Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

Jan Hicking – FIR an der RWTH Aachen

Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

1 Einleitung und Grundlagen

2 Vorstellung des Modells

3 Anwendung des Modells

4 Zusammenfassung und Fazit

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

1 Einleitung und Grundlagen

2 Vorstellung des Modells

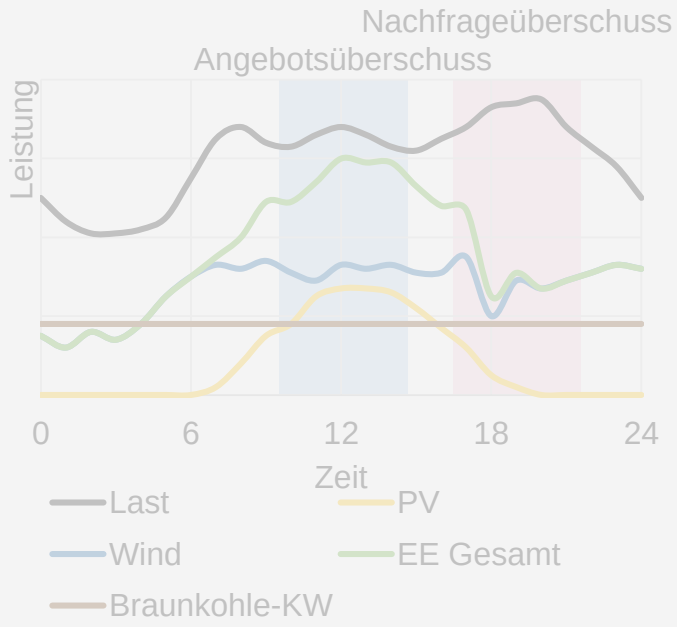
3 Anwendung des Modells

4 Zusammenfassung und Fazit

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

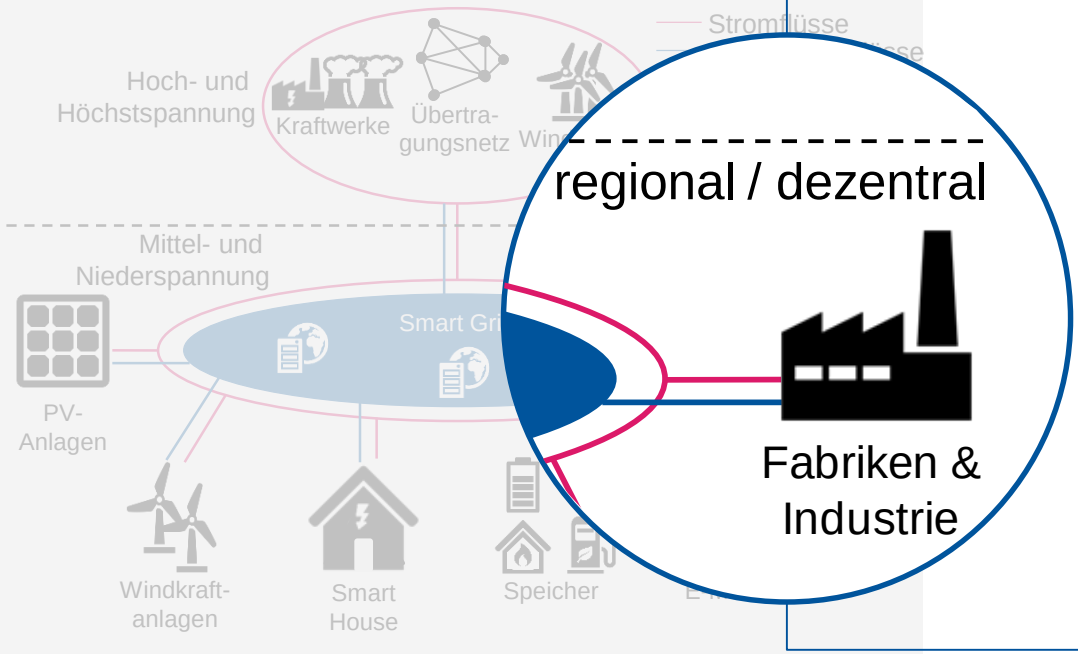
Ein Blick auf 2017: Industrielle Energieflexibilität bietet Potenzial zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage

Ausgangssituation



- Angebots- und Nachfrageüberschüsse durch dezentrale und volatile Einspeisung von EE[1)]

Das Smart Grid als Lösungskomponente für die Energiewende



- Smart Grid als zentrales Element zur Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage auf regionaler Ebene[2)]

Behandelte Fragestellung

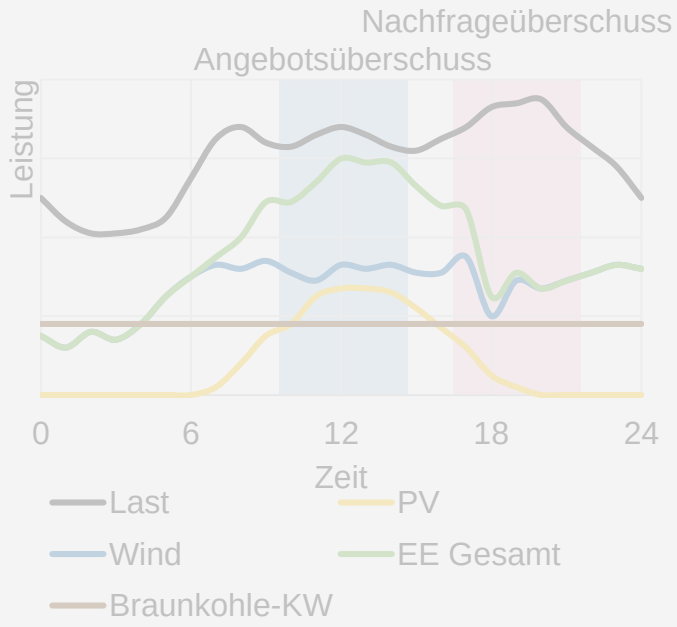
„Welche Flexibilitäts-dienstleistungen werden heute im Markt angeboten?“

- Analyse bestehender Dienstleistungen zur Steigerung der Energieflexibilität

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

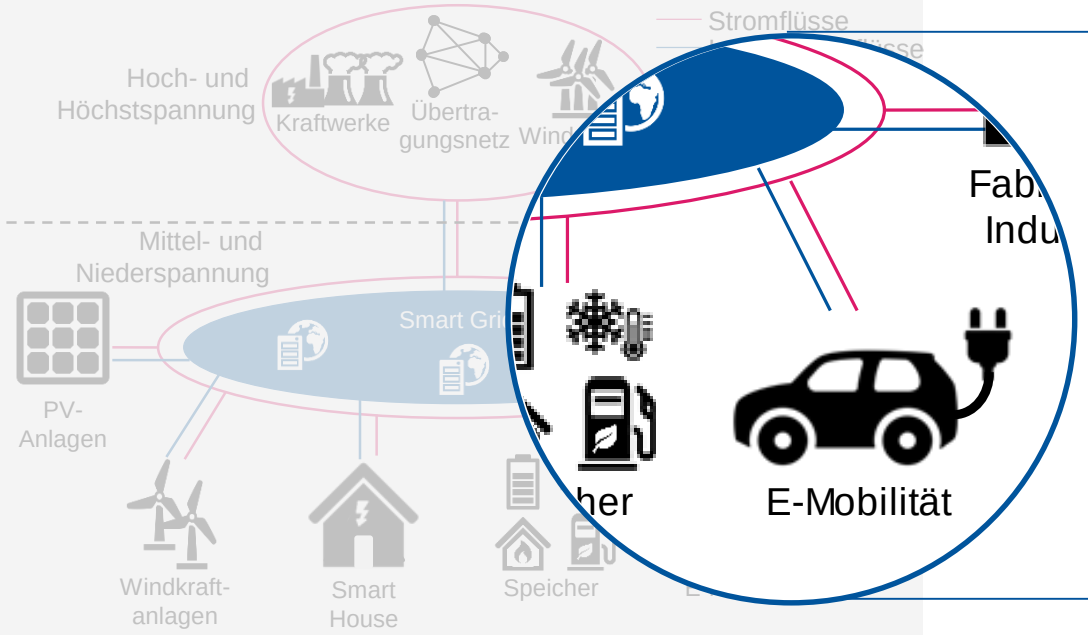
Die Elektrifizierung von Fahrzeugflotten ermöglicht neue Services rund um Energieflexibilität

Ausgangssituation



- Angebots- und Nachfrageüberschüsse durch dezentrale und volatile Einspeisung von EE[1)]

Das Smart Grid als Lösungskomponente für die Energiewende



- Smart Grid als zentrales Element zur Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage auf regionaler Ebene[2)]

Behandelte Fragestellung

„Wie können Energiedienstleistungen für elektrifizierte Fahrzeugflotten gestaltet sein?“

- Analyse notwendiger Depotkomponenten
- Gestaltung von Dienstleistungsformen

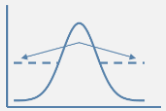
© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Auflistung möglicher Mehrwertdienstleistungen für ein Depot einer elektrifizierten Fahrzeugflotte

Dienstleistungen behind the meter[1)]

- Lokale Einbindung erneuerbarer Energieerzeugung[2),3)]

- Zusätzliche Integration eines Speichers für Strom aus erneuerbaren Energiequellen[4)]



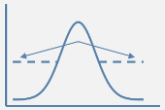
- Reduzieren der Spitzenlast am Netz durch Lastmanagement[5)]

- Lokale Blindleistungskompensation[6),7),8)]

Dienstleistungen in front of the meter[2),3)]

- Erbringen von Primärregelleistung[9)]

- Erbringen von Sekundär- und Tertiärregelleistung[10)]



- Lastverschiebung bei zeitvariablen Strompreisen[11)]

- Realisieren von Arbitragegewinnen durch Ein- und Ausspeichern[12)]

- Vorhalten der Möglichkeit zum Lastabwurf nach §14a EnWG[13),14)]

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: https://www.captech.com.au/solution/power-factor-correction/, thenounproject.com

Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

1 Einleitung und Grundlagen

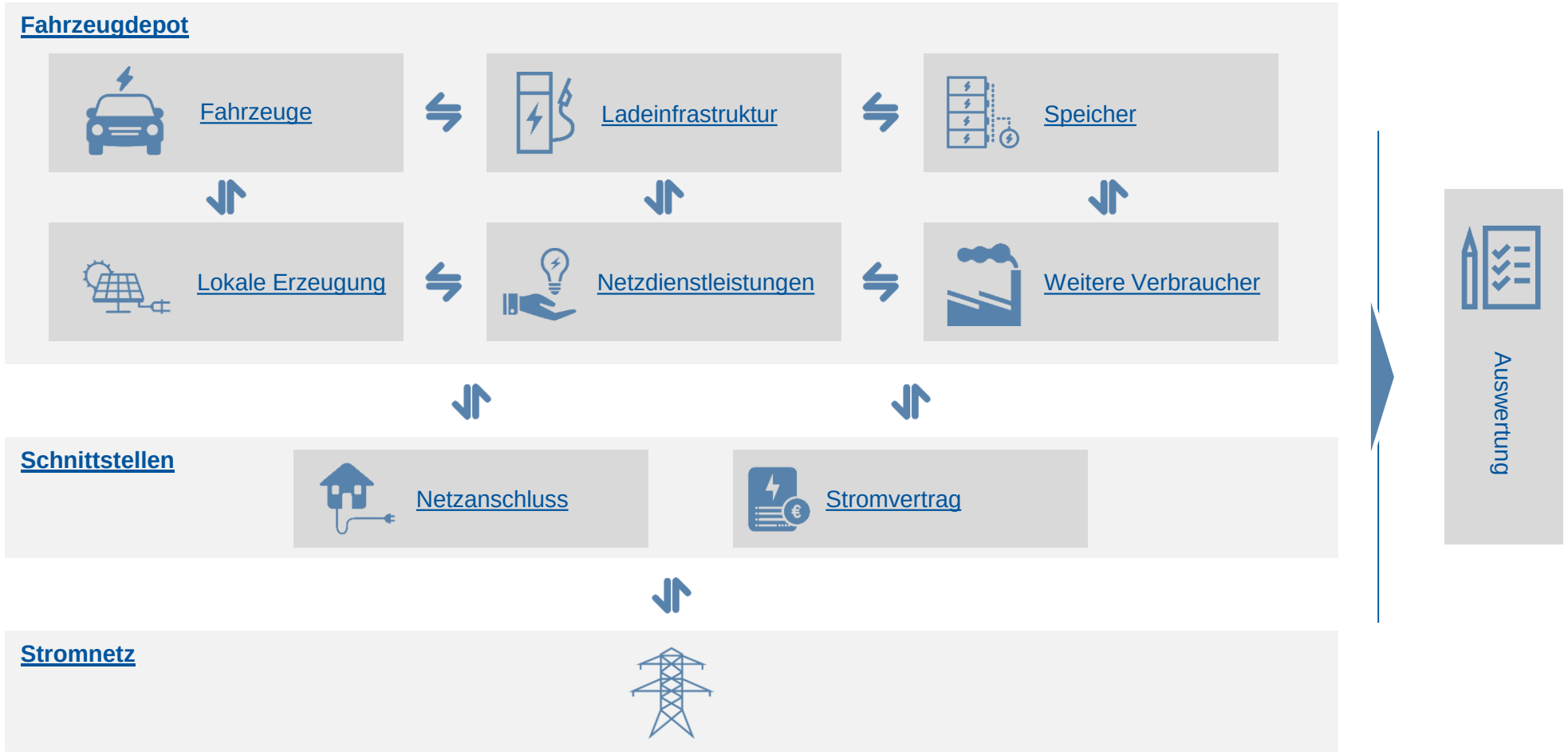
2 Vorstellung des Modells

3 Anwendung des Modells

4 Zusammenfassung und Fazit

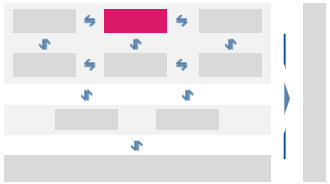
© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Die Interaktion des Depot mit dem Stromnetz bildet die Grundlage zur Bewertung eines Auslegungsszenarios



© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com



Alle Depotelemente wurden systematisch hinsichtlich Stamm- und Zustandsdaten beschrieben, verdeutlicht an der Ladeinfrastruktur

Stammdaten

- Anzahl Anschlusspunkte
- Max. Ladeleistung AC
- Max. Ladeleistung DC
- Investitions-kosten
- Kosten für Betrieb und Wartung
- Nutzungsdauer
- Installations-kosten
- Servicegebühr Smart Charging

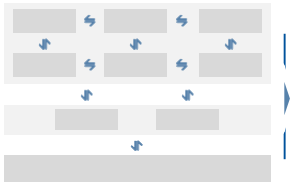
Zustandsdaten

- Angeschlossene EV
- Aktuelle Ladeleistung

Technischer Parameter | Finanzieller Parameter

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com



Die Bewertung einzelner Auslegungsszenarien eines Fahrzeugdepots erfolgt sowohl qualitativ als auch quantitativ

Quantitative Bewertung

Energetische Bewertung

- Stromlastgang für Typwochen
- Energetische Kennzahlen
- Grafische Aufbereitung

Finanzielle Bewertung

- Einnahmen-übersicht
- Kosten-übersicht
- Kapitalwert-rechnung

Weiteres Vorgehen in der Anwendung

- Ablage der Ergebnisse
- Vergleich der Ergebnisse der Anwendungen
- Entscheidung für eine Auslegung

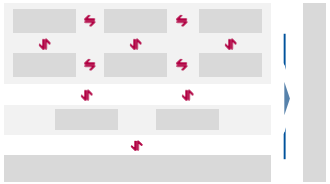
Qualitative Erläuterung

Informationsbedarfe

- Erforderlicher Informations-austausch

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com



Alle definierten Dienstleistungen werden anhand von Methoden beschrieben

- Basisfall: Fahrzeuge laden am Depot sofern möglich immer mit Nennleistung auf, es ist keine weitere Infrastruktur vorhanden

Deterministische Berechnung des Lastgangs

- Gesteuerte Aufladung (Lastglättung und ggf. Eigenverbrauchserhöhung)

- Berechnung der Auswirkungen des Einsatzes einer PV-Anlage

- Berechnung der zusätzlichen Installation eines Speichers

- Berechnung der Möglichkeiten der Blindleistungskompensation

Berechnung der Flexibilität für stochastisch auftretende Ereignisse

- Bestimmen der notwendigen Flexibilität zum Erbringen verschiedener Dienstleistungen am Netz, ggf. im virtuellen Kraftwerk[17)]

- Berechnung des Flexibilitätsfensters auf Basis der verschiedenen Anforderungen

- Abgleich der Erfüllung der Flexibilitätsanforderungen der Dienstleistungen

- Auslegungsszenario des Fahrzeugdepots

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: https://www.captech.com.au/solution/power-factor-correction/, thenounproject.com

Auf Basis der Ein- und Ausgangsgrößen wurde eine Reihenfolge für die Anwendung der definierten Methoden abgeleitet

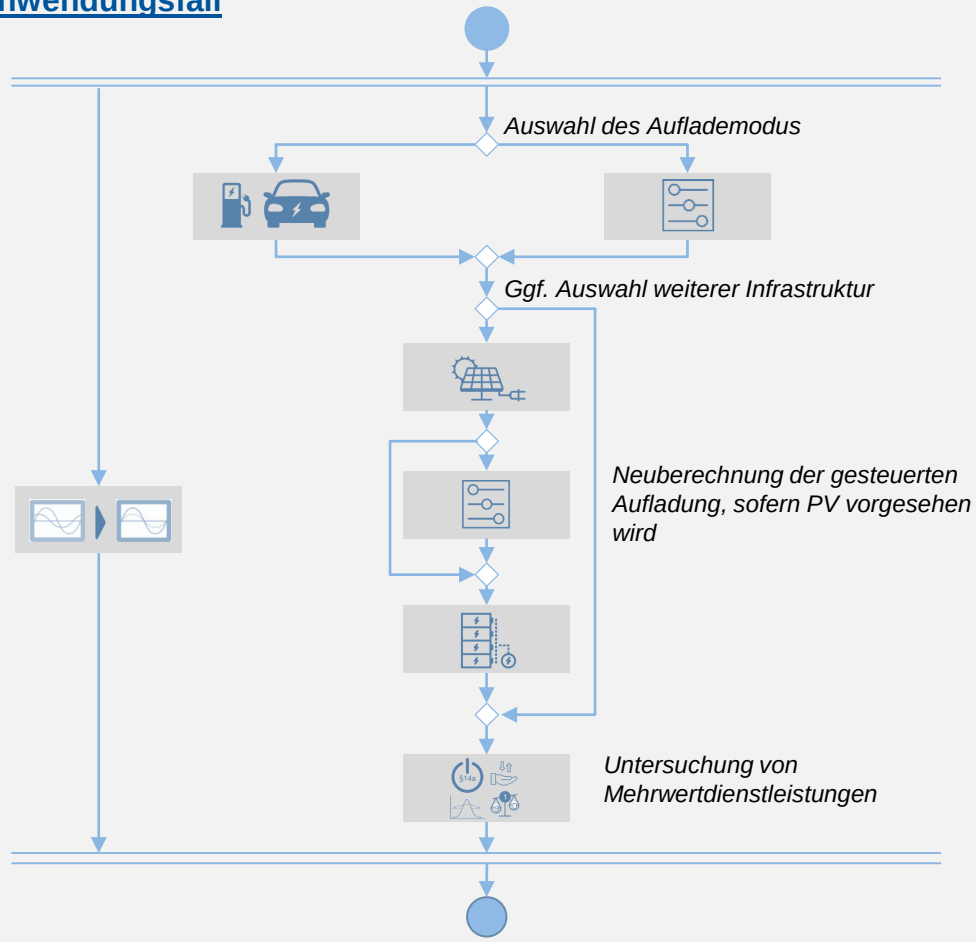
Aufstellen von Ein- und Ausgangsgrößen der Methoden

Methodik zur Berechnung von…

Eingangsdaten: Funktion						
	-	xor	-	x	-	x
	xor	-	-	x	-	x
	-	x	-	xx	-	x
	-	-	-	-	-	x
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

- : nicht berachtet, x: wird als Eingangsgröße verwendet, xx: als Eingangsgröße erforderlich
xor : exklusiv zueinander

Abgeleitete Reihenfolge der Berechnung der Methoden im Anwendungsfall



© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: https://www.captech.com.au/solution/power-factor-correction/, thenounproject.com

Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

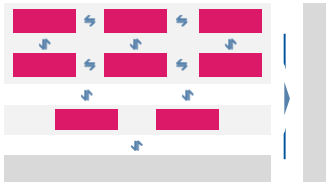
1 Einleitung und Grundlagen

2 Vorstellung des Modells

3 Anwendung des Modells

4 Zusammenfassung und Fazit

© FIR e. V. an der RWTH Aachen



Im ersten Anwendungsfall wird das Depot eines Paketdienstleisters beschrieben

Rahmendaten der Anwendung

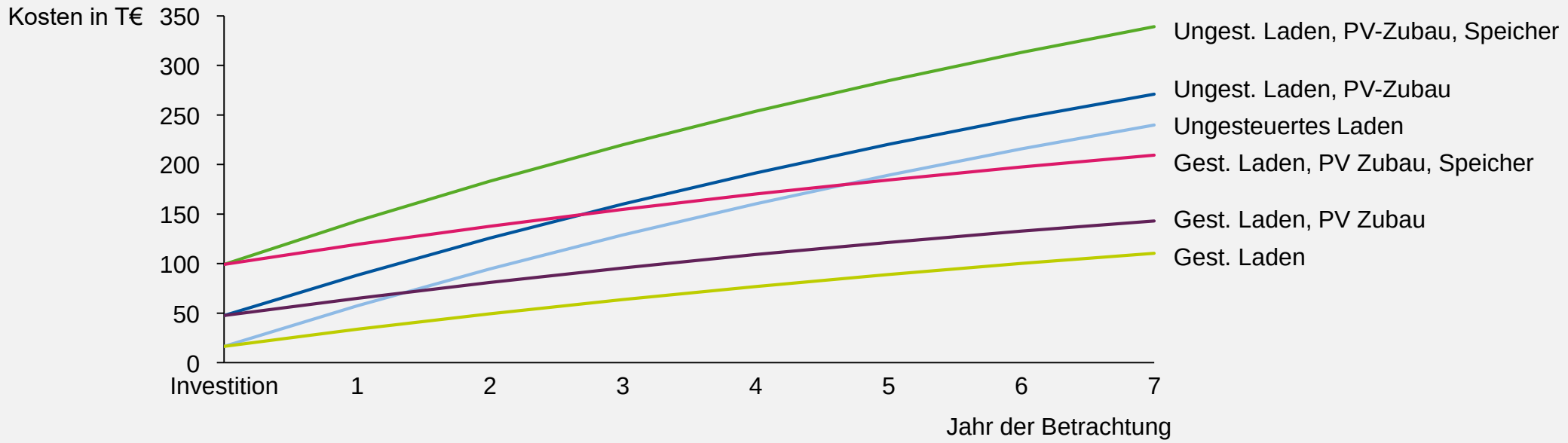
- 30 Paketlieferwagen, je 10 mit kurzer, mittlerer und langer Fahrdistanz täglich (von 8:30 bis 18:30)
- Fahrzeuge haben eine maximale Ladeleistung von 11 kW Wechselstrom
- Installiert werden 15 Ladestationen mit zwei Outlets und einer möglichen Gesamtleistung von 22 kW
- Standort wird aktuell elektrifiziert, bislang lediglich Verbrauch eines Bürogebäudes, berücksichtigt als Standardlastprofil mit 6.000 kWh pro Jahr
- Gewerblicher Stromtarif mit 0,16 €/kWh Arbeitspreis und 90 €/kW Leistungspreis wurde als Basis genommen
- Netzausbau nicht finanziell betrachtet, Untersuchung dient jedoch auch der Ermittlung der erforderlichen Anschlussleistung am Standort
- Die für die Berechnung verwendete Solaranlage hat eine Leistung von 20 kW, der Speicher eine Kapazität von 100 kWh

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com

Gesteuertes Laden ohne weitere Infrastruktur ist für den Betrachtungshorizont die günstigste Möglichkeit, eine EV-Flotte zu betreiben

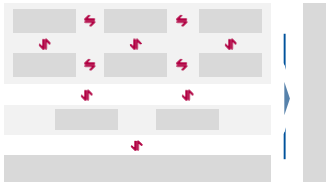
Diskontierte Kosten über den Betrachtungszeitraum für den Anwendungsfall „Lieferwagen“



- Gesteuertes Aufladen ist in allen Szenarien essentiell zur kostengünstigen Elektrifizierung
- Beim Anwendungsfall sinken durch die Installation einer PV-Anlage die Betriebskosten, die höheren Investitionskosten werden jedoch über den Betrachtungszeitraum nicht ausgeglichen

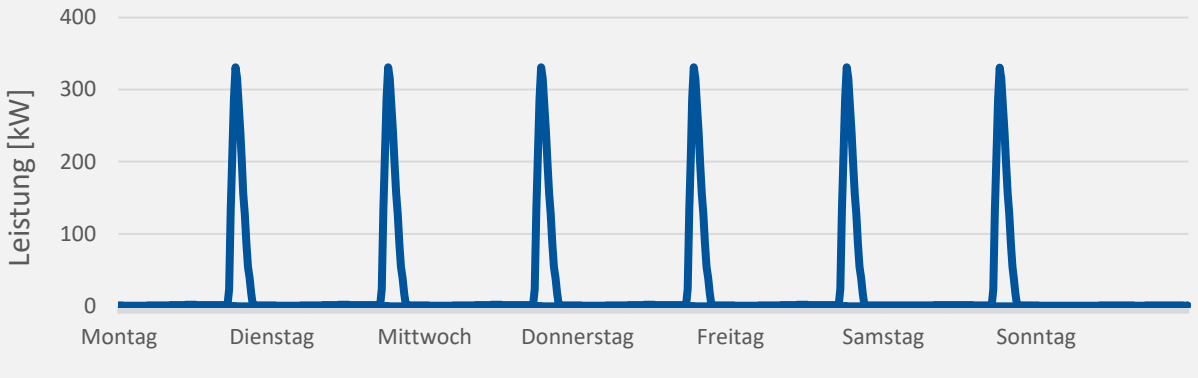
© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com

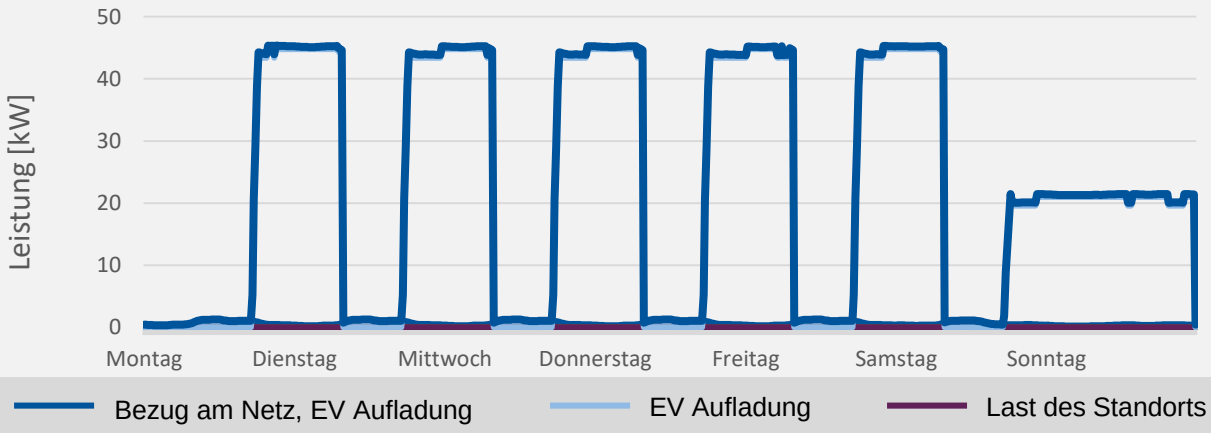


Anhand der Lastgänge verdeutlicht sich die Bedeutung der gesteuerten Aufladung im Anwendungsfall

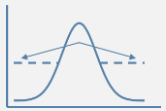
Lastgang einer Woche ohne Steuerung – Jahreszeit Übergang



Lastgang einer Woche mit Steuerung – Jahreszeit Übergang



Effekte der gesteuerten Aufladung



- Spitzenlastabsenkung von 331 kW auf 45 kW bei gleichwertiger Erfüllung des Fahrprofils

- 17 % höhere PV-Eigennutzungsquote, sofern vorgesehen (nicht dargestellt)

- Last ist so kontinuierlich, dass Batteriespeicher insgesamt nur 0,6 kW Spitzenlastabsenkung erzielen kann (Basis für Spitzenlastpreis)

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Bildquelle: thenounproject.com

Energiedienstleistungen für elektrische Fahrzeugflotten im industriellen Kontext

1 Einleitung und Grundlagen

2 Vorstellung des Modells

3 Anwendung des Modells

4 Zusammenfassung und Fazit

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassung

- Viele Energiedienstleistungen sind für Betreiber und Anbieter nicht wirtschaftlich und grundsätzlich abhängig vom Anwendungsfall.
- Grundsätzlich führt der Modus „gesteuertes Laden“ zur Vermeidung von Spitzenlasen und zu einer Erhöhung der Eigennutzungsquote von PV-Anlagen.
- Beratungsdienstleistungen für Flottenkunden hinsichtlich des „richtigen Ladens“ wird notwendig sein.

Fazit

- Elektromobilität braucht neue Marktinstrumente für netzdienliche Leistungen.
- Unter den gegebenen Rahmenbedingungen sind Energiedienstleistungen nur selten wirtschaftlich.

Bild: © Fotolia

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Kontakt

www.fir.rwth-aachen.de

fir an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55 · 52074 Aachen · Germany

Jan Hicking, M.Sc.
Gruppenleiter Informationstechnologiemanagement im Informationsmanagement

Telefon: +49 241 47705-513
Fax: +49 241 47705-199
Mobil: +49 177 5790218
E-Mail: Hg@fir.rwth-aachen.de

Sie finden uns auch bei:

- www.xing.com – FIR an der RWTH Aachen
- www.facebook.com/FIR.RWTH
- www.twitter.de – FIR_RWTH
- www.youtube.com – ClusterSmartLogistik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

© FIR e. V. an der RWTH Aachen

Quellen

1 Ralon, P.; Taylor, M.; Ilas, A.; Diaz-Bone, H.; Kairies, K.-P.: Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030. Hrsg.: International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi 2017.

2 Kok, J. K.; Warmer, C. J.; Kamphuis, I. G.: PowerMatcher. Multiagent control in the electricity infrastructure. In: Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems. Hrsg.: M. Pechoucek; D. Steiner; S. Thompson. ACM 2005, S. 75 – 82.

3 Fidan, M.; Edelmann, H.; Fleischie, F.; Kuhn, S.; Grabow, J.; Christiansen, G.: Geschäftsmodelle 2020. Wie in der Energiewirtschaft zukünftig noch Geld verdient werden kann. Hrsg.: EY - Ernst and Young 2016. http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Studie-Geschaeftsmodelle-2020/$FILE/EY-Studie-Geschaeftsmodelle-2020.pdf.

4 Cheng, X.; Hu, X.; Yang, L.; Husain, I.; Inoue, K.; Krein, P.; Lefevre, R.; Li, Y.; Nishi, H.; Taiber, J. G.; Wang, F.-Y.; Zha, Y.; Gao, W.; Li, Z.: Electrified Vehicles and the Smart Grid. The ITS Perspective. In: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 15 (2014) 4, S. 1388 – 1404.

5 Laurischkat, K.; Jandt, D.; Viertelhausen, A.: Dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle für die Elektromobilität. In: Smart Service Engineering. Hrsg.: O. Thomas; M. Nüttgens; M. Fellmann. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2017, S. 258 – 281.

6 Kempener, R.; Vivero, G. de: Renewables and Electricity Storage. A technology roadmap for REmap 2030. International Renewable Energy Agency 2015.

7 Hosseini, S. S.; Badri, A.; Parvania, M.: A survey on mobile energy storage systems (MESS). Applications, challenges and solutions. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 40 (2014) 1, S. 161 – 170.

8 Sterner, M.; Eckert, F.; Thema, M.; Bauer, F.: Der positive Beitrag dezentraler Batteriespeicher für eine stabile Stromversorgung. Hrsg.: Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE)Forschungsstelle Energienetze und Energiespeicher (FENES) OTH Regensburg, Regensburg / Berlin / Hannover 2015.

9 Detzler, S.: Lademanagement für Elektrofahrzeuge, Karlsruher Institut für Technologie KIT; Karlsruher Institut für Technologie, Dissertation 2017.

10 Nobis, P.; Samweber, F.; Fischhaber, S.: Netzstabilisierung mit Elektromobiliät. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V, München 2015. https://www.ffe.de/download/article/551/Pr_175_Nobis_Philipp.pdf.

11 Hu, J.; You, S.; Si, C.; Lind, M.; Østergaard, J.: Optimization and control method for smart charging of EVs facilitated by Fleet operator. Review and classification. In: International Journal of Distributed Energy Resources 10 (2013) 1, S. 383 – 397.

12 Hoogvliet, T. W.; Litjens, G.B.M.A.; van Sark, W.G.J.H.M.: Provision of regulating- and reserve power by electric vehicle owners in the Dutch market. In: Applied Energy 42 (2017) 190, S. 1008 – 1019.

13 Galus, M. D.; Vayá, M. G.; Krause, T.; Andersson, G.: The role of electric vehicles in smart grids. In: Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment 2 (2013) 4, S. 384 – 400.

14 Bayer, B.: Demand Response-sind die USA ein Vorbild für Deutschland? Eine Analyse der Integration von Demand Response in die US-amerikanischen Kapazitäts- und Regelleistungsmärkte. Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), Potsdam 2014. http://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/working_paper_demand_response_-_sind_die_usa_ein_vorbild_fur_deutschland_0_0.pdf.

15 Raabe, O.; Weis, E.; Ullmer, J.: Systemdienstleistungen und Elektromobilität im Verteilnetz-Rollen und Regulierung. In: GI-Jahrestagung. Hrsg.: o.A. o.A. 2013, S. 1485 – 1499.

16 Schlegel, S.: Wahrung der Netzsicherheit durch Nutzung flexibler Lasten am Beispiel des gesteuerten Ladens von Elektrofahrzeugen, Ilmenau Technische Universität Ilmenau, Dissertation 2016.

© FIR e. V. an der RWTH Aachen