



University of St.Gallen

Institute for Economy and the Environment

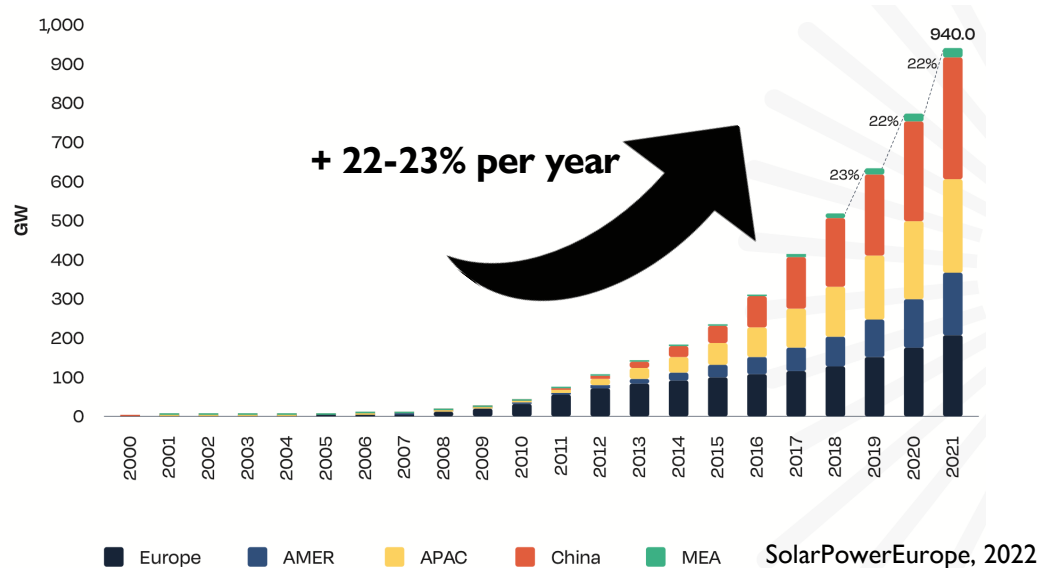
Konvergenz von E-Mobilität und erneuerbare Energien: Von rollenden Solarspeicher und mehr

Prof. Dr. Merla Kubli

Assistenzprofessorin für Managing Climate Solutions

Universität St. Gallen

Solar PV und Batterielösungen erleben einen grossen Ausschwing



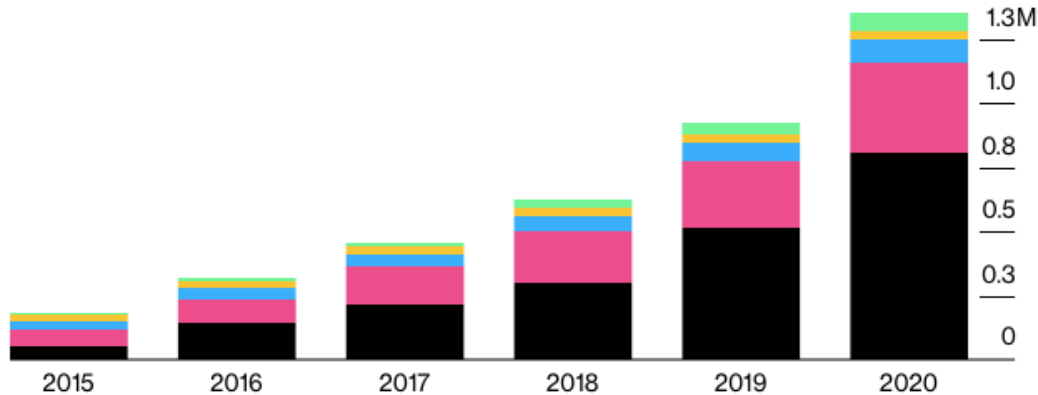
Batteriespeicher haben 5 GW in 2020 erreicht (global). Prognosen erwarten bis 2030 **600 GW** Kapazität.
(IEA, 2022)



EVs boomen – und so auch das E-Laden!

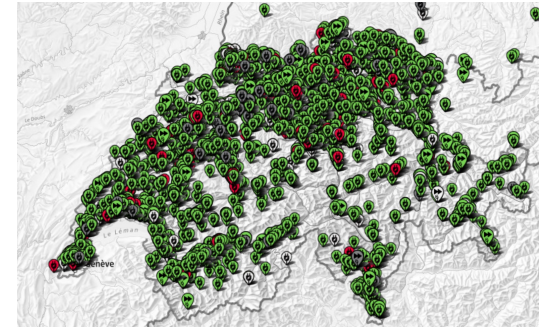
Total public charging points installed

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

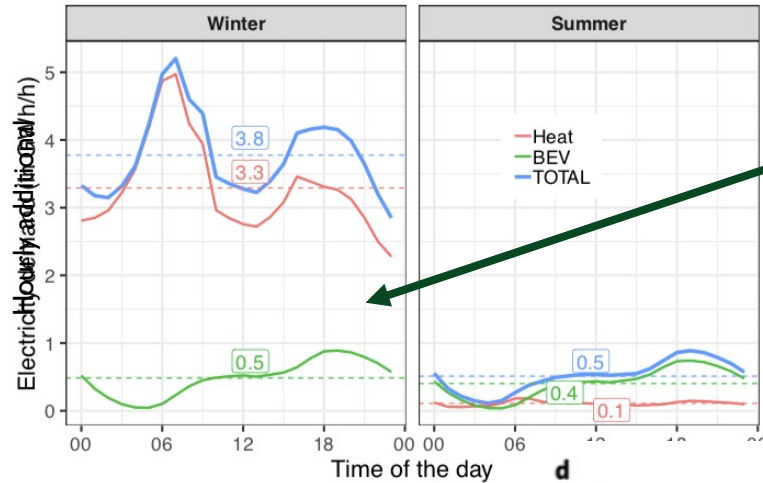


Source: BloombergNEF

... nicht ohne Herausforderungen für das Stromsystem.



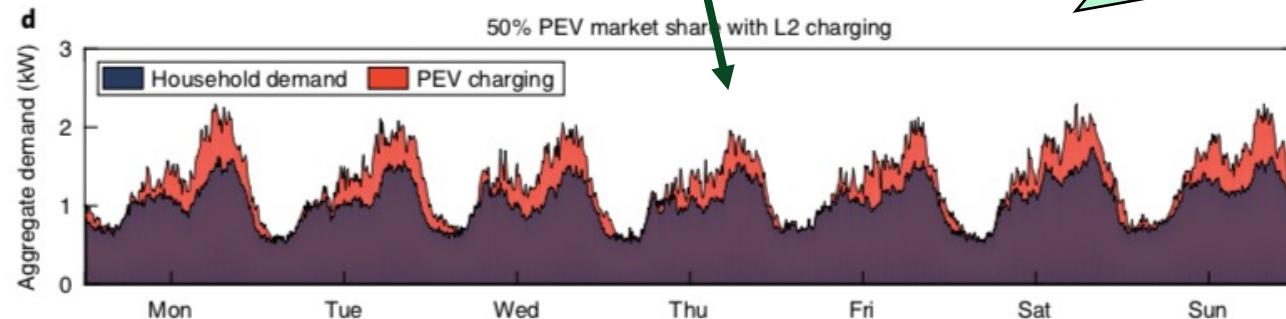
Während E-Laden auf **Nationaler Ebene** keine dramatische Auswirkung hat können die Auswirkungen auf **regionaler Ebene** sehr relevant sein.



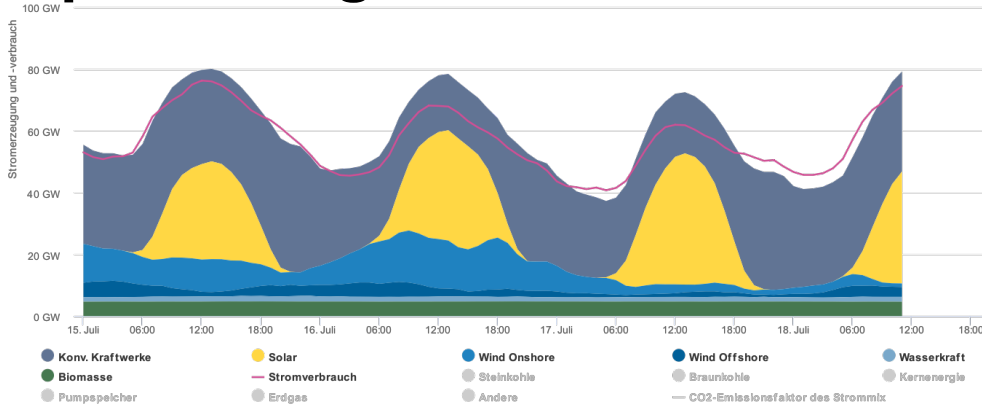
Rüdisüli et al (2019)
Scenario with 75% electrification of the Swiss heat sector by heat pumps and 20% mobility sector by BEV.



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



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 Flexibilität

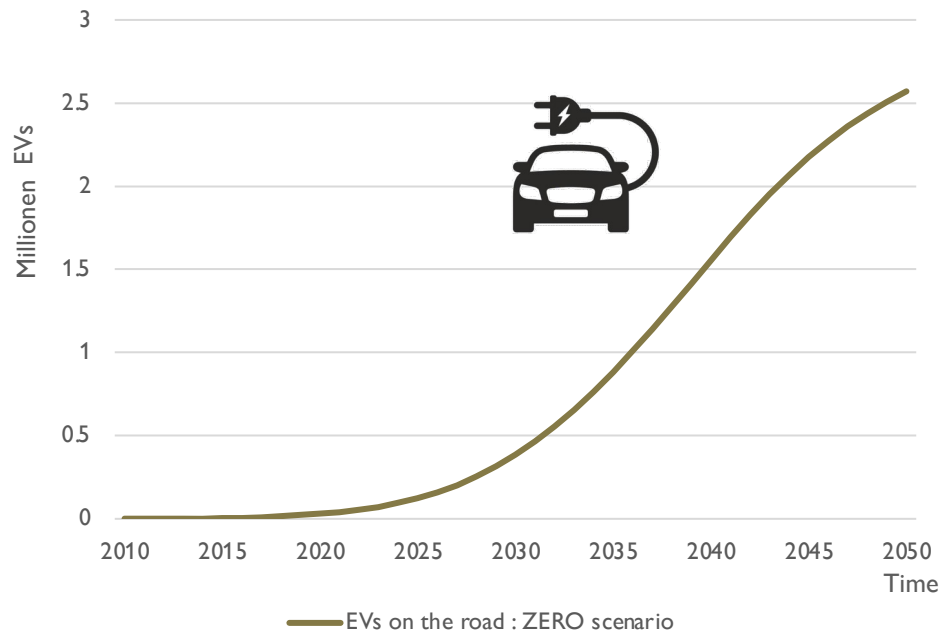


New Style Flexibilität



Gleichzeitig rollen riesige Stromspeicher auf den Strassen

Estimation¹: EVs auf CH-Strassen



Basierend auf Simulationen der Universität St. Gallen:

Beinahe 390'000 Personen-EV in der Schweiz bis 2030.

>> 2030: **19.5 GWh** Batteriekapazität die auf den Strassen rollen.

Mehr als 2.5 Mio Personen-EV auf Schweizer Strassen bis 2050.

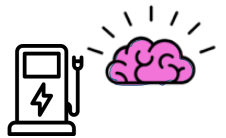
>> 2050: **125 GWh** Batteriekapazität
Annahme: Durchschnittliche Kapazität 50 kWh

... mögliche Lösungsansätze: Rollenden Solarspeichern und mehr

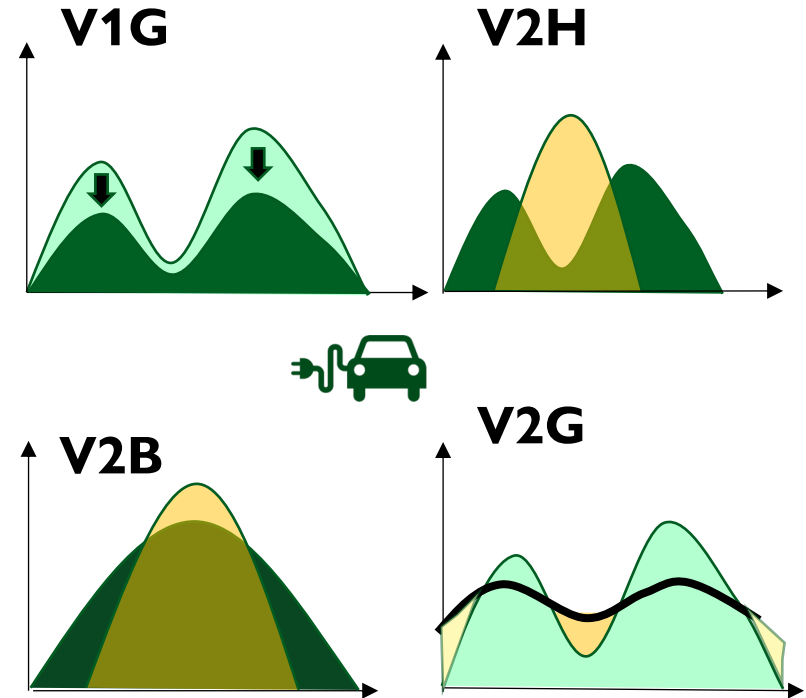
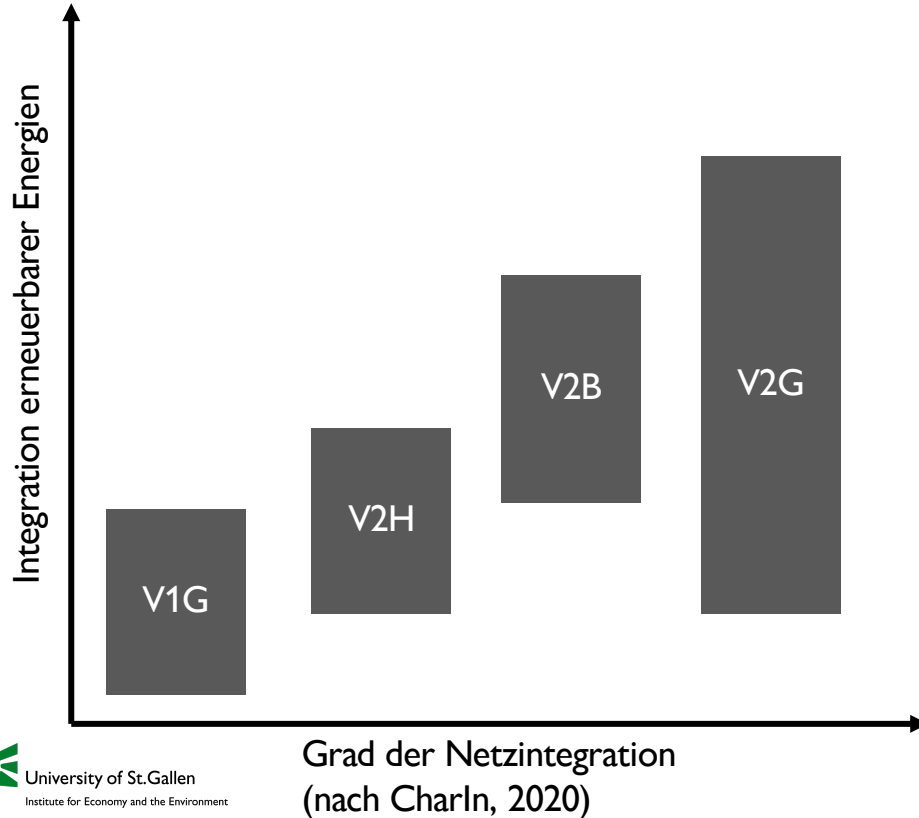
Solar Charging: dann laden, wenn die Sonne scheint



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



Es entstehen vielversprechende Lösungskonzepte



Drei Varianten Smart Charging zu initiieren beim Kunden

➤ **Beim EV-Kauf**

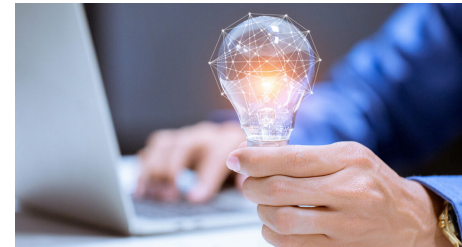
Kunden schätzen die Smart Charging Fähigkeit (Noel et al, 2019) – die Verträge weniger (Chen et al, 2020).

➤ **Mit dem Stromvertrag**

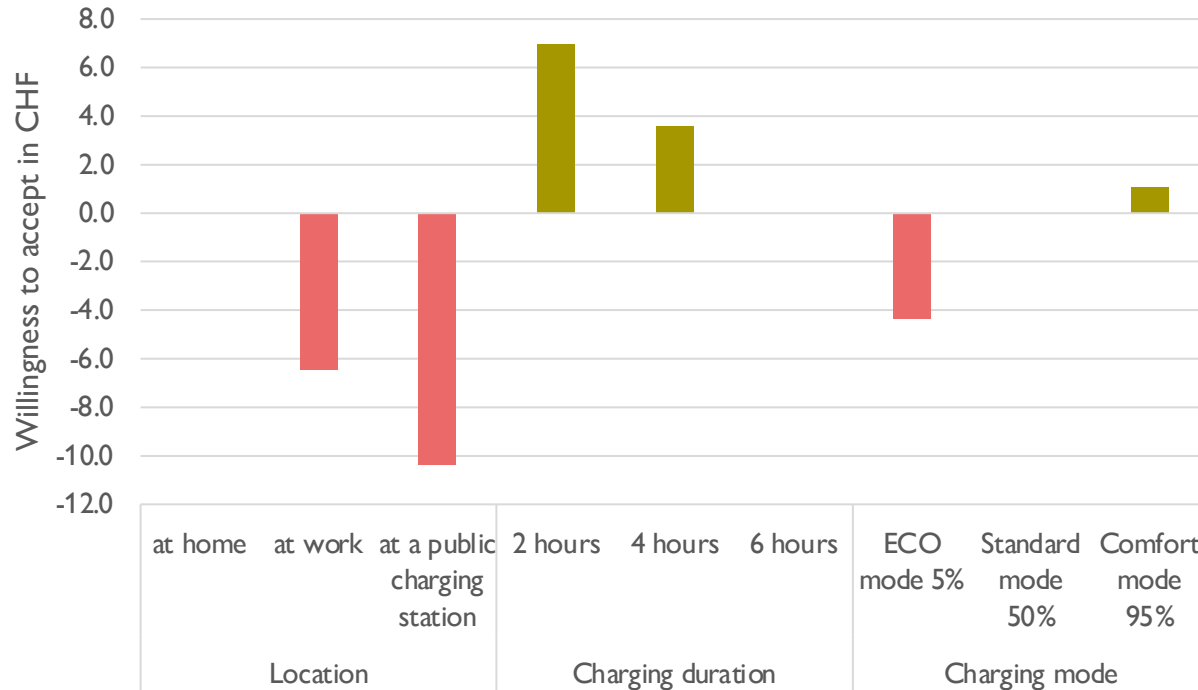
Kunden sind bereit mit ihren Elektroautos Flexibilität bereit zustellen, wenn die garantieren Ladezustände nicht zu tief sind und die Kompensation als passend wahrgenommen wird (Kubli, Loock & Wüstenhagen (2018), *The flexible prosumer: Measuring the willingness to co-create distributed flexibility*; Bailey & Axsen, 2015; 2018; Lee et al, 2020).

➤ **Zum Lade-Zeitpunkt**

Ein gewisse Bereitschaft den Ladeort, -zeitpunkt oder –modus zu ändern ist vorhanden. (Kubli (2022), EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters). (> nächste Slide)



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

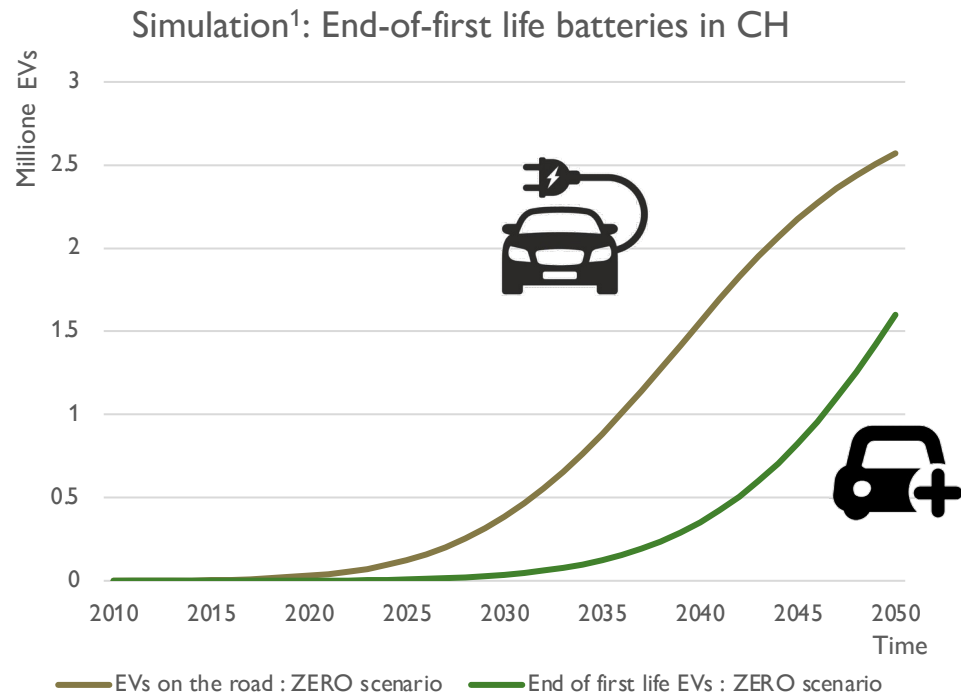


Quelle: Kubli (2022), EV drivers' willingness to accept smart charging: Measuring preferences of potential adopters

Charging Mode =
Garantierter Ladezustand
nach der Hälfte der Ladedauer

- 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, sie als Multiplikatoren einbinden!

End-of-life Elektroautos bieten Möglichkeiten für Zweitanwendungen als stationäre Speicher



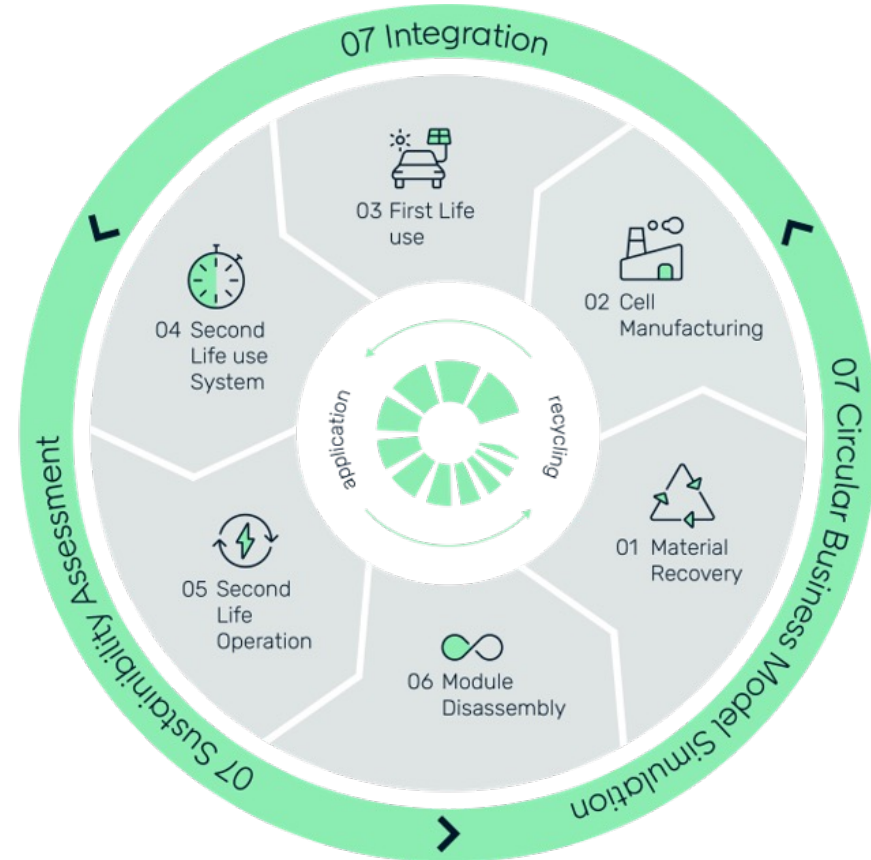
Im 2050 werden beinahe 1.6 Mio. End-of-first-life Elektroautos in der Schweiz erwartet.

>> Daraus entsteht ein grosses Potential für Zweitanwendungen als stationärer Energiespeicher (64 GWh in 2050)

Das CircuBAT Projekt...

- entwickelt für die Schweiz ein Kreislaufwirtschaftsmodell für Lithium-Ionen-Batterien aus der Mobilität.
- erarbeitet Lösungen für die Verbesserung der Ökobilanz von Fahrzeugbatterien.
- schafft Energiespeicher für die Energiewende.
- schont wertvolle Ressourcen.

Mehr Informationen unter: www.circubat.ch



Konvergenz von E-Mobilität und erneuerbare Energien

Reflektionen

- **Vielversprechende Potentiale** entstehend bei der Konvergenz von **relevanter Grösse**.
- Für Smart EV Charging ist **nutzer-orientierte Kommunikation** zentral. Smart Charging muss bequem und intuitiv sein.
- Kunden-Flexibilität und -Speicherung **hat seinen Preis** und erhält man nicht gratis.
- **Und übergreifend, dass Smart Charging relevant wird:** 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!

Prof. Dr. Merla Kubli

Assistant professor of Managing Climate Solutions

+41 71 224 23 30

merla.kubli@unisg.ch

University of St.Gallen

Institute for Economy and the

Environment

Müller-Friedbergstrasse 6/8

9000 St.Gallen

iwoe.unisg.ch



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>
- Prognos et al (2021). Energieperspektiven Schweiz 2050+. Swiss Federal Office of Energy. <https://www.prognos.com/de/projekt/energieperspektiven-schweiz-2050>
- Seika J. & Kubli M. Recycling or Repurposing? Simulating future scenarios for End-of-Life Batteries. Work in Progress.
- CharIn. Grid integration levels. https://www.charin.global/media/pages/technology/knowledge-base/60d37b89e2-1615552583/charin_levels_grid_integration_v5.2.pdf
- Noel, L., Papu Carrone, A., Jensen, A.F., Zarazua de Rubens, G., Kester, J., Sovacool, B.K., 2019. Willingness to pay for electric vehicles and vehicle-to-grid applications: a Nordic choice experiment. *Energy Econ.* 78, 525–534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.12.014>.
- Chen, C.-F., Zarazua de Rubens, G., Noel, L., Kester, J., Sovacool, B.K., 2020. Assessing the socio-demographic, technical, economic and behavioral factors of Nordic electric vehicle adoption and the influence of vehicle-to-grid preferences. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 121, 109692 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109692>
- Kubli, M., Looock, M., Wüstenhagen, R., 2018. The flexible prosumer: Measuring the willingness to co-create distributed flexibility. *Energy Policy* 114, 540–548. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.044>
- Kubli, M., Canzi, P., 2021. Business strategies for flexibility aggregators to steer clear of being “too small to bid”. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 143, 110908 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110908>
- Bailey, J., Axsen, J., 2015. Anticipating PEV buyers’ acceptance of utility controlled charging. *Transport. Res. A: Pol. Pract.* 82, 29–46. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.09.004>
- Lee, C.-Y., Jang, J.-W., Lee, M.-K., 2020. Willingness to accept values for vehicle-to-grid service in South Korea. *Transport. Res. D: Transp. Environ.* 87, 102487 <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102487>
- 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>**