







## Microgrids für Quartiere richtig auslegen Micro Smart Grid EUREF

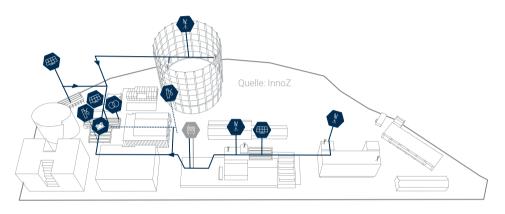
Projektlaufzeit: März 2013 – Juni 2016 | Auszug aus dem Projekt 16SBB016D

- ► Kopplung der Sektoren Verkehr, Strom und Wärme in einem geschlossenen Areal
- ► Aufbau eines lokalen Micro Smart Grids zur Versorgung von E-Carsharing-Flotten, privaten E-Fahrzeugen und Bürogebäuden aus Erneuerbaren-Energie-Anlagen
- ► Implementierung verschiedener Speicherkonzepte und intelligenter Steuerungsstrategien auf Basis eines Planungssystems zur optimalen Ausnutzung der volatilen Stromerzeugung
- ► Entwicklung von Geschäfts- und Betriebsmodellen



## MICRO SMART GRID EUREF

Auf dem Gelände des EUREF-Campus wurden verschiedene Erzeuger- und Speicheranlagen zur Versorgung der Grundlast der Bürogebäude und der entstehenden Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge aufgebaut. Durch ein Micro Smart Grid wurden alle Komponenten intelligent miteinander verknüpft.







Thermische Leistung 50 kW Elektrische Leistung 22 kW



3 Rooftop mit insg. ca. 60 kWp 1 Solarcarport mit ca. 40 kWp





6 Vertikale; jeweils 1 kW



Blei-Säure-Batterie: Kapazität: 150 kWh Lade- und Entladeleistung: 36 kW Lithium-Ionen-Batterie: Kapazität 78 kWh Ladeleistung 45 kW

Entladeleistung 60 kW Superkondensator: Kapazität 1 kWh

Lade- und Entladeleistung: 15 kW



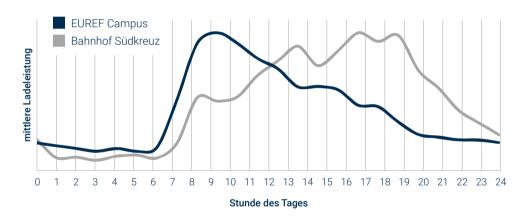


18 Ladepunkte mit 11kW
12 Ladepunkte mit 22 kW
1 Ladepunkt mit 50 kW
1 induktiver Ladepunkt mit 7,4 kW
2 induktive Ladepunkte mit 3,7 kW

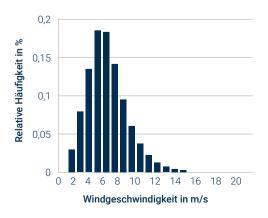
### POTENZIAI F IDENTIFIZIEREN

- ► Der Ladebedarf der E-Fahrzeuge variiert je nach Standort und Nutzungsverhalten. In Quartieren wie dem EUREF-Campus besteht ein erhöhtes Aufkommen in den Morgenstunden.
- Die regenerativen Energieanlagen müssen auf diese Anforderungen sowie weitere Standortbedingungen abgestimmt werden, Solaranlagen eignen sich hier am besten.

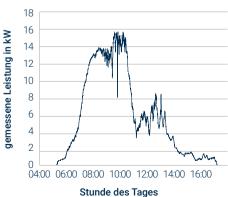
# Durchschnittlicher Tagesladeverlauf am EUREF-Gelände und eines Mobilitätsknotenpunktes am Bahnhof Berlin Südkreuz



#### Windhäufigkeitsverteilung auf dem Gasometer in einer Höhe von ca. 80 m



## Gemessene Leistung einer Photovoltaikanlage am 28.03.2016 in Berlin am EUREF- Campus



### DER RI I-OPTIMIERUNGSBAUKASTEN

Simulationstools für die Optimierung der Topologie und Betriebsführung wurden im Rahmen des Schaufensterprojektes entwickelt und mit Messdaten validiert. Sie beinhalten unter anderem folgende Bausteine:



#### SMOOTH:

**S**imulation **M**odel for **O**ptimized **O**peration and **T**opology of **H**ybrid Energy Systems

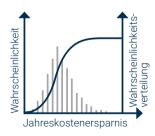
Modellierung lokaler, hybrider, regenerativer Energiesysteme mit batterie- und wasserstoffelektrischer Mobilität sowie standortbezogene zeitschrittaufgelöste Simulation



#### MOEA:

**M**ulti-**O**bjective **E**volutionary **A**lgorithm

Heuristische Optimierung der Topologie und Betriebsführung bezüglich mehrerer ökologischer und ökonomischer Zielkriterien (KPI)



#### MCS:

Monte-Carlo Simulation

Stabilitäts- und Risikoanalyse des Systemverhaltens bzgl. der Auslegungsparameter und der Standortbedingungen

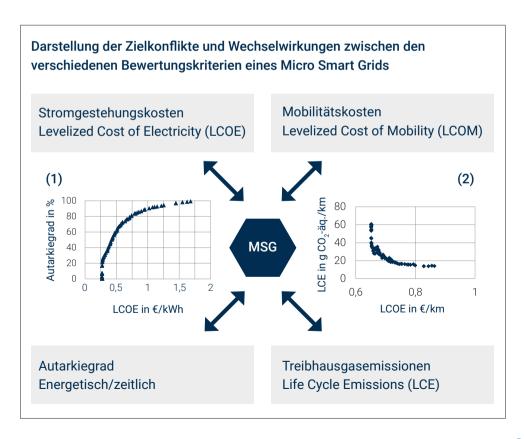
### KRITERIEN & ZIELKONELIKTE DER AUSLEGUNG

#### Die Grundlage einer optimalen Auslegung bilden

- die Definition geeigneter ökonomischer und ökologischer Kriterien (Key-Performance-Indikatoren)
- ▶ das Erkennen und Analysieren ihrer Wechselwirkungen und Abhängigkeiten
- ▶ die Definition der Zielstellung und Ableitung der Handlungsempfehlung

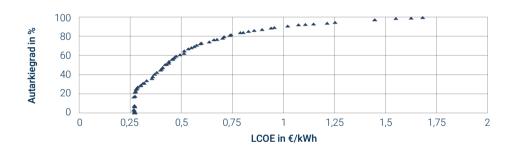
#### Zielkonflikte ergeben sich zum Beispiel

- aus dem Bestreben nach hoher Autarkie und möglichst geringen Kosten, da die notwendigen Speicherkapazitäten noch sehr kostenintensiv sind (1)
- aus dem Ziel sehr geringer Emissionen (LCE) und möglichst geringer
   Mobilitätskosten, da die Versorgung aus erneuerbaren Quellen nur bei einer hohen Auslastung zu netzparitätischen Kosten führt (2)



## DAS MSG NACH DER OPTIMIERUNG

- Durch die Optimierung der Erneuerbare-Energien-Anlagenleistung, der Speicherkapazität und der Netzanschlussleistung können Stromgestehungskosten erzielt werden, die mit 0,27 €/kWh nahezu dem Endkundenpreis aus dem öffentlichen Netz entsprechen.
- ▶ Die Versorgung einer E-Fahrzeugflotte aus lokal erzeugter, regenerativer Energie kann die Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer auf bis zu 17,1 g CO2-Äq./km reduzieren.
- ► Der Ansatz einer Vollautarkie ist zu den derzeitigen Speicherkosten im städtischen Gebiet nicht wirtschaftlich.



Konfiguration	EUREF <sub>IST</sub> <sup>1</sup>	Optimal <sub>LCE</sub> <sup>2</sup>	Optimal <sub>LCOE</sub> <sup>3</sup>	Optimal <sub>2020</sub> <sup>4</sup>
Solarleistung in kW	102	448	188	704
Windleistung in kW	6	2	2	2
Batteriekapazität Li-lonen in kWh	90	0	0	1
Batteriekapazität Blei-Säure in kWh	78	434	0	7
THG in g CO <sub>2</sub> -Äq./kWh⁵	203,1	114,1	171,4	266,1
Kosten in €/kWh	0,52	0,51	0,32	0,27

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> IST - aktuelle Auslegung am EUREF

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> LCE – optimale Auslegung nach Treibhausgasemissionen

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> LCOE – optimale Auslegung nach Stromgestehungskosten

 $<sup>^4</sup>$  2020 — optimale Auslegung im Zukunftsszenario 2020 mit dreifachem Energiebedarf durch E-Fahrzeug-Durchdringung

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> unter Berücksichtigung der Anteile konventionellen Stroms mit 535 g CO<sub>2</sub>-Äq./kWh

## ÜBERTRAGUNG AUF ANDERE ANWENDUNGEN

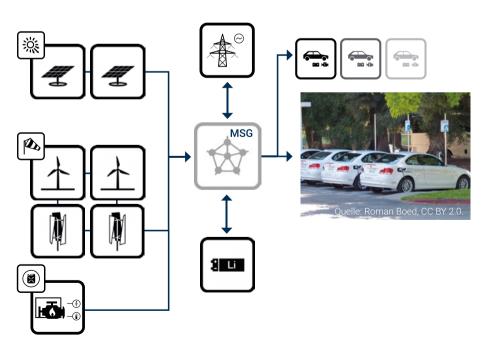
#### Potenzielle Standorte für optimierte Micro Smart Grids sind

- ► Betriebs- und Gewerbehöfe oder weitere geschlossene Areale
- ► Gewerbeparks mit täglichem Pendleraufkommen
- Wohnquartiere
- ► Quartiere mit Bürogebäuden und entsprechendem Parkraum

#### Die Einrichtung von Smart Grids an diesen Standorten bildet die Grundlage zur ökonomischen und ökologischen Versorgung von

- Carsharing
- ► Flotten, Fuhrparks oder Fahrzeugpools
- den Gebäuden selbst

### Simulationsbasierte Auslegung von Micro Smart Grids zur ökonomischen und ökologischen Versorgung von E-Fahrzeugflotten



#### FAZIT & FMPFFHI UNGFN

- Standorte mit Liegenschaften und Fahrzeugflotten, wie etwa Betriebshöfe, bieten eine gute Grundlage für den ökonomischen Betrieb von Microgrids mit E-Mobilität.
- ► Erneuerbare Energien lassen sich gut in Micro Smart Grids integrieren. Der Strom aus erneuerbaren Quellen erreicht sogar den Endkundenpreis, wenn Topologie und Betriebsführung optimiert werden.
- ▶ Der intelligente Einsatz mobiler wie auch stationärer elektrischer Speicher leistet einen essentiellen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Micro Smart Grid. Es ist zu erwarten, dass die aktuell noch hohen Kosten dafür demnächst sinken.
- ▶ Die Kopplung der Sektoren ermöglicht eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen.
- ► Photovoltaik-Batterie-Systeme sind im urbanen Raum aufgrund besserer Wirtschaftlichkeit und Treibhausgasbilanz zu bevorzugen.
- ► Kleinwindenergieanlagen erhöhen die Sichtbarkeit und öffentliche Wahrnehmung am Standort.
- ► Eine frühe Einbeziehung aller Akteure vor Ort ist von entscheidender Bedeutung.



Das Projekt war eines von rund dreißig Projekten im Förderprogramm "Internationales Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg" und wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Schaufensterinitiative der Bundesregierung gefördert. Die Bundesregierung hatte im April 2012 vier Regionen in Deutschland als "Schaufenster Elektromobilität" ausgewählt und förderte hier auf Beschluss des Deutschen Bundestags die Forschung und Entwicklung von alternativen Antrieben. Insgesamt stellte der Bund für das Schaufensterprogramm Fördermittel in Höhe von 180 Millionen Euro bereit. In den groß angelegten regionalen Demonstrations- und Pilotvorhaben wurde Elektromobilität an der Schnittstelle von Energiesystem, Fahrzeug und Verkehrssystem erprobt. Das Internationale Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg wurde von der Bundesregierung sowie den Ländern Berlin und Brandenburg für die Dauer von drei Jahren im Rahmen der Schaufensterinitiative des Bundes gefördert. Die Koordination der Projekte lag bei der Berliner Agentur für Elektromobilität eMO.

**Reiner Lemoine Institut gGmbH** | Rudower Chaussee 12 | 12489 Berlin www.reiner-lemoine-institut.de | mobilitaet@rl-institut.de