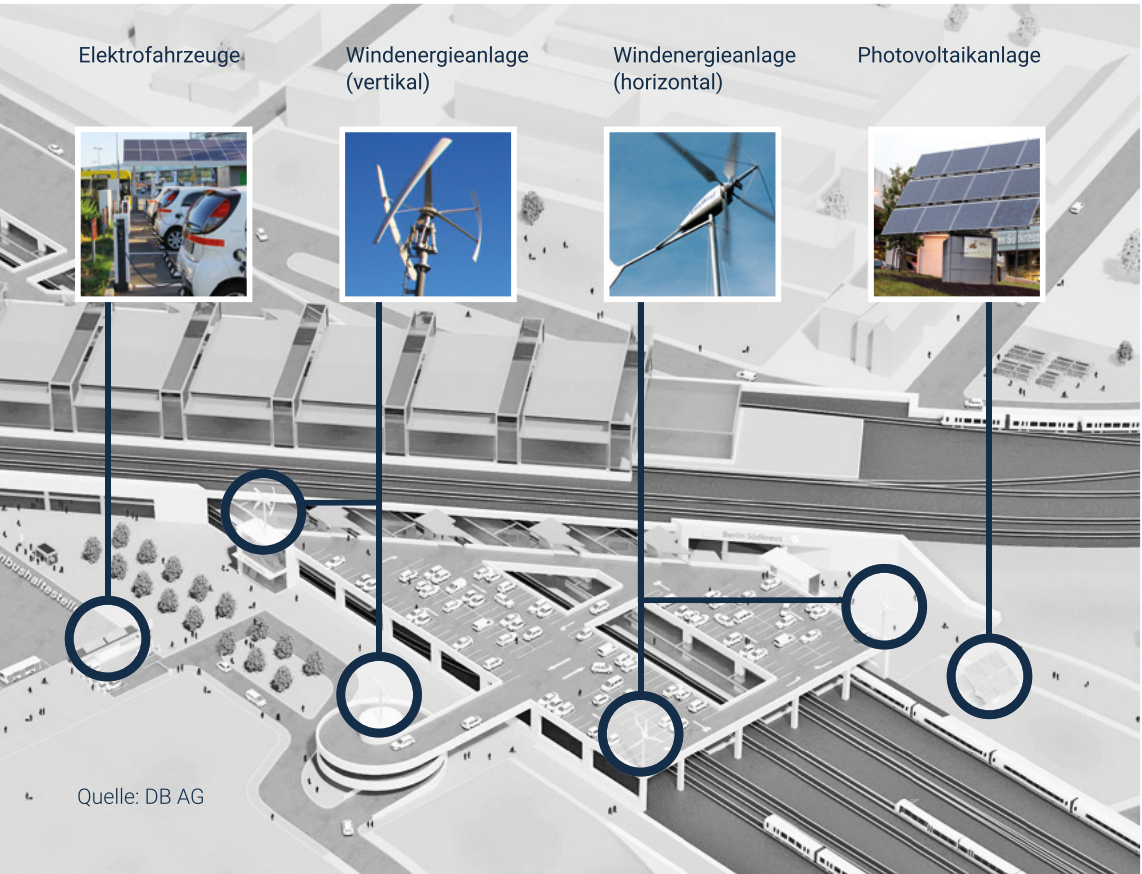
Microgrids für die Elektromobilität richtig auslegen

Intelligente Mobilitätsstation Bahnhof Südkreuz

Projektlaufzeit: März 2013 – Juni 2016 | Auszug aus dem Projekt 16SBB006D

- Installation und Betrieb einer Carsharing-Station mit zehn Ladepunkten als Ergänzung zum ÖPNV am drittgrößten Bahnhof Berlins mit täglich 100.000 Reisenden
- Der Strombedarf der batterieelektrischen Fahrzeuge wird mit lokal erzeugtem Strom aus Sonne und Wind gedeckt
- Die integrierte Kopplung von Energiebereitstellung und Mobilität erfolgt in dem Microgrid am Bahnhof



Quelle: DB AG

DAS MICROGRID AM BAHNHOF SÜDKREUZ

- vernetzt lokale regenerative Energieanlagen mit 30 kWp, eine stationäre Li-Batterie mit 50 kWh und Mobilitätsangebote
- deckt bilanziell den gesamten Ladebedarf der Elektrofahrzeuge
- ermöglicht durch Zwischenspeicherung in der Batterie die zeitliche Entkopplung von Energiebereitstellung und -bedarf
- reduziert die Treibhausgasemissionen der Elektroautos um 70 Prozent (5,6 t/a) im Vergleich zum deutschen Strommix
- senkt den Strompreis durch intelligentes Peak-Shaving
- reduziert zugleich hohe Lastspitzen, die bei Nutzung der attraktiven Schnellladeangebote auftreten

Komponenten des Microgrids

2 x	1 kW	vertikale kleine Windenergieanlage (WEA)
2 x	6 kW	horizontale kleine Windenergieanlage
1 x	7,5 kW	Photovoltaikanlage (zweiachsig)
1 x	8,5 kW	Photovoltaikanlage (fix)
1 x	50 kWh	Lithium-Ionen-Batterie (100 kW Entladen)
8 x	22 kW_{AC}	Ladesäule
1 x	50 kW_{AC}	Ladesäule
1 x	43 kW_{AC}	Ladesäule

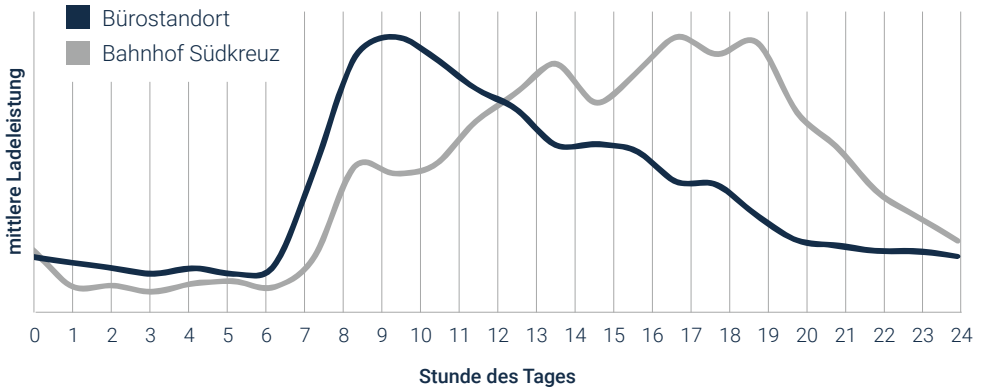
WEA auf der Auffahrtsspindel zum Parkdeck

Ladesäulen mit 22 kW Ladeleistung

POTENZIALE IDENTIFIZIEREN

- Der Ladebedarf der E-Fahrzeuge variiert je nach Standort und Nutzungsverhalten. Am Bahnhof besteht ein erhöhtes Aufkommen in der zweiten Tageshälfte.
- Die regenerativen Energieanlagen müssen auf diese Anforderungen und weitere Standortbedingungen abgestimmt werden, Solaranlagen eignen sich hier am besten.

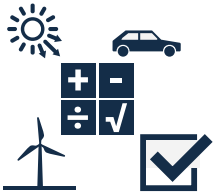
Durchschnittlicher Tagesladeverlauf an einem typischen Bürostandort und am Bahnhof Südkreuz



Das Microgrid versorgt in seiner bis dato finalen Aufbaustufe bis zu zehn Batteriefahrzeuge mit erneuerbarem Strom aus Solar- und Windenergieanlagen.

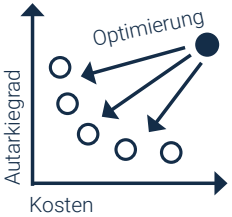
DER RLI-OPTIMIERUNGSBAUKASTEN

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



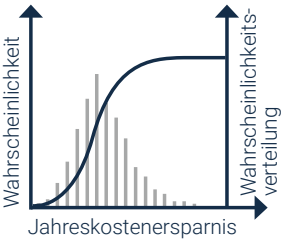
SMOOTH:
***S**imulation **M**odel for **O**ptimized **O**peration and **T**opology of **H**ybrid Energy Systems*

Modellierung lokaler, hybrider, regenerativer Energiesysteme mit batterie- und wasserstoff-elektrischer 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)



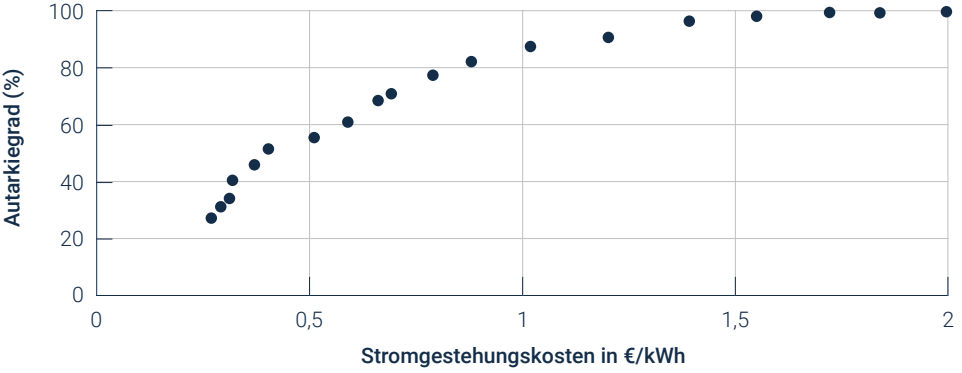
MCS:
***M**onte-**C**arlo-**S**imulation*

Stabilitäts- und Risikoanalyse des System-verhaltens bzgl. der Auslegungsparameter und der Standortbedingungen

DAS MICROGRID NACH DER OPTIMIERUNG

- Durch die Optimierung der Erneuerbarer-Energie-Anlagenleistung, der Speicherkapazität und der Netzanschlussleistung können die Stromgestehungskosten um 76 Prozent reduziert werden.
- Die gezielte Überdimensionierung der Solaranlagen ist großen Speichern aus Kostengründen vorzuziehen.
- Kleine Windenergieanlagen gehen mit einem erhöhten Kosten- und Planungsaufwand einher. Sie sollten daher nur bei autarken Energiesystemen berücksichtigt werden.

Die Optimierung erfolgt nach definierten Auslegungskriterien. Im Bild zeigt sich exemplarisch ein kofliktärer Zusammenhang zwischen Kosten und Autarkiegrad.



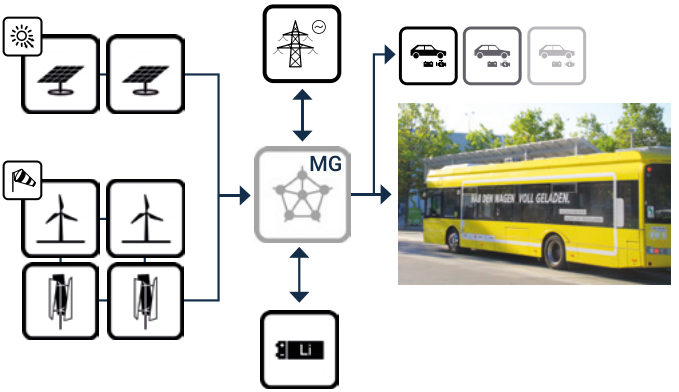
Konfiguration	Südkreuz$_{10}$*	Optimal$_{10}$*	Optimal$_{500}$**
Solarleistung in kW	16	5	450
Windleistung in kW	14	0	67
Batteriekapazität in kWh	50	0	60
THG in g CO_2-Äq./kWh***	156	298	276
Kosten in €/kWh	1,98	0,5	0,32

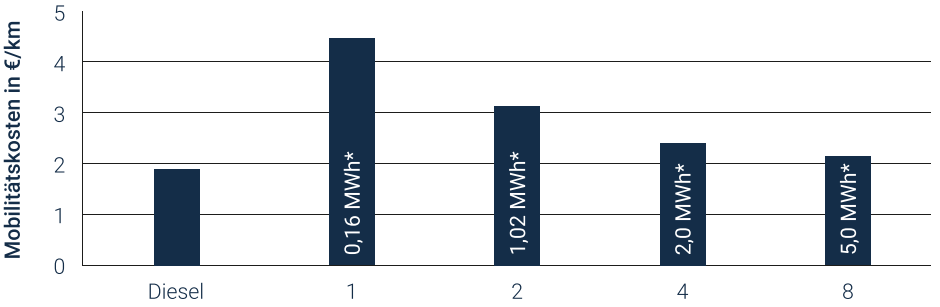
* 10 – aktuelle Auslastung durch 10 Fahrzeuge
** 500 – prognostizierte Auslastung mit 50-fach höherem Energiebedarf
*** unter Berücksichtigung des Anteils konventionellen Stroms mit 535 g CO_2- Äq./kWh

ÜBERTRAGUNG AUF ANDERE ANWENDUNGEN

- Bezieht man den ÖPNV in die Untersuchung mit ein, zeigt sich, dass mit steigender Anzahl elektrifizierter Buslinien die Mobilitätskosten sinken, da die Ladeinfrastruktur stärker ausgelastet wird und der Eigenverbrauch von selbstproduziertem Strom steigt.
- An Routen angepasste Batteriekapazität und effektives Lademanagement senken die Kosten zusätzlich und erreichen annährend die Mobilitätskosten von konventionellen Dieselbussen.
- Spezifische Treibhausgasemissionen werden durch lokal erzeugten regenerativen Strom zusätzlich gesenkt.

Modellierung des Microgrids (MG) unter Einbeziehung der Busladestation





Mobilitätskosten sinken mit Anzahl elektrifizierter Buslinien (* jährlicher Energiebedarf)

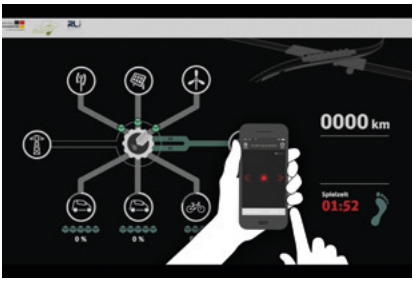
WISSENSTRANSFER

- Der eigens entwickelte Smart-Grid-Demonstrator veranschaulicht die Funktionsweise des vor Ort installierten Microgrids.
- Interaktiv können Besucher mit dem eigenen Smartphone das Microgrid virtuell steuern und erfahren so Details zur Energie- und Verkehrswende.
- Ein Smartphone-Spiel lädt zum Wettbewerb für Jung und Alt ein und vermittelt das Prinzip des intelligenten Netzes.

Quelle: Studio GOOD

Die Demonstrator-Stele auf dem Bahnsteig des Bahnhofs Berlin Südkreuz

Besuch einer Schülergruppe & Erläuterung des Smart Grids am Demonstrator



Quelle: Studio GOOD

Bedienung des Smartphone-Spiels am Demonstrator

FAZIT & EMPFEHLUNGEN

- Standorte mit Liegenschaften, wie an Bahnhöfen, bieten eine gute Grundlage für Microgrids mit Elektromobilität.
- Strom aus regenerativen Energieanlagen lässt sich gut mit einem Microgrid integrieren. Er erreicht sogar den Endkundenpreis, wenn Topologie und Betriebsführung optimiert werden.
- In der Optimierung wird deutlich, dass Photovoltaik-Batterie-Systeme die kostengünstigste Lösung zur Deckung kleiner Lasten sind.
- Kleine Batteriekapazitäten sind zu bevorzugen, um den Netzanschluss durch Peak-Shaving zu entlasten und den Strompreis zu reduzieren.
- Die Integration von Bussen und Carsharing verbessert die Auslastung der Ladeinfrastruktur aufgrund kontinuierlicher Nachfrage.
- Höhere, kontinuierliche Lasten verbessern die Auslastung eines Microgrids und begünstigen mit weiter sinkenden Fahrzeugpreisen die Wirtschaftlichkeit der Mobilität.
- Für die öffentliche Sichtbarkeit sind Kleinwindenergieanlagen gut geeignet, sie sind aufgrund hoher Kosten und Lebenszyklusemissionen jedoch nur für Vollautarkie und netzferne Regionen geeignet.

Partner

Schneider Electric · innogy · Alcatel-Lucent · RLI Reiner Lemoine Institut

Projektträger

VDI | VDE | IT

Gefördert durch

Die Bundesregierung · Land Brandenburg · be Berlin

Koordiniert durch

eMO

Das Projekt war eines von rund dreißig Projekten im Förderprogramm „Internationales Schaufenster Elektromobilität Berlin-Brandenburg“ und wurde vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 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