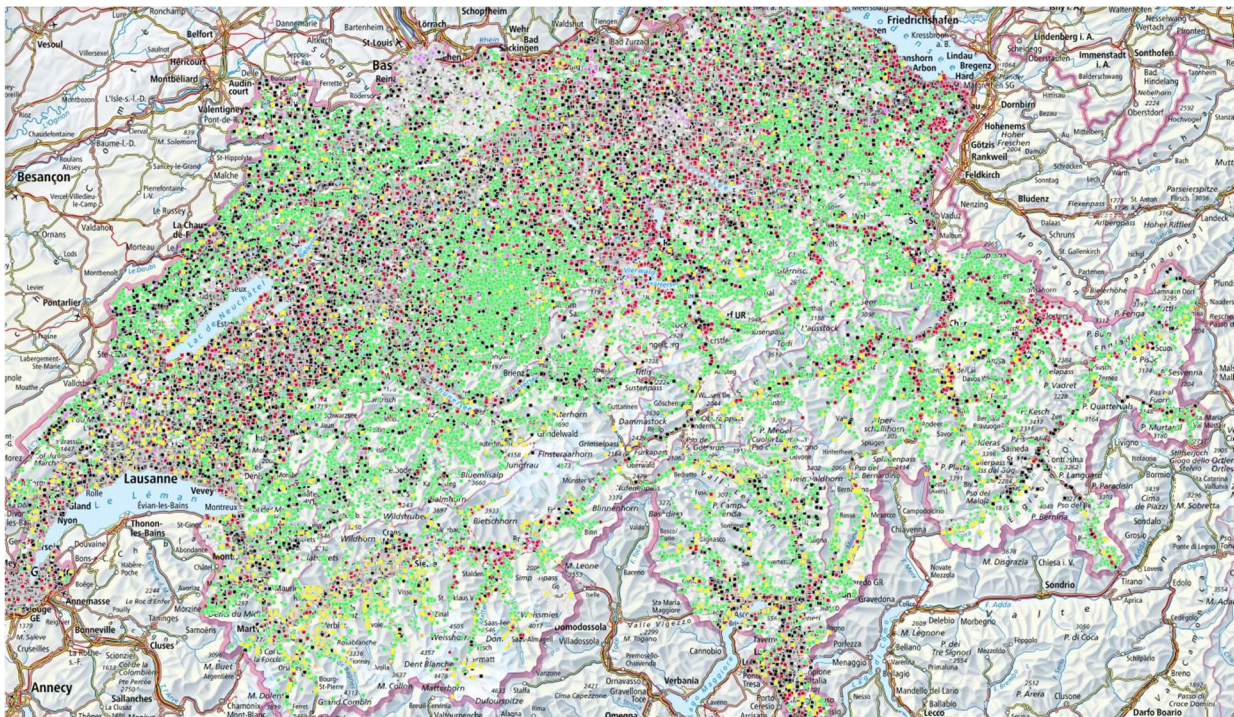


Abbildung 10 Karte der Schweiz aller eingetragenen Heizsysteme

Am meisten stechen hier folgende Heizungen heraus:

- Grün: Holz
- Gelb: Elektrisch
- Schwarz: Heizöl
- Grau: Gas
- Rosa: Fernwärme

Die Suche nach den Elektroheizungen war schnell erfolgreich, vorallem alpine und nicht gut erschlossene Bergregionen oder Feriendörfer weisen hier grosse Mengen von Elektroheizungen auf. Wenn man aber genaue Daten dazu will muss man schon weitersuchen. Beim Bundesamt für Statistik wird man dabei schon fündig, aber man muss genau schauen, um auch richtige Resultate zu erhalten.

Die Karte, auf der die Heizungen eingezeichnet sind, wollte ich noch auf ihre Genauigkeit prüfen. Also habe ich Gebäude gesucht, bei denen ich weiss, welches

Heizsystem diese haben oder ich weiss, dass dieses vor ein paar Jahren gewechselt worden ist. Ich musste leider feststellen, dass es einige Gebäude hatte, welche nicht das richtige Heizsystem anzeigten. Das ist schon etwas schade da ich schon bei wenigen Tests de Fehler gefunden habe was bedeutet das wahrscheinlich viel noch falsch sind. Und da dies auf den offiziellen Daten beruht sind wahrscheinlich diese auch in vielen anderen Statistiken vorhanden. Da es aber das Beste ist was wir in der Schweiz haben, muss ich wohl darauf vertrauen.

Wir haben bei der Tabelle am Anfang des Kapitels gesehen, dass 18'182 TJ für die Heizung mit Elektrizität verbraucht wird. Dieser Wert ist allerdings noch gemischt mit dem Verbrauch für Wärmepumpen. Aus einer Statistik vom BFE ist ersichtlich, dass in der Schweiz noch 3.4% der Bevölkerung Elektroheizungen besitzt und 17.7 % eine Wärmepumpe. Mit einer Simplen Prozentrechnung kann nun der Energieverbrauch für Elektroheizungen ungefähr herausgefunden werden:

$$18'182 \text{ TJ} / (17.7\% + 3.4\%) = 861 \text{ TJ}$$

$$861 \text{ TJ} * 3.4\% = 2930 \text{ TJ}$$

Es werden also momentan noch 2930 TJ für die Wärme von elektrischen Heizungen verbraucht. Umgerechnet sind das 813 GWh. Das ist in etwa so viel wie das Kernkraftwerk Leibstadt in einem Monat produziert.

Zum Vergleich, der gesamte Stromverbrauch der Schweiz ist im Jahr ca. 58'000 GWh.

Als Gedanken Experiment und um sich eine Vorstellung zu machen könnte man nun ausrechnen wie viel Strom wir mehr benötigen, wenn man alle Fossilen Heizungserzeuger durch effiziente Wärmepumpen ersetzt:

Die Fossilen Verbräuche für die Heizungen von Haushalten beträgt:

$$43'040\text{TJ} + 66'048\text{TJ} = 109'088 \text{ TJ}$$

Dazu kommt noch ein durchschnittlicher Wirkungsgrad von den Fossilen Heizungen von 85% womit wir auf einen Verbrauch von 125 PJ oder 34'722 GWh. Da eine Wärmepumpe eine durchschnittlichen JAZ also Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme von 4 hat kann man diesen Wert noch durch 4 teilen. Somit kommt man auf 8687 GWh.

Wenn man die Elektroheizungen auch noch durch Wärmepumpen ersetzt, kann man also noch ein Viertel von 813 GWh (Verbrauch Elektroheizungen) dazurechnen erhält man somit ca. 8900 GWh was einen kompletten ausstieg der Fossilen und rein-elektrischen Heizungen bedeutet.

9.3 Warmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung wird oftmals direkt mit dem Wärmeerzeuger sichergestellt. Ist das aber nicht der Fall kommt meist eine Elektrischer Wassererwärmer also ein Boiler zum Einsatz.

Die Totalen Verbräuche für das Warmwasser lagen im Jahr 2020 bei 33.4 PJ. Davon sind 9.2 PJ von Heizöl, 8.3 PJ aus Erdgas und 8.1 PJ aus reinelektrischen Erzeugern. Wieder überlege ich mir wie viel elektrische Energie benötigt wird um das komplette Warmwasser mit Wärmepumpen zu erzeugen:

$9.2 \text{ PJ (Heizöl)} + 8.3 \text{ PJ (Erdgas)} = 17.5 \text{ PJ} = 4860 \text{ GWh}$
 $4860 \text{ GWh} * 0.85 = 4'130 \text{ GWh}$

Reinelektrisch = 2250 GWh

Da die Wärmeerzeugung von höheren Temperaturen mit einer Wärmepumpe weniger effizient sind wähle ich hier nur den Faktor 3 um die reine elektrische Energie zu ermitteln:

Total: $6'380 \text{ GWh} / 3 = 1600 \text{ GWh}$ oder ca. 5.5 PJ

Wenn man also das Warmwasser aus Fossiler und reinelektrischer Erzeugung mit Wärmepumpen erzeugt bleibt ein Verbrauch von 1600 GWh welcher signifikant geringer ist als die Erzeugung mit ineffizienten Öl-, Gas oder reinelektrischen Warmwassererzeugern.

9.4 Verbrennungsmotoren

Die gleiche Überlegung wie mit den Heizungen und der Warmwassererwärmung können wir nun auf die Elektromobilität anwenden. Das Ziel ist also eine komplett Fossilsfreie Mobilität im Haushaltsbereich, also ohne Industry und Gütertransport.

Wieder können wir die Verbräuche von den Fossilen Mobilität Zusammenrechnen und in den elektrischen verbrauch umwandeln:

$69'191 \text{ TJ (Benzin)} + 38'954 \text{ TJ (Diesel)} = 108'145 \text{ TJ}$

Grosser Vorteil haben wir nun da die Wirkungsgrade von Diesel- und Ottomotoren viel schlechter sind als die von fossilen Heizungen, was der Elektromobilität sehr zugunsten kommt:

$108'145 \text{ TJ} * 0.25 = \text{ca. } 27'000 \text{ TJ} = 7500 \text{ GWh}$

Hinzu kommt noch der Wirkungsgrad der Elektromobilität von 90%:

$7500 \text{ GWh} / 0.9 = 8300 \text{ GWh}$

Um die ganze Fossilen Personenkraftwagen (PKW) also auf Elektrisch umzurüsten würde das einen elektrischen Mehrverbrauch von 8300 GWh zu Folge haben.

9.5 Öl- und Gasheizungen

Bei der Suche nach Elektroheizungen machte ich noch einige erschreckende Feststellungen. Natürlich zeigen auch die Zahlen schon, dass es noch sehr viel Öl-

oder Gasheizungen hat. Doch ein Blick auf die Karte zeigt vorallem wo diese sind und ein Bild besagt schliesslich mehr als tausend Worte.

Auf dieser Karte ist jeder Schwarze oder Graue Punkt eine Öl- oder Gasheizung. Wenn man diese zählen möchte, ist man vielleicht schneller fertig, wenn man die Sterne am Nachthimmel zählen will. Besonders in den Städtischen Gebieten grossen Städten Zürich, Luzern, Bern oder Genf fällt das sehr stark auf. Doch nicht nur die Grossstädte, auch schon Dörfer werden grösstenteils von Ölheizungen dominiert. Nur in ländlichen Gebieten bei dem Platz meist genug vorhanden ist, ist die Holzheizung die verbreitete Heizungsart.



Abbildung 11 Ausschnitt der Stadt Zürich mit allen Heizsystemen als Punkte eingezeichnet

9.6 Schlussfolgerung

Würde man also alle fossilen und reinelektrische Erzeuger aus Heizungen, Warmwasser und Mobilität von Haushalten durch Wärmepumpen oder Elektroautos ersetzen hätte man einen Elektrischen Verbrauch von $8900\text{GWh} + 1600\text{GWh} + 8300\text{GWh} = 18'800\text{ GWh}$.

Im Vergleich ist der momentan elektrische Verbrauch bei Warmwasser 2250 GWh und Heizung 813 GWh also insgesamt ca. 3000 GWh schon beträchtlich kleiner und man müsste 15'000 GWh zusätzliche elektrische Energien erzeugen oder Importieren. Das sind in Bezug auf den Momentanen Verbrauch von 58'000 GWh eine Vergrösserung von 25 %.

Das ist schon eine ganze Menge und ich denke nicht, dass wir das so einfach machen können, dazu kommt noch der Ausstieg aus der Kernenergie, welche wir anstreben. Doch es ist auch nicht realistisch, dass man alle Wärmeerzeuger durch Wärmepumpen ersetzt, sondern es gibt noch viele weitere Technologien wie

Fernwärme oder Solarthermie, welche eine grosse Menge der notwendigen Energien erstellen können.

Um die unsere Ziele zu erreichen und weg von den fossilen Energieträgern zu kommen, wird es eine kombinierte Lösung aus allen uns zur Verfügung stehenden Technologien benötigen.

10 Fazit/Schlusswort

Das Herzstück dieser Arbeit war klar die Umfrage. Sie hat mir wichtige Erkenntnisse gegeben, was die Bevölkerung über das Thema E-Mobilität denkt. Diese hat mir auch am meisten Spass gemacht, als ich sie live geschaltet habe, musste ich regelmässig nachschauen was für neue Leute, für neue Antworten gegeben haben. Das war sehr spannend.

Das Ganze zu vergleichen war zum Teil etwas schwieriger. Bei manchen Punkten ging es sehr gut, wie zum Beispiel beim technischen Vergleich. Da dort alle Fakten gelten und sich nicht gross verändern. Weniger gut geht es hingegen, wenn man das für die Kosten machen will. Da dort die Preise immer sehr variieren. Auch beim Ökologischen Vergleich ist es schwer Äpfel mit Birnen zu Vergleichen. Energieverbräuche und CO2 Emissionen sind nicht klar definiert von der Batterieherstellung und der Rohstoffgewinnung, dass diese schwer miteinander verglichen werden können.

11 Lessons learnt

Ich habe so einiges gelernt bei dieser Arbeit. Das Zeitmanagement war knapper als bei anderen Arbeiten, welche wir gemacht haben. Da ich aber bewusst später begonnen habe und mir Zeit für den Abschluss des normalen Unterrichtes genommen habe. Das kam mir allerdings etwas zum Verhängnis. Einen Teil meiner Arbeit konnte ich erst machen, nachdem ich die Resultate der Umfrage erhalten habe. Mit der Umfrage habe ich allerdings etwas später begonnen und bis dann die Antworten da waren wurden schon langsam Zeit die Arbeit zu vollenden.

Aus diesem Grund fiel der Teil der Analysierung der Antworten und dem Hinterfragen der Gründe, welche die Personen haben sich kein Elektroauto zu kaufen etwas kürzer aus. Ich fand es aber durchaus nicht so schlimm da ich schon viel Punkte in anderen Teilen der Arbeit geschrieben habe und sie deswegen trotzdem alle gedeckt waren.

Aus der Umfrage habe ich am meisten gelernt. Es war das erste Mal, dass ich eine Umfrage in diesem grossen Stil erstellt und diese auch mit einem dafür geschaffenen Tool gemacht habe. Das Tool war nach einer kurzen Eingewöhnung gut verwendbar und hat mir dabei sehr geholfen.

12 Verzeichnisse

12.1 Abkürzungsverzeichnis

mHEV	Mild Hybrid
sHEV	Voller/Starker Hybrid
PHEV	Plug-in Hybrid Elektrofahrzeug
E-REV	Reichweitenverlängerndes Fahrzeug
BEV	Batterie-Elektrofahrzeug
FCEV	Brennstoffzellen-Elektrofahrzeug
PKW	Personenkraftwagen
TJ	Terajoule
PJ	Petajoule
GWh	Gigawattstunden
kWh	Kilowattstunden

12.2 Literaturverzeichnis

Politische Vorgaben und Stand

<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/elektromobilitaet.html>
<https://roadmap-elektromobilitaet.ch/de/>
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energiestrategie-2050.html>
<https://www.opel.ch/de/simply-electric/overview/get-started-ac-dc.html>
https://www.swiss-emobility.ch/de-wAssets/docs/SwisseMobility_Szenario_2035_quer_interaktiv_e6.pdf

Vergleich

https://www.streetlife.ch/artikel/das-sind-die-besten-elektroautos?gclid=CjwKCAjw-KipBhBtEiwAWjgwrL6UB2RZV3hepe5xgNGazBF3Spjes1M3dYFe_UuTUs3y5sJjyUfZUBoCd7sQAvD_BwE
https://club.tcs.ch/e-auto?gclid=CjwKCAjw-KipBhBtEiwAWjgwrDhapCcdoa6uT2AhbgkW_oJvi0Eqh5FEB7gwEUXs9eAyLGmQrZt2VxoCruQQA_VD_BwE&gclidsrc=aw.ds
<https://www.tcs.ch/de/testberichte-ratgeber/tests/vergleich-benziner-elektroauto.php>
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/484054/umfrage/durchschnittsverbrauch-pkw-in-privaten-haushalten-in-deutschland/#:~:text=Der%20durchschnittliche%20Kraftstoffverbrauch%20von%20Personenkraftwagen,Kraftstoff%20f%C3%BCr%20die%20gleiche%20Strecke.>
<https://www.dkv-mobility.com/de/elektromobilitaet/ratgeber/kosten-elektroauto-pro-100km/#:~:text=Stromverbrauch%20beim%20Elektroauto&text=Grunds%C3%A4tzlich%20wird%20der%20durchschnittliche%20Verbrauch,kWh%20Strom%20auf%20100%20km.>

Umfrage

<https://www.umfrageonline.ch/>

Rolle in der Energiepolitik

Wärmepumpen

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/gebäude/energiebereich.html>
https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.html?dyn_prodima=900127

Elektroheizungen

https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=ech&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.bfs.gebäude_wohnung_register,ch.bav.halt_estellen-oev,ch.swisstopo.swisstlm3d-wanderwege,ch.astra.wanderland-sperrungen_umleitungen,ch.bfs.gebäude_wohnung_register_waermequelle_heizun

[g&layers_opacity=1,1,1,0.8,0.8,1&layers_visibility=false,false,false,false,false,true&layers_timestamp=18641231,....&E=2677353.92&N=1216252.68&zoom=11
https://www.kkl.ch/fileadmin/seiteninhalt/Bilder/02_Kraftwerk/A_Unser_Kraftwerk/01_Stromproduktion/Betriebsverlauf_2023.pdf](https://www.kkl.ch/fileadmin/seiteninhalt/Bilder/02_Kraftwerk/A_Unser_Kraftwerk/01_Stromproduktion/Betriebsverlauf_2023.pdf)

12.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Szenario Neuzulassungen	11
Abbildung 2 Zeitliche Entwicklung der Ladestationen in den Kantonen.....	12
Abbildung 3 Betriebskostenvergleich Fossiler und Elektrischer Antriebe von TCS	15
Abbildung 4 Umfrage: Distanzen von Wohn- und Arbeitsort der Befragten	20
Abbildung 5 Umfrage: Wohnsituation der Befragten.....	20
Abbildung 6 Umfrage: Fortbewegungsmittel der Befragten	21
Abbildung 7 Umfrage: Gründe wieso man sich kein Elektroauto kauft der Befragten..	24
Abbildung 8 Wohngebäude nach Hauptenergiequelle der Heizung in der Schweiz	26
Abbildung 9 Bevölkerung nach Hauptenergiequelle der Heizung in der Schweiz 2022	27
Abbildung 10 Karte der Schweiz aller eingetragenen Heizsysteme.....	28
Abbildung 11 Ausschnitt der Stadt Zürich mit allen Heizsystemen als Punkte eingezeichnet	31

12.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Reichweiten von Elektrofahrzeugen.....	13
Tabelle 2 Energieverbräuche von Benzin, Diesel und Elektroautos	14
Tabelle 3 Übersicht verschiedener Batterietypen in der Automobilbranche	16
Tabelle 4 Verwendung von Energieträgern in Haushalten	27

Redlichkeitserklärung

Die Verfasser bestätigen mit ihren Unterschriften, dass die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt wurde. Es wurde darauf geachtet die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht wurden.

Steiner Christof

Schwyz, 12.11.2023



13 Anhänge

Arbeitsjournal Projektarbeit

Name: Christof Steiner
 Klasse L-Teu Fr-a
 Projektname: Elektromobilität, Fluch oder Segen?

Datum	Arbeitsbezeichnung	Zeitaufwand in h
16.06.2023	Erfassen Projektantrag, Überlegung Arbeitsumfang und zu bearbeitende Themen	2
17.06.2023	Abgabe und Genehmigung Projektantrag	0.5
25.06.2023	Besprechen über mögliche Themen mit Mitarbeiter	0.5
20.08.2023	Erstellen Terminplanung	2
22.08.2023	Weiterführen Mindmap, Überlegungen zu den Fragen für die Umfrage	2.5
23.08.2023	Begonnen Umfrage zu erstellen und notieren von fragen, programmieren von Umfrage	3
31.08.2023	Vorbereiten Dokumente, Mindmap um Arbeitsumfang	3
09.09.2023	Nachbearbeitung und fertigstellung von der Umfrage	4.5
27.09.2023	Vorbereitung und Besprechung mit Jörg	2
10.10.2023	Umfrage an Testobjekte senden und verbessern	2
11.10.2023	Nachbearbeiten Umfrage	2
12.10.2023	Umfrage Verteilen, Teko befragen ob die Umfrage via Teko verteilt werden kann	2.5
13.10.2023	Gliederung der Arbeit erstellen und erste Umfrageantworten analysieren	4
14.10.2023	Beginn der Erstellung der Texte Politische Vorgaben und Vergleich	9
15.10.2023	Recherche Politische Vorgaben und Vergleich für weitere Textbearbeitung	4.5
16.10.2023	Besprechung mit Jörg, vor und Nachbearbeitung, Erstellung Beruflicher Lebenslauf, Nachtragen Terminplanung	7.5
19.10.2023	Wirtschaftlicher Vergleich schreiben	6
20.10.2023	Ökologischer Vergleich schreiben	6.5
22.10.2023	Technischer Vergleich weiterführen mit Reichweiten und Recherche Batterien	8
24.10.2023	Textfassung von Batterien und erstellung Tabellen Batterienzusammenstellung, Beginn Erstellung Text Rolle in der Energiepolitik der Zukunft	6
27.10.2023	Weitermachen Text Batterienvergleich und herstellung	3
28.10.2023	Daten aus Umfrage angeschaut und verglichen mit ffreunden geteilt und sich darüber unterhalten, Umfragedaten mit Teko besprochen zur veröffentlichung im Newsletter	2.5

29.10.2023	Text Rolle in der Energiepolitik, Recherche der Schweizerkarte mit den Heizsystemen, Diverse Statistiken analysiert, verglichen und wichtige Daten entnommen	8.5
31.10.2023	Besprechung mit Jörg	1
01.11.2023	Text für Umfrage erstellen, Methodik von Umfrage, Inhalt von Umfrage und Gründe für die Umfrage erläutert	7
04.11.2023	Text Ölheizungen, Elektroheizungen, Wassererwärmer	6
05.11.2023	Text Ölheizungen, Elektroheizungen, Wassererwärmer	5
09.11.2023	Auswertung Umfrage, Textfassung Umfrage	5
08.11.2023	Auswertung Umfrage, Textfassung Umfrage	6
09.11.2023	Letzte Texte von Umfrage fertig machen, Schlusswort, Fazit, Lessons Learned, Dokument anpassen zusammenfügen	5
11.11.2023	Managment Summary schreiben, diverse Texte zusammenfassen, erweitern	4
12.11.2023	Zusammentragen aller Unterlagen und Zusammenstellen Arbeit, Überarbeitung und Korrekturen von Texten	5
		136

Elektrizitätserzeugung
T 8.2.2.1

In GWh

	Wasserkraftwerke	Kernkraftwerke	Konventionell thermische Kraft- und Fernheizkraftwerke	Diverse Erneuerbare 1)	Landeserzeugung (brutto)		Nettoerzeugung
					Total	Verbrauch der Speicherpumpen	Total
1970	31'273	1'850	1'763	...	34'886	965	33'921
1971	27'563	1'843	2'181	...	31'587	1'377	30'210
1972	25'277	4'650	2'371	...	32'298	1'644	30'654
1973	28'825	5'896	2'434	...	37'155	1'724	35'431
1974	28'563	6'730	2'117	...	37'410	1'541	35'869
1975	33'974	7'391	1'629	...	42'994	1'198	41'796
1976	26'622	7'561	2'058	...	36'241	1'344	34'897
1977	36'290	7'728	1'885	...	45'903	1'277	44'626
1978	32'510	7'995	1'845	...	42'350	1'361	40'989
1979	32'345	11'243	1'963	...	45'551	1'586	43'965
1980	33'542	13'663	957	...	48'162	1'531	46'631
1981	36'097	14'462	956	...	51'515	1'395	50'120
1982	37'035	14'276	974	...	52'285	1'532	50'753
1983	36'002	14'821	996	...	51'819	1'346	50'473
1984	30'872	17'396	884	...	49'152	1'444	47'708
1985	32'677	21'281	869	...	54'827	1'364	53'463
1986	33'589	21'303	988	...	55'880	1'461	54'419
1987	35'412	21'701	1'048	...	58'161	1'564	56'597
1988	36'439	21'502	1'023	...	58'964	1'445	57'519
1989	30'485	21'543	1'082	...	53'110	1'454	51'656
1990	30'675	22'298	1'013	88	54'074	1'695	52'379
1991	33'082	21'654	1'247	95	56'078	1'946	54'132
1992	33'725	22'121	1'393	109	57'348	1'438	55'910
1993	36'253	22'029	913	118	59'313	1'186	58'127
1994	39'556	22'984	988	133	63'661	1'271	62'390
1995	35'597	23'486	1'137	138	60'358	1'520	58'838
1996	29'698	23'719	1'556	147	55'120	1'754	53'366
1997	34'794	23'971	1'686	149	60'600	1'519	59'081
1998	34'295	24'368	2'124	161	60'948	1'620	59'328
1999	40'616	23'523	2'386	168	66'693	1'408	65'285
2000	37'851	24'949	2'372	176	65'348	1'974	63'374
2001	42'261	25'293	2'433	187	70'174	1'947	68'227
2002	36'513	25'692	2'612	194	65'011	2'418	62'593
2003	36'445	25'931	2'689	201	65'266	2'893	62'373
2004	35'117	25'432	2'776	198	63'523	2'433	61'090
2005	32'759	22'020	2'932	207	57'918	2'631	55'287
2006	32'557	26'244	3'103	237	62'141	2'720	59'421
2007	36'373	26'344	2'894	305	65'916	2'104	63'812
2008	37'559	26'132	2'913	363	66'967	2'685	64'282
2009	37'136	26'119	2'817	422	66'494	2'523	63'971
2010	37'450	25'205	3'123	474	66'252	2'494	63'758
2011	33'795	25'560	2'866	660	62'881	2'466	60'415
2012	39'906	24'345	2'869	899	68'019	2'411	65'608
2013	39'572	24'871	2'722	1'147	68'312	2'132	66'180
2014	39'308	26'370	2'449	1'506	69'633	2'355	67'278
2015	39'486	22'095	2'661	1'715	65'957	2'296	63'661
2016	36'326	20'235	3'070	1'985	61'616	2'922	58'694
2017	36'666	19'499	2'851	2'471	61'487	4'160	57'327
2018	37'428	24'414	3'008	2'708	67'558	3'987	63'571
2019	40'556	25'280	3'049	3'009	71'894	4'133	67'761
2020	40'616	22'990	2'789	3'528	69'923	4'459	65'464
2021	39'500	18'530	2'319	3'866	64'215	4'145	60'070
2022	33'501	23'113	1'963	4'927	63'504	5'567	57'937

1) Feuerungen mit Holz und Holzanteilen, Biogasanlagen, Photovoltaikanlagen, Windenergieanlagen; 1990 erstmals erfasst

Bundesamt für Energie, Schweiz. Gesamtenergiestatistik

Auskunft: Giulia Lechthaler-Felber, 058 461 40 49, giulia.lechthaler@bfe.admin.ch

Stand: Juli 2023

© BFS 2023



20. April 2023

Elektrizitätserzeugung und –verbrauch 2022

	Mrd. kWh	Veränderung gg. Vorjahr %
<u>I. Elektrizitätserzeugung</u>		
- Wasserkraftwerke:	33,5	- 15,2
- Laufkraftwerke	15,5	- 8,7
- Speicherkraftwerke	18,0	- 20,1
- Kernkraftwerke	23,1	+ 24,7
- Konventionell-thermische Kraftwerke und erneuerbare Anlagen	6,9	+ 11,4
	_____	_____
Total	63,5	- 1,1
<u>II. Verbrauch der Speicherpumpen</u>	5,6	+ 34,3
<u>III. Einfuhrüberschuss</u>	3,4	-
<u>IV. Übertragungs- und Verteilverluste</u>	4,3	- 1,8
<u>V. Elektrizitätsverbrauch</u>	57,0	- 1,9
<u>Elektrizitätsverbrauch pro Kopf (kWh)</u>	6 499 *	-

Quelle: Bundesamt für Energie

* Die Angaben zur Wohnbevölkerung 2022 des Bundesamts für Statistik (BFS) sind provisorisch.

Wohnungen nach Heizsystem Warmwasser und Energiequelle Warmwasser, nach Kanton

2022

	Wohnungen										
	Total	Heizsystem Warmwasser							Energiequelle Warmwasser		
		Wärmepumpe	Thermische Solaranlage	Heizkessel	Boiler	Wärme-tauscher	Anderes Heizsystem für Warmwasser	Kein Heizsystem für Warmwasser	Energiequellen für Wärme-pumpen ¹⁾	Gas	Heizöl
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Schweiz	4 741 917	12.2	2.6	57.3	19.3	7.1	1.0	0.5	12.2	20.5	33.4
Zürich	778 908	14.4	1.3	61.6	12.3	8.8	1.6	0.1	14.4	28.3	30.9
Bern	587 888	9.6	1.4	56.2	26.9	4.9	0.7	0.3	9.6	15.7	34.6
Luzern	208 942	18.8	1.3	51.5	21.6	4.5	2.0	0.3	18.8	14.7	30.3
Uri	21 419	13.5	3.2	26.3	46.8	8.4	0.7	1.1	13.5	0.2	21.9
Schwyz	82 399	15.4	4.0	48.1	26.9	4.7	0.6	0.3	15.4	9.3	33.0
Obwalden	22 518	16.7	1.9	39.3	29.9	10.3	1.5	0.3	16.7	0.1	29.3
Nidwalden	22 942	19.9	2.2	41.8	30.9	4.2	0.6	0.4	19.9	0.6	35.3
Glarus	23 553	11.2	1.4	44.1	39.6	1.1	0.8	1.7	11.2	8.8	29.9
Zug	61 147	13.8	5.2	59.5	16.5	3.3	1.7	0.0	13.8	23.6	31.8
Freiburg	163 750	17.4	1.4	51.2	22.4	7.1	0.4	0.1	17.4	13.2	33.5
Solothurn	144 304	12.6	1.6	58.9	24.0	2.0	0.9	0.1	12.6	23.5	33.3
Basel-Stadt	115 005	2.7	2.3	23.0	13.2	58.8	0.0	0.0	2.7	17.2	5.4
Basel-Landschaft	147 486	10.4	0.3	62.2	10.9	12.6	1.1	2.6	10.4	29.2	29.9
Schaffhausen	44 804	10.0	1.5	55.0	26.1	4.6	2.8	0.0	10.0	27.5	25.4
Appenzell A.Rh.	29 981	11.6	1.7	49.8	32.0	4.2	0.6	0.2	11.6	15.4	28.9
Appenzell I.Rh.	8 405	25.4	2.5	62.7	7.2	1.9	0.1	0.2	25.4	6.8	35.0
St.Gallen	270 829	16.3	4.1	52.2	19.4	6.7	1.1	0.2	16.3	21.2	27.6
Graubünden	180 966	12.7	1.9	54.3	26.7	1.8	0.6	2.0	12.7	6.6	43.9
Aargau	340 914	17.8	1.3	43.8	30.3	5.2	1.6	0.0	17.8	12.2	28.3
Thurgau	142 622	18.0	2.2	59.4	16.9	2.5	1.0	0.0	18.0	24.8	30.3
Tessin	253 319	14.9	3.3	59.3	19.7	1.5	0.3	1.0	14.9	11.0	47.0
Waadt	432 941	5.1	5.9	71.3	8.6	6.6	0.6	1.8	5.1	33.8	34.5
Wallis	271 303	10.4	1.8	50.6	31.3	4.5	0.7	0.7	10.4	13.1	35.4
Neuenburg	98 542	3.2	8.0	70.1	8.3	9.6	0.7	0.1	3.2	30.2	37.7
Genf	246 237	3.4	6.1	79.9	3.4	5.7	1.6	0.0	3.4	32.1	46.8
Jura	40 793	13.1	2.7	57.2	20.8	5.8	0.2	0.2	13.1	9.4	41.9

Stand am 31. Dezember 2022

Für den Fall, dass in einem Gebäude verschiedene Heizsysteme installiert sind, wird in dieser Statistik ausschliesslich das Hauptsystem (das leistungsstärkste) und dessen Energiequelle berücksichtigt

¹⁾ Energiequellen für Wärmepumpen sind z.B. Luft, Geothermie oder Wasser.

Quelle: BFS – GWS

© BFS 2023

Auskunft: Bundesamt für Statistik (BFS), Sektion POP, info.gws@bfs.admin.ch, Tel. 058 467 25 25

T 09.03.07.01.10

Holz	Elektrizität	Solarthermie	Fernwärme	Andere Energiequelle	Keine Energiequelle
%	%	%	%	%	%
3.4	19.3	2.6	7.1	1.0	0.5
2.3	12.3	1.3	8.8	1.6	0.1
6.0	26.9	1.4	5.0	0.7	0.3
6.4	21.6	1.3	4.6	1.9	0.3
4.2	46.8	3.2	8.5	0.6	1.1
5.7	26.9	4.0	4.8	0.5	0.3
9.8	29.9	1.9	10.3	1.6	0.3
5.9	30.9	2.2	4.2	0.7	0.4
5.3	39.6	1.4	1.1	0.9	1.7
4.1	16.5	5.2	3.3	1.7	0.0
4.5	22.4	1.4	7.2	0.3	0.1
2.2	24.0	1.6	2.0	0.8	0.1
0.5	13.2	2.3	58.8	0.0	0.0
3.1	10.9	0.3	12.6	1.1	2.6
2.1	26.1	1.5	4.6	2.7	0.0
5.5	32.0	1.7	4.2	0.6	0.2
20.9	7.2	2.5	1.9	0.2	0.2
3.4	19.4	4.1	6.7	1.1	0.2
3.9	26.7	1.9	1.9	0.5	2.0
3.5	30.3	1.3	5.2	1.6	0.0
4.3	16.9	2.2	2.5	0.9	0.0
1.4	19.7	3.3	1.5	0.3	1.0
3.0	8.6	5.9	6.6	0.6	1.8
2.3	31.3	1.8	4.5	0.6	0.7
2.1	8.3	8.0	9.7	0.6	0.1
1.0	3.4	6.1	5.7	1.6	0.0
6.0	20.8	2.7	5.8	0.2	0.2

Tabelle 14: Endenergieverbrauch für Warmwasser nach Energieträgern

Entwicklung für die Jahre 2000 bis 2020, in PJ

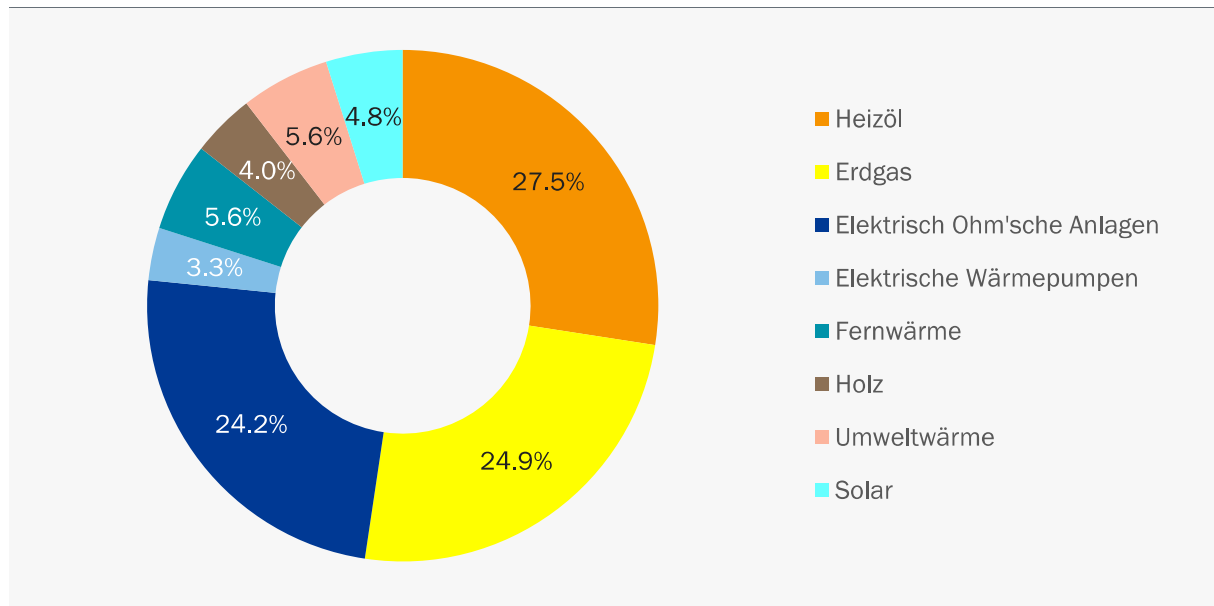
Energieträger	2000	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ '00-'20
Heizöl	16.9	11.4	11.0	10.6	10.1	9.7	9.1	9.2	-45.8%
Erdgas	5.0	7.1	7.3	7.4	7.5	7.7	7.8	8.3	+67.4%
Elektrisch Ohm'sche Anlagen	6.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	8.1	+19.1%
Elektrische Wärmepumpen	0.2	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	+485.4%
Fernwärme	0.9	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	+97.8%
Holz	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	+22.3%
Umweltwärme	0.3	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	+613.3%
Solar	0.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	+972.5%
Summe	31.3	31.5	31.6	31.7	31.8	31.8	31.7	33.4	+6.6%

Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Wärmepumpen und übrige Elektroanlagen (Ohm'sche Anlagen)

Quelle: Prognos 2021

Abbildung 13: Struktur des Warmwasserverbrauchs nach Energieträgern

Anteile am Endenergieverbrauch der Privaten Haushalte im Jahr 2020



Der Elektrizitätsverbrauch ist aufgeteilt auf elektrische Wärmepumpen und übrige Elektroanlagen (Ohm'sche Anlagen)

Quelle: Prognos 2021

Für die Bereitstellung von Warmwasser werden pro Jahr rund 33 PJ aufgewendet. Die jährlichen Verbrauchsschwankungen waren im Zeitraum 2000 bis 2019 gering. Effizienzverbesserungen