



University of St.Gallen

Institute for Economy and the Environment

Konvergenz von E-Mobilität und erneuerbaren Energien

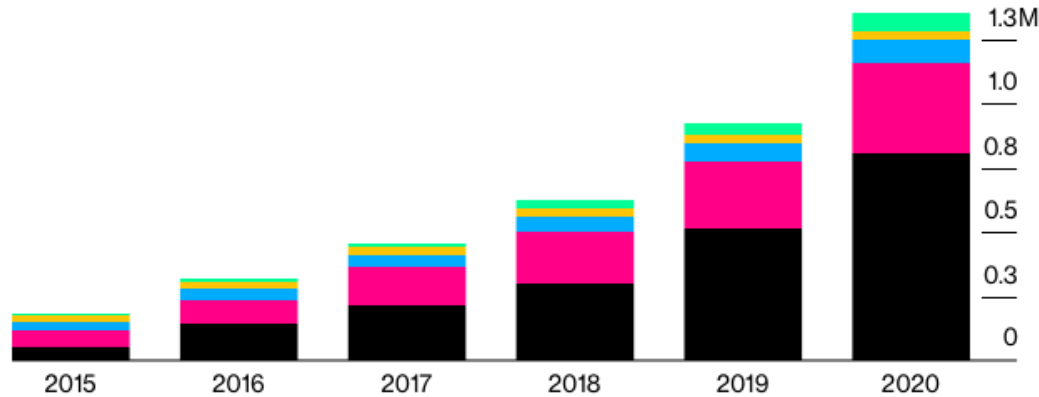
Dr. Merla Kubli

Universität St. Gallen / TU Delft

EVs boomen – und so auch das E-Laden!

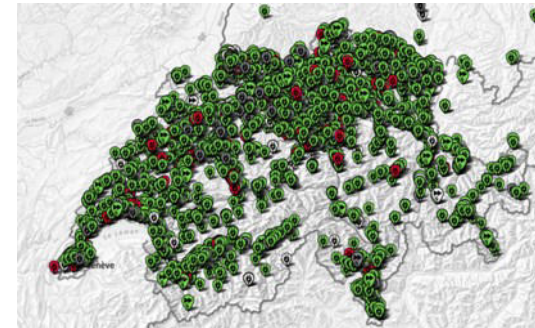
Total public charging points installed

■ China ■ Europe ■ U.S. ■ Japan ■ Rest of World

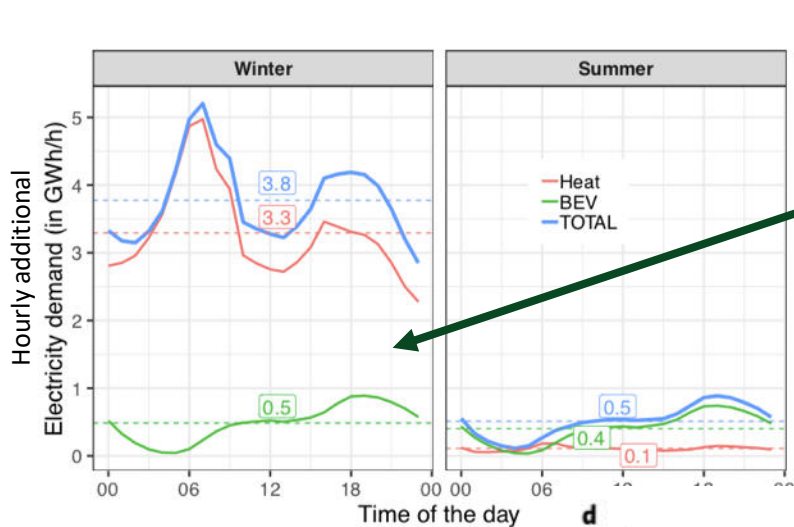


Source: BloombergNEF

... nicht ohne Herausforderungen für das Stromsystem.

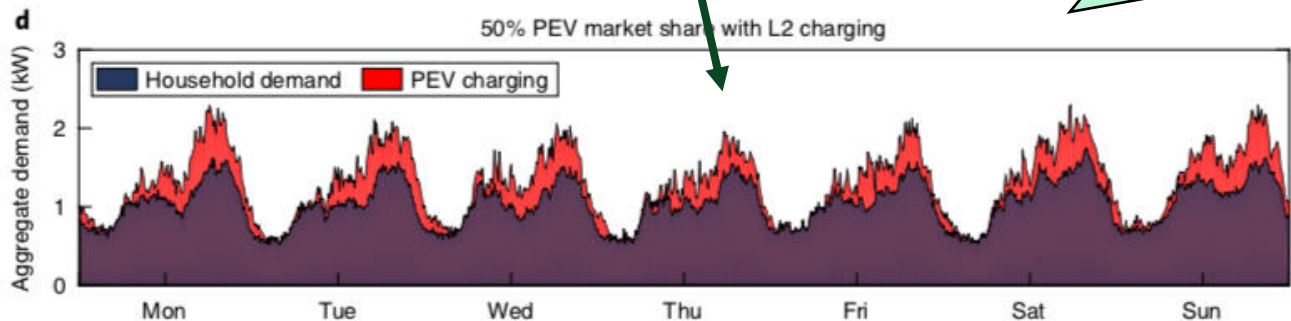


Während E-Laden auf **Nationaler Ebene** keine dramatische Auswirkung hat...
 ...können die Auswirkungen auf **regionaler Ebene** sehr relevant sein.

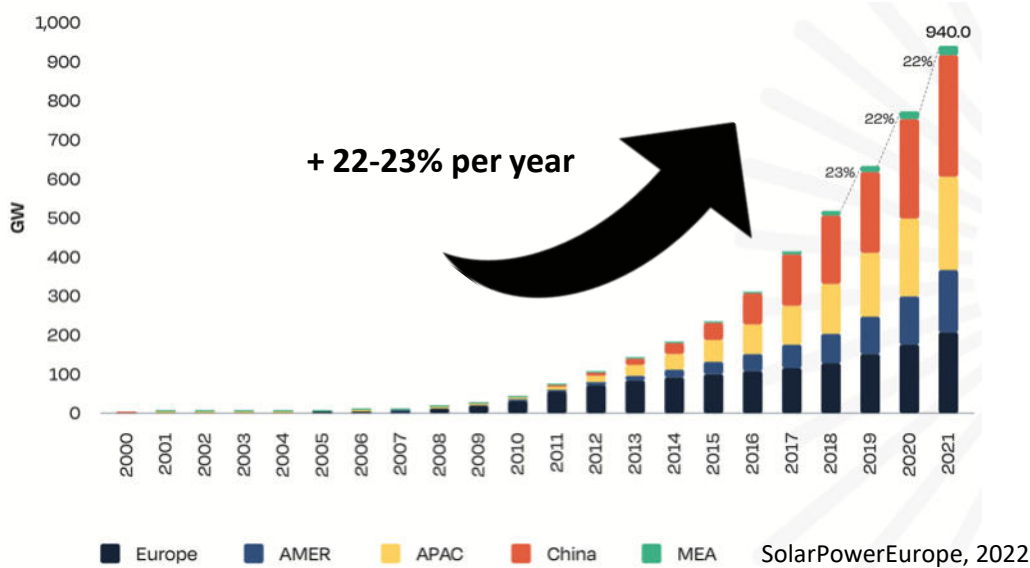


Spitzenlast steigt im **lokalen Verteilnetz** um **+58%** ansteigt (bei 100% EV Anteil) resp. **+31%** (bei 50% EV Anteil). (Muratori, 2018)

Rüdisüli et al (2019)
 Scenario with 75% electrification of the Swiss heat sector by heat pumps and and 20% mobility sector by BEV.



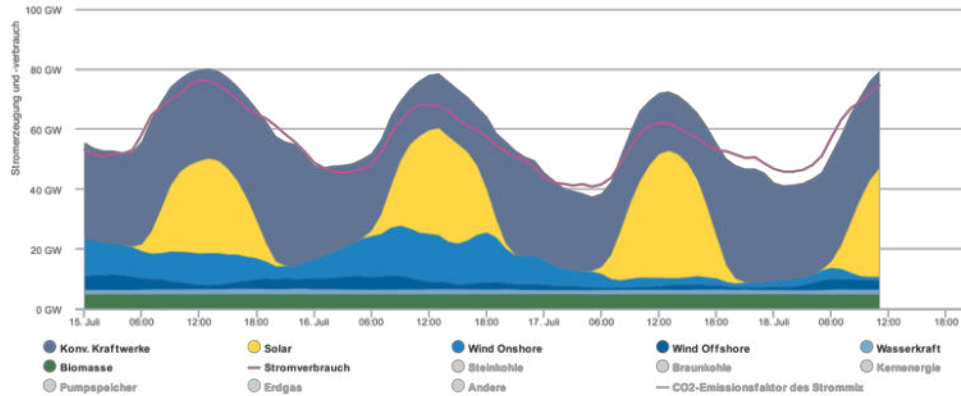
Auch Solar PV und Batterielösungen erleben einen grossen Ausschwing



Batteriespeicher haben 5 GW in 2020 erreicht (global).
Prognosen erwarten bis 2030 600 GW Kapazität.
(IEA, 2022)



Transformation des Energiesystems (Solar PV, E-Mobilität, Rückbau der AKWs) führt zur **Suche nach neuen Formen von Flexibilität und Speicherung**

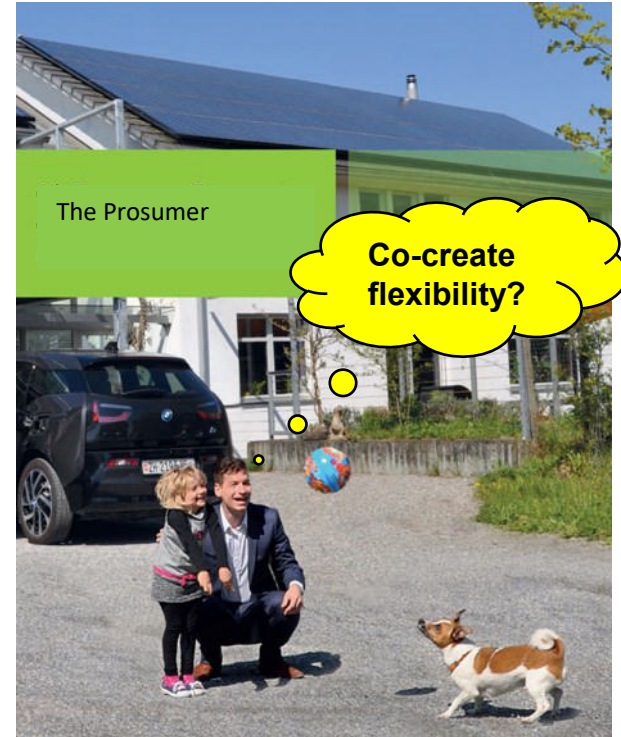


Agora Energiewende, 18.7.2022

Old Style Flexibility



New Style Flexibility



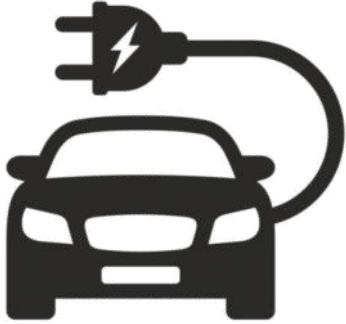
Lösungsansätze mit der Konvergenz von E-Mobilität und erneuerbarer Energien

Solar Charging: dann laden, wenn die Sonne scheint

Smart Charging: intelligente Steuerung des Ladevorgangs mit Informationen aus dem Netz und über das Verbraucherverhalten



Es rollen riesige Stromspeicher auf Schweizer Strassen



2030 (Schweiz)

Beinahe 2 mio Personen-EV

- **80 GWh**
EV-Batteriekapazität
- **ca. 11 GW**
Flexibilitätskapazität
- Faktor 2.84 im Vergleich
zu den Schweizer
Pumpspeicherseen

Annahmen:

- Durchschnittliche EV-Batteriekapazität 40 kWh
- 25% Verfügbarkeit der Batteriekapazität (Ladezustand und Anschluss)
- 22 kW Lade- und Entladekapazität

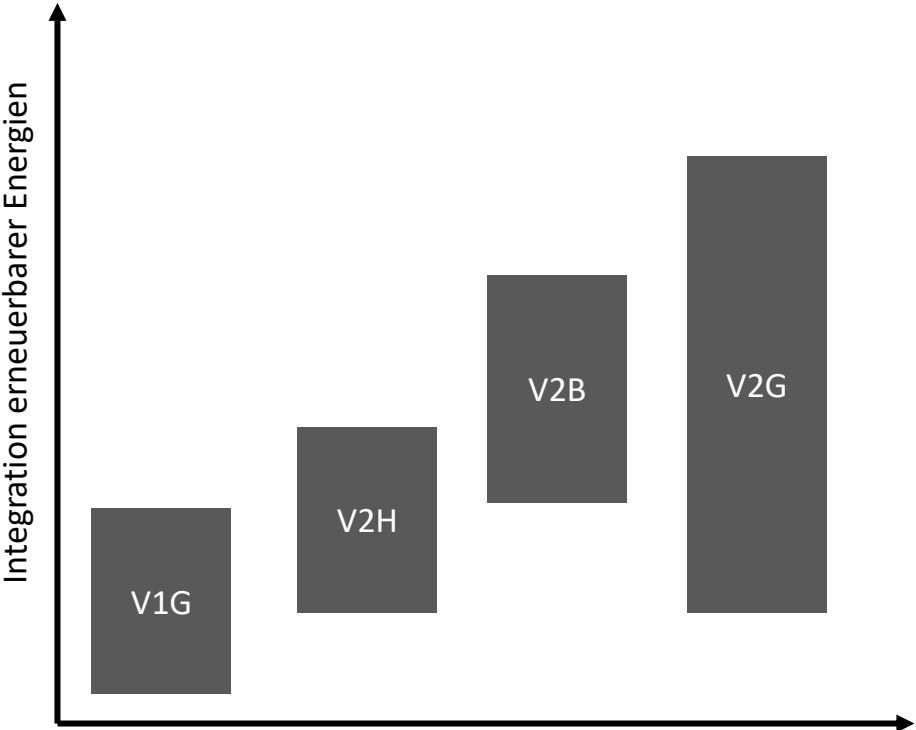
2050 (Schweiz)

Mehr als 6.5 Mio Personen-EV

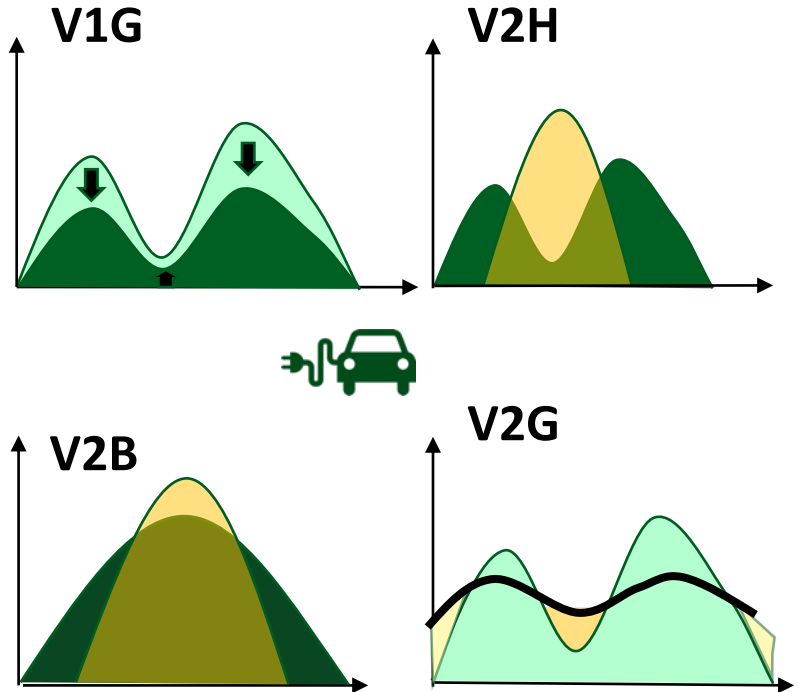
- **260 GWh**
EV-Batteriekapazität
- **ca. 35.8 GW**
Flexibilitätskapazität
- Faktor 9.21 im Vergleich zu
den Schweizer
Pumpspeicherseen



Smart ist nicht gleich smart

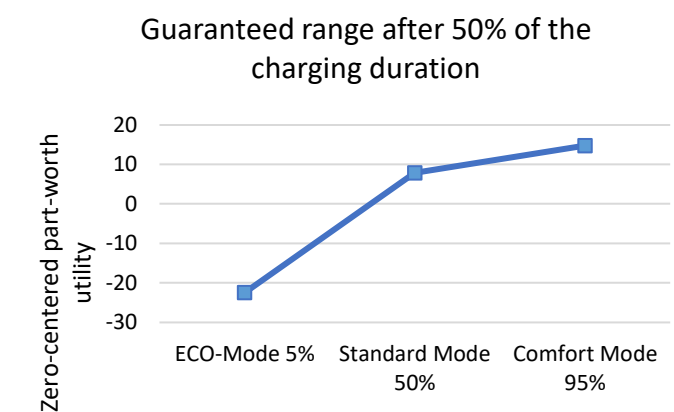
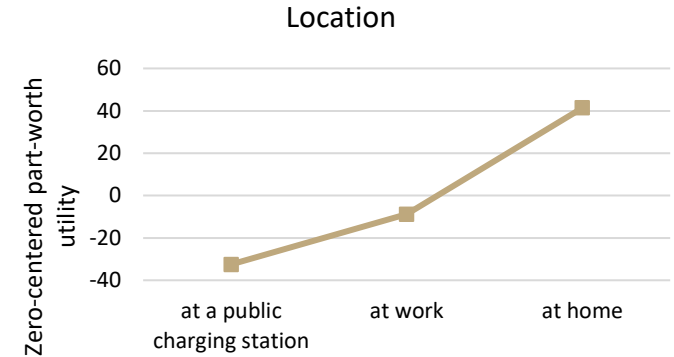
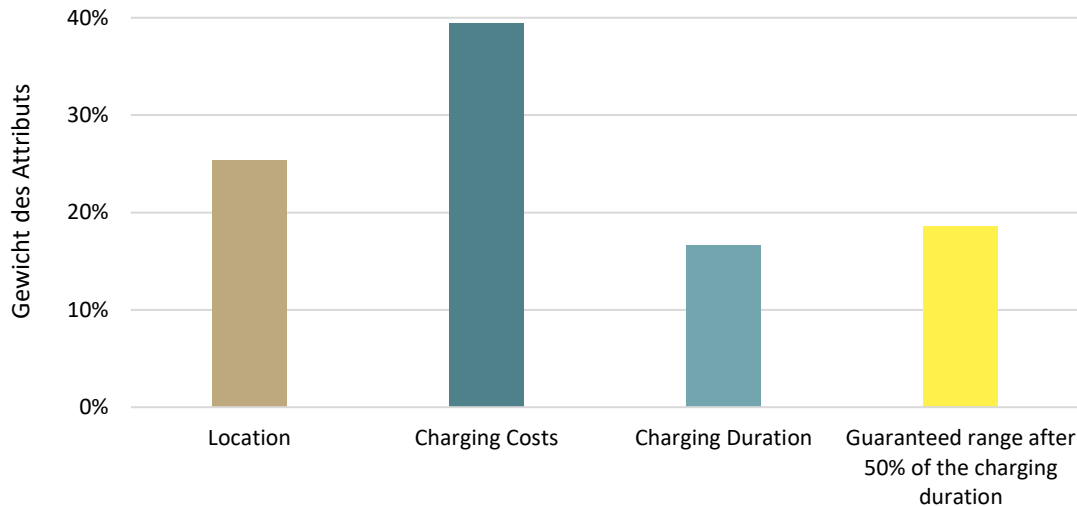


Grad der Netzintegration
(nach CharIn, 2020)



Die Nutzerakzeptanz ist zentral für die Umsetzung von Smart Charging Lösungen

Welche Faktoren gewichten EV-Fahrer:innen wie stark in der Wahl von Ladeoptionen? (n=208)



Quelle: Kubli, M. (2022). EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 109, 103396. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103396>

Nutzer-orientierte Angebotsausgestaltung berücksichtigen...

- EV-Fahrer haben einen **“Sweet Home Bias”** was E-laden betrifft.
- Für **kürzere Ladezeiten** sind E-Fahrer bereit eine Prämie zu bezahlen.
- Es besteht eine Bereitschaft **Smart Charging** zu akzeptieren für eine Kompensation.
- **Drei Kundensegmente** können identifiziert werden: (i) Komfort-Suchende, (ii) Kosten-Optimierer und (iii) Enthusiasten.
- **Smart Charging Enthusiasten** als erstes anvisieren und sie als Multiplikatoren einbinden!

Quelle: Kubli, M. (2022). EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 109, 103396. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103396>

Konvergenz von E-Mobilität und erneuerbare Energien

Reflektionen

- Mit der Konvergenz entstehend **vierversprechende Potentiale**.
- Für Smart EV Charging muss **bequem und intuitiv** sein.
- Kunden-Flexibilität und -Speicherung **hat seinen Preis** und erhält man nicht gratis.
- **Übergreifend:** Elektroautos weiter verbreiten, elektrisch Fahren attraktiv machen für wo MIV wirklich notwendig ist, mit Solarstrom laden und den Materialkreislauf für EV-Batterien schliessen!



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Merla Kubli

Assistant professor of Managing Climate Solutions

University of St. Gallen

merla.kubli@unisg.ch



Dr. Merla Kubli

Assistant professor of System Dynamics for Policy Analysis

Delft University of Technology

m.d.kubli@tudelft.nl

Ab September 2023



University of St.Gallen

Institute for Economy and the Environment



Referenzen

SolarPowerEurope (2022). Global market outlook for solar power 2022–2026. *Solar Power Europe: Brussels, Belgium*. <https://www.solarpowereurope.org/insights/market-outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2022>

IAE (2022). Energy storage tracking report. *IAE*. <https://www.iea.org/reports/energy-storage>

Agora Energiewende (2022). Agorameter. *Agora Energiewende*. https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation/15.07.2022/18.07.2022/today/

Rüdisüli, M., Teske, S. L., & Elber, U. (2019). Impacts of an increased substitution of fossil energy carriers with electricity-based technologies on the Swiss electricity system. *Energies*, *12*(12), 2399. <https://doi.org/10.3390/en12122399>

Muratori, M. (2018). Impact of uncoordinated plug-in electric vehicle charging on residential power demand. *Nature Energy*, *3*(3), 193-201. <https://doi.org/10.1038/s41560-017-0074-z>

CharIn. Grid integration levels. https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/60d37b89e2-1615552583/charin_levels_grid_integration_v5.2.pdf

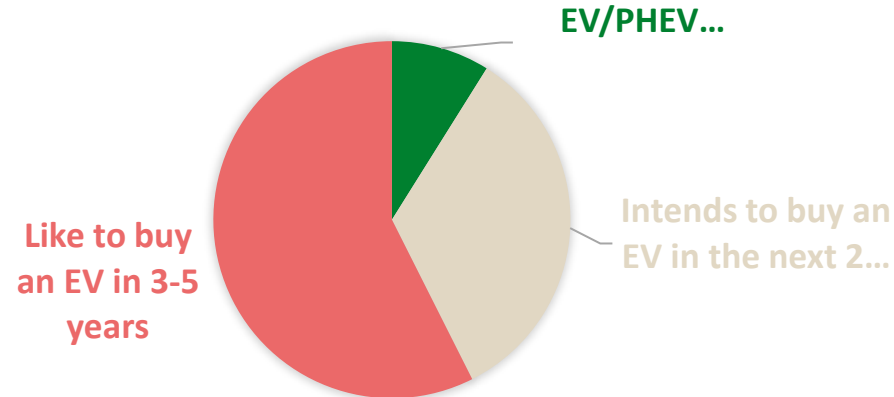
Kubli, M. (2022). EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *109*, 103396. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103396>

Appendix

Sample: Surveying early and potential adopters

Sample: a) EV owners, and b) People intending to buy a car within the next 2-5 years and consider an EV as their first or second choice

Respondents: 208 Swiss respondents (German and French speaking), 6'240 individual decisions



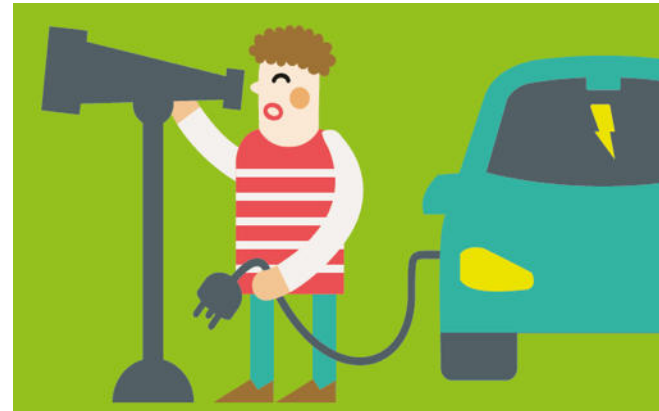
Choice task:

Which charging option do you choose?

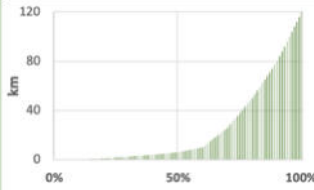
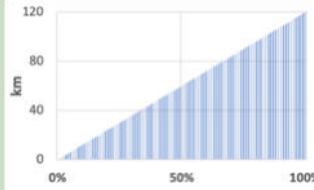
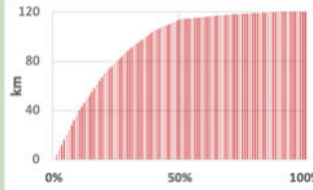
You depart with your EV in the morning and you realize that the battery of your electric vehicle needs to be charged in the course of the day. On your planned route with the remaining range you can reach the following three charging stations.

Each charging option increases the range of your EV by 120 km.

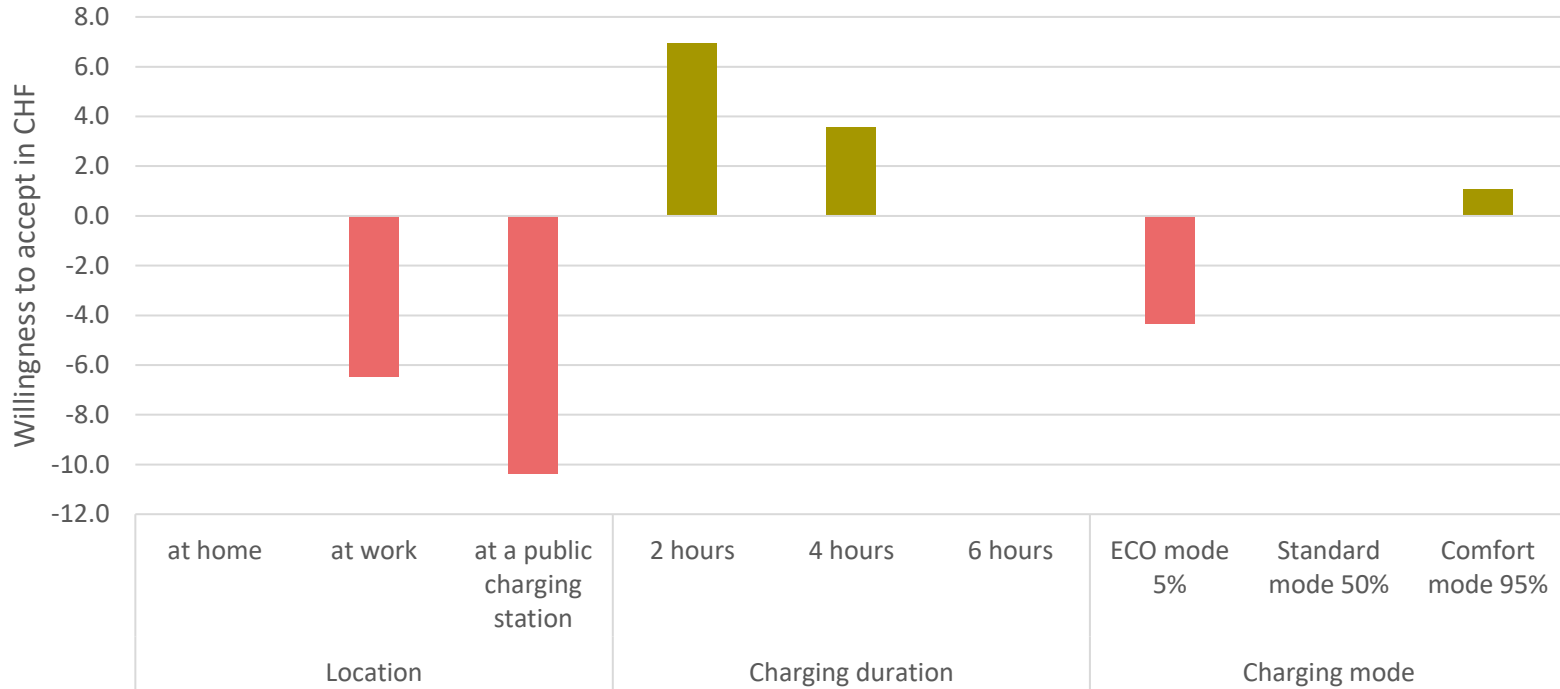
The time during charging can be used with your planned activity.



Measuring user preferences with choice-based conjoint analysis

Attribute	Level 1	Level 2	Level 3
Location	At home	At work	At a public charging station
Costs	0 CHF	10 CHF	20 CHF
Duration	2 hours	4 hours	6 hours
Guaranteed range after 50% of the charging duration	5% ECO-Mode	50% Standard-Mode	95% Comfort-Mode
			

EV-Fahrer gewichten Kosten hoch, laden am liebsten zu Hause, sind aber bereit für Smart Charging



Quelle: Kubli (2022), EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters

Charging Mode =
Garantierter Ladezustand nach der Hälfte der Ladedauer

What bonus/malus would be needed to incentivize EV drivers to switch charging station?

(Solar) charging at work



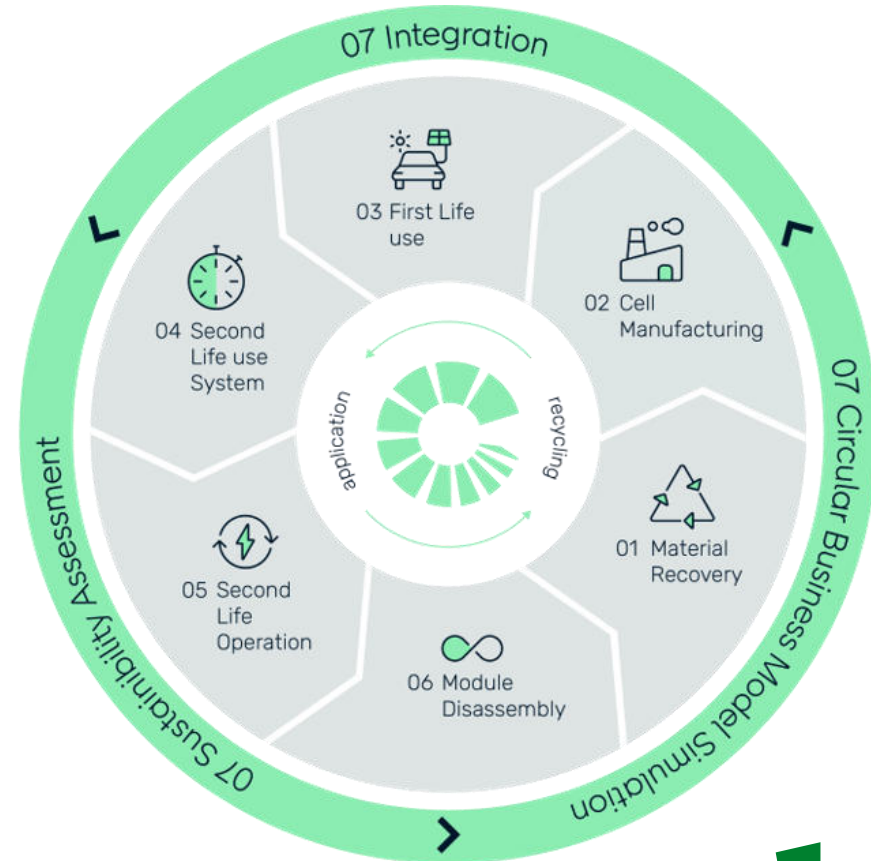
Smart charging at home



	Base option	Target option (A)	Partial WTCC	Target option (B)	Partial WTCC
Location	Home	Work	-6.86 CHF	Home	-
Charging Costs	10 CHF				
Charging Duration	6 hours	4 hours	+3.77 CHF	2 hours	+7.10 CHF
Guaranteed range after 50% of the charging duration	Standard charging	Eco charging	-4.14 CHF	Eco charging	-4.14 CHF
Net WTCC			-7.23 CHF		+3.06 CHF
Break even charging tariff			2.77 CHF		13.06 CHF

The CircuBAT project...

- develops a circular economy solution for lithium-ion batteries in Switzerland.
- provides solutions for an improved life cycle of EV batteries.
- creates energy storage for the energy transition.
- protects careful resources.



Mehr Informationen unter: www.circubat.ch