



The background illustration is a stylized, grey-toned city scene. It features several tall buildings of varying heights and window patterns. In the foreground, a car is shown from a side profile, facing right. A large, green, cloud-like shape with a jagged top and a smiling face is positioned in front of the car. The word "GREEN" is written in large, bold, green capital letters across the middle of this cloud. Small lightning bolt symbols are scattered around the scene, particularly near the buildings and the car. The overall style is modern and graphic.

# Elektro mobilität

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 03 |
| Austrian Automotive Transformation Platform (AATP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 04 |
| Zusammenfassung A3PS Roadmap „Austrian Roadmap for Sustainable Mobility – a long-term perspective“                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 06 |
| MegaWATT Logistics: Praxistests und Optimierung der Ladeinfrastruktur bei der Umstellung von E-Lkw-Flotten mit Energiebedarf im Megawatt-Bereich                                                                                                                                                                                                                                        | 09 |
| Das Forschungsprojekt MEGWATTLOGISTIK erarbeitet Lösungen für Logistikunternehmen für die Umstellung von Diesel-LKWs auf elektrische LKWs. Neben neuen Geschäftsmodellen werden auch Planungswerkzeuge für die Lade-infrastruktur entwickelt und Feldversuche durchgeführt.                                                                                                             |    |
| FlyGrid: Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 19 |
| Im FlyGrid Projekt wird ein hochleistungs-Schwungradspeicher in eine vollautomatische Schnellladestation für Elektrofahrzeuge integriert, wodurch hohe Ladeleistungen bei geringer Netzbelastung und eine verbesserte Nutzung lokaler, volatiler Energiequellen ermöglicht wird. FlyGrid ist eine disruptive Technologie, welche zur Gänze in Österreich entwickelt und gefertigt wird. |    |
| URCHARGE: Optimiertes Laden in Wohngebäuden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 29 |
| Das Forschungsprojekt URCHARGE machte Ladeinfrastruktur für den großen Wohnbau mittels intelligentem Lastmanagement zukunftsfit. Die Lastmanagement Lösung wurde mit Hilfe eines Feldtests bei 50 % E-Mobilität weiterentwickelt, bei dem auch die User und die Forschung im Modell im Fokus standen.                                                                                   |    |
| Eindrücke der Veranstaltung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 39 |
| Alle geförderten Projekte im Überblick                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 41 |

# Elektromobilität: Integraler Baustein der Mobilitätswende

---

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Die Dekarbonisierung des Verkehrs bleibt eine große Herausforderung in Österreich. Während in anderen Sektoren eine Reduktion der Emissionen realisiert werden konnte, sind die Emissionen in Zusammenhang mit Verkehr seit 1990 um 52 % gestiegen<sup>1</sup>.

Emissionsfreie Antriebe werden für die Dekarbonisierung der Mobilität eine wesentliche Rolle spielen. Bereits jetzt ist ein klarer Trend in Richtung E-Mobilität erkennbar. Bei den Zulassungszahlen ist ein kontinuierlicher Anstieg bei Batterieelektrischen Fahrzeugen zu verzeichnen. Der Klima- und Energiefonds fördert im Rahmen seiner Programme (Zero Emission Mobility, Nachhaltige Mobilität in der Praxis) innovative Projekte und Technologien, die die Reduktion der Emissionen im Mobilitätsbereich vorantreiben, sowie deren Hochlauf in den Markt. Damit wird nicht nur ein wesentlicher Beitrag zur Dekarbonisierung geleistet, die Österreichs Forschungscommunity strukturell gestärkt, sondern – durch Innovationen „Made in Austria“ – die nationale Wertschöpfung gefördert. Drei dieser innovativen Projekte stellen wir Ihnen in dieser Broschüre näher vor.

Die Dekarbonisierung des Verkehrs hat auch gravierende Auswirkungen auf Österreichs Industrie, die traditionell besonders stark im Bereich der Fertigung von Automobilkomponenten ist. Zahlreiche Zulieferbetriebe versorgen europäische OEMs mit Teilen für die Endfertigung. Der sich abzeichnende Phase-out des Verbrennungsmotors verstärkt den Transformationsbedarf der Wertschöpfungsketten noch weiter. Vor diesem Hintergrund wurde die Austrian Automotive Transformation Platform (AATP) aufgesetzt. Die Plattform soll diesen Transformationsprozess begleiten und durch die breite Einbindung von Expert:innen aus Industrie, der öffentlichen Hand, Forschung, Ausbildung sowie die Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretungen, die notwendigen Maßnahmen identifizieren um die Transformation aktiv mitzugestalten.

Eine aufschlussreiche Lektüre wünschen Ihnen

Ihr Klima- und Energiefonds

<sup>1</sup> <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/mobilitaet/mobilitaetsdaten/verkehr-treibhausgase>

# Austrian Automotive Transformation Platform (AATP)

Durch die Dekarbonisierung und Digitalisierung steht Österreich ein massiver Strukturwandel in der Automobil- und Zulieferindustrie bevor. Gleichzeitig besteht enormer Bedarf an Fachkräften in der Elektrotechnikbranche für die Errichtung der notwendigen Ladeinfrastruktur. Um diesen Herausforderungen proaktiv zu begegnen, wurde die AATP im Rahmen des Mobilitätsmasterplans 2030 für Österreich gegründet. Ziel ist es, die Chancen des Strukturwandels für Klimaschutz, zusätzliche Beschäftigung wie auch Wertschöpfung zu nutzen. Die AATP wurde als Plattform der involvierten Organisationen aufgebaut, um alle Akteur:innen miteinander zu vernetzen und gemeinsam abgestimmte Handlungsempfehlungen zu erarbeiten.

**Inhaltliche & thematische Schwerpunkte**

Das zentrale Thema der AATP ist die gesamte Wertschöpfungskette der Elektromobilität. Daher werden nicht nur die Fahrzeug- & Zulieferindustrien betrachtet, sondern auch Ladeinfrastruktur und jegliche Dienstleistungen im Bereich des E-Mobilitätssystems stehen im Vordergrund. Während der inhaltliche Fokus auf der batterie- und z. T. auch wasserstoffelektrischen Mobilität liegt, werden Themen wie Primärenergieerzeugung oder regenerative Treibstoffe bewusst abgegrenzt. Auf diese Weise ist eine deutlich spezifischere Bearbeitung der Fokusthemen möglich.

Auf operativer Ebene ist das Ziel der AATP, einen konkreten Katalog mit Handlungsempfehlungen für Unternehmen, Ausbildungseinrichtungen, Forschung und Politik zu erarbeiten, um ...

- a. die Chancen des Strukturwandels für Klimaschutz zu nutzen,
- b. zusätzliche Beschäftigungs- und Wertschöpfungspotentiale zu heben und
- c. Arbeitsplätze in der Automobilindustrie bzw. vor- oder nachgelagerten Branchen zu schaffen oder erhalten.

Eine Handlungsempfehlung hat demnach immer mindestens auf eines der obigen Ziele einzuzahlen.

**Arbeitsweise**

Die Plattform ist zunächst für vier Jahre konzipiert. Die AATP ist bewusst agil aufgesetzt, um zu gewährleisten, dass in diesem schnelllebigen Umfeld rasch auf etwaige Veränderungen reagiert werden kann. Somit folgt die AATP einem iterativen Prozess, der jeweils ein Kalenderjahr umfasst.

Zu Beginn wird in sog. Sondierungs-Arbeitsgruppen der im aktuellen Jahr zu behandelnde Themenkatalog konkretisiert und priorisiert. Mit dem fertigen Themen-

katalog folgen dann sog. Themen-Arbeitsgruppen, die sich in ihrer fachlichen Ausprägung voneinander unterscheiden und mit Expert:innen der jeweiligen Fachbereiche besetzt werden. Hier werden bereits erste Handlungsempfehlungen erarbeitet. In einer Zwischenarbeitsphase haben die beteiligten Organisationen dann Zeit, individuell an weiteren Handlungsempfehlungen zu arbeiten und diese einzureichen. Alle eingegangenen Handlungsempfehlungen werden dann von den Organisationen strukturiert und bewertet. Sollten spezifische Handlungsempfehlungen nicht von allen Organisationen mitgetragen werden, so wird dies transparent dokumentiert. Durch diesen bewusst schlank gewählten Prozess kann sichergestellt werden, dass die Expertise der Expert:innen zielgerichtet genutzt werden kann, ohne dass ein zu erheblicher Arbeitsaufwand für die voll berufstätigen Expert:innen entsteht.

Das Besondere an der AATP ist, dass in den sog. Dialogforen nun eine direkte Vernetzung zwischen den Ersteller:innen der Handlungsempfehlungen mit den potentiellen Umsetzer:innen dieser stattfindet. Ein klarer Vorteil hierbei ist, dass die Handlungsempfehlungen bereits von einer Vielzahl von Organisationen gesichtet und bewertet wurden und hierdurch bereits eine gewisse Detailtiefe vorhanden ist. Auf diese Weise

können potentielle Umsetzer:innen von dem bereits erarbeiteten Wissen profitieren, sowie die Handlungsempfehlungen mit einer sehr hohen Reife entgegennehmen. Das Zusammenbringen von gestaltenden Stakeholdern, welche die Handlungsempfehlungen ausarbeiten sowie umsetzenden Stakeholdern, die jene Handlungsempfehlungen umsetzen, ist ein bisher einzigartiger Ansatz, welcher die rasche und zielgerichtete Umsetzung ermöglichen soll. Zum Ende eines jeden Jahres folgt eine Jahresveranstaltung, in der die Arbeitsergebnisse der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und ein Ausblick auf das kommende Jahr skizziert wird.

**Fazit**

Durch die heterogene Aufstellung und das agile Setup ist die AATP eine innovative Expert:innenplattform, um dem Strukturwandel proaktiv zu begegnen. Die erarbeiteten Handlungsempfehlungen stammen direkt von betroffenen Organisationen und werden zentral an potentielle Umsetzer:innen herangetragen. Somit ist die AATP ein effektives Vehikel, um die Transformation möglichst strukturiert und mit diverser Fachexpertise zu begleiten.

Mehr Informationen unter:  
[www.aatp.at](http://www.aatp.at)

# Zusammenfassung A3PS Roadmap „Austrian Roadmap for Sustainable Mobility – a long-term perspective“

Die vorliegende Austrian Roadmap fasst die angestrebten Entwicklungen und Trends sowie Prioritäten der A3PS-Mitglieder zusammen und gibt einen Überblick über die F&E-Herausforderungen der kommenden Jahre und die notwendigen F&E-Aktivitäten zur Stärkung des Wirtschaftsstandorts Österreich.

Auftrag und Ziel dieser Roadmap ist es, den Stand der Technik aktueller Forschungsfelder darzustellen sowie den Forschungsbedarf aufzuzeigen.

## Technologien für batterieelektrische Antriebsstränge

Obwohl die technischen Grundlagen batterieelektrischer Fahrzeuge entwickelt und eine zunehmende Anzahl von Systemen bereits auf dem Markt industrialisiert sind, besteht weiterhin F&E-Bedarf, um diese Systeme durch die Entwicklung neuer Komponenten- und Systemgenerationen für den Einsatz in elektrifizierten Antriebssträngen erschwinglicher, effizienter, langlebiger und sicherer zu machen. Nur wenn die Fahrzeuge zu vernünftigen Preisen angeboten werden können, können größere Mengen verkauft werden, was zu den notwendigen Umweltentlastungen für eine 2050 netto-fossilkohlenstofffreie Gesellschaft führt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die unabdingbare Voraussetzung für positive Umwelteffekte von batterieelektrischen Fahrzeugen die Verfügbarkeit von nahezu 100% erneuerbarer elektrischer Energie ist.

## Brennstoffzellen-Technologien

Österreichische Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten beschäftigen sich seit Jahrzehnten mit Brennstoffzellentechnologien und den dazugehörigen Test- und Validierungssystemen. Aufgrund der beginnenden Hochlaufphase der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien erwarten die A3PS-Mitglieder einen noch härteren internationalen Wettbewerb in Forschung und Industrie und daher werden weitere Instrumente zur Stärkung der österreichischen Gemeinschaft benötigt. Die Strategie zur Entwicklung der Transport-Brennstoffzellen-Systemkomponenten wird weiterhin drei übergeordnete Ziele verfolgen: Kostensenkung, Leistungssteigerung (auch Effizienz) und Lebensdauer.

Fortschritte in diesem Bereich werden für alle Transportanwendungen unabhängig von ihrem aktuellen Stand der Technik von Vorteil sein. Nachhaltigkeit, Recycling und Ökodesign sind ebenfalls wichtige Prinzipien, die bei der Entwicklung dieser Komponenten eine Rolle spielen werden.

## Hybridantriebe für Kraftfahrzeuge

Hybridantriebe ermöglichen die Kombination der Vorteile des reinen Elektroantriebs, z.B. hocheffiziente Drehmomenterzeugung mit E-Motoren sowie Rekuperation und Speicherung von Bremsenergie, mit der von Verbrennungsmotoren, z.B. Umwandlung der

chemischen Energie eines flüssigen Energieträgers in mechanische Energie in einem robusten Gerät höchster Leistungsdichte unempfindlich gegen Kraftstoffverunreinigungen.

Selbstverständlich müssen solche Energiewandler alle – auch zukünftige – Abgasnormen erfüllen und sind somit vollumfänglich umweltverträglich. Solche Antriebssysteme können während der gesamten Übergangsphase von fossil dominierten zu rein nachhaltig erzeugten Energieträgern eingesetzt werden.

## Erneuerbare Energieträger

Neben Antriebstechnologien spielen erneuerbare Energieträger eine bedeutende Rolle für eine nachhaltige Mobilität, da batterieelektrische Fahrzeuge sowie Hybride mit Verbrennungsmotor und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge Energieträger benötigen, die heute überwiegend aus fossilen Rohstoffen stammen. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität müssen diese Energieträger defossilisiert werden.

Die Verwendung von erneuerbaren Kraftstoffen (einschließlich erneuerbarem Wasserstoff) in Verbrennungsmotoren ermöglicht eine erhebliche Reduktion der Treibhausgasemissionen (bis hin zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Mobilität oder sogar negativen Emissionen im Falle einer Kohlenstoffabscheidung und -speicherung) für die bestehende Fahrzeugflotte. Von allen Möglichkeiten,

die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs zu reduzieren, hat die Nutzung erneuerbarer Energien das größte Potenzial.

## Fortschrittliche Fahrzeugkonzepte auf Fahrzeugebene

Dieses Kapitel konzentriert sich auf Technologien auf Fahrzeugebene, die die Fahrzeugleistung, den Kraftstoffverbrauch, die Effizienz und die Umweltauswirkungen erheblich beeinflussen. Neben der Elektrifizierung stellt sich die Digitalisierung als neue Herausforderung. Digitalisierung und Digital Twinning sind der Schlüssel, um eine vorausschauende Steuerung zu ermöglichen und Komponenten und Systeme nahe an ihre Grenzen zu bringen, ohne produktionstoleranzbasierte Sicherheitsmargen berücksichtigen zu müssen. Diese Aspekte werden in dieser aktualisierten Version der Roadmap besonders hervorgehoben.

Auch Leichtbau, als Schlüsseltechnologie und ein Querschnittsthema, ist Teil dieses Kapitels. Leichtbau erfordert mehr Aufmerksamkeit in Forschung und Entwicklung; Leichtbau muss in der heutigen Zeit nachhaltig, smart und bezahlbar sein, um die europäischen Ziele des Green Deals oder nationale Ziele wie z.B. aus dem Mobilitätsmasterplan 2030 zu erfüllen.

Download der Roadmap:  
[www.a3ps.at/a3ps-roadmaps](http://www.a3ps.at/a3ps-roadmaps)



**Projektleitung:** WERNER MÜLLER  
Universität für Bodenkultur Wien  
Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit

## MegaWATT Logistics

Praxistests und Optimierung der Ladeinfrastruktur bei der Umstellung von E-Lkw-Flotten mit Energiebedarf im Megawatt-Bereich

Damit Österreich das Ziel „Klimaneutralität 2040“ im Güterverkehr erreicht, ist rascher Handlungsbedarf gegeben. Angesichts der Paris-Ziele und der österreichischen Ziele ist der Übergang zu elektrischen Logistikflotten keine Frage des "Wenn", sondern des "Wann". Der Straßengüterverkehr verursacht etwa ein Drittel der Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr und etwa 11 % der nationalen Treibhausgasemission. Ohne die breite Markteinführung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben ist ein klimaverträglicher Güterverkehr außer Reichweite. Das ist vor allem im Hinblick auf die langen Verweilzeiten von neuzugelassenen Lkw im Gesamtbestand sowie die lange Projektdauer beim Aufbau von Infrastruktur notwendig. Ein Fünftel der schweren Nutzfahrzeuge in Österreich sind mindestens 15 Jahre alt. Eine rechtzeitige Transformation wird nur gelingen, wenn Logistiker, Energieversorger, Netzbetreiber und Fahrzeughersteller mit voller Entschlossenheit gemeinsam an Lösungen arbeiten. Flottenbetreiber brauchen daher Anleitungen zur Umstellung, zum Betrieb und zur Optimierung einer elektrischen LKW-Flotte sobald als möglich, um die notwendigen Investitionen zielgerichtet durchführen zu können. Der Übergang zur elektrischen Logistikflotte stellt ein multidimensionales Problem dar und ist eine der größten Herausforderungen der letzten 50 Jahre für Logistikunternehmen. Neben dem Austausch der Fahrzeuge muss die für den Betrieb notwendige Infrastruktur (Stromversorgung, Ladesäulen, ...) aufgebaut werden.

Im Rahmen des Forschungsprojektes megaWATT Logistics wurden neben einem 3-jährigen Praxistest Roadmap-Analysen zu den politischen und technologischen Rahmenbedingungen, ein Simulationstool zur Investitionsplanung von eLKW (z.B. zur erforderlichen Batteriegröße) und der entsprechenden Ladeinfrastruktur sowie ein Tool zur Ermittlung der Gesamtkosten/Total Cost of Ownership erarbeitet.

### Ergebnisse Praxistest

Im September 2018 wurden in Steyr acht 26 t E-LKWs aus der seit 2015 laufenden Entwicklungspartnerschaft von CNL mit MAN Truck & Bus AG mit internationalem Medienecho an die CNL-Firmen übergeben. Die Fahrzeuge wurden drei Jahre lang im Praxiseinsatz erprobt. Fünf Fahrzeuge davon wurden im Projekt megaWATT-Logistics ausgewertet. Diese haben mit Stand November 2021 insgesamt 328.537 km zurückgelegt, bei einer Verringerung der Treibhausgasemissionen um 279,7 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Im Rahmen der Praxistests zeigte sich, dass eLKW in der Lage sind, die Aufgaben im Verteilerverkehr sowohl im Sommer wie auch im Winter zu erfüllen. Der Verbrauch lag zwischen 1,1 bis 1,4 kWh/km. Der Einsatz der Kühlung und/oder eine hohe Stoppfrequenz erhöhten den Verbrauch, während ein hoher Anteil an Überlandfahrten bzw. auf der Autobahn entgegen den Erwartungen den Verbrauch günstig beeinflusste. Als verbesserungswürdig wurde die Kommunikation zwischen eLKW und Ladeinfrastruktur identifiziert. Die derzeit aktuellen

Preisprojektion für Lithium-Ionen-Batteriepacks

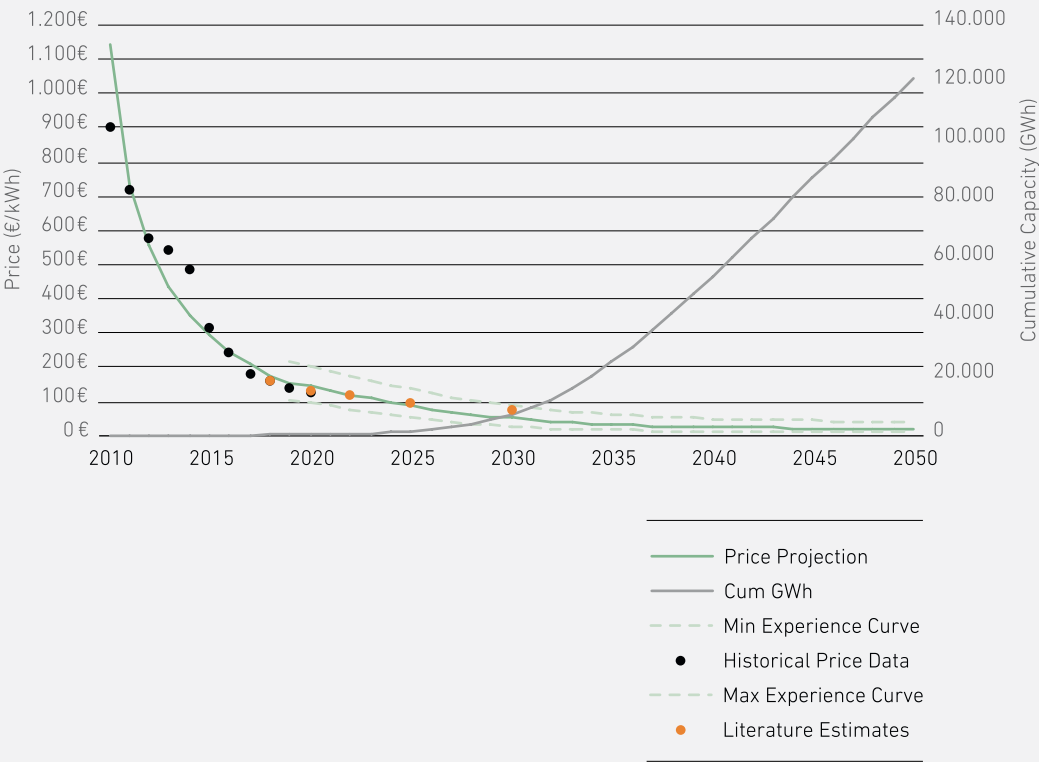


ABBILDUNG 1

ISO-Normen für die Kommunikation zwischen Ladeinfrastruktur und eLKW erlauben einen zu großen Interpretationsspielraum, sodass es immer wieder zu Abbrüchen gekommen ist.

Road Map Analysen

Ausblick Energiespeichersysteme

Die Abbildung 1 zeigt eine aktualisierte Preisprojektion für Lithiumionen-Batteriepacks, die in E-Fahrzeugen verwendet werden. Bis Ende 2019 wurden etwa 1,5 Millionen batterieelektrische Fahrzeuge verkauft und Lithium-Ionen-Batteriepacks erreichten einen (nach Volumen gewichteten) Durchschnittspreis von 137 €/kWh im Jahr 2020. Die jährliche Nachfrage nach

Lithium-Ionen-Batterien für Fahrzeuganwendungen wird bis 2050 voraussichtlich 6,5 TWh erreichen. Aufgrund dieser Entwicklungen könnten die Preise für Batteriepacks bis 2024 unter 100 €/kWh fallen und bis 2030 bzw. 2050 voraussichtlich 51 €/kWh bzw. 20 €/kWh erreichen.

Auf Basis einer Preisumfrage bei Herstellern und einer Literaturrecherche konnten wir ein Batteriepreisszenario für schwere eLKW entwickeln. Die Batteriepreise für schwere LKW liegen bei 338 €/kWh (Stand 2020). Daher folgen die Batteriepreise für LKW der Preiskurve für PKW-Batterien mit etwa fünfjähriger Verzögerung. Diese Unterschiede können jedoch minimiert werden, sobald eLKW in großem Maßstab produziert werden.

Batteriepreisszenarien für eLKW

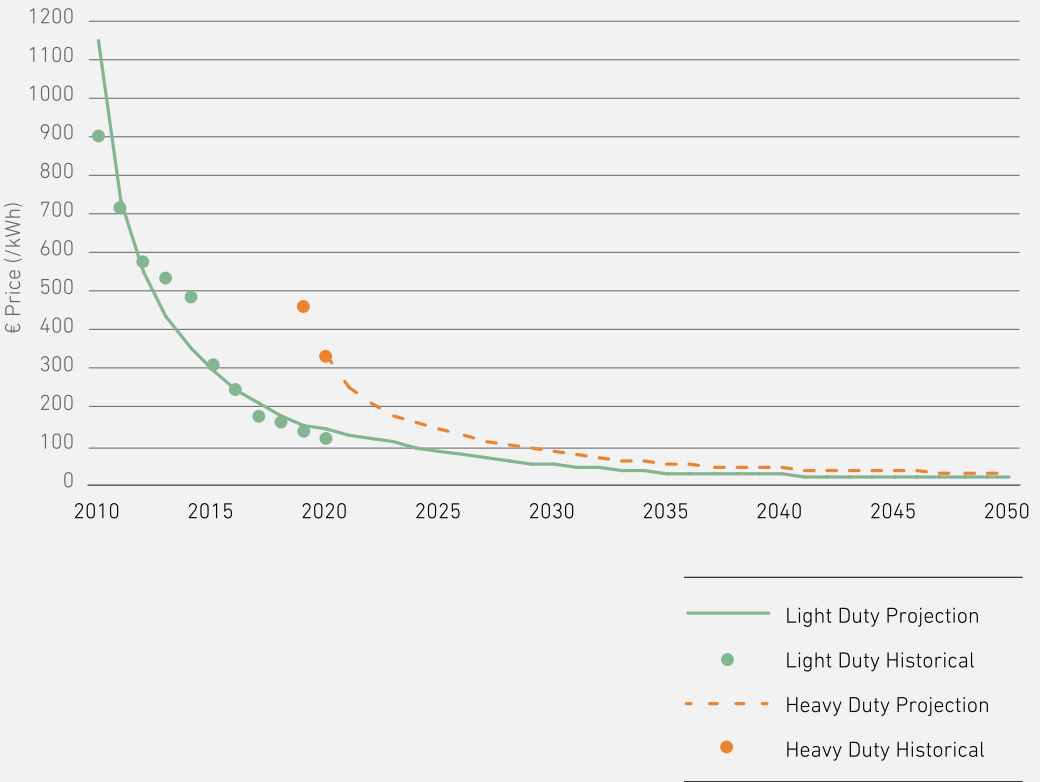


ABBILDUNG 2

Abbildung 3 veranschaulicht den Einfluss des Batteriegewichts auf die Nutzlast eines eLKW unter verschiedenen Szenarien für Batterieenergiedichte und Batteriedesign. Unter Berücksichtigung einer Gewichts-einsparung von 2,7 t bei optimierten eLKW durch einen leichteren Antriebsstrang sollen in der EU bei einer aktuellen Zellenergiedichte von 250 Wh pro kg Batterie Reichweiten von bis zu 450 km realisierbar sein. Bis 2030 werden Energiedichten über 400 Wh pro kg erwartet, was eine Reichweite von bis zu 733 km ohne Nutzlastverluste ermöglichen soll.

Ausblick Stromnetze

Der Austausch zwischen Logistikunternehmen und regionalen Netzdienstleistern offenbarte große organi-

satorische und regulatorische Herausforderungen für eLKW-Flotten. Zum einen ist der Netzbetreiber derzeit gesetzlich nicht verpflichtet, regelmäßig Netzentwicklungspläne zu veröffentlichen. Daher ist den Kunden nicht bekannt, wo zusätzliche Netzkapazitäten verfügbar werden könnten – ein großes Hindernis für die Planung neuer Logistikzentren mit elektrifizierten Flotten. Zweitens ist der Netzbetreiber nicht verpflichtet, Standorte mit Netzbeschränkungen bekannt zu geben, und muss daher bei erforderlicher Netzaufrüstung die Netzanschlüsse möglicherweise zu hohen Kosten für den Kunden anbieten. Wenn zusätzliche Umspannwerke gebaut werden müssen, kann dies den Netzanschlussprozess für das Logistikunternehmen um bis zu fünf Jahre verzögern. Drittens werden

Mehrgewicht von eLKW mit zunehmender Reichweite und unterschiedlichen Energiedichten der Batteriezellen. Die Berechnung geht von einer Gewichtseinsparung von 2,7 t bei eLKW gegenüber Diesel-LKW aufgrund des leichteren Antriebsstrangs aus. Wh = Wattstunden; CtP = Cell-to-Pack

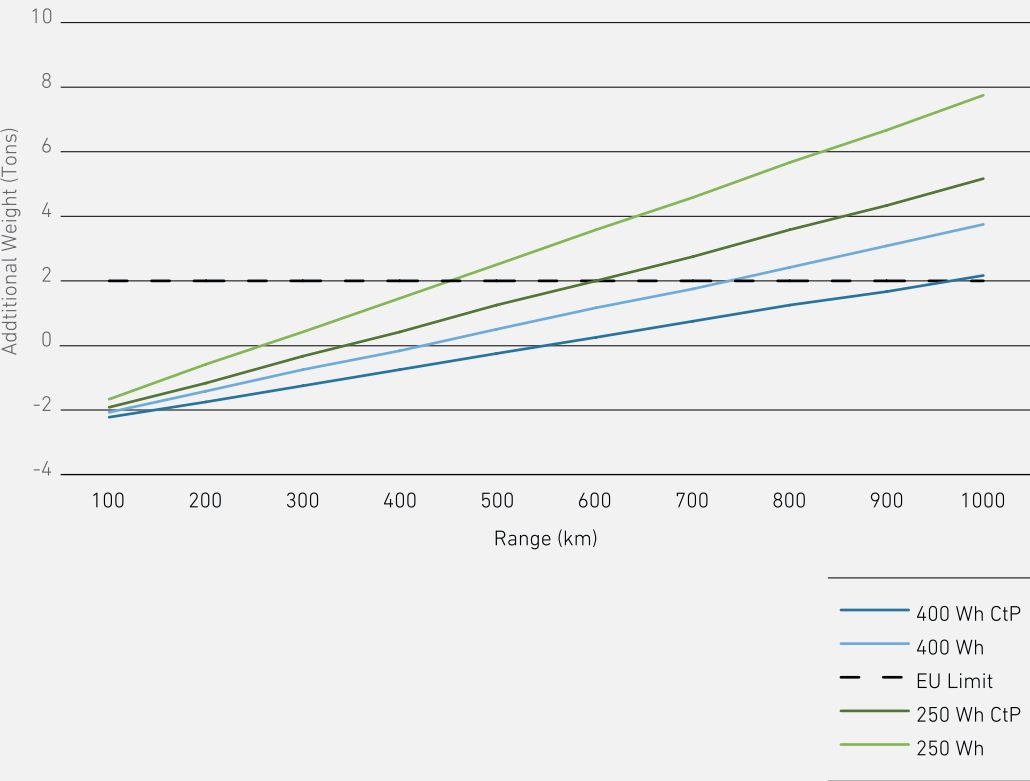


ABBILDUNG 3



„Jeder will Zero Emission Logistik, aber keiner weiß, wie eine Umstellung umgesetzt werden kann. Angesichts der enormen Komplexität und Tragweite der zu erwartenden Investitionen (z.B.: neue Umspannwerke) wollen wir mit dem Projekt den Firmen eine klare Perspektive für die Umstellung geben.“ PROJEKTL EITER WERNER MÜLLER



Netzanschlüsse nur auf Basis verbindlicher Einzelanfragen vergeben, was eine ganzheitliche Planung mehrerer Kunden gemeinsam verhindert.

Auf der anderen Seite wies der Netzbetreiber darauf hin, dass die Ungewissheit in Bezug auf Fahrzeugtechnologien und die Nachfrage nach eLKW eine Herausforderung für den rechtzeitigen Beginn der Modernisierung der Netzinfrastruktur darstellen. Das Ergebnis der Workshops war, dass eine angemessene Bepreisung von Netzkapazität durch Tarifreform und offene Datenfreigabe von Netzentwicklungsplänen und Netzbeschränkungen notwendig ist, um die Integration von eLKW-Flotten in das Verteilnetz zu verbessern.

Politische Rahmenbedingungen

Themen wie Mehrkostenförderungen, Mautermäßigungen, Zufahrtsbeschränkungen in Städten, Clean Vehicles Directive für Fahrzeuge im öffentlichen Eigentum, CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte für LKW, höhere zulässige Gewichte für emissionsfreie LKW und Standards für den Bau von Infrastrukturen für alternative Kraftstoffe oder die Einbeziehung des Straßengüterverkehrs in den EU-Emissionshandel spielen sowohl als monetäre wie auch nicht-monetäre Faktoren für die Flottenumstellung eine große Rolle.

Mautreduktionen

Mautreduktionen für Zero Emission Fahrzeuge gibt es derzeit in Deutschland, der Schweiz (jeweils 100 %) und Österreich (75 %). In den anderen Nachbarländern Österreichs (CZ, SK, U, SLO, I) gibt es derzeit keine Begünstigungen. Wie die TCO-Berechnungen zeigen, führt die Mautreduktion in Deutschland und Österreich zu deutlichen Kosten-Vorteilen von eLKW im Vergleich zu Diesel-LKW, wenn man zusätzlich die geplante 80 %-Mehrkostenförderung in Österreich für Zero Emission LKW und die geplante Förderung der Ladeinfrastruktur berücksichtigt.

Ausblick Fahrzeugmarkt

26 t eLKW werden Stand 2022 nun von allen großen LKW-Herstellern angeboten. Die Reichweite pendelt zwischen 200 und 300 km- ausreichend für den Einsatz im Verteilerverkehr. Die Preise lassen ohne Förderung einen wirtschaftlichen Einsatz nicht zu. Der Einsatz von 40 t LKW verzögert sich weiter - mit den ersten Fahrzeugen wird nun für Ende 2022/Mitte 2023 gerechnet. Ab 2024 sollen auch 40 t Fahrzeuge mit Reichweiten von 500 km auf den Markt kommen.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen 26 t eLKW und 26 t Diesel-LKW, ist, dass eLKW Stand 2022 KEINEN Anhänger ziehen können und somit reine 26 t Fahrzeuge sind. 26 t Diesel LKW können in der Regel einen Anhänger ziehen und sind somit als Solo-Motorwagen in der Stadt aber auch als 40 t Hängerzug im Regional- und Überlandverkehr flexibel einsetzbar. Dieser wesentliche Unterschied führt zu weiteren Verzögerungen in der Umstellung auf eLKW im Verteilerverkehr.

Ergebnisse Simulation

Erforderliche Energie- und Leistungsaufnahme an den Ladestandorten

Abbildung 4 zeigt ein exemplarisches Lastprofil eines untersuchten Logistik-Hubs im Jahresverlauf. Dabei ist in Grün die aktuelle Leistungs- und Energieaufnahme des Logistik-Hubs dargestellt. Die gelben Linien zeigen die Leistungs- und Energieaufnahme durch eine 100 %ige Umstellung des Bestandsfuhrparks auf eLKW. In Grau ist die resultierende Leistungs- und Energieaufnahme dargestellt. Dabei zeigte sich an diesem Standort, dass über 98 % der Ladeenergie am Hub geladen werden könnte und somit der Bedarf, entweder während des Betriebs außerhalb des Hubs zu laden, oder in eine Erweiterung der Ladekapazitäten zu investieren, sehr gering ist.

Vergleich Preise für Diesel, Strom und H<sub>2</sub> auf Basis von 9,8 kWh

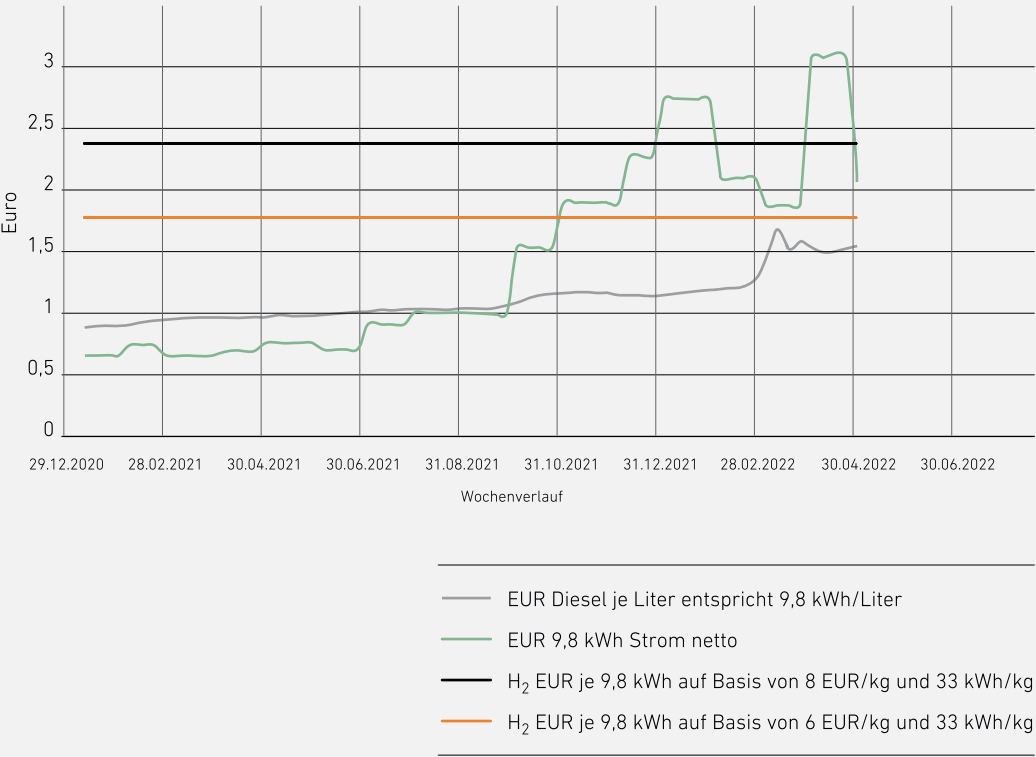


ABBILDUNG 4

Zudem konnte der Bedarf an Ladeinfrastruktur durch eine optimierte Ladestrategie unter Berücksichtigung der Abfahrten und Ankünfte am Logistik-Hub deutlich reduziert werden. Somit konnte die maximale Leistungsaufnahme einer eLKW-Flotte unter 2 MW gehalten und ein Wechsel der Netzebene vermieden werden. An anderen Standorten ist dies jedoch ein wesentlicher Kostenfaktor, welcher eine wesentliche Barriere zur Umstellung darstellt.

Lessons Learned

Eine herausfordernde Zeit – die Umstellung auf Zero Emission LKW braucht einen neuen „Mindset“  
Das Projekt megaWATT Logistics ist ein Forschungsprojekt unter Praxisbedingungen der Logistik. Es erfährt im Rahmen der Laufzeit Änderungen der Rahmenbedingungen in einem Ausmaß, die zu Beginn des Projektes undenkbar waren. Wöchentliche und saisonale Umsatzschwankungen sind eine tägliche Begleiterscheinung in der Logistik, doch die Corona-Krise hatte hier zu völlig neuen Dimensionen geführt. Sie bedingte monatliche Umsatzschwankungen von mehr als 50 %, und zwar in beide Richtungen. Ein Manager drückte es wie folgt aus: „Unsere Planungen für das nächste Quartal können in wenigen Tagen völlig obsolet werden. Ich habe noch kein Jahr erlebt, indem so häufig umgeplant werden musste und trotzdem die Abweichungen zwischen Planung und Realität so groß ausgefallen sind.“ Die Datengrundlage für die Touren-Analysen war somit sehr starken Schwankungen unterworfen und zahlreiche Datenmessungen mussten verworfen werden.

Weiters haben sich Preise für Waren durch Chipkrise und Inflation sowie Energiepreise in einem bisher unbekannten Ausmaß erhöht, sodass TCO Kalkulationen und deren Key Performance Indicators sich im Rahmen der Projektlaufzeit völlig verändert hatten.

So hat sich der Strompreis in den letzten 12 Monaten fast versechsfacht, während Diesel sich „nur“ annähernd verdoppelt hat. Hatte man zu Beginn der Projektlaufzeit höhere Capex-Kosten des eLKW mit geringeren OPEX-Kosten je km Laufleistung gegenrechnen können, so sind nun auch OPEX-Kosten je nach Strompreisentwicklung über oder unter den Preisen je km Laufleistung eines Diesel-LKW.

„Der Strompreis ist 2022 der bestimmende Faktor für den Erfolg eines Logistikunternehmens geworden, das seine Flotte auf Zero Emission LKW umstellen möchte. Der Einkauf von Strom und die Absicherung von Strompreisen ist ein völlig neues Themenfeld für Logistiker geworden. Positiv gesehen verstärken diese dramatischen Veränderungen eine These, die schon zu Projektbeginn angedacht war: Die Umstellung auf Zero Emission LKW Flotten benötigt einen völlig neuen „Mindset“ innerhalb der Unternehmen.“ so Werner Müller, Projektleiter von megaWATT Logistics.

Flexibilität ist Trumpf

In der Logistik ist Flexibilität ein wesentliches Gebot, um auf Umsatz- bzw. Auftragsschwankungen zu reagieren. Wasserstoff spielt deswegen eine zentrale Rolle im geplanten Technologiemix der Unternehmen. Im Rahmen des Projektes wurden deshalb auch FC-LKW sowie Oberleitungs-LKW untersucht. Die Auseinandersetzung auf der Kostenseite zeigte, dass FC/H<sub>2</sub> LKW aktuell nicht mit BEV LKWs konkurrieren können. Oberleitungs-LKW werden von den Logistikern sehr skeptisch gesehen, weil sie das Einsatzfeld von LKW stark einschränken, in einer Branche, die gewohnt ist, LKW je nach Auftragslage durch ganz Europa zu routen. Wie hoch der Anteil an FC/H<sub>2</sub> LKW im Rahmen der Umstellung sein wird, ist unklar. Solange H<sub>2</sub> Preise über 6 EUR/kg liegen, erscheint eine Umstellung auf FC/H<sub>2</sub> LKW wenig wahrscheinlich.



Zögerliche Investitionsbereitschaft aufgrund von unklarem Ausgang bei der Frage der Technologieentscheidung

Eine wichtige Erkenntnis ist auch, dass Unternehmen sehr zögerlich in die Ladeinfrastruktur investieren (werden) – solange die Technologieentscheidung FC/H<sub>2</sub> oder eLKW nicht abgeschlossen ist. Weiters zeigen die Simulationen, dass bei sinkenden Preisen für eLKW

eine späte Umstellung der Ladeinfrastruktur ökonomisch günstiger als eine frühe Umstellung ist. Diese beiden Faktoren erschweren eine frühe Umstellung und laufen den Zielen der Klimaneutralität entgegen. Umso bedeutender sind breite Incentives wie eine Mautreduktion, Investitionskostenförderung und auch Netzgebührenbefreiung, um eine frühe Umstellung zu forcieren.

**DREI GUTE GRÜNDE FÜR DAS PROJEKT**

- Von der Theorie zur Praxis: Eine Erprobung unter realen Bedingungen ist sowohl für Logistikunternehmen als auch für Netzentwickler unumgänglich.
- Angesichts der Pariser Klimaziele und der langen Vorlaufzeiten für Infrastrukturmaßnahmen müssen im Bereich der Citylogistik bereits jetzt die Maßnahmen eingeleitet werden, um die Umstellung auf Zero Emission Citylogistik bis 2030 zu schaffen.
- Megawatt-Logistics bietet durch das interdisziplinäre Konsortium die Grundlage, um die Flottenumstellung auf elektrische Antriebe auf eine klare Kalkulationsbasis zu stellen. dem Anlagenbetreiber eine effiziente Betriebsführung.

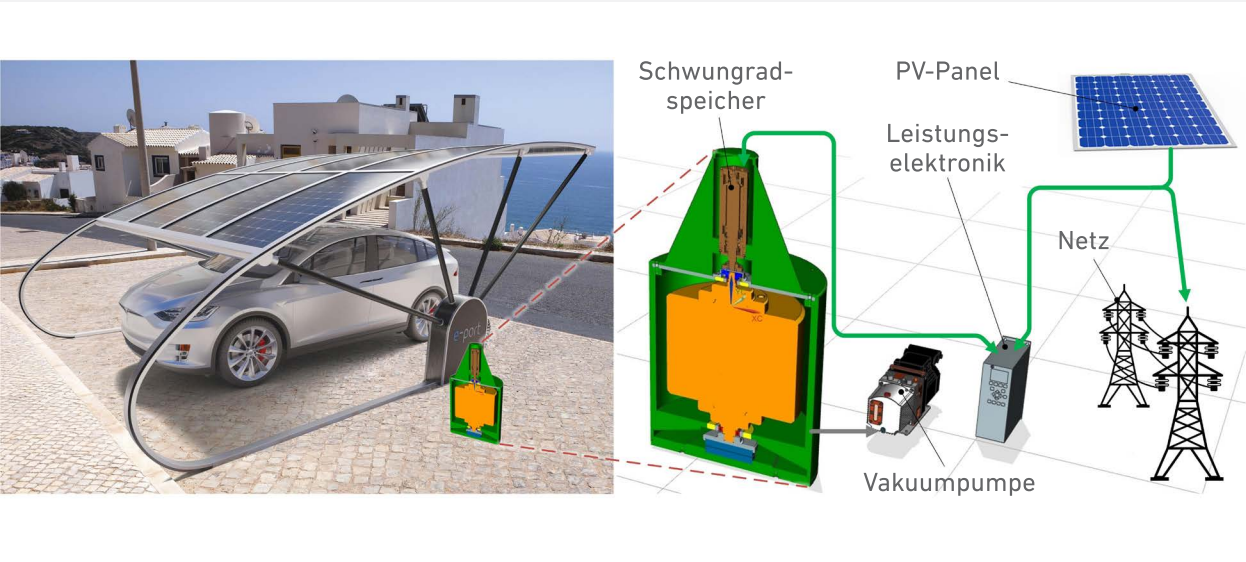




**Projektleitung:** ARMIN BUCHROITHNER  
Technische Universität Graz  
Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung

FlyGrid Ladestation mit Secar E-Port® und elektromechanischem Schwungradspeicher

ABBILDUNG 1



# FlyGrid

Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration

## Ausgangssituation und Motivation

Der Umstieg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zur reinen Elektromobilität gilt als einer der wichtigsten Schritte im Zuge der Dekarbonisierung. Dabei geht es in gleichem Maße um das Erreichen der Klimaschutzziele wie um politisch-ökonomische Unabhängigkeit, deren Wichtigkeit sich insbesondere seit Beginn des Jahres 2022 auf dramatische Art und Weise zeigt. Während der starke prognostizierte Zuwachs an Elektrofahrzeugen als durchwegs positive Entwicklung zu bezeichnen ist, ergeben sich daraus eine Reihe neuer Herausforderungen für Energieversorger, Netzbetreiber, Fahrzeug- und Ladesäulenhersteller und im Endeffekt auch für den Kunden.

## Entwicklungen in der Elektromobilität

Speziell die immer höheren Ladeleistungen, in Kombination mit einer steigenden Versorgung durch volatile Quellen, resultieren in einer enormen Netzbelastung, welche Instabilitäten und – im schlimmsten Falle – sogar Blackouts hervorrufen können. Nichtsdestotrotz ist eine Entwicklung in Richtung Schnellladung (100 kW und mehr) als absolut notwendig zu bezeichnen, um dem Kunden die Angst vor der zu geringen Reichweite eines EVs zu nehmen. Das Fehlen einer geeigneten Schnelladeinfrastruktur gilt in Expertenkreisen als die größte Bedrohung der E-Mobility. Um einen kostspieligen Netzausbau weitgehend zu vermeiden und dennoch ein hochleistungsfähiges,

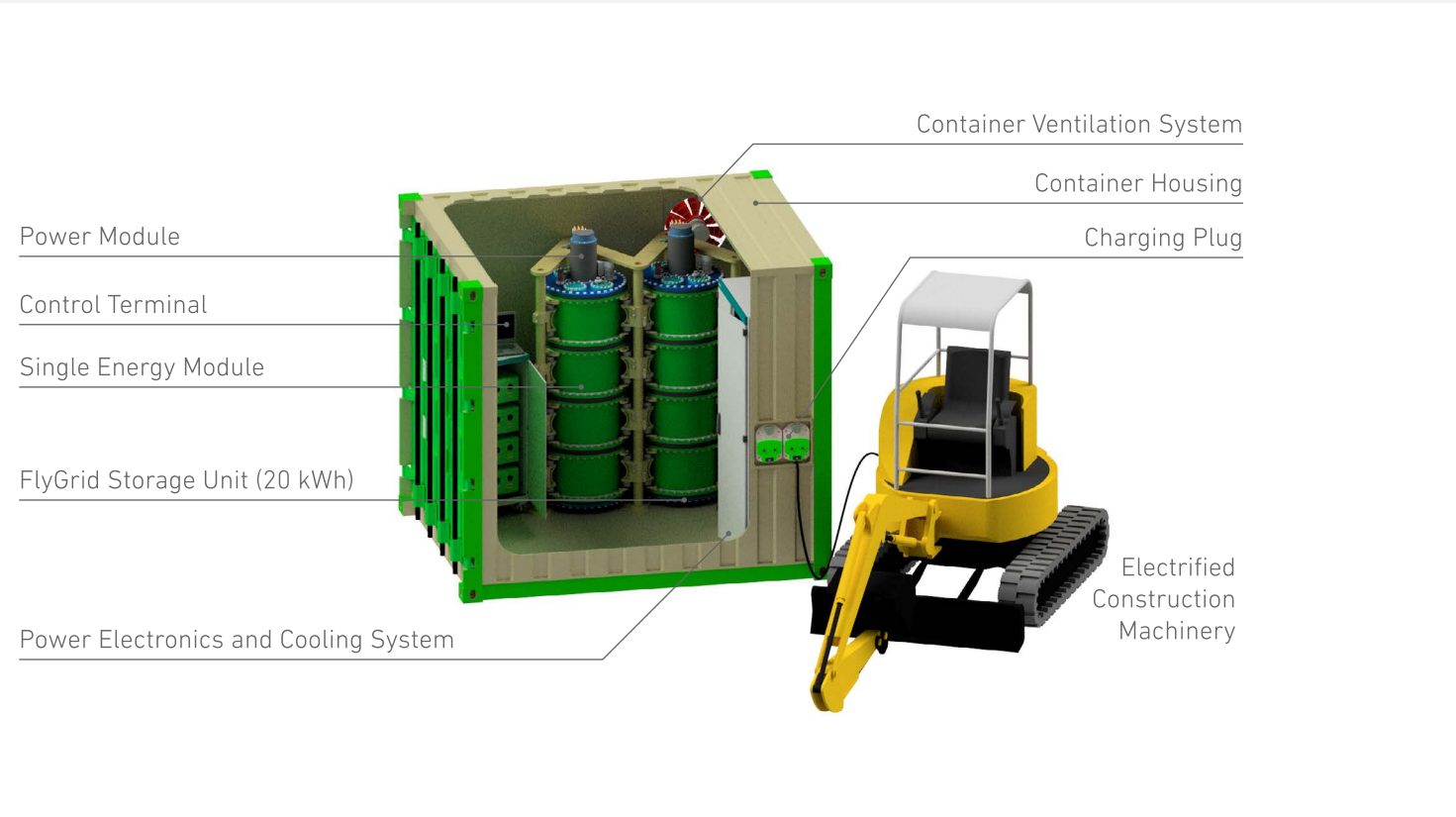
flächendeckendes Netz an Schnellladestationen zu Verfügung zu stellen, gilt es neue, innovative Lösungen zu finden, welche nicht nur hundertprozentige Kundenzufriedenheit garantieren, sondern auch die Einbindung erneuerbarer Energiequellen erleichtern. Genau deshalb werden im Projekt FlyGrid nicht nur Aspekte der Netzstabilität genau analysiert, sondern auch Technologien wie vollautomatisiertes konduktives Laden von EVs entwickelt.

## Ziele des FlyGrid Projektes

Im Projekt FlyGrid wird ein hochleistungsfähiger Schwungrad-Energiespeicher in eine innovativen, vollautomatischen Ladestation integriert. Dadurch können selbst bei Anschluss in einem konventionellen Niederspannungs-Verteilernetz hohe Ladeleistungen bei gleichzeitiger Netzglättung erreicht werden. Das System sieht vor, lokale volatile Quellen – wie z.B. die in Abbildung 1 gezeigten PV-Module auf einem Carport – zu integrieren und trägt somit zu einer Erhöhung des Anteils an erneuerbarer Energie bei. Überlegene Zyklenlebensdauer des Energiespeichers, die Möglichkeit, hohe Leistungen in das Netz rückzuspeisen, sowie einfache Transportierbarkeit als mobile „Schnelladebox“ (z.B. für elektrifizierte Baumaschinen, siehe Abbildung 2) sind weitere Charakteristika des FlyGrid-Konzeptes. Daraus ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, welche nicht nur für Fahrzeugflotten

Mobile Schnelllade-Container mit Schwungradmodulen für elektrische Baumaschinen

ABBILDUNG 2



„FlyGrid ermöglicht flächendeckende Schnellladung von Elektrofahrzeugen bei gleichzeitiger Verbesserung der Integration von erneuerbaren Energiequellen. Dieses Konzept und der im Zuge des Projektes entwickelte Schwungradspeicher sind ein essentieller Beitrag zur Energiewende.“ PROJEKTLEITER ARMIN BUCHROITHNER



und den öffentlichen Nahverkehr, sondern auch für Netzbetreiber von hoher Relevanz sind. FlyGrid ist eine in Mitteleuropa herstellbare, disruptive Technologie, durch welche folgende übergeordnete Ziele mit hohem sozioökonomischem Impact erreicht werden können:

- Reduktion der Ladedauer von EVs und höhere Marktdurchdringung
- Höhere Kundenzufriedenheit durch verbessertes Ladeinfrastruktur
- Vermeidung eines kostenintensiven Netzausbaus
- Verbesserte Integration erneuerbarer Quellen für die Versorgung der Elektromobilität
- Verbesserte Netzstabilität und Spannungsqualität
- Portable Schnelllade-Lösung für elektrische Baumaschinen oder Events.

Kernelement Schwungradspeicher

Im Zentrum des Systems und der Forschungsfrage befindet sich der elektromechanische Schwungradspeicher. In ihm wird Energie in kinetischer Form durch eine rotierende Masse (Rotor – Schwungradmasse) gespeichert und mit Hilfe einer elektrischen Maschine gewandelt. Ein Schnitt durch den FlyGrid-Speicher ist in Abbildung 3 gezeigt. Zur Reduktion der Verluste (Selbstentladung) ist eine Evakuierung des Gehäuses erforderlich. Eine Vakuumpumpe, ein Kühlsystem

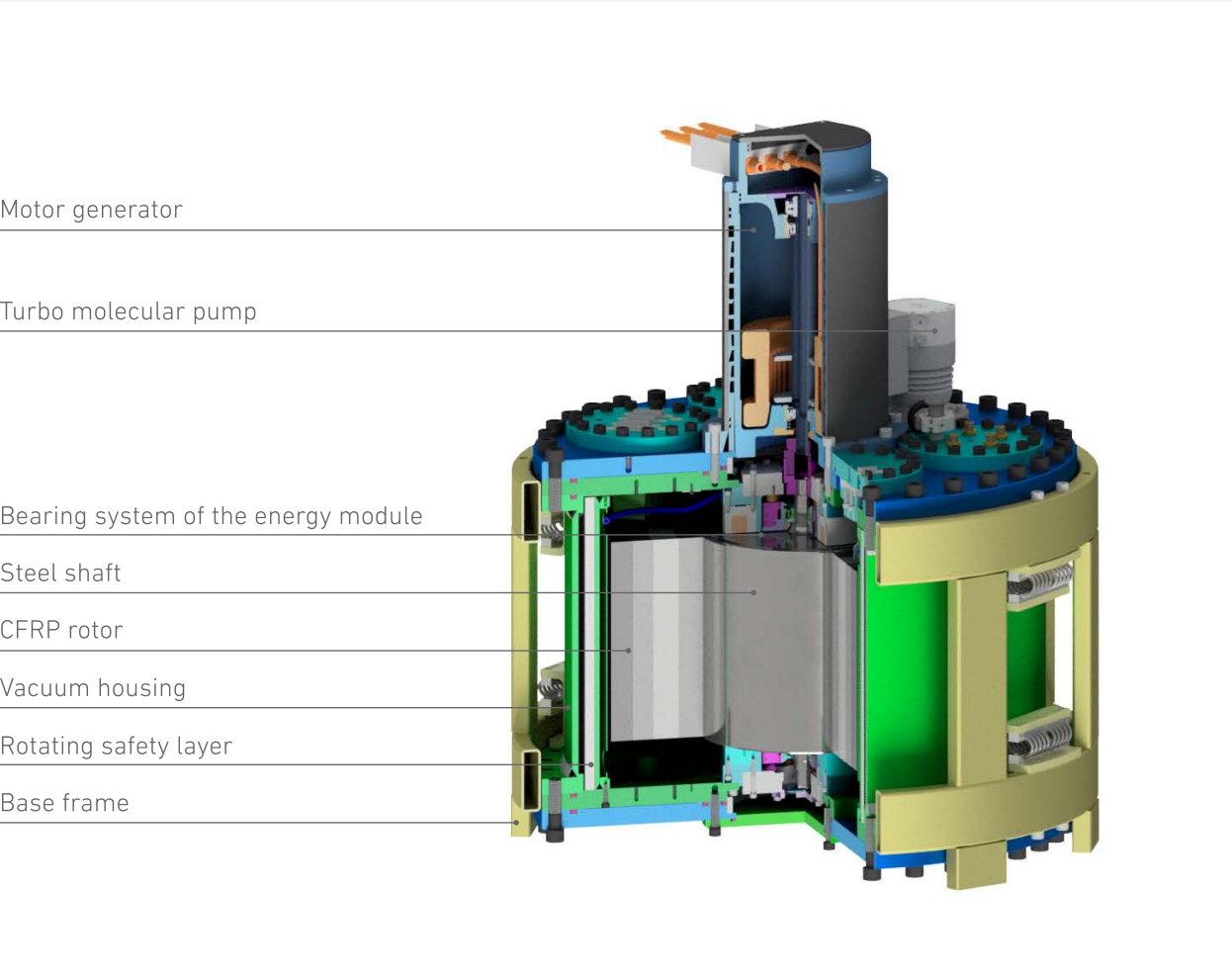
und der Frequenzumrichter stellen die Peripheriekomponenten dar. Verglichen zu Batterien weist dieses Konzept einige entscheidende Vorteile auf:

- Hohe Zyklenfestigkeit (hohe Lebensdauer)
- Keine Kapazitätseinbußen durch Alterung
- Hohe Leistungsdichte
- Einfache Bestimmung des Energieinhaltes zu jedem Zeitpunkt
- Problemlose Tiefentladung (keine Transportauflagen/Probleme)
- Keine giftigen oder seltenen Rohstoffe erforderlich, unproblematisches Recycling

Die hohe Zyklenlebensdauer trägt dazu bei, dass über die Lebensdauer des Speichers gesehen weit mehr Energie umgesetzt werden kann, als mit chemischen Batterien. Kombiniert mit dem einfachen Recycling ergibt sich daraus eine umweltfreundliche Energiespeicherlösung. Ressourcenschonung spielt übrigens auch beim Motor-Generator eine Rolle: Der von THIEN eDrives entwickelte E-Motor kommt ohne Magnete oder seltene Erden aus (siehe Abbildung 4). Von beinahe gleicher Wichtigkeit ist aber der Umstand, dass der Speicher (im Gegensatz zu Li-Ion-Batterien) zur Gänze in Österreich – durch heimisches Knowhow und heimische Ressourcen – hergestellt werden kann und somit eine gewisse politökonomische

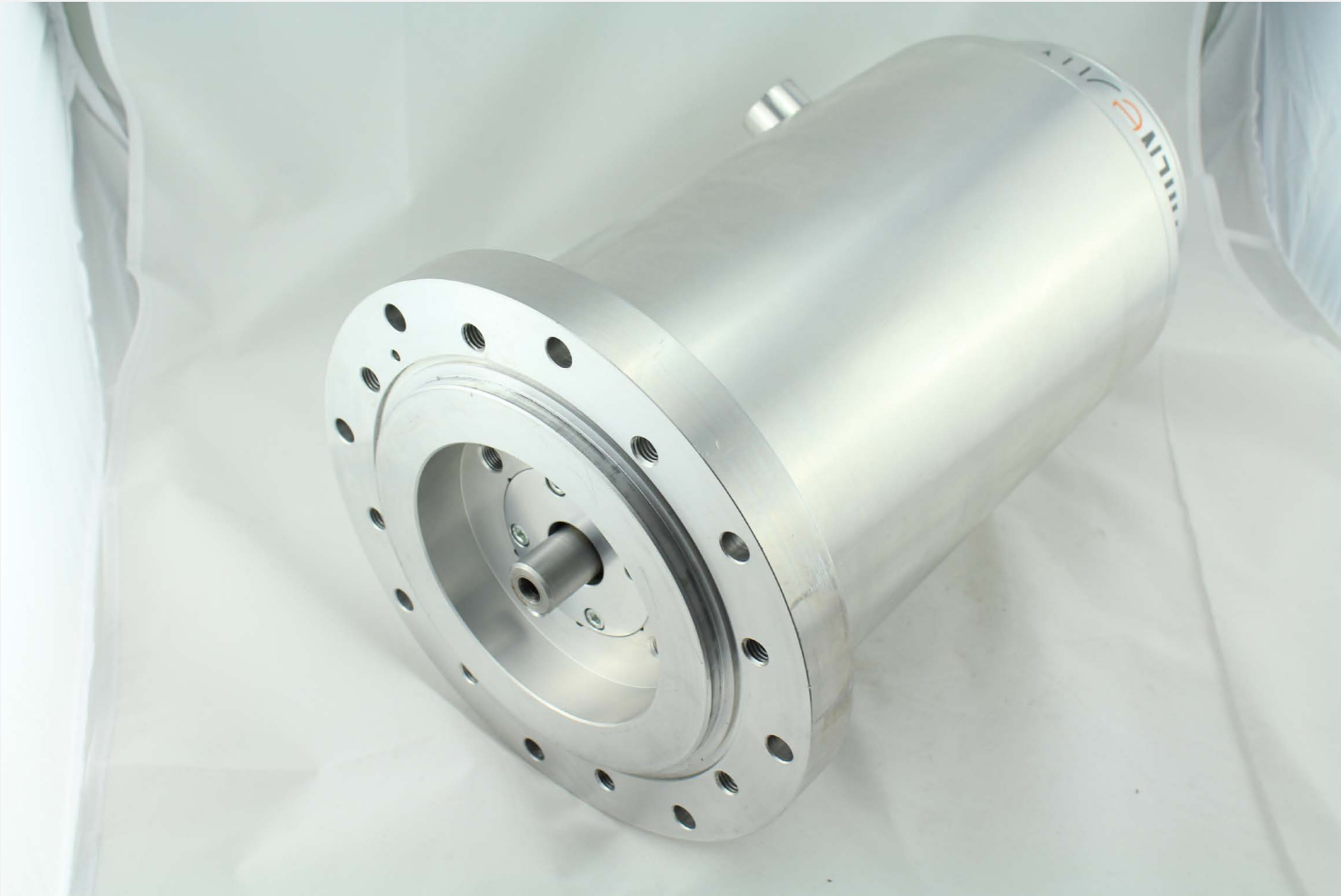
3D-Schnitt des FlyGrid-Schwungradspeichers mit 100 kW Leistung und 5 kWh Kapazität

ABBILDUNG 3



E-Motor ohne Magnete und seltene Erden: Die Synchron-Reluktanzmaschine von THIEN eDrives

ABBILDUNG 4



## Von FWT Composites and Rolls hergestellte hochfeste CFK-Ringe des Schwungradspeichers – Sie speichern die kinetische Energie



ABBILDUNG 5

## Darstellung des Gesamtsystems von FlyGrid: Von der Energiequelle bis zum Fahrzeug

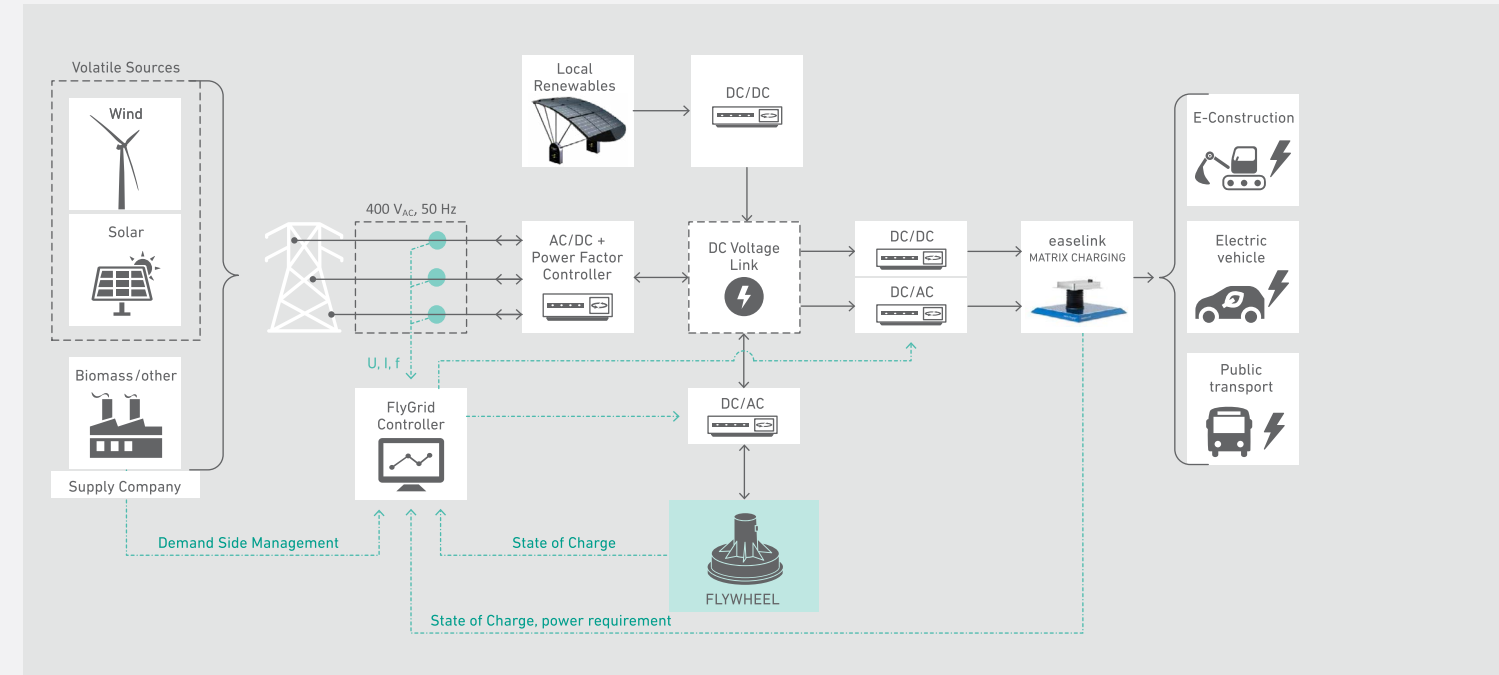


ABBILDUNG 6

FlyGrid Schwungradspeicher mit 100 kW Leistung im Test bei der Energy Aware Systems Measurement Arbeitsgruppe der TU Graz



© Barbara Krobath

ABBILDUNG 7

Unabhängigkeit gewährleistet. Die von FWT hergestellten CFK-Ringe, welche die kinetische Energie des Systems speichern sind in *Abbildung 5* zu sehen. Zur Verbesserung der Systemeigenschaften liegt der Schwerpunkt der Entwicklung dieser Speichersysteme in der Optimierung der Lagersituation und Erhöhung der Energiedichte der Schwunghmasse durch Nutzung des Potentials leistungsfähiger Werkstoffe. Durch Erreichen dieser Projektziele wird der Speicher nicht nur für den Use-Case der EV-Schnellladung interessant, sondern insbesondere auch für den Einsatz zur Netzstabilisierung, was im Kontext des Umstiegs auf volatile, erneuerbare Energiequellen von zentraler Bedeutung ist.

**Projektstruktur und Konsortium**

Im Zuge von FlyGrid wird das Gesamtsystem im Sinne eines holistischen Ansatzes durch entsprechende Projektpartner – beginnend von den Netzanforderungen, über das Speichersystem, bis hin zum Ladevorgang – entwickelt. Die gesamte Produktion sowie der Zusammenbau sind in Österreich möglich, wodurch

keine Abhängigkeit vom asiatischen Markt entsteht, wie dies bei der Verwendung von chemischen Batterien der Fall wäre. Das vielseitige, interdisziplinäre Projekt-konsortium bestehend aus zwei Forschungseinrichtungen und sieben Industriepartnern unterstreicht die Einmaligkeit des Projektes. Dabei kommen hochinnovative österreichische Schlüsseltechnologien zum Einsatz, wie unter anderem das vom Grazer Startup easelink entwickelte Matrix Charging und spezielle Faserverbundverarbeitung der Firma FWT Composites and Rolls GmbH, welche einzigartige Expertise in der Herstellung dickwandiger CFK-Strukturen besitzt. Das Gesamtsystem vom Netz bis zum Fahrzeug ist schematisch in *Abbildung 6* dargestellt. Die Konsortialführung wurde von der Arbeitsgruppe Energy Aware Measurement Systems der TU Graz übernommen, welche bereits in der Vergangenheit einige Forschungsprojekte zum Thema Schwungradspeicher für Hybridfahrzeuge durchgeführt hat und über die notwendige Laboreinrichtung verfügt, wie in *Abbildung 7* gezeigt.

**DREI GUTE GRÜNDE FÜR DAS PROJEKT**

- Elektromobilität kann nur dann Erfolg haben, wenn Ladeinfrastruktur und erneuerbare Energieversorgung in gleichem Maße ausgebaut werden.
- Schwungradspeicher stellen in einigen Applikationen eine langlebige und umweltfreundliche Alternative zu chemischen Batterien dar.
- FlyGrid ist eine Technologie, welche zu 100% in Österreich hergestellt werden kann, was speziell in der heutigen Zeit die wichtige ökonomische Unabhängigkeit des Landes herstellen kann.





**Projektleitung:** JASMINE RAMSEBNER  
TU Wien - EEG

**Ladeprofil unkontrolliert und optimiert bei 50% E-Mobilität im Modell  
und im Feldtest mit der Haushaltslast**

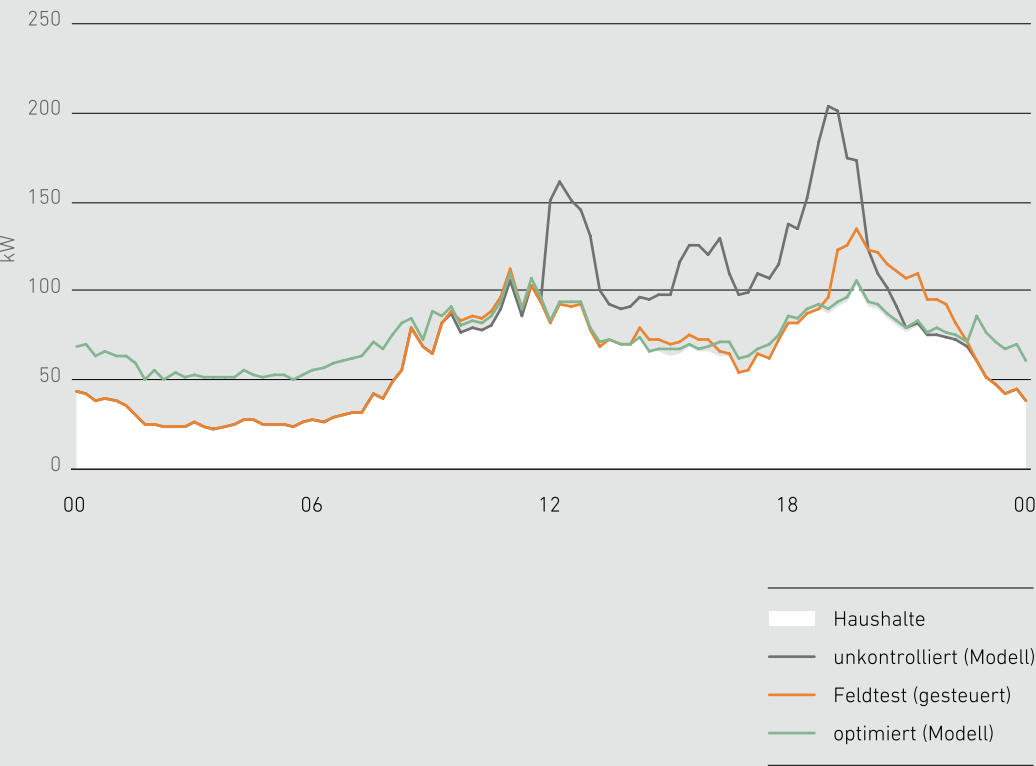


ABBILDUNG 1



# URCHARGE

Optimiertes Laden in Wohngebäuden

Im Projekt URCHARGE wurde die Ladeinfrastruktur für E-Autos optimiert und ein erweitertes Lastmanagementsystem für den Einsatz der KEBA KeContact P30 Wallbox im großvolumigen Wohnbau für >150 Ladepunkte getestet. Damit werden die Lastspitzen durch E-Mobilität minimiert und ein möglichst netzdienlicher Ladeprozess garantiert.

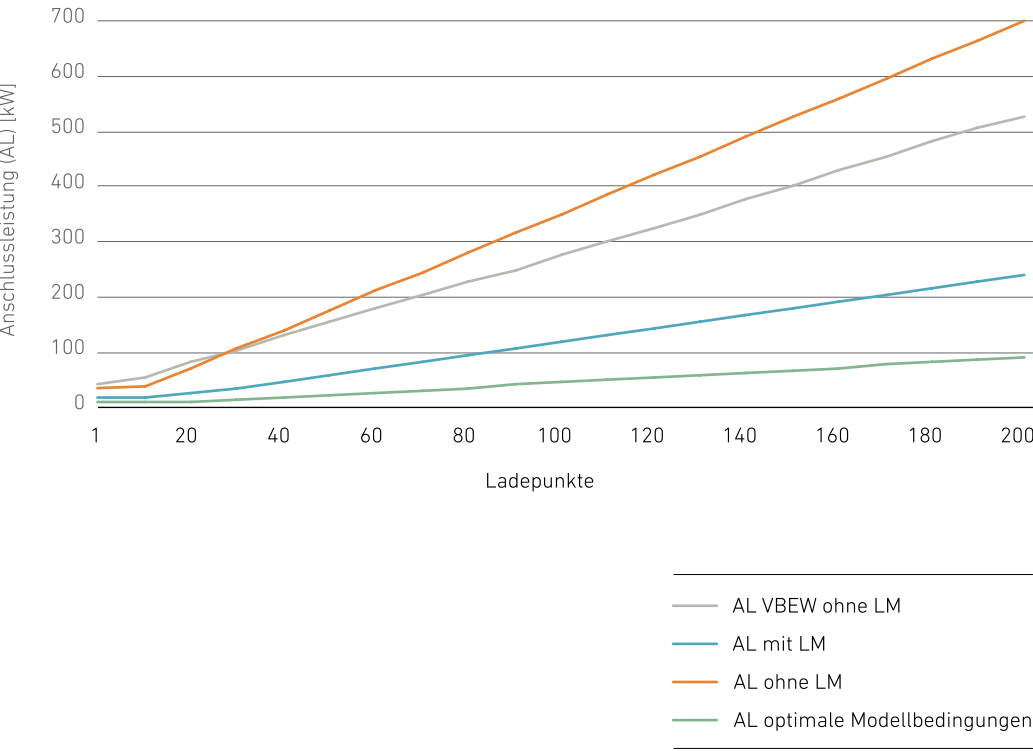
Für das Lastmanagement im großen Wohnbau wurde ein optimaler Lastmanagement-Algorithmus entwickelt. Mit Hilfe eines Simulationsmodells konnten zusätzlich verschiedene Situationen unter variierenden Parametern, wie z. B. Ladeleistung, Netzrestriktionen oder nachfrageseitige Flexibilität analysiert und langfristige Herausforderungen für das Laden im urbanen Bereich aufgezeigt werden. Im Mai 2020 startete ein fünfmonatiger Feldtest, bei dem die Ladeinfrastruktur von BewohnerInnen eines großen Wohnbaus der NEUEN HEIMAT OÖ in Linz mit 51 Elektroautos getestet wurde. Die TesterInnen tauschten ihr konventionelles Privatauto gegen ein E-Fahrzeug, das unter günstigen Konditionen zur Verfügung gestellt wurde. Zudem wurden die Kundenanforderungen für das private Laden von E-Autos anhand gezielter Umfragen und Workshops ermittelt sowie rechtliche Fragen und mögliche Hemmnisse beleuchtet.

Die Erkenntnisse aus dem Testbetrieb prägten die technischen Weiterentwicklungen und neue Geschäftsmodelle.

**1. Forschungsarbeit im Optimierungsmodell:**  
Die TU Wien analysierte in einem Optimierungsmodell Fragestellungen zur Veränderung der Stromnachfrage in Gebäuden durch den steigenden Anteil an E-Autos. Es wurden Lösungsansätze betrachtet, um die Ladeleistung der Ladepunkte zu steuern und eine Ausweitung der Lastspitzen zu vermeiden. In diesem Modell herrschten vereinfachte Rahmenbedingungen, unter denen aber zukunftsweisende, allgemeingültige Erkenntnisse generiert werden konnten. Betrachtet wurde beispielsweise eine Verbreitung der E-Mobilität von bis zu 100 %, während im Feldtest 50 % umgesetzt werden konnten. Außerdem geht aus dem Modellumfeld der Vorteil voller Information über den kommenden Ladebedarf der E-Autos hervor und die Fahrzeuge sind immer angesteckt, wenn sie parken. Unter diesen Rahmenbedingungen kann die Dimensionierung der Anschlussleistung im Modell gegenüber der realen Situation mehr als halbiert werden.  
Die Basis für die Berechnungen im Simulationsmodell bilden Ergebnisse aus einer Mobilitätshebung des BMK 2013/2014: „Österreich unterwegs“. Die per Auto zurückgelegten Wegstrecken, Start und Endzeitpunkte, etc. werden herangezogen, um im Modell verschiedene Fahrprofile abzubilden. Dies ergibt die zeitliche Verfügbarkeit der E-Autos an ihrer Ladestation und den jeweiligen Ladebedarf, im Rahmen dessen die Last gesteuert werden kann. Das Modell erfüllt diesen Ladebedarf dann unter voller Information des jährlichen Bedarfs und verteilt die Ladeleistung dementsprechend als zentrales Lastmanagement über alle Autos.

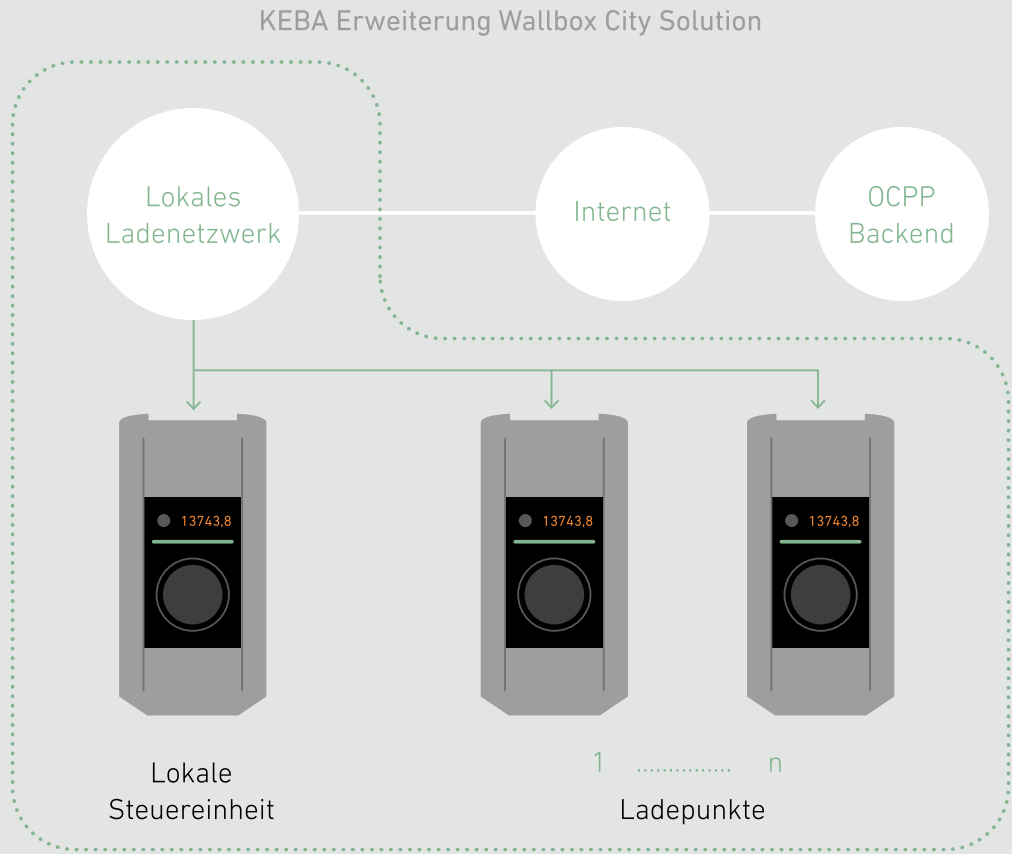
Anschlussleistung Entwicklung

ABBILDUNG 2



Lastmanagement-Netzwerk zur intelligenten Steuerung der Ladepunkte

ABBILDUNG 3



Ladevorgänge bei einer gesamten Ladeleistung von 35 kW (1,3 kW je Ladepunkt)

ABBILDUNG 4

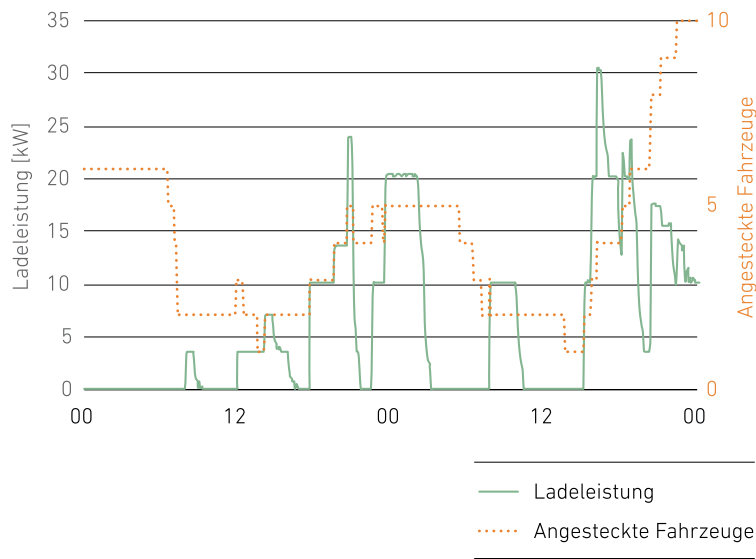


Abbildung 1 zeigt die Stromnachfrage der Haushalte und jene der E-Autos bei 50% E-Mobilität aus dem Modell (unkontrolliert und optimiert) und dem Feldtest (gesteuert durch Lastmanagement). Während unkontrolliertes Laden im Modell zu extremen Lastspitzen führt, erreicht der Feldtest bereits eine Verschiebung über den Tag. Die Optimierung im Modell beinhaltet eine Verschiebung der Ladevorgänge in die Nacht abseits der Haushaltslastspitzen. So wird eine Erhöhung der Spitzen in der Stromnachfrage durch E-Mobilität vermieden. Abbildung 2 macht die möglichen Einsparungen und Entlastung durch Lastmanagement (LM) anhand der benötigten Netzanschlussleistung (AL) deutlich. Hier sind Daten einer Messung des VBEW abgebildet, sowie die Anschlussleistung ohne Lastmanagement, mit Lastmanagement im Feldtest und unter optimalen Modellbedingungen. Da eine Betrachtung unter voller Information nicht der Realität entspricht, wird die notwendige Anschlussleistung für alle Ladepunkte auch unter täglichen Informationen berechnet. Hier wird mit Lastmanage-

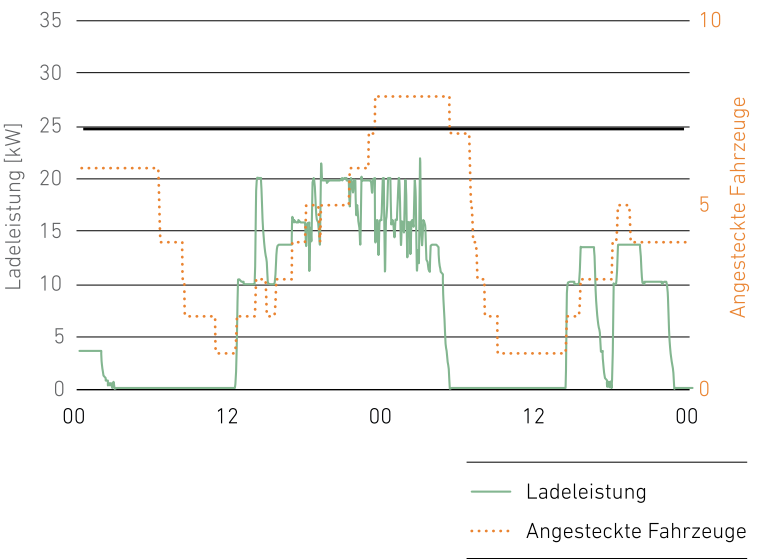
ment im Durchschnitt eine Anschlussleistung 1,3 kW je Ladepunkt benötigt während für unkontrolliertes Laden im Modell je 4 kW anfallen.

**Informationen über das Nutzerverhalten und den kommenden Verbrauch, sowie hohe Ansteckdisziplin sind also ökonomisch sehr wertvoll und erhöhen die Effizienz des Lastmanagements.**

2. Weiterentwicklung der Lastmanagement Software  
Ziel der Weiterentwicklung war es, die bisher statische Lastverteilung über bis zu 16 Ladestationen auszuweiten auf eine effiziente, netzdienliche und gleichzeitig komfortable Koordination der Ladevorgänge von über 150 Wallboxen. Dies legt den technischen Grundstein für eine netzschonende Verbreitung der E-Mobilität bis zu 100% im urbanen Gebiet und in großen Wohnbauten. Wie in Abbildung 3 gezeigt, verteilt die lokale Steuerungseinheit die Ladeleistung auf die einzelnen Ladepunkte an den privaten Parkplätzen und kann so die

Ladevorgänge bei einer gesamten Ladeleistung von 35 kW (0,9 kW je Ladepunkt)

ABBILDUNG 5



Auswirkungen auf das Stromnetz minimieren und eine effiziente, kostengünstige Auslegung der Ladekapazität ermöglichen. Der Prototyp der Steuerungsstation mit den erweiterten Lastmanagement Funktionalitäten wurde im Feldtest auf Herz und Nieren getestet und auch weiteres Entwicklungspotenzial erkannt. Bisher blockierte ein 1-phasiges Fahrzeug alle drei Phasen und somit wertvolle Leistungsreserven für die steigende Nachfrage in den kommenden Jahrzehnten. Hier wurde ein phasengenaues Lastmanagement-Algorithmus entwickelt, welcher eine effizientere und netzschonendere Auslegung der Ladeinfrastruktur und somit langfristig Kosteneinsparungen ermöglicht. Wie unter Punkt 4 beschrieben, zeigte der Feldtest das Potenzial effizienten und intelligenten Lastmanagements auf, in dem die gesamte Ladeleistung durch die Verteilung der Ladevorgänge über die Nacht hinweg sehr gering gehalten werden konnte, zeitweise mit unter 1 kW je Fahrzeug (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5). Mit Hilfe der intelligenten Algorithmen und dem zentralen Lastmanagement wird das Laden von über

150 Fahrzeugen auf engstem Raum möglich ohne eine Netzüberlastung und folglich einen Netzausbau aufgrund der E-Mobilität herbeizuführen.

3. Feldtest  
Im Rahmen eines fünfmonatigen Feldtests wurde die Ladeinfrastruktur von 50% der Bewohner/innen eines großen Wohnbaus der Wohnungsgenossenschaft NEUE HEIMAT OÖ in Linz mit 51 E-Autos getestet. Sie tauschen für diesen Zeitraum ihr Verbrenner-Auto gegen einen vollelektrisch betriebenen Pkw ein, der unter günstigen Konditionen vom Autohaus Sonnleitner zur Verfügung gestellt wird. Dabei handelt es sich um einen der größten und längsten Elektromobilitätsfeldtests in Österreich. Die infrastrukturelle Basis für den Feldtest stellt die „WallBOX CitySolution“ dar. „Diese intelligente Ladefeldlösung ist speziell für den großvolumigen Wohnbau gedacht. Wohnbauträger können damit ihre Neubauten und meist auch ihre bestehenden Objekte E-mobilitäts-

fit machen. Mit diesem Feldtest wollen wir die derzeitigen Möglichkeiten ausreizen und unsere Komplettlösung weiterentwickeln“, sagt Gerald Mayrhofer vom E-Mobilitätsteam der LINZ AG. Eine spannende Randbedingung ist, dass die TeilnehmerInnen bisher keineswegs E-Mobilisten oder Pioniere waren, sondern oft noch keine Berührung mit dieser Technologie hatten. Somit war kritisches Feedback zu erwarten und authentische Anforderungen konnten gesammelt werden.

Der Feldtest klärte grundlegende Fragen zu benötigter Infrastruktur und dem Ladeverhalten, um die E-Mobilität als entscheidenden Umweltschutz-Faktor im städtischen Bereich auch für dicht besiedelte Gebiete alltagsfit zu machen. Auch im regulatorischen Bereich wurde ein Fortschritt geschafft, der E-Autos bezüglich der baulichen Anforderungen in Garagen konventionellen Autos gleichstellt. Der Lastmanagementalgorithmus wurde unter realen Bedingungen getestet. Dahingehend wurde auch hinterfragt wie weit die Effizienz des LM verbessert werden kann, wie hoch die Anschlussleistung sein muss, wie sich 1-bzw. 3-phasige Fahrzeuge verhalten und wie sich das Ladeverhalten der User verändert.

Nach Abgleich mit dem Forschungsmodell wurde Potenzial erkannt zwischen den idealen Modellbedingungen mit voller Information und den Möglichkeiten und Unsicherheiten, die die Realität bestimmen. Beispielsweise könnte das Wissen über anstehende Fahrtstrecken oder einen gewünschten Ladeabschluss ein effizienteres Lastmanagement durch eine transparente Priorisierung sorgen. Das Bereitstellen von Flexibilität durch den Kunden könnte außerdem mit entsprechenden Tarifen finanziell entlohnt werden.

4. Analyse der Kundenperspektive

Die Kundenperspektive ist für die Weiterentwicklung und folglich die Akzeptanz und Verbreitung neuer

Technologien essenziell. Die Kundenanforderungen für das private Laden von E-Autos wurden anhand gezielter Umfragen und Workshops im Verlauf des Projekts vor, während und nach dem Feldtest ermittelt und rechtliche Fragen und mögliche Hemmnisse beleuchtet. Die Informationen daraus bieten wichtige Erkenntnisse zur Einstellung gegenüber der E-Mobilität und den ausschlaggebenden Kriterien, wie z.B. Reichweite, Verfügbarkeit von Ladestationen, Anforderungen an die technischen Funktionalitäten, den Ladekomfort und Geschwindigkeit, etc.

Erstumfrage:

49% der TeilnehmerInnen haben 1 und 44% 2 Autos. 66% nutzen das Auto täglich.

73% der TeilnehmerInnen sind noch nie zuvor mit einem E-Auto gefahren und 19% sind bereits Probe gefahren. 39% sehen das tolle Angebot zum Testen im Projekt als Teilnahmegrund, 27% sind skeptisch gegenüber der E-Mobilität und wollen sich ein eigenes Bild zu machen, während sich 28% schon lange für E-Autos interessieren und sich 3% bald eines anschaffen wollen.

Zwischenumfrage:

49% nutzen das E-Auto zumindest etwas anders als das konventionelle (Langstrecken mit Benziner steht dem Autofahren ohne schlechtes Gewissen gegenüber). 49% haben auch mal das eigene Auto benutzt aufgrund der Reichweite, dem Stauraum oder der fehlenden Anhängerkupplung bei den frei zur Verfügung gestellten Testmodellen. Auch durch die Covid-19 Pandemie hat sich das Fahrverhalten bei 48% zumindest geringfügig verändert (hier stehen weniger Wege durch Homeoffice der Vermeidung öffentlicher Verkehrsmittel gegenüber). Im Großen und Ganzen entsprechen die Fahrtwege im Feldtest allerdings dem österreichischen Durchschnitt.



„Wir schätzen das ‚Urcharge‘-Projekt aufgrund seiner Ganzheitlichkeit, die im Bereich der Ladeinfrastruktur für den großen Wohnbau im urbanen Gebiet einzigartig ist. Ein Feldtest von fast einem halben Jahr mit 51 Teilnehmern war außerordentlich wertvoll bezüglich des realen Ladeverhaltens und für die Verifizierung unserer Forschungsergebnisse im Modell. Diese Erkenntnisse fließen in ein Konzept zum privaten, urbanen Laden, um Komfort, Leistbarkeit und dadurch Akzeptanz der E-Mobilität voranzutreiben und Zero Emission Mobility im Individualverkehr zu erreichen.“ PROJEKTLEITERIN JASMINE RAMSEBNER



44% laden nur wenn der Akku fast leer ist und 10% immer, wenn sie parken.

Öffentliche Ladestationen wurden selten bis sehr selten verwendet (84%).

Fokusgruppen Interview:

Mit 6 TeilnehmerInnen wurde ein Workshop zu den bisherigen Erfahrungen, dem Ladekomfort und technischem Design und dem Kundenservice durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Zufriedenheit mit dem Lastmanagement, das fast nie im Batterieladestand bemerkt wurde. Die TeilnehmerInnen akzeptieren das zeitlich optimierte Laden über Nacht unter dem Aspekt der Akku-Schonung und des Gesamtnutzens zur Vermeidung der Netzüberlastung. Sie könnten sich vorstellen Informationen über ihre nächste Fahrt und den Ladebedarf über eine App bekanntzugeben.

Endumfrage:

80% gaben in der Umfrage an nie etwas vom Lastmanagement und einer somit längeren Ladedauer bemerkt zu haben. 72% wären bereit über eine App Informationen bereitzustellen die die Lastmanagement Effizienz steigern durch ein genaueres Erfüllen des Mindestakkustands vor der nächsten Fahrt. Die Akkureichweite war für 50% ausreichend.

5. Erkenntnisse

URCHARGE hat den Grundstein für eine intelligente Ladelösung im großen Wohnbau gelegt. Das Projekt hat im realen Großversuch gezeigt, wie bedeutsam eine zentrale, intelligente Ladeinfrastruktur in Wohngebäuden ist, um Lastspitzen und daraus resultierende hohe Netzbelastungen zu vermeiden, ohne dabei den Ladekomfort einzuschränken. Die Erkenntnisse zeigen, dass die notwendige Anschlussleistung und Netzbelastung durch Lastmanagement im Durchschnitt 1,3 kW



Weiterführende Literatur:

- Hiesl, A., Ramsebner, J., & Haas, R. (2021). Modelling Stochastic Electricity Demand of Electric Vehicles Based on Traffic Surveys—The Case of Austria. *Energies*, 14(6), 1577. <https://doi.org/10.3390/en14061577>
- Klima- und Energiefonds. (2022). URCHARGE. <https://www.klimafonds.gv.at/unsere-themen/mobilitaetswende/leuchttuerme-der-elektromobilitaet/urcharge/>
- Klima-und energiefonds. (2019). Zero Emission Mobility. 60.
- LINZ AG. (2021). Worum geht's im Projekt „Urcharge“? LINZ AG. [https://www.linzag.at/portal/de/ueber\\_die\\_linzag/projekte/urcharge/urcharge\\_film/urchargefilm.html](https://www.linzag.at/portal/de/ueber_die_linzag/projekte/urcharge/urcharge_film/urchargefilm.html)
- LINZ AG. (2022). Urcharge—Ein Projekt für zukunftsfitte E-Mobilität. LINZ AG. [https://www.linzag.at/portal/de/ueber\\_die\\_linzag/projekte/urcharge](https://www.linzag.at/portal/de/ueber_die_linzag/projekte/urcharge)
- Ramsebner, J., Hiesl, A., & Haas, R. (2020). Efficient Load Management for BEV Charging Infrastructure in Multi-Apartment Buildings. *Energies*, 13(22), 5927. <https://doi.org/10.3390/en13225927>
- TU Wien - Energy Economics Group. (2022). URCHARGE: Smart load management for the large-scale application of charging infrastructure in an urban area. <https://eeg.tuwien.ac.at/research/projects/urcharge>



je Ladepunkt beträgt. Dies ist eine deutliche Reduktion im Vergleich zu ungesteuertem Laden, bei dem die Verfügbare Leistung einer 3,7 kW Wallbox oft voll ausgenutzt wird.

Durch URCHARGE wurde ein Produkt entwickelt, um mit dem fortschreitenden Hochlauf der E-Mobilität den Ladebedarf im Wohnbau effizient und kostengünstig zu bedienen. Der KeContact M20 Lademanagement Controller ist bereits auf dem Markt und wurde bei der Power2Drive im Mai 2022 präsentiert. Zudem steigen die Anfragen von Wohnbauträgern für den Ausbau von Garagen seither rasant an und eine entsprechende Ausstattung wird als Wettbewerbsvorteil erkannt. Dies kommt schlussendlich den Bewohner:innen und E-Mobilist:innen zu Gute.

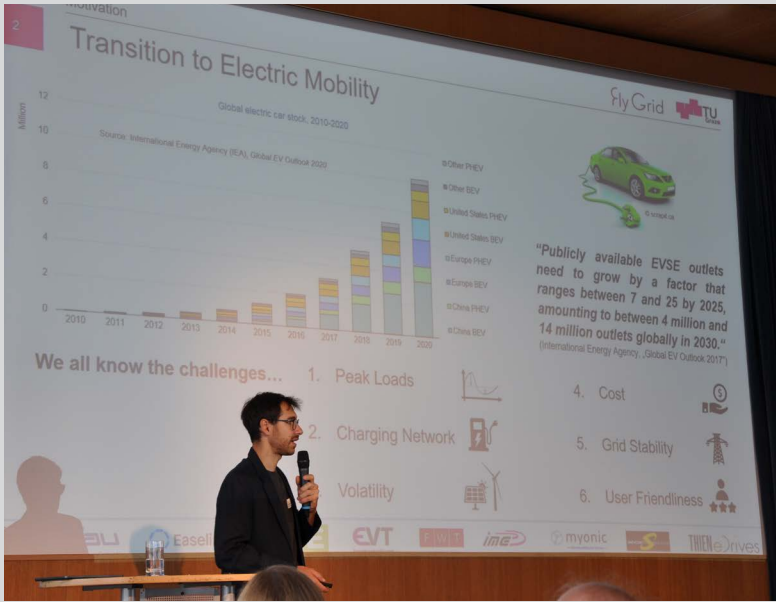
URCHARGE schließt eine Lücke in der Forschung zu Ladeinfrastruktur im großen Wohnbau und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Verbreitung der E-Mobilität am Markt und zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr.

Um sicherzustellen, dass beim beginnenden breiten Ausbau der Ladeinfrastruktur netzverträgliche intelligente Ladelösungen Standard sind, müssen jetzt die entsprechenden regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden, begleitet von Informationskampagnen für die relevanten Stakeholdergruppen. Anreize für unterstützendes Nutzerverhalten sind außerdem essenziell, denn konsequentes Anstecken erhöht den Spielraum für das Lastmanagement.

DREI GUTE GRÜNDE FÜR DAS PROJEKT

- Über 80% der Ladevorgänge finden vorzugsweise zu Hause statt, doch einfache Lösungen gibt es bisher nur für Einfamilienhäuser.
- Lastmanagement ist der Schlüssel zur erfolgreichen Integration der E-mobilität in ein erneuerbares Energiesystem.
- Dicht besiedelte Wohngebiete benötigen künftig intelligente Ladeinfrastruktur, um die Netzbelastung zu minimieren und günstige Lademöglichkeiten bereitzustellen.







MegaWATT Logistics: Praxistests und Optimierung der Ladeinfrastruktur bei der Umstellung von E-Lkw-Flotten mit Energiebedarf im Megawatt-Bereich

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektnummer  | 865448                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Koordinator    | Universität für Bodenkultur Wien - Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Projektleitung | Werner Müller: <a href="mailto:cnl-team@boku.ac.at">cnl-team@boku.ac.at</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Partner        | EVN AG, i-LOG Integrated Logistics GmbH, Kairos - Institut f. Wirkungsforschung & Entwicklung, LSG Building Solutions GmbH, Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co KG, Netz Niederösterreich GmbH, Österr. Post AG, Quehenberger Logistics GmbH, REWE Int. Lager & TransportgmbH, Schachinger Logistik Holding GmbH, SMATRICS GmbH & Co KG, SPAR Österr. Warenhandels-AG, Stiegl Getränke & Service GmbH & Co.KG, VERBUND Solutions GmbH, LOC: MAN Truck & Bus AG, LOI: Energie-Control Austria |
| Förderprogramm | Leuchttürme der Elektromobilität - 9. Ausschreibung 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer          | 01.03.2018 – 31.08.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Budget         | 5.688.849 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



FlyGrid: Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration

|                |                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektnummer  | 865447                                                                                             |
| Koordinator    | Technische Universität Graz, Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung       |
| Projektleitung | Armin Buchroithner: <a href="mailto:armin.buchroithner@tugraz.at">armin.buchroithner@tugraz.at</a> |
| Förderprogramm | Leuchttürme der Elektromobilität - 9. Ausschreibung 2017                                           |
| Dauer          | 01.04.2018 – 31.03.2023                                                                            |
| Budget         | 4.354.099 €                                                                                        |



URCHARGE: Optimiertes Laden in Wohngebäuden

|                |                                                                                                                           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Projektnummer  | 873042                                                                                                                    |
| Koordinator    | TU Wien - EEG                                                                                                             |
| Projektleitung | Jasmine Ramsebner: <a href="mailto:ramsebner@eeg.tuwien.ac.at">ramsebner@eeg.tuwien.ac.at</a>                             |
| Partner        | LINZ Strom Gas Wärme GmbH, KEBA AG, ETA Umweltmanagement GmbH, NEUE HEIMAT OÖ Gemeinnützige Wohnungs- und SiedlungsgesmbH |
| Förderprogramm | Zero Emission Mobility - 1. Ausschreibung                                                                                 |
| Dauer          | 01.02.2019 – 31.05.2021                                                                                                   |
| Budget         | 999.987 €                                                                                                                 |

**Medieninhaber**

Klima- und Energiefonds

Leopold-Ungar-Platz 2 | Stiege 1 | Top 142, 1190 Wien

Tel: (+43 1) 585 03 90, Fax: (+43 1) 585 03 90-11

[office@klimafonds.gv.at](mailto:office@klimafonds.gv.at)

[www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

**Für den Inhalt verantwortlich**

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider. Weder der Klima- und Energiefonds noch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) oder die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiter-nutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

**Gestaltung**

[www.angieneering.net](http://www.angieneering.net)

**Verlags- und Herstellungsort:** Wien

Wir haben diese Broschüre mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und die Daten überprüft. Rundungs-, Satz- oder Druckfehler können wir dennoch nicht ausschließen.

[www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)



In Kooperation mit:

A**3**PS ● ● ● ▶