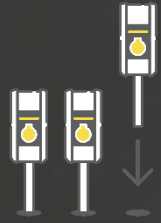


Innovation
Branding
Solution
Marketing
Analysis
Ideas
Success
Management

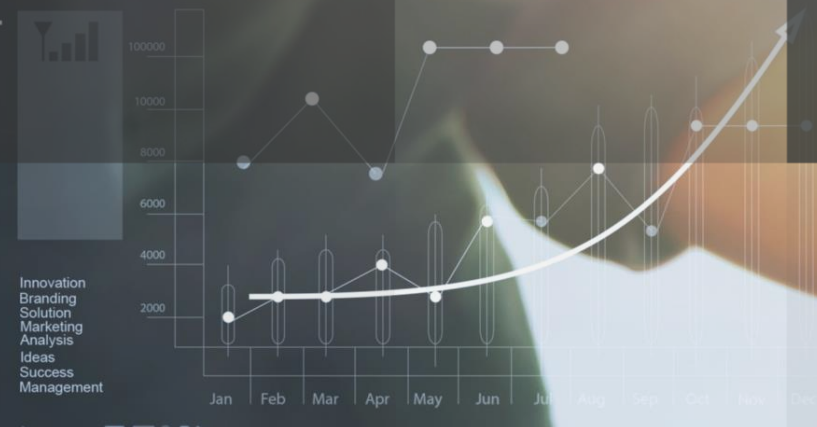
Technology
Innovation
system



GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

SIMULATIONSMODELLE

Entscheidende Grundlage für
die optimale Ladeinfrastruktur



Innovation
Branding
Solution
Marketing
Analysis
Ideas
Success
Management

Innovation
Branding
Solution
Marketing
Analysis
Ideas
Success
Management

CONNECT



SIMULATIONSMODELLE

Entscheidende Grundlage für die optimale Ladeinfrastruktur

Spätestens mit Einführung der Kaufprämie für Elektrofahrzeuge und der aktuellen Fördererhöhung werden Flottenmanager, Stadt- und Quartiersentwickler zunehmend mit dem Wunsch nach Ladeinfrastruktur in ihren Liegenschaften konfrontiert. Doch welche Ladeinfrastruktur mit welcher Ladeleistung ist die wirtschaftlichste und unter den gegebenen Umständen technisch

sinnvoll? Und wie können die unterschiedlichen Mobilitätsbedarfe aller Akteure am besten berücksichtigt werden?

Antworten auf diese und weitere Fragen liefert die Planungs- und Simulationsumgebung von GP JOULE CONNECT.

Für die Entwicklung einer **nachhaltigen und sicheren Elektrifizierungsstrategie** müssen sich Flottenmanager und Quartiersentwickler mit den folgenden Fragestellungen auseinandersetzen:

- Wie hoch ist der Bedarf an Ladeinfrastruktur heute und in Zukunft?
- Welche Ausbauoptionen gibt es in dem konkreten Umfeld und wie passen sie in die Elektrifizierungsstrategie des Unternehmens?
- Welche Kosten und ökologischen Effekte treten auf?
- Können Energiemanagementsysteme oder Photovoltaikanlagen die Kosten vermindern?
- Und besonders wichtig: Welche Qualität der Elektromobilität kann in Quartieren, Wohneigentumsgemeinschaften und Firmenfuhrparks erreicht werden?



Die zielgerichtete Auslegung der Ladeinfrastruktur und die sogenannte Qualität der Elektromobilität (QE) eines Fuhrparks hängen ganz entscheidend von der späteren Nutzung ab. Diese wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst:

Da wären zunächst die Fahrzeugmodelle. Viele der heute verfügbaren Elektrofahrzeuge sind mit dreiphasiger Ladetechnik ausgestattet, die das

Laden an Normalladepunkten mit bis zu 11 kW ermöglicht. Einzelne E-Autos verfügen jedoch über Ladetechnik mit bis zu 22 kW, andere wiederum können mit maximal 4 kW laden. Die Fahrzeuge unterscheiden sich außerdem zum Teil erheblich in ihrer Batteriekapazität. All das wirkt sich auf die Dauer des Ladezyklus aus.

Zudem ist zu klären, um welche Anwendungsfälle es sich handelt und für welchen Einsatz die Fahrzeuge bereitstehen sollen. Firmenfuhrparks mit Pendlerverhalten, Logistikfuhrparks, Pflegedienste und Quartiere mit oder ohne Pendlerfokus unterscheiden sich enorm voneinander, wenn es um Zeitpunkte und Dauer der Ladevorgänge geht. So werden beispielsweise Lieferfahrzeuge in der Regel abends an die Ladeinfrastruktur angeschlossen und müssen am frühen Morgen vollständig geladen zur Verfügung stehen. In Firmenfuhrparks fangen die Ladevorgänge dagegen meist am Morgen an und bei Pendlern kann zur Optimierung des Lade-

infrastruktur-ausbaus mitunter auf ein vollständiges Laden verzichtet werden.

Auch die Mobilitätsbedarfe der Nutzer unterscheiden sich stark je nach Anwendungsfall und Fahrzeugklasse. So werden beispielsweise Kleinwagen oder Carsharing-Fahrzeuge im Quartiersbereich eher für kurze Strecken geladen und es kommt gegebenenfalls zu häufigeren Ladevorgängen. In Firmenfuhrparks dagegen werden die maximalen Reichweiten der Fahrzeuge häufiger ausgenutzt.



Die an einer Ladeinfrastruktur auftretende **Qualität der Elektromobilität** lässt sich u.a. mit Hilfe der nachfolgenden Bewertungskenngrößen beschreiben:

- Geladene Mobilität an einer Ladeinfrastruktur in einem Jahr
- Nicht geladene Mobilität an einer Ladeinfrastruktur aufgrund von Eingriffen eines Energiemanagementsystems
- Häufigkeit und Dauer der Eingriffe eines Energiemanagementsystems
- Durchschnittliche Dauer bis Fahrzeuge zu 80 % geladen sind
- Durchschnittlicher Ladezustand am Ende der Ladevorgänge

Diese und weitere Faktoren bestimmen, wie eine Ladeinfrastruktur unter den gegebenen Unsicherheiten optimal auszulegen ist und welche Ausbaustufen auf dem Weg zur vollständigen Umstellung von Fuhrparks und Quartieren auf Elektromobilität umgesetzt werden sollten. **Um bereits während der Entwicklung einer Elektrifizierungsstrategie umfassende Kenntnisse über**

das Verhalten von Ladeinfrastruktur und zukünftigen Nutzerfahrzeugen zu haben, nutzt GP JOULE CONNECT einen integrierten Planungs- und Simulationsansatz, der die Bewertung der potentiellen Ausbauoptionen auf Basis von Auslastungs- und Qualitätskenngrößen ermöglicht.

Dazu werden in einem Simulationsmodell die technischen Eigenschaften der geplanten Ladeinfrastruktur und der möglichen Ausbauoptionen erfasst (vgl. Abb. 1). Diese beinhalten neben der Anzahl der Ladepunkte und deren Leistung auch die Netzanschlussleistung. Wichtig ist ebenfalls, die Algorithmik des Lademanagements exakt nachzubilden: Einfache Gleichverteilungen sind häufig der Standard, **mit Energiemanagementsystemen lassen sich jedoch schnellere Ladezeiten durch dynamisches Lademanagement erreichen.** Auch Gebäudelast und lokale Photovoltaikanlagen können beim Laden berücksichtigt werden.

Der zukünftige, elektrifizierte Fuhrpark wird mithilfe real gemessener Ladekurven und tatsächlichen Batteriekapazitäten der heutigen Elektrofahrzeuge konzipiert. Eine detaillierte Fuhrparkanalyse, beispielsweise mit GPS-Trackern, oder die Analyse anonymisierter Fahrtenbücher liefern häufig aufschlussreiche Daten zu aktuellen Eigenschaften des bestehenden Fuhrparks.

Sie werden für die Ableitung des zukünftigen Nutzerverhaltens herangezogen.

Das so - kundenspezifisch - modellierte Mobilitätsverhalten jedes Fahrzeugtyps und spezieller Nutzergruppen (bspw. Pendler in ländlichen Umfeldern, Corporate Carsharing, Lieferfahrzeuge, Vertriebscharakteristik) erfasst nicht nur die Verteilung täglich gefahrener Distanzen, sondern auch Start und Ende von Lade- bzw. Parkvorgängen.

Nach Erhebung und Analyse der spezifischen Mobilitätsdaten des Fuhrparks bzw. Quartiers wird das Mobilitäts-, Lade- und Parkverhalten der zukünftigen Nutzer über mehrere Jahre hinweg simuliert, sodass je nach Ausbauvariante das zukünftige Verhalten der Ladeinfrastruktur, die Auslastung des Netzanschlusses und die Qualitätsgrößen der Elektromobilität vorliegen.

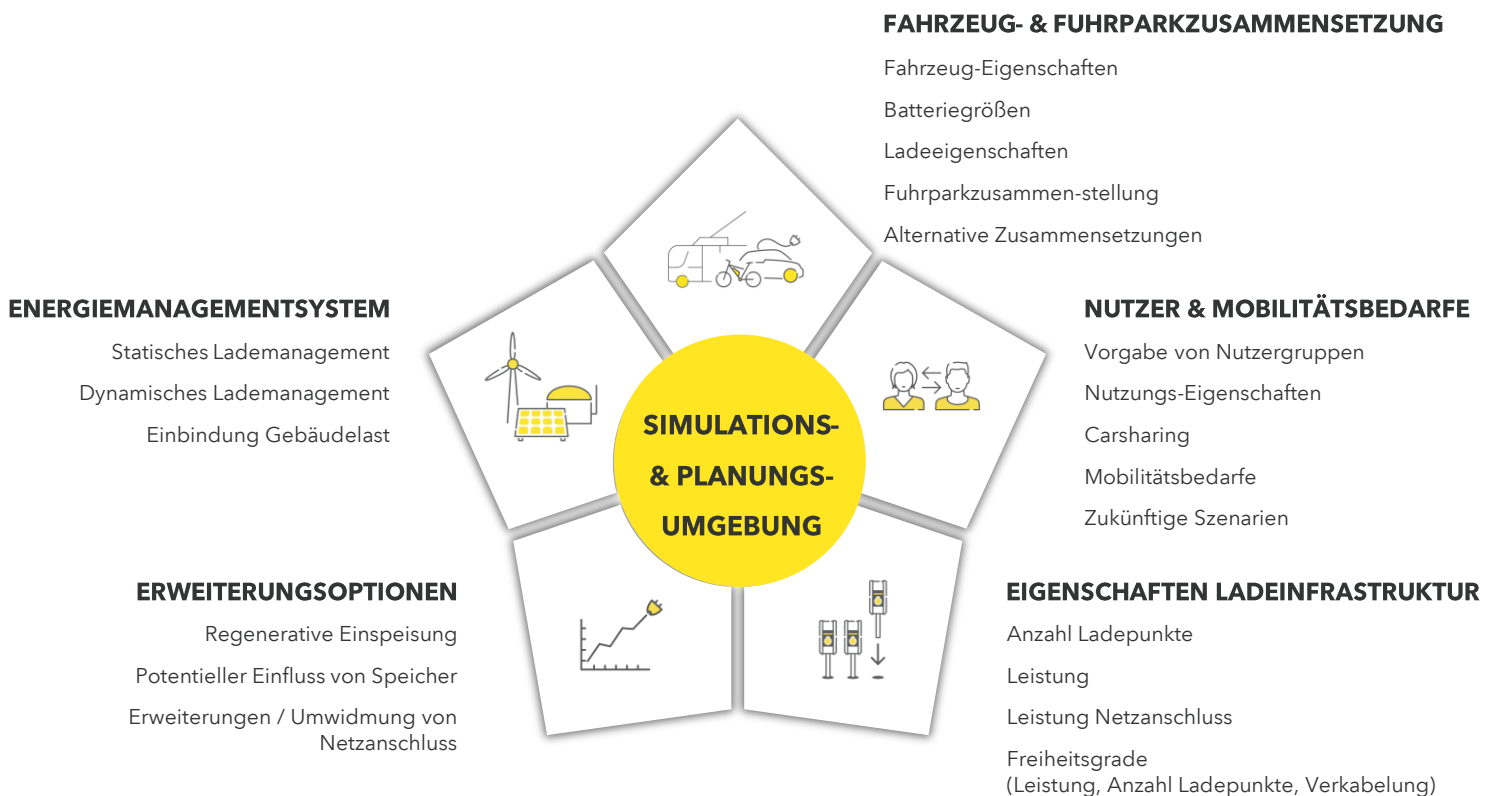


Abb. 1: Input für Simulation

Dieser Ansatz befähigt dazu, sämtliche technischen, kaufmännischen und ökologischen Eigenschaften elektrifizierter Firmenflotten und Quartiere abzubilden und eine quantitative Elektrifizierungsstrategie zu erstellen. Der elektromobile Transformationsprozess wird so inner-

halb der Planungs- und Simulationsumgebung vollständig nachgebildet und kann umfassend bewertet werden (vgl. Abb. 2).

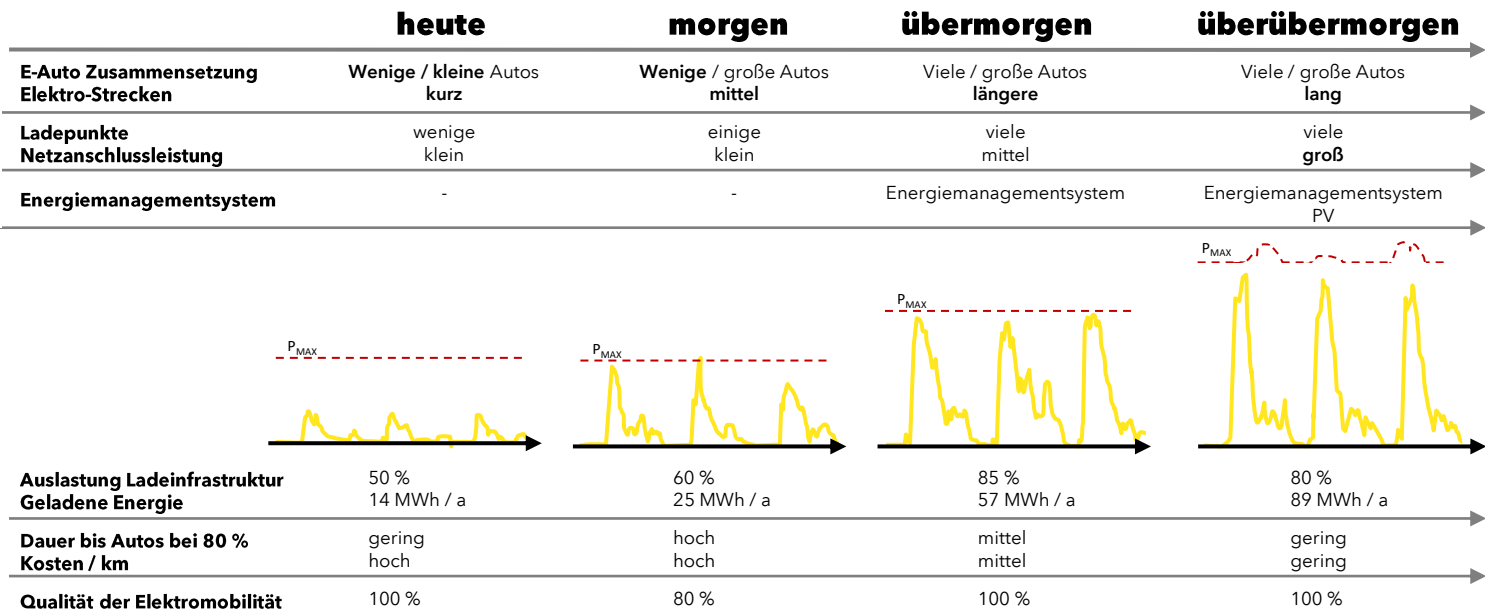


Abb. 2: Transformation der Elektromobilität

Mithilfe der integrierten Planungs- und Simulationsumgebung von GP JOULE CONNECT werden Lastgänge unterschiedlicher Ausbaustufen und Ausstattungsoptionen der Ladeinfrastruktur und der damit einhergehenden Energiebezugs-kosten (Netzentgelte und Energieeinkauf) ermittelt und analysiert. So kann sehr gut vorhergesagt werden, wie hoch die Auslastung und auch die Verfügbarkeit von Ladepunkten in den einzelnen Ausbaustufen der Ladeinfrastruktur sind.

Die Herausforderung dabei: Zwar kann die Anwendung dynamischer Ladealgorithmen auf der Ladeinfrastruktur die zukünftigen Kosten stark senken, weil die Auslastung der Anlage steigt. Doch kann sich dies negativ auf die Qualität der Elektromobilität auswirken, also darauf, ob die Nutzer genau die Energie in ihr Fahrzeug laden können, die sie brauchen, oder ob der zu

erwartende Ladezustand am Ende des Parkens zu gering ist. Die Zufriedenheit der Nutzer hat jedoch einen entscheidenden Einfluss auf die Akzeptanz der Elektromobilität.

Damit das Projekt „E-Fuhrpark“ gelingt, darf die Qualität der Elektromobilität gewisse, messbare Schwellenwerte nicht unterschreiten (beispielsweise: minimaler Batteriestand nach Parkende 90 %, maximale nicht-geladene Reichweite 20 km). Deshalb sollte die ideale Auslegung der zukünftigen Ladeinfrastruktur der Frage folgen, wie viele Elektrofahrzeuge in Quartieren und Wohneigentumsgemeinschaften mit dem bestehenden Netzanschluss genutzt werden können, ohne dass sich die Qualität der Elektromobilität ungewünscht vermindert.

Ein Beispiel:

Für ein Quartier mit 22 Eigentumswohnungen wurde zunächst erwogen, einen separaten Netzanschluss für die Ladeinfrastruktur (Abbildung 3A) zu bauen, um vermeintliche Einschränkungen beim Laden zu vermeiden. Die Zuverlässigkeit des Ladens und damit auch die Qualität der Elektromobilität sollte so für die Nutzer maximiert werden, jedoch wäre ein neuer, aufwändiger und teurer Netzanschluss erforderlich gewesen.

Die Analyse konnte zeigen, dass die Auslastung des Netzanschlusses selbst bei Berücksichtigung der Gebäudelast mit Hilfe eines Energiemanagementsystems (Abbildung 3B) nicht unzulässig groß würde. Nur während 30 Minuten im Jahr ist der Netzanschluss der Ladeinfrastruktur über dem Schwellenwert von 90 % ausgelastet.

Trotz hoher Gebäudelast, gerade in den Abendstunden, wenn auch die Elektrofahrzeuge geladen werden sollen, wird das Laden durch das Energiemanagement nicht signifikant eingeschränkt.

Weniger als 0,5 % der Ladevorgänge werden zeitweilig in ihrer Ladeleistung begrenzt. Die gewünschte Mobilität wird dennoch stets in die Fahrzeuge geladen, sodass die Qualität der Elektromobilität bei 100 % liegt.

Die dauerhafte Begrenzung der Ladeleistung aller Ladepunkte ohne die Nutzung eines Energiemanagementsystems (Abbildung 3C) könnte als ungeeignet verworfen werden. In dieser Variante wäre die gesamte nicht geladene Mobilität auf ca. 29.400 km pro Jahr angestiegen. Zu erwarten wäre, dass 15 % der Ladevorgänge mit Ladeeinschränkungen verbunden wären und dann im Mittel knapp 50 % der gewünschten Mobilität nicht bereitgestellt werden könnte. Die Ladevorgänge verlängern sich in dieser Variante so stark, dass Fahrzeuge, die abends an die Ladeinfrastruktur angeschlossen werden, zum Teil morgens noch nicht vollständig geladen sind. Darüber hinaus wird die Netzanschlussleistung weniger stark ausgenutzt als in Variante A oder B, sodass hier ineffizient investiert würde.

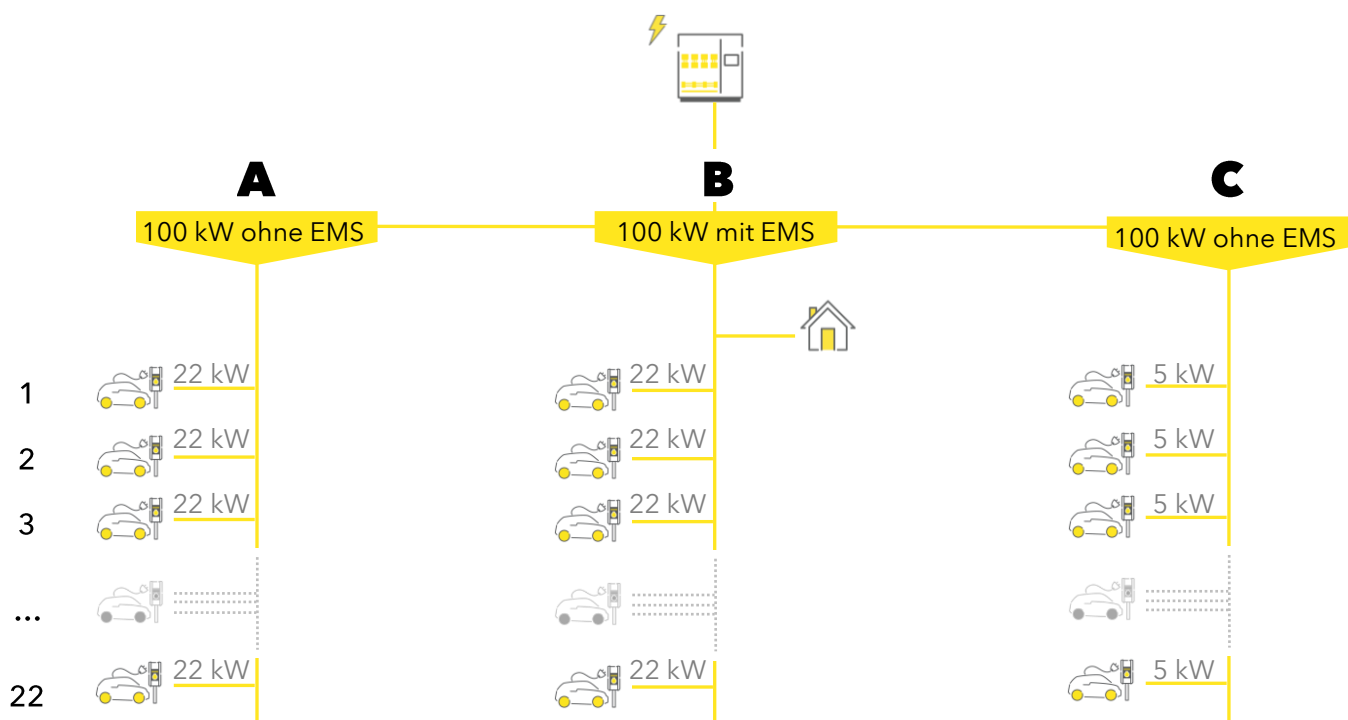


Abb. 3: Ladeinfrastruktur IST-Stand / Simulation, Teil 1

Abbildung 4 fasst die Ergebnisse anhand der Lastgänge der simulierten Varianten noch einmal zusammen. Deutlich wird hier die Auslastungssteigerung von Variante A nach B, ohne dass es zu einer signifikanten Veränderung der Ladedauer kommt.

In Variante C ist hingegen ersichtlich, dass die Qualität der Elektromobilität vermindert ist: Am Abend gestartete Ladevorgänge dauern zum Teil bis in die Morgenstunden, sodass die Fahrzeuge beim nächsten Fahrtantritt nicht immer vollständig geladen sind.

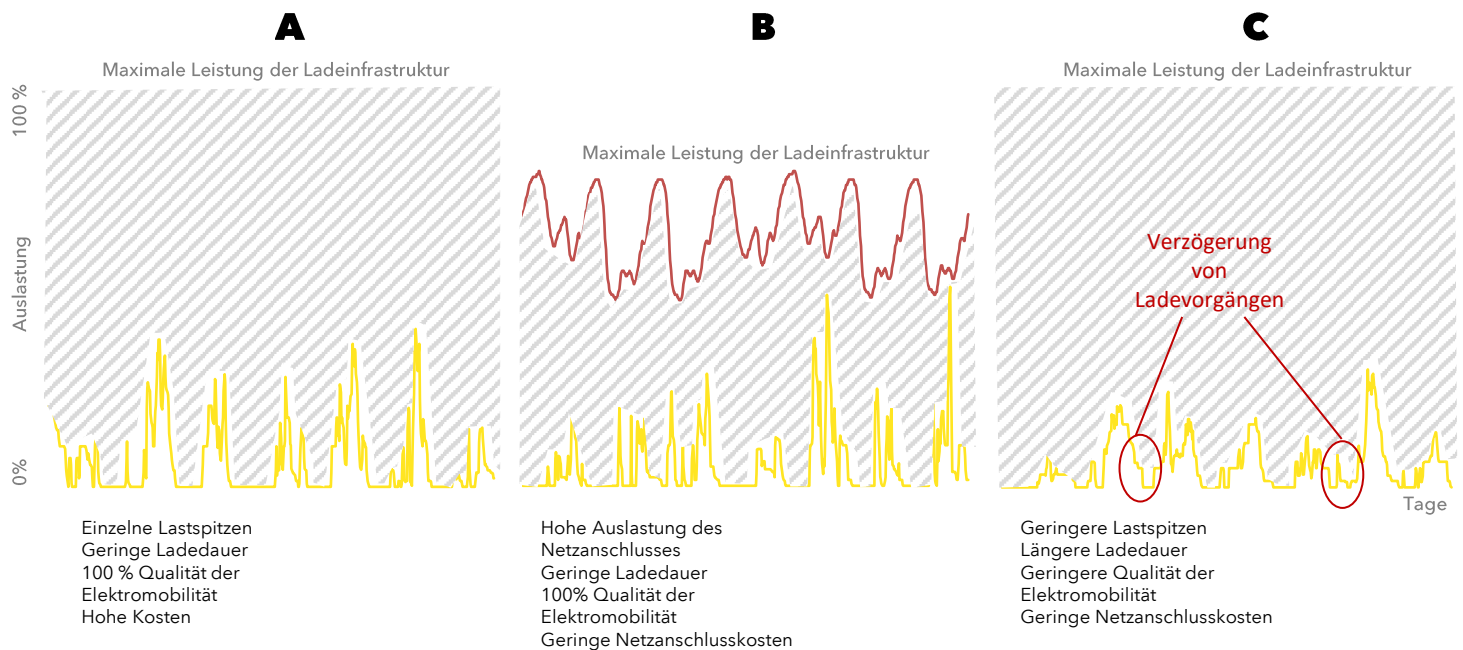


Abb. 4: Ladeinfrastruktur IST-Stand / Simulation, Teil 2

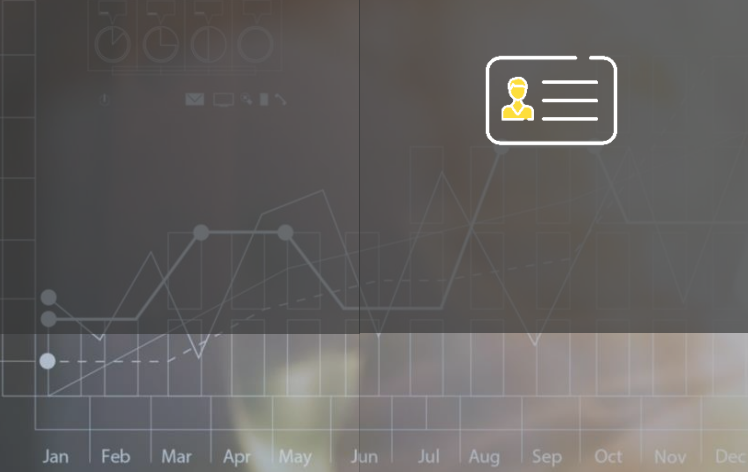
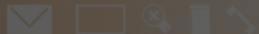
Die vorgestellte digitale Planungs- und Simulationsumgebung von GP JOULE CONNECT liefert essenzielle Ergebnisse für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer umfassenden E-Mobilitätsstrategie. **Der Schlüssel zur umfassenden Planung des Ausbaupfads eines jeden Firmen- oder Quartierfuhrparks liegt in der vorausgehenden, vollständigen Modellierung und Simulation zukünftiger Fuhrpark- und Ladeinfrastrukturen.** Nur so können Investitionen technisch zielgerichtet und zum richtigen Zeitpunkt getätigt werden.

Die Qualität der Elektromobilität sollte dabei nie leichtfertig zugunsten vereinfachender Auslegungsoptionen oder der Größe der Ladeinfrastruktur aufs Spiel gesetzt werden.

Dann kann auch in großen Fuhrparks - mit mehreren Standorten oder heterogenen Fahrzeug- und Mobilitätseigenschaften - die Umstellung auf Elektromobilität erfolgreich und nachhaltig gelingen.

Innovation
Branding
Solution
Marketing
Analysis
Ideas
Success
Management

Technology
Innovation
SYSTEM



CONNECT

GP JOULE Connect GmbH
Cecilienkoog 16
25821 Reußenköge
info.connect@gp-joule.de
www.connect-gp-joule.de