

Ausgangssituation

Produzierende Unternehmen stehen hinsichtlich ihrer Energieversorgung vor steigenden Herausforderungen, die sie in den kommenden 5 bis 10 Jahren lösen müssen. Durch die Energiewende, den damit verbundenen Ausstieg aus der Atomenergie und den rasanten Ausbau volatiler, regenerativer Energieerzeugung ist damit zu rechnen, dass eine Flexibilisierung des Energiepreises und damit insbesondere ein zeitlich variabler Arbeits- und Leistungspreis die Energiekosten der Unternehmen belasten werden. Hinzu kommt der Ausbau der Elektromobilität. Zunehmend werden Mitarbeiter mit Elektrofahrzeugen zu ihrer Arbeit fahren und erwarten dort die Möglichkeit, den Energiespeicher aufladen zu können. Dieser zusätzliche Energiebedarf muss von dem Energieversorgungssystem des Unternehmens ergänzend zu dem Energiebedarf der Produktion bedient und in Einklang mit der Flexibilisierung gebracht werden. Somit steht das Unternehmen verstärkt unter dem wirtschaftlichen Druck, die Energie im Unternehmen flexibel zu managen und dabei die Produktion sicherzustellen, bei gleichzeitiger Erfüllung der Bedürfnisse der Mitarbeiter. Werden die Anreize im Preissystem richtig gesetzt, so verhält sich der wirtschaftlich optimierende Unternehmer gleichzeitig Versorgungsnetzstabilisierend und trägt damit zum Gelingen der Energiewende bei.

Zielsetzung

Ziel muss es sein, die mobilen Energiespeicher in den Fahrzeugen für die Stabilisierung der Energieversorgung der Produktion, des Netzes und den Ausgleich von Lastspitzen zu nutzen. Dabei besteht die besondere Herausforderung in einer gesicherten Aufladung des Speichers während der Stillstandszeit. So können morgendliche Lastspitzen abgemildert werden. Die Aufladung findet in Schwachlastzeiten oder in Zeiten hohen Energieaufkommens statt. Dafür wird die Steuerung der Ladesäulen mit einem einfachen Preissignal gekoppelt. Dieses Preissignal wird, in Verbindung mit weiteren Informationen (z. B. Ladezustand der Batterie, Parkdauer, Kapazität der Batterie), direkt vor Ort an der Ladesäule bzw. direkt im Laderegler des Fahrzeuges für das eigenständige Entscheiden über den Energiebezug bzw. die Energieabgabe genutzt. So wird eine Schwarmintelligenz autonom agierender, stabilisierender Netzstützstellen entwickelt. Parallel werden die Auswirkungen für die Energieversorgung und das Energiemanagement in der Produktion untersucht. Anforderungen hinsichtlich Stabilität und Dynamik werden auf das System der Ladesäulen übertragen. Begleitend besteht eine simulative Bewertung insbesondere hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen des Versorgungssystems. Daraus lassen sich Geschäftsmodelle für die Integration von privater Elektromobilität in die unternehmerische Energieversorgung ableiten.

Projektskizze

Fraunhofer IPA und Easy Smart Grid schlagen ein Projekt vor, das ein effizientes Laden von Elektrofahrzeugen am Arbeitsplatz zum Ziel hat. Schwerpunkt dabei ist die Überwindung bestehender Barrieren, insbesondere durch systemische Optimierung (welche Unternehmen, welche Flotten, welche Dimensionierung) und innovatives Energiemanagement (Koordination der einzelnen Ladevorgänge), um den gewünschten Ladestatus zum geplanten Endtermin mit minimalen Kosten (Spitzenlast, Batteriespeicher, IKT-Aufwand) zu erreichen. Dabei soll die verfügbare Flexibilität der Elektrofahrzeuge so genutzt werden, dass die Ladevorgänge kontinuierlich der jeweils verfügbaren (nicht vom Unternehmen selbst genutzten und/oder zusätzlichen schwankenden EE-Leistung aus Sonne, ggfs. Wind oder anderen Quellen) angepasst werden. Hierbei soll eine innovative dezentrale Energiemanagementtechnologie genutzt werden, welche die bekannten Nachteile zentraler Koordination vermeidet und auch die aktuellen Anforderungen der Automobilindustrie an dezentral koordiniertes Laden entspricht.

In Schritt 1 werden die Anforderungen der verschiedenen Zielgruppen analysiert. Hierzu gehören in jedem Fall Anbieter von E-Fahrzeugen (OEM, Flottenbetreiber, Mobilitätsdienstleister) und Anwender-Unternehmen (strukturiert nach Branche, Lage und Energieintensität). Nach Bedarf werden weitere Akteure auf Anbieterseite

(Ladesäulenhersteller, Facility Manager, Anbieter von PV-Systemen z. B. für Parkflächen) oder Nutzerseite (Arbeitnehmer, Verbände) einbezogen. Ergebnis ist die Entwicklung eines Anforderungskatalogs hinsichtlich einer Ladeinfrastruktur am Arbeitsplatz.

In Schritt 2 wird eine Anzahl (z. B. drei) typischer Anwendungsszenarien definiert und diese einer ersten statischen Dimensionierung unterzogen. Danach erfolgt eine Simulation möglicher Einsatzszenarien für eine Anzahl festzulegender Randbedingungen (z.B. Sommer/Winter, Voll/Teilauslastung, nur Laden/auch Netzstützung durch Fahrzeuge, etc.) als Grundlage für die Dimensionierung und Bewertung einer möglichen Implementierung im Hinblick auf Umfang der technischen Lösung, Nutzen, Aufwand und Nebeneffekte.

In Schritt 3 erfolgt die Umsetzungsplanung für ausgewählte Pilotprojekte. Ziel hierbei ist eine reibungsarme und skalierbare Implementierung, die auch zukünftig flexible Reaktion auf Unternehmensentwicklungen (Wachstum, Ertragslage, Prozessänderungen, Personalpolitik) erlaubt. Schwerpunkt innerhalb des Projekts ist das Energiemanagement für die Ladeprozesse in Echtzeit. Andere Komponenten wie PV-Erzeugung oder Ladesäulen sind bereits vorhanden oder werden als externe Komponenten koordiniert.

In Schritt 4 erfolgt das Monitoring und die Validierung der Ergebnisse, die Anpassung und Weiterentwicklung der Methoden (Simulation, Standardkonfigurationen) sowie idealerweise der Transfer an kommerzielle Anbieter für einen Rollout. Bei Interesse der Anwender werden die initiierenden Projektpartner die Anwendbarkeit des Energiemanagements auf andere Infrastruktur- oder Produktionsprozesse prüfen und ggfs. Umsetzen.

Motivation für Automobil Hersteller

Die Umstellung der Individualmobilität von fossilen auf regenerative Energiequellen ist aus Gründen der Regulierung (Flottenemissionen), des Wettbewerbs (internationale Wettbewerber positionieren sich dort) und des Images (Kunden betrachten Nachhaltigkeit zunehmend als Entscheidungskriterium) eine aktuelle und dringende Herausforderung der Automobilindustrie. Für den benötigten und geplanten Ramp-up der Produktion von E-Fahrzeugen wird die Ladeinfrastruktur als wichtiger Risikofaktor gesehen, weil absehbare Netzüberlastung, das Laden zu Hause und zusätzlicher Zeitverlust bei Nutzung öffentlicher Ladesäulen diese weniger attraktiv machen. Die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge nimmt zu und somit sollte eine Barriere für den Kauf dieser Fahrzeuge fallen. Es zeigt sich jedoch, dass die Kunden den Ausbau nicht in dem Maße wahrnehmen. Es stellt sich die Frage, ob die Orte zum Laden der Elektrofahrzeuge richtig gewählt wurden. Hier scheint der Arbeitsplatz mit langen, plansicheren Stillstandzeiten gut geeignet zu sein. Könnten Mitarbeiter dort gesichert ihr Fahrzeug aufladen, bestünde in der Regel kaum die Notwendigkeit für private oder zusätzliche Ladungen, die insbesondere in Ballungsgebieten oder in Gebieten mit einer schwachen energetischen Infrastruktur zum Problem werden könnten. Durch die Integration der Fahrzeugbatterien in das industrielle Energieversorgungssystem entsteht ein Mehrwert für Unternehmen (Stabilität, Lastspitzenmanagement). Diesen Mehrwert würden Unternehmen nutzen, um ein Anreizsystem für Elektromobilität bei den Mitarbeitern zu installieren. Im Ergebnis wird Elektromobilität günstiger und Eintrittsbarrieren (Kosten, verfügbare Ladeinfrastruktur) deutlich gesenkt. Ein weiterer Anschlag des Elektromobilitätsmarktes wäre die Folge.

Hohe Chancen werden in diesem Zusammenhang beim Laden am Arbeitsplatz gesehen, weil hier

- durch Laden während des Tages die sinnvolle Speicherung von PV-Strom augenfällig ist (d.h. es wird mit hoher Wahrscheinlichkeit regenerativer Strom „getankt“, z.B. durch PV-Anlagen auf Firmenparkplätzen),

- Fahrer von Elektrofahrzeugen könnten auf abendliche Aufladung verzichten / diese Zeiten verringern. Insbesondere in Ballungsgebieten kann der Ausbau einer ausreichenden Ladeinfrastruktur zum Problem werden und damit ein nächtliches Aufladen unmöglich machen.
- Unternehmen als typische Nutzer von Leasingflotten als Pilotanwender besonders attraktiv erscheinen und
- Unternehmen aufgrund ihres Energiebedarfs (bei geeignetem Energiemanagement) oft auch ohne Netzausbau die zusätzlich benötigte Anschlussleistung bereitstellen können.
- Unternehmen könnten von der Speicherkapazität profitieren und einen Mehrwert durch die netzdienliche Einbindung in ihre Energieversorgung erwirtschaften. Dieser monetäre Mehrwert stände, zumindest teilweise, für die Steigerung der Attraktivität in Form von Anreizsystemen der Elektromobilität zur Verfügung.

Motivation für mittelständische Unternehmen

Insbesondere mittelständische Unternehmen, vor allem in energieinfrastrukturschwachen Gegenden, werden zukünftig eine höhere Last der Energiewende und der kommenden Elektromobilität tragen. Flexiblere Preise bedeuten einen zusätzlichen Aufwand für das Managen von Energie durch ständiges Überwachen des Bedarfs und Steuern der organisatorischen und technischen Flexibilisierungsmaßnahmen. Insbesondere bei technischen Flexibilisierungsmaßnahmen werden Speicher dann eine wichtige Rolle spielen, wenn diese universell und leicht integrierbar sind. Zudem ermöglichen sie eine Stabilisierung und Sicherung der Energieversorgung. Jedoch treibt die eigene Integration von Speicherlösungen die Kosten für das Energieversorgungssystem in die Höhe. Der wirtschaftliche Druck steigt.

Durch Elektromobilität der Mitarbeiter werden Forderungen nach Ladestationen für die Autos auf dem Mitarbeiterparkplatz kommen. Ein nicht Nachkommen führt zur sinkenden Attraktivität des Arbeitgebers und wird damit zu einem Faktor im Kampf um qualifizierte Arbeitskräfte. Unternehmen müssen sich angesichts des Fachkräftemangels zunehmend als attraktive Arbeitgeber positionieren. Gerade die umkämpften „High Potentials“ sind oft auch „Early Adopter“ innovativer Technologien und erwarten Angebote, die eine höhere Identifikation mit dem Unternehmen erlauben. Deshalb wird das Laden eigener oder vom Unternehmen bereitgestellter E-Fahrzeuge am Arbeitsplatz zunehmend ähnliche Bedeutung gewinnen wie Kantinen oder Firmenfahrzeuge.

Die Installation von Ladesäulen und dem unkontrollierten Laden führt zu einer zusätzlichen Belastung des Energieversorgungssystems des Unternehmens. Diese kann nur durch eine Integration in das eigene Energiemanagementsystem gelöst werden.

Hierfür bedarf es einer einfachen, robusten und kostengünstigen Lösung. Zusätzlich bergen die mobilen Speicher das Potenzial für die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der unternehmenseigenen Energieversorgung. Dieses Potenzial gilt es unter dem Einfluss zukünftiger Einflussfaktor zu bewerten und daraus attraktive Win-Win Modelle zwischen den Mitarbeiter und dem Unternehmen abzuleiten. Insgesamt bietet der hier vorgestellte Ansatz das Potenzial sowohl die Herausforderungen der Energiewende als auch der Elektromobilität im Einklang miteinander wirtschaftlich optimal für das Unternehmen zu lösen.

Besonders interessant ist dies für Unternehmen, die

- ein Nachladen der E-Fahrzeuge während der Arbeitszeit anbieten wollen, um die Bindung (bei weniger attraktiven Standorten) oder Mobilität (bei hohen Pendelentfernungen)
- ihrer Mitarbeiter zu fördern,
- Stromqualität und –kosten durch Nutzung lokaler Erzeugung und eigener Flexibilität verbessern wollen oder

- aufgrund des eigenen Anspruchs an Nachhaltigkeit, des hohen Energieverbrauchs ihrer Produktion oder Produkte frühzeitig in das wichtige Thema der Energieflexibilität einsteigen wollen.

Gesellschaftliche Motivation

Der Ausbau erneuerbarer Energie ist ein wichtiger Aspekt zur Erreichung der Klimaziele und eine Begrenzung der Erderwärmung. Die zunehmende Volatilität der Erzeugung birgt die Gefahr der Destabilisierung der Netze, insbesondere in infrastrukturschwachen Gegenden. Der zusätzliche Bedarf an elektrischer Energie durch Elektromobilität verstärkt dieses Risiko. Damit könnte das Voranschreiten der Energiewende gefährdet sein bzw. die Kosten für den Umbau des Energienetzes zusätzlich steigen. Beides würde den Produktionsstandort Deutschland verschlechtern. Es muss mittels eines einfachen und günstigen Ansatzes gelingen, Volatilität und Elektromobilität in Einklang zu bringen. Dabei sind die unternehmerischen Belange sowie zukünftige Entwicklungen und Trends zu berücksichtigen.

Die deutsche Politik hat zusätzlich den Anspruch formuliert, Deutschland zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität zu machen. In beiden Punkten besteht Nachholbedarf. Dieser gefährdet nicht nur die Erreichung der selbst gesteckten Klimaziele, sondern auch des bisherigen Wohlstands. Es muss befürchtet werden, dass Marktanteile, Wertschöpfung und Beschäftigung verloren gehen. Dies wurde von der Politik erkannt und mit einem Bündel von Maßnahmen adressiert. Besonders attraktiv ist es, Vorhaben umzusetzen, die bei überschaubarem Aufwand und in kurzer Zeit große Effekte durch Einbeziehung relevanter Zielgruppen erreichen können. Dies ist bei dem vorgeschlagenen Projekt der Fall, weil

- eine geeignete Interessenbündelung wichtiger Akteure schnelle Umsetzbarkeit verspricht,
- die Hürden aus Investitionsbedarf und gesetzlich/regulatorischem Umfeld vergleichsweise überschaubar sind und
- Erfolgsbeispiele geschaffen und erprobt werden können, auf denen die Energiewende als auch die Elektromobilität aufbauen können.
- Nutzer und Hersteller von Elektrofahrzeugen gemeinsam profitieren und durch den Win-Win eine gesteigerte Attraktivität den Technologiedurchbruch für emissionsfreie Mobilität erleichtern würde

Jedoch bedarf es einer Förderung des Vorhabens, da

- die Nutzenverteilung der unterschiedlichen notwendigen Akteure (Unternehmen, Privatpersonen, Ladeinfrastruktur Anbieter, Automobilbau) im Vorfeld unklar ist und nicht von einer eigenfinanzierten Umsetzung ausgegangen werden kann.
- zurzeit die auf den Arbeitspreis ausgerichteten Energiepreise die Attraktivität des Ansatzes vermindern und so eine noch bestehende Umsetzungsbarriere aufbauen. Diese wird mit der Zeit fallen, wofür eine frühzeitige Vorbereitung auf unternehmerischer Seite notwendig ist, um die Produktionskosten wettbewerbsfähig zu halten.
- die technische Umsetzung ein Risiko hinsichtlich der notwendigen Aufwände für das dezentrale Netzmanagement birgt.

Partnervorstellung

Das Fraunhofer Institute für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) sowie das eng damit verbundene Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Universität Stuttgart forscht und entwickelt Lösungen für die Flexibilisierung des Energiebedarfs in der Produktion. Hierzu zählen unter anderem Lösungen für ein Versorgungsnetzmanagement in industriellen Versorgungssystemen sowie die Kopplung solcher Ansätze mit der Produktionssteuerung und -planung. Ausgerichtet auf die strategische Planung von Unternehmen bieten

das IPA Simulationsgestützte Methoden zur Analyse und Planung von industriellen Versorgungssystemen unter Berücksichtigung von Unsicherheiten. Dabei arbeitet das IPA mit dem EEP in unterschiedlichen Forschungs- und Verbundprojekten zusammen und kennt die Belange der produzierenden Unternehmen unterschiedlichster Branchen und Größen.

Easy Smart Grid entwickelt Technologien und Lösungen für dezentrales Energiemanagement. Dieses weist im Vergleich zu herkömmlich zentralem Energiemanagement gerade bei einer großen Anzahl zu koordinierender Einzelprozesse (wie dem Beladen vieler Elektrofahrzeuge) entscheidende Vorteile auf:

- Prozesswissen (z.B. über optimale Ladung von Elektrofahrzeugen) kann vollständig innerhalb der dezentralen Regeleinheit genutzt werden und muss nicht offengelegt werden (Schutz des Knowhows und sensibler Daten).
- Umfangreicher Datenaustausch (Erfassung sämtlicher Daten bei sämtlichen relevanten Einheiten), deren Verarbeitung und Steuereingriffe durch zentrales Energiemanagement mit der nötigen IKT-Infrastruktur entfallen. Eine geringe unidirektionale Datenrate (1 Byte/Sec) erfüllt dieselbe Funktion.
- Verwundbarkeit (Störungen, Cyber-Security, Pflegebedarf) ist deutlich geringer.
- Dezentrales Energiemanagement erreicht die gewünschte Selbst-Koordination (Schwarmverhalten) mit geringem Aufwand (Algorithmen, Parametrierung), kann sich selbstständig an sich ändernde Konfigurationen (mehr E-Fahrzeuge, geänderte Produktionsprozesse etc.) anpassen und minimiert somit den Wartungs- und Verwaltungsaufwand.

Easy Smart Grid wurde 2014 gegründet und im selben Jahr von EIT Digital als eines der drei besten Smart Energy Start-up in Europa ausgewählt. Seither entwickelt es in Kooperation mit namhaften Partnern Geschäftsmodelle, Komponenten und Systeme für effizientes, dezentrales Energiemanagement auf Basis eigener Schutzrechte. Direkt anwendbar für dieses Projekt ist der gemeinsam mit dem DFKI entwickelte „SDSO-Controller“.

Ihre Ansprechpartner

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

Timm Kuhlmann

Abteilung Effizienzsystem

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Tel.: 0711-9701903

eMail: tim.kuhlmann@ipa.fraunhofer.de

Easy Smart Grid GmbH

Dr. Thomas Walter

Geschäftsführer

Dessauer Strasse 15

D-76139 Karlsruhe

Mobil +49 171 229 4629

eMail: thomas.walter@easysg.de