



# elektro auto mobil

## Der E-Kombi für Eilige

So fährt sich der  
Porsche Taycan  
Cross Turismo



Ausgabe 02/2021 | April/Mai 2021

Polestar 2

# Der schnelle Schwede im großen Test

Besser als Teslas Model 3?

## Die Individualisten

Kompakt-SUV von  
Mazda und MG  
im Doppeltest



### Mit der Kraft der Sonne

Mit diesen Wallboxen laden  
Sie Ihr E-Auto mit Sonnenstrom

### Die besten Ladetarife 2021

Beste Preis und  
höchste Abdeckung

### Kantig, kompakt und bärenstark

Der Volvo XC40 Recharge P8 AWD  
im ersten Fahrbericht



# Laden anno 2030

STRESSTEST FÜR DAS STROMNETZ



Bleibt das Stromnetz stabil, wenn immer mehr Haushalte ein Elektroauto besitzen und alle gleichzeitig laden wollen? Im Projekt Urcharge in der oberösterreichischen Landeshauptstadt Linz wurde das Ladeverhalten in einer Wohnsiedlung praxisnah untersucht. **Ergebnis: mit Lademanagement kein Problem.**

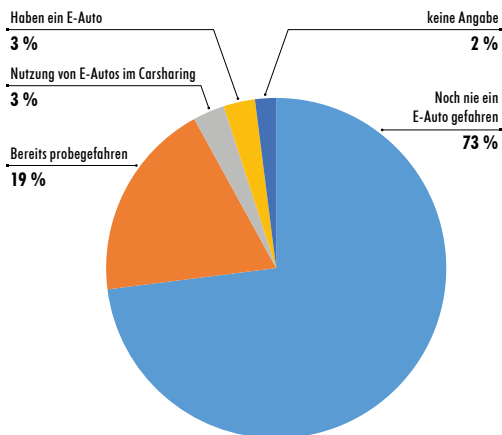
Von Reinhard Huschke | Fotos: Linz AG

Urcharge (kurz für „Urbanes Laden“) soll einen Vorgeschmack geben auf die mögliche Situation im Jahr 2030: Um die Klimaziele von Paris einzuhalten, müssten in zehn Jahren an die 30 Prozent des privaten Pkw-Bestands in Österreich und Deutschland elektrifiziert sein. Damit kommen unweigerlich höhere Belastungen auf die Stromnetze zu, aber wie hoch sind diese genau und ab wann könnte die Belastung kritisch werden? In einer fünfmonatigen Demophase vom Juni bis Oktober 2020 – durchgeführt vom regionalen Energieversorger Linz AG gemeinsam mit weiteren Projektpartnern unter der Projektleitung der TU Wien – sollte geklärt werden, wie sich das Ladeverhalten von Personen mit E-Autos in der Praxis auswirkt und wie effektiv sich die Belastung des örtlichen Stromnetzes durch ein Lademanagement reduzieren lässt. Man setze sich schon seit vielen Jahren für die Verbreitung der E-Mobilität ein und erhoffe sich von Urcharge „wichtige Antworten zur Alltagstauglichkeit“ sowie „Erkenntnisse für den weiteren Ausbau unseres Stromnetzes“, heißt es dazu von Seiten der Linz AG.

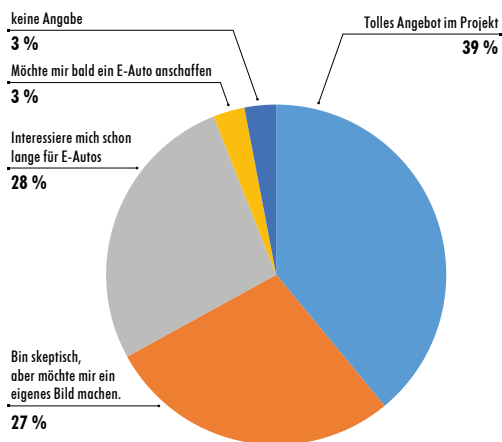
Rund die Hälfte der Haushalte einer Reihenhaussiedlung am Linzer Stadtrand, insgesamt 51, erklärten sich bereit, ihren Verbrenner für fünf Monate gegen ein Elektroauto zu tauschen. Für die meisten Teilnehmenden war es die erste Erfahrung mit der Elektromobilität – entsprechend groß war das Interesse, zumal als zusätzliches „Zuckerl“ der Ladestrom für den Testzeitraum kostenlos war. Alle Fahrzeuge waren in der gemeinsamen Tiefgarage der Siedlung untergebracht; dort wurden 51 der 106 Stellplätze mit 11-kW-Wallboxen ausgerüstet und der Stromanschluss der Wohnanlage sicherheitshalber vorab verstärkt. Dabei wurde bereits berücksichtigt, dass nie alle Fahrzeuge gleichzeitig laden und die Spitzenlasten zudem durch das Lademanagement gesenkt würden, so wie es die von der TU Wien durchgeführten Modellrechnungen vorhersagten.

Insgesamt war das Projekt auf zweieinhalb Jahre angelegt: „Neben der Demophase gab es zwei Jahre Forschungsarbeit am Modell sowie Software-Entwicklung für das Lademanagement“,

## Erfahrung der Teilnehmenden mit Elektroautos



## Gründe für die Teilnahme an der Studie

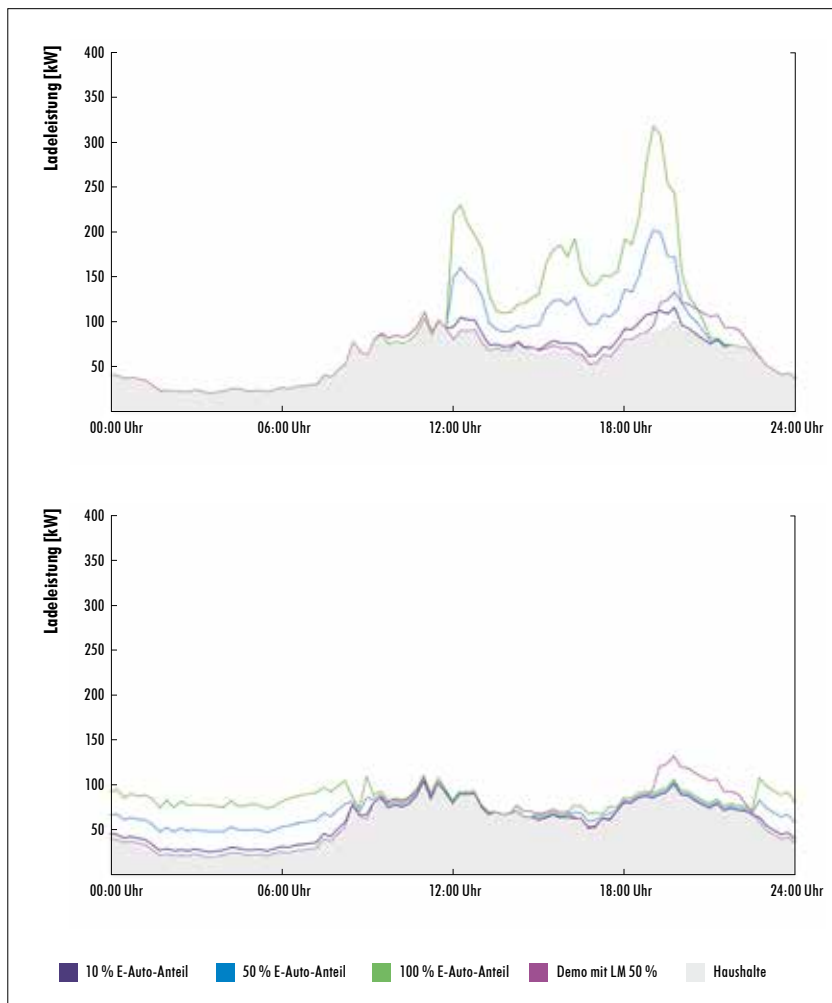


Die Teilnehmenden am Urcharge-Feldtest hatten keine besondere Affinität zu Elektroautos, sondern repräsentierten in etwa den Durchschnitt der autofahrenden Bevölkerung in Österreich.

berichtet TU-Forscherin und Urcharge-Projektleiterin Jasmine Ramsebner. Die Endauswertung ist noch im Gange, aber wesentliche Ergebnisse liegen bereits vor. So entsprach die Fahrleistung der Teilnehmenden mit, aufs Jahr hochgerechnet, rund 13.000 Kilometern dem österreichischen Durchschnitt. An die Wallbox angeschlossen wurden die Fahrzeuge überwiegend im Zeitraum von 16 bis 20 Uhr, bei der Rückkehr von der Arbeit oder von Ausflügen; beendet wurden die meisten Ladevorgänge früh zwischen 6.00 und 9.00 Uhr. In über 90 Prozent der Fälle luden die Anwohner zuhause, öffentliche Ladestationen – hierfür hatte die Linz AG eine europaweit gültige Ladekarte zur Verfügung gestellt – nutzten sie dagegen nur selten.

## Praxis bestätigt Theorie – mit kleinen Überraschungen

Im Prinzip hätte der Feldtest die Modellrechnungen gut bestätigt, berichtet Elektrotechnik-Ingenieur Andreas Reinhardt, Leiter des E-Mobilitätssteams bei der Linz AG. So sei es zu keinem



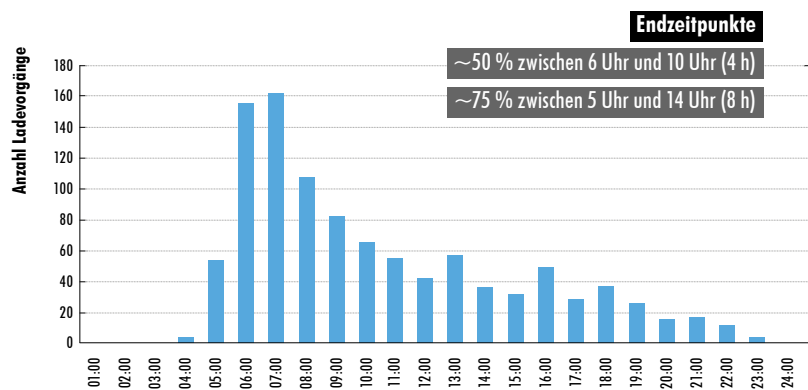
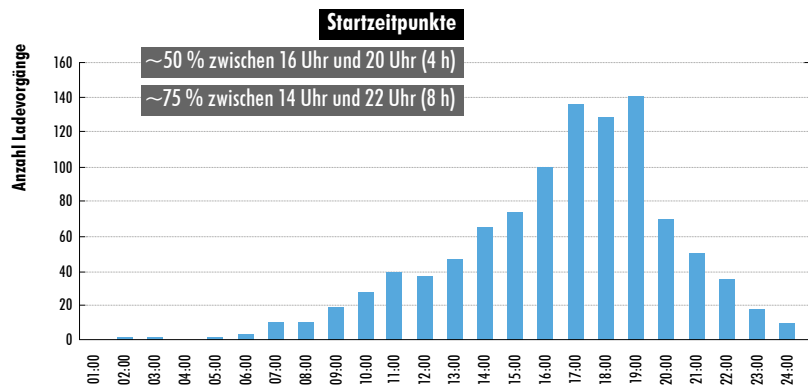
**Vergleich ungesteuertes Laden (oben) und gesteuertes Laden mit Lademanagement (unten):** Die Simulation der TU Wien zeigt, dass sich die durch das Laden verursachten Lastspitzen mittels Lademanagement fast vollständig in die Nachtsenke der Haushaltslast verschieben lassen (Darstellung jeweils für einen 10-, 50- und 100-prozentigen Anteil an Elektromobilität). Die optimale Lastverschiebung wäre jedoch nur bei vollständiger Information über den Ladebedarf und Batteriestand aller Fahrzeuge erreichbar, die in der Praxis nicht bzw. nur eingeschränkt vorhanden ist. Daher liegen die realen gemessenen Lastspitzen in der Urcharge-Demophase (violette Kurve) mit bis zu 1,3 kW pro Fahrzeug über der theoretisch minimalen Leistung von ca. 0,5 kW (hellblaue Kurve in der unteren Grafik). Ohne Lademanagement würde die maximale Last pro Fahrzeug mit 3,3 kW allerdings noch deutlich höher ausfallen (hellblaue vs. violette Kurve in der oberen Grafik). (Quelle: TU Wien)



Zeitpunkt zu kritischen Netzsituationen gekommen. Dank der – im Projektverlauf optimierten – Lademanagement-Software sei die Netzbelastung mit unter einem Kilowatt pro Fahrzeug sogar deutlich niedriger ausgefallen als erwartet. In einer realen Situation mit weniger präziser Information über das Nutzerverhalten könnte man dann – mit etwas Sicherheitsreserve – mit 1,3 Kilowatt pro Fahrzeug planen, ergänzt Jasmin Ramsebner. „Damit sind wir immer noch sehr weit weg von den 11 Kilowatt der maximalen Ladeleistung.“

Einen weiteren Aha-Effekt gab es beim beobachteten Ladeverhalten der Bewohner/-innen: Viele wurden offenbar mit der Zeit sicherer, dass sie unterwegs nicht mit leerer Batterie liegen bleiben würden, und luden ihr Auto nicht mehr täglich nach; in einer Umfrage zum Ende des Testzeitraums gaben 44 Prozent der Teilnehmenden an, den Akku nur bei Bedarf aufzuladen. Verlängerte Ladezeiten infolge des Lastmanagements wurden von einem Großteil der Teilnehmer/-innen nicht als Problem empfunden bzw. gar nicht bemerkt. Mit der Reichweite der zur Verfügung gestellten Fahrzeuge – Renault Zoe und Nissan Leaf – waren allerdings weniger als 40 Prozent zufrieden.

Zufrieden ist man auf jeden Fall beim Energieversorger Linz AG, was die Erkenntnisse zur Robustheit der vorhandenen Infrastruktur und zum künftigen Netzausbau angeht: „Wir haben gesehen, dass das Lademanagement sehr gut funktioniert“, sagt Andreas Reinhardt. „Im konkreten Projekt wäre daher keine Anschlussverstärkung notwendig gewesen, und auch Analysen in weiteren Bestandsgebäuden bestätigen uns, dass bei den gängigen Hochlaufprognosen zur Elektromobilität in den nächsten 10–15 Jahren keine



**Ansteck- und Absteckzeitpunkte je Ladevorgang:**  
Die Urcharge-Teilnehmer zeigten ein erwartbares Ladeverhalten mit Spitzenlasten gegen Abend und am frühen Morgen. (Quelle: TU Wien)

Netzverstärkung notwendig sein wird. Urcharge hat uns sozusagen Luft für eine zeitlich gestaffelte, sinnvolle Ausbauplanung verschafft.“

### Vergleichbare Ergebnisse bei weiteren Projekten

Ähnliche Erfahrungen hat man auch beim bereits 2019 abgeschlossenen Projekt E-Mobility-Allee in Baden-Württemberg gemacht: In dem mutmaßlich ersten Feldtest dieser Art in Deutschland untersuchte Netze BW, die Netztochter des Energieversorgers EnBW, das Ladeverhalten in einer Eigenheimsiedlung in der Nähe von Stuttgart. Ladezeit war, ähnlich wie in Linz, überwiegend abends zwischen 19 und 21 Uhr; auch hier standen somit die Nachtstunden für die Lastverteilung zur Verfügung. Auch ohne Lastmanagement betrug der Gleichzeitigkeitsfaktor lediglich 50 Prozent, das heißt, von zehn vorhandenen Elektrofahrzeugen luden maximal fünf gleichzeitig.

In zwei Folgeprojekten untersucht Netze BW zurzeit das Ladeverhalten im ländlichen Raum (E-Mobility-Chaussee) sowie in einem städtischen Mehrfamilienhaus (E-Mobility-Carré). In der dortigen Tiefgarage zeigte sich, dass sogar nur an 13 der 58 Ladepunkte parallel geladen wurde. „Diese Erfahrungen bestätigen unsere Annahme, dass bei einer steigenden Zahl an E-Fahrzeugen die Gleichzeitigkeit tendenziell abnimmt“, berichtet Eric Junge, stellvertretender



Insgesamt sechs Partner waren am Linzer Urcharge-Projekt beteiligt. Die E-Fahrzeuge für die Demophase wurden von einem lokalen Autohaus zur Verfügung gestellt.



Die meisten Urcharge-Teilnehmer/-innen hatten – wie Sonja Kimeswenger und Josef Forster – nie Probleme mit dem Lademanagement.



Im Projekt E-Mobility-Carré wird das Laden in einem städtischen Mehrfamilienhaus in Tamm bei Ludwigsburg untersucht. (Quelle: Netze BW)

Leiter für den Bereich Netzintegration Elektromobilität bei Netze BW. Dies wirkte sich auf den Netzanschluss aus: Von rechnerisch 638 Kilowatt (58 Ladepunkte à 11 kW) reduzierte sich die maximale Ladeleistung real auf 98 Kilowatt, mit Reduzierung der Ladeleistung in Spitzenlastzeiten über das Lademanagement sogar auf ca. 40 Kilowatt. Wie in Linz erwies sich somit eine planerische Netzanschlussleistung von deutlich unter ein Kilowatt pro Fahrzeug prinzipiell als ausreichend.

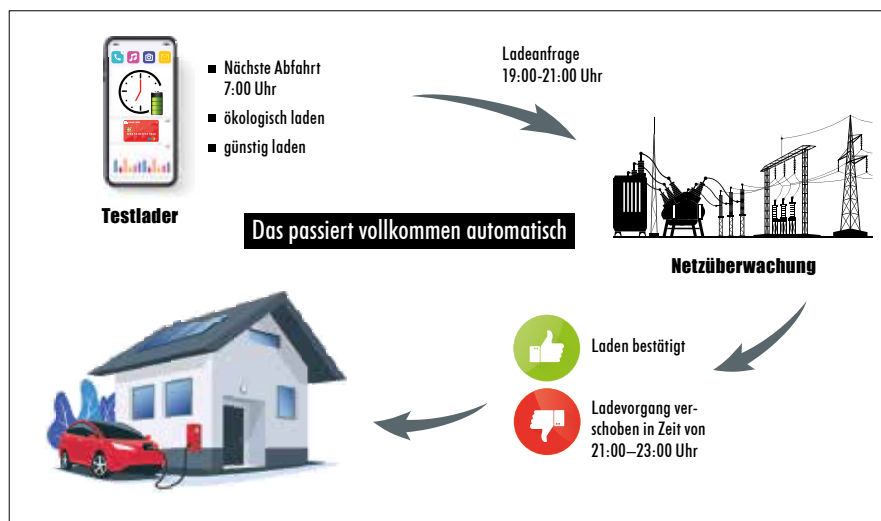
Weniger Sicherheitsreserve gibt es in ländlichen Gebieten: Im Chaussee-Setting zeigte ein Stresstest, dass in diesem Netzabschnitt bereits acht gleichzeitig ladende E-Fahrzeuge das Stromnetz an die Belastungsgrenze bringen könnten – bei 60 Haushalten im Stromkreis. Im (noch laufenden) Feldtest trat dieser Fall bisher nie ein – maximal sechs von acht Fahrzeugen hingen gleichzeitig am Netz. Derzeit werde noch erprobt, wie die Gleichzeitigkeit mittels verschiedener Lademanagementansätze weiter reduziert werden könne, sagt Eric Junge, wagt aber schon ein Zwischenfazit: „Wenn nicht alle gleichzeitig laden, können in den meisten Fällen doppelt so viele Fahrzeuge sofort ans Netz gebracht werden, mit netzdienlichem Lademanagement sogar bis zu viermal so viele.“

Im Unterschied zu Urcharge wurden bei den Netze-BW-Projekten zusätzlich ein zentraler Batteriespeicher zur Reduktion der notwendigen Netzanschlussleistung (E-Mobility-Carré) und ein dezentraler, einem individuellen Haushalt zugeordneter Batteriespeicher zur Photovoltaik-Eigenstromnutzung während des Ladens (E-Mobility-Chaussee) eingebunden. Erste Ergebnisse sind laut Junge „vielversprechend“, wobei die Wirtschaftlichkeit noch untersucht werden müsse.

### Einfluss der Nutzer auf das Lademanagement

Ein weiteres, Ende 2020 gestartetes Projekt namens Ladeinfrastruktur 2.0 nimmt noch stärker die Nutzer in den Blick. Konnten diese bei den baden-württembergischen Projekten immerhin auf einer App den aktuellen Ladezustand ihres Fahrzeugs kontrollieren, sollen sie bei dem vom Energieversorger Thüga in zwei Braunschweiger Wohngebieten durchgeführten

Beim Ende 2020 gestarteten Thüga-Projekt in Braunschweig können die Nutzer über eine App Einfluss auf das Lademanagement nehmen und so von variablen Tarifen profitieren. Quelle: Thüga Aktiengesellschaft

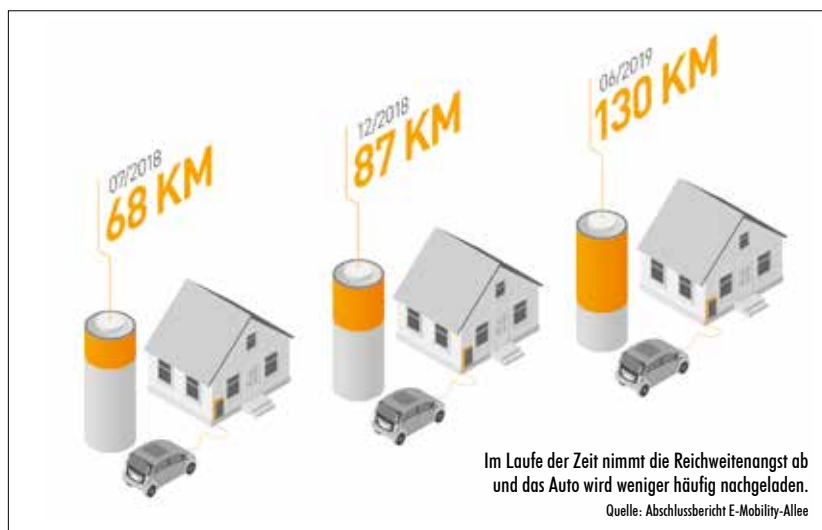


## Die Projekte im Vergleich

	Urcharge	E-Mobility-Allee	E-Mobility-Chaussee	E-Mobility-Carré	Ladeinfrastruktur 2.0
Laufzeit Feldtest	Juni-Oktober 2020 (Gesamtprojekt Februar 2019-Mai 2021)	Juni 2018-Oktober 2019	Januar 2020-Sommer 2021	Februar 2020-März 2021	Dezember 2020-November 2022
Projektleitung	TU Wien	Netze BW	Netze BW	Netze BW	Thüga (Feldtest), Fraunhofer IEE (Gesamtprojekt)
Projekt-Schwerpunkte	Ladeverhalten, Netzbelastung, Optimierung LM-Algorithmus	Ladeverhalten, Netzbelastung, Test versch. LM-Strategien, Batteriespeicher	Ladeverhalten, Netzbelastung, Spannungshaltung, Test versch. LM-Strategien, Batteriespeicher	Ladeverhalten, Netzbelastung, Test versch. LM-Strategien, Batteriespeicher	Steuerung des Ladeverhaltens über Anreize; Weiterentwicklung Netzplanungstool
Standort	Eigenheim-Wohngebiet Großstadt	Eigenheim-Wohngebiet Kleinstadt	Eigenheim-Wohngebiet auf dem Land	Mehrfamilienhaus	Eigenheim-Wohngebiet (Bestands- und Neubaugebiet)
Anzahl Haushalte mit E-Fahrzeugen	51	10	8	58	32
Anteil Haushalte mit E-Mobilität im Netzabschnitt	ca. 50 %	ca. 50 %	ca. 13 %	ca. 70 %	ca. 10 %
Ladeinfrastruktur	Wallboxen in gemeinsamer Tiefgarage mit zentralem LM	Individuelle Wallboxen	Individuelle Wallboxen	Tiefgarage mit 58 Ladepunkten	Individuelle Wallboxen
Max. Ladeleistung je Ladepunkt	11 kW	22 kW	22 kW	11 kW	22 kW
Batteriespeicher	—	1 x zentral, 1 x individuell	1 x zentral, 1 x individuell	2 x zentral	—
Einbindung PV-Anlagen	—	1 x	1 x	—	> 5 (Einbindung im Laufe des Feldtests geplant)
Projekt-App für Nutzerinteraktion	— (Ladekontrolle über Apps der Fahrzeuge)	Kontrolle Ladezustand und LM, „Sofortladen“ für Notfälle	Kontrolle Ladezustand und LM, „Sofortladen“ für Notfälle	—	Steuerung Ladevorgang nach div. Anreizen
Max. Gleichzeitigkeitsfaktor	45 %	50 %	75 %	22 %	N.N.
Belastung Stromnetz ohne LM	189 kW (3,7 kW/Fahrzeug)	56 % (24 % Anstieg über Haushaltslast)	N.N.	N.N.	N.N.
Belastung Stromnetz mit LM	69 kW (1,3 kW/Fahrzeug)	31-37 % je nach Algorithmus	N.N.	N.N.	N.N.
Theoretisch mögl. Reduktion Netzanschluss mit LM	von 561 auf rund 56 kW	N.N. indiv. Hausanschlüsse, bis 30 kW belastbar	N.N. indiv. Hausanschlüsse, bis 30 kW belastbar	von 638 kW auf 40 kW	N.N.
Netzverstärkung vorab durchgeführt?	von 197 auf 249 kW (Gesamtleistung Wohnanlage)	nein	nein	Separater Netzanschluss für TG 124 kW	nein

Feldtest aktiv Einfluss nehmen können. Laut Projektleiterin Evamaria Zauner werden dabei verschiedene „netzdienliche Anreize“ gesetzt – z. B. flexible, 15-minütig variierende Entgelte. Um das Kundenverhalten gründlich erfassen und verschiedene Anreize ausprobieren zu können, ist der Feldtest auf zwei Jahre angelegt. Darüber hinaus soll ein Netzplanungstool des Fraunhofer-Instituts für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE) getestet und auf Basis der erhobenen Daten optimiert werden.

Bei Urcharge in Linz war eine Interaktion mit den Nutzern nicht vorgesehen, auch wenn über 70 Prozent der Teilnehmenden sich laut Umfrage daran beteiligt hätten.



Insgesamt beurteilten fast 85 Prozent das Projekt mit „sehr gut“ oder „gut“ – so wie Sonja Kimeswenger, von Beruf Stadtführerin: Ein „großartiges Angebot“ sei das gewesen, ein halbes Jahr kostenfrei ein Elektroauto zu fahren, sagt sie, zumal ihr Mann Josef Forster technisch interessiert sei. „Do mochma mit!“, hätten beide spontan entschieden. Die anfängliche Reichweitenangst sowie das „ungute Gefühl“, auf möglicherweise explosiven Batterien zu sitzen, hätten sich bei ihr im Laufe der Zeit einigermaßen gelegt, so Kimeswenger.

Das Laden sei auch nie ein Problem gewesen, ergänzt Ehemann Josef Forster: „Das Lademanagement hat bei uns toll funktioniert, und soweit ich weiß, hatte auch sonst niemand ein Problem damit.“ Mit ihrem Leih-Zoe sind die beiden sogar weiter herumgekommen als anfangs gedacht – die längste Fahrt seien 240 Kilometer am Stück gewesen. Trotz dieser Erfahrung empfinden sie das Elektroauto, vor allem im Hinblick auf längere Urlaubsfahrten, als „nicht hundertprozentig alltagstauglich“ und sind nach Ende der Testphase wieder auf einen Verbrenner umgestiegen. Damit sprechen sie wohl für die Mehrheit der Urcharge-Teilnehmer/-innen: Nur fünf von 51 Haushalten haben das Testauto zum Ende der Demophase übernommen, 50 Prozent wollen sich die Anschaffung eines Elektroautos immerhin „überlegen“. Bis 2030 ist es bestimmt so weit. ■

Alles über  
Elektroautos,  
Elektrozweiräder  
und Urban  
Mobility

## Elektroautomobil

### als Jahresabo

- 6 Ausgaben
- pünktlich in Ihrem Briefkasten
- keine Versandkosten



Online Bestellung  
über unseren  
Abo-Shop!

