

# Literaturrecherche über die Bewertung von Ladekonzepten im öffentlichen und halböffentlichen Raum

## Bachelor's Thesis von Daniel Götschl

### Mentoren:

M.Eng. Markus Fischer (TUM)

Dipl.-Wi.-Ing. Cornelius Hardt (TUM)

Autoren	Modell	Datenbasis	AC-Ladestationen	DC-Ladestationen	Zeit	Charging Sessions	Aufstellort
(Ahmad Almaghreb et al., 2020)	multinomial logistic regression Model	27,481 Ladesitzungen	✓	×	2013-2019	✓	✓
(Almutairi & Alrumayh, 2022)	Optimal CI portfolio estimation Methode	100 PEV	✓	✓	2021	×	✓
(Andrenacci et al., 2020)	Fuzzy Model	3073 Trajektorien von ICE Fahrzeugen	×	✓	2013	×	✓
(Pedro et al., 2021)	Agent-Based e-Mobility Model	Bewohner von Swindon Borough	✓	✓	2021	×	×
(Lazzeroni et al., 2021)	FCD Analyse und Bass Modell	Floating Car Daten von 35,535 Fahrzeugen	✓	×	2021	×	×

### Verbindungszeiten

- Ein weiterer Faktor, der in der Bewertung von Ladkonzepten beachtet werden muss, ist die Dauer, die ein Fahrzeug mit einer Ladestation verbunden ist
- Im Rahmen dieser Arbeit wurden sechs verschiedene Ansätze zur Vorhersage der Verbindungszeit analysiert
- In den Modellrechnungen sind die Variablen Ladezeiten, übertragene Energie und Tageszeiten die wichtigsten Faktoren, die Verbindungszeit beeinflussen
- Bei AC-Ladesitzungen Leerlaufzeiten von 45 % - 70 % am Gesamtanteil
- Bei DC-Ladesitzungen beläuft sich dieser Anteil nur auf 15 % – 20 %.
- In der Nutzeranalyse hat sich gezeigt, dass besonders Lader\*innen, die besonders häufig laden, dazu tendieren lange Ladezeiten vorzunehmen
- Als Lösungsvorschläge werden beispielsweise Gebühren für nicht genutzte Verbindungszeiten vorgeschlagen
- Zudem muss die Ladeinfrastruktur beispielsweise in dicht besiedelten Gebieten entsprechend an die Bedürfnisse der Nutzer\*innen angepasst werden

### Netzbelastung

- Durch den Ausbau von Ladeinfrastruktur einhergehende Belastung des Verteilernetzes, als wichtiger Aspekt in der Bewertung von Ladekonzepten.
- Im Rahmen dieser Arbeit wurden fünf verschiedene Veröffentlichungen analysiert und miteinander verglichen.
- Diese basieren auf unterschiedlichen Modellen und Daten. Diese wurden dem Lesenden zuerst vorgestellt und schließlich in einer Tabelle zur Übersicht dargestellt
- Höchster Ladebedarf bei AC-Ladestationen entweder vormittags oder am späten Nachmittag
- Spitzenbedarf von DC-Ladestationen zwischen 15:00 und 20:00
- Erneuerbare Energien führen zu einem positiven Effekt auf die Netzbelastung
- Zu weiteren Reduzierung der Netzbelastung haben einige Autoren vorgeschlagen, zu Zeiten mit besonders hohem Strombedarf durch Ladeinfrastruktur, höhere Preise für Ladungen einzuführen

Autoren	Sessions	Zeitraum	AC-Ladestationen	DC-Ladestationen	Idle Time	Nutzertyp	Aufstellort
(Almaghreb et al., 2021)	27.481	2013-2019	✓	×	✓	×	✓
(Almaghreb et al., 2019)	17.675	2013-2018	✓	×	✓	×	×
(Fischer et al., 2021)	Ca. 300.000	2020	✓	✓	✓	×	✓
(Lucas et al., 2019)	1,8 Mio.	2012-2018	✓	×	✓	×	×
(Wolbertus & van den Hoed)	1,3 Mio.	2016	✓	×	✓	✓	✓
(Wolbertus et al., 2018)	2,6 Mio.	2014-2016	✓	✓	×	✓	✓

Autoren	POI	Einkommen	Privater Kraftfahrzeugbesitz	Tägliche Fahrten	Nutzertypen	Verbindungszeiten	kWh Anzahl	Einwohnerzahl	ÖPNV Anteil	Anderer LIS	AC-Ladestationen	DC-Ladestationen	Hub	Anzahl
(Adenaw & Krapf, 2022)	✓	×	×	×	×	×	×	✓	×	✓	-	-	-	-
(Brost et al., 2018)	✓	×	×	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
(Choi, 2020)	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	×	✓	-	-	✓	-
(Efthymiou et al., 2017)	×	×	×	✓	×	×	×	×	×	×	-	-	-	✓
(Machado et al., 2020)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	×	×	-	-	-	-
(Wolbertus et al., 2021)	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓

### Rollout-Strategien

- Entscheidend für die Bedarfsdeckung von Ladevorgängen ist, wo und wie viele Ladepunkte aufgebaut werden. → Dafür sind Rollout-Strategien notwendig.
- Dafür wurden sechs verschiedene Veröffentlichungen untersucht.
- Faktoren, die Einfluss auf den Ladebedarf nehmen, werden im Rahmen einer Analyse extrahiert. Diese sind in der nebenstehenden Tabelle aufgelistet.
- Wichtig dabei ist außerdem, ob die Anzahl von Ladepunkten, die installiert werden sollen, der Typ Ladesäule (AC- oder DC-Ladepunkt) und Single- Hub-Taktiken beachtet werden.
- Es zeigt sich, dass eine hohe Anzahl von Ladepunkten immens zur Verkaufsförderung von Elektrofahrzeugen beitragen
- Verglichen mit Single-Rollout-Strategien kommen bei Lade-Hubs deutlich häufiger fehlgeschlagene Ladesitzungen vor
- Die Anzahl an benötigten AC-Ladepunkten ist sehr viel höher als die Anzahl von DC-Ladepunkten → Faktor 4-5