



Das Auto als Speicher – Bidirektionales Laden in der Praxis

Bidirektionale Fahrzeuge und Microgrid-Konzepte

Dr. Uwe Koenzen

Planungsbüro Koenzen – eMobilität

V2? - Was ist was?

swiss-emobility.ch/de/Laden/bidirektionales-Laden.php#anchor_26e8cddb_Accordion-V2X--Vehicle-to-everything

infomaterial_neue_l...

V2H (Vehicle-to-home)

Bidirektional ladefähige E-Autos können nicht nur elektrische Energie zu Fahrzwecken für den eigenen Haushalt liefern, sondern auch die Versorgung des eigenen Haushalts mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto. V2H wird häufig eingesetzt um die Eigenversorgungsquote mittels Solarstromanlagen zu steigern.

V2B (Vehicle-to-building)

Wie bei Vehicle-to-home können bidirektional ladefähige E-Autos nicht nur elektrische Energie zu Fahrzwecken für den eigenen Haushalt liefern, sondern auch die Versorgung des eigenen Gebäudes mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto, oft auch als Teil einer eAutoflotte. Zusätzlich können durch Peak-Shaving die Kosten für den elektrischen Gebäudeanschluss gesenkt werden.

V2G (Vehicle-to-grid)

Bidirektional ladefähige eAutos können nicht nur elektrische Energie aus dem Netz für den eigenen Haushalt liefern, sondern auch die Versorgung des öffentlichen Netzes mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto. Dieser Vorgang wird durch Signale des Verteil- oder Übertragungsnetzbetreibers gesteuert und kann sowohl auf öffentlichen Ladepunkten als auch innerhalb von Gebäuden über den Netzanschluss erfolgen. Die V2G Lade- und Entladevorgänge einer grösseren Anzahl von E-Autos (Pooling) dienen im Energiehandel und zu Stabilisierungszwecken als Dienstleistungen sowohl im Verteil- als auch im Übertragungsnetz. Vehicle-to-grid ermöglicht somit die intelligente Sektorenkopplung.

V2X (Vehicle-to-everything)

V2X gilt als Sammelbegriff für alle obigen Anwendungen und drückt auch die kombinierte Anwendung mehrerer Betriebsarten aus. So können z.B. bidirektional ladefähige eAutos in einer Einstellhalle einer grösseren Liegenschaft sowohl zur Eigenverbrauchsoptimierung und für Peak-Shaving Zwecke (V2B) als auch zum Erbringen von Netzdienstleistungen (V2G) verwendet werden. Die autonome Versorgung von Einzelverbrauchern und Inselnetzen wie auch das Laden anderer eAutos vervollständigen das Bild.



V2H+ V2B



V2? - Was ist was?

swiss-emobility.ch/de/Laden/bidirektionales-Laden.php#anchor_26e8cddb_Accordion-V2X--Vehicle-to-everything



infomaterial_neue_l...

V2H (Vehicle-to-home)

Bidirektional ladefähige E-Autos können nicht nur elektrische Energie zu Fahrzwecken sondern auch zur Versorgung des eigenen Haushalts mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto häufig eingesetzt um die Eigenversorgungsquote mittels Solarstromanlagen zu steigern.

V2B (Vehicle-to-building)

Wie bei Vehicle-to-home können bidirektional ladefähige E-Autos nicht nur elektrische Energie zurück speisen. Vehicle-to-building ermöglicht somit die Versorgung des eigenen Mehrfamilienhauses, dem eAuto, oft auch als Teil einer eAutoflotte. Zusätzlich können durch Peak-Shaving gesteuert hinter dem elektrischen Gebäudeanschluss statt.

V2G (Vehicle-to-grid)

Bidirektional ladefähige eAutos können nicht nur elektrische Energie aus dem Netz entnehmen, sondern als Teil eines intelligenten Energiesystems auch wieder in das Netz einspeisen. Dieser Vorgang wird durch Signale des Verteil- oder Übertragungsnetzbetreibers gesteuert und kann sowohl auf öffentlichen Ladepunkten als auch innerhalb von Gebäuden über den Netzanschluss erfolgen. Die V2G Lade- und Entladevorgänge einer grösseren Anzahl von E-Autos (Pooling) dienen im Energiehandel und zu Stabilisierungszwecken als Dienstleistungen sowohl im Verteil- als auch im Übertragungsnetz. Vehicle-to-grid ermöglicht somit die intelligente Sektorenkopplung.

V2X (Vehicle-to-everything)

V2X gilt als Sammelbegriff für alle obigen Anwendungen und drückt auch die kombinierte Anwendung mehrerer Betriebsarten aus. So können z.B. bidirektional ladefähige eAutos in einer Einstellhalle einer grösseren Liegenschaft sowohl zur Eigenverbrauchoptimierung und für Peak-Shaving Zwecke (V2B) als auch zum Erbringen von Netzdienstleistungen (V2G) verwendet werden. Die autonome Versorgung von Einzelverbrauchern und Inselnetzen wie auch das Laden anderer eAutos vervollständigen das Bild.



Modellprojekt We drive solar + Hyundai Utrecht



V2? - Was ist was?

swiss-emobility.ch/de/Laden/bidirektionales-Laden.php#anchor_26e8cddb_Accordion-V2X--Vehicle-to-everyth

infomaterial_neue_l...

V2H (Vehicle-to-home)

Bidirektional ladefähige E-Autos können nicht nur elektrische Energie zu Fahrzwecken speichern, sondern auch die Versorgung des eigenen Haushalts mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto. Die geschäftlich häufig eingesetzt um die Eigenversorgungsquote mittels Solarstromanlagen zu steigern.

V2B (Vehicle-to-building)

Wie bei Vehicle-to-home können bidirektional ladefähige E-Autos nicht nur Energie zu Fahrzwecken speichern, sondern auch die Versorgung des eigenen Gebäudes mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto, oft auch als Teil einer eAutoflotte. Zusätzlich können durch Power-to-Gas hinter dem elektrischen Gebäudeanschluss statt.

V2G (Vehicle-to-grid)

Bidirektional ladefähige eAutos können nicht nur elektrische Energie aus dem eAuto zu Fahrzwecken speichern, sondern auch die Versorgung des eigenen Gebäudes mit der gespeicherten elektrischen Energie aus dem eAuto, oft auch als Teil einer eAutoflotte. Zusätzlich können durch Power-to-Gas hinter dem elektrischen Gebäudeanschluss statt.

V2X (Vehicle-to-everything)

V2X gilt als Sammelbegriff für alle obigen Anwendungen und drückt auch die kombinierte Anwendung mehrerer Betriebsarten aus. So können z.B. bidirektional ladefähige eAutos in einer Einstellhalle einer grösseren Liegenschaft sowohl zur Eigenverbrauchsoptimierung und für Peak-Shaving Zwecke (V2B) als auch zum Erbringen von Netzdienstleistungen (V2G) verwendet werden. Die autonome Versorgung von Einzelverbrauchern und Inselnetzen wie auch das Laden anderer eAutos vervollständigen das Bild.



Langstreckentestfahrt, PBKoenzen + Sportcaran
als Vehicle-to-load (V2L) Anwendung



V2? - Batteriekapazität?

Wieviel Speicher* bietet ein E-Fahrzeug?

eGolf 35,8 kWh: 10 kWh bewirtschaftbar
=> Einfamilienhaus

Tesla 85 kWh: 30 kWh bewirtschaftbar
=> Mehrfamilienhaus / kleiner Gewerbebetrieb

Sprinterklasse** 100 kWh: 35 kWh bewirtschaftbar
=> bei kleiner Flotte (5 Fhgz): mittlerer Gewerbebetrieb

- * Werte für einen Tag-Nacht-Shift und 20-30% der Batteriekapazität nutzbar/verfügbar
- ** Überkapazitäten im Sommer durch sichere Winterreichweite

swiss-emobility.ch/de/Laden/bidirektionales-L

infomaterial_neue_l...

V2H (Vehicle-to-home)

Bidirektional ladefähige E-Autos können nicht nur zur Versorgung des eigenen Haushalts mit der Stromerzeugung häufig eingesetzt um die Eigenversorgungs

V2B (Vehicle-to-building)

Wie bei Vehicle-to-home können bidirektionale E-Autos auch zurück speisen. Vehicle-to-building ermöglicht dem eAuto, oft auch als Teil einer eAutoflotte, Energie hinter dem elektrischen Gebäudeanschluss

V2G (Vehicle-to-grid)

Bidirektional ladefähige eAutos können nicht nur zur Versorgung des eigenen Haushalts mit der Stromerzeugung häufig eingesetzt um die Eigenversorgungs Dieser Vorgang wird durch Signale des Verteilnetzes über den Netzanschluss erfolgen. Die V2G Lade- und Entladevorgänge sowohl im Verteil- als auch im Übertragungsnetz

V2X (Vehicle-to-everything)

V2X gilt als Sammelbegriff für alle obigen Anwendungen und drückt auch die kombinierte Anwendung mehrerer Betriebsarten aus. So können z.B. bidirektional ladefähige eAutos in einer Einstellhalle einer grösseren Liegenschaft sowohl zur Eigenverbrauchoptimierung und für Peak-Shaving Zwecke (V2B) als auch zum Erbringen von Netzdienstleistungen (V2G) verwendet werden. Die autonome Versorgung von Einzelverbrauchern und Inselnetzen wie auch das Laden anderer eAutos vervollständigen das Bild.



V2G ist omnipräsent – im Netz – aber nicht in der Realität

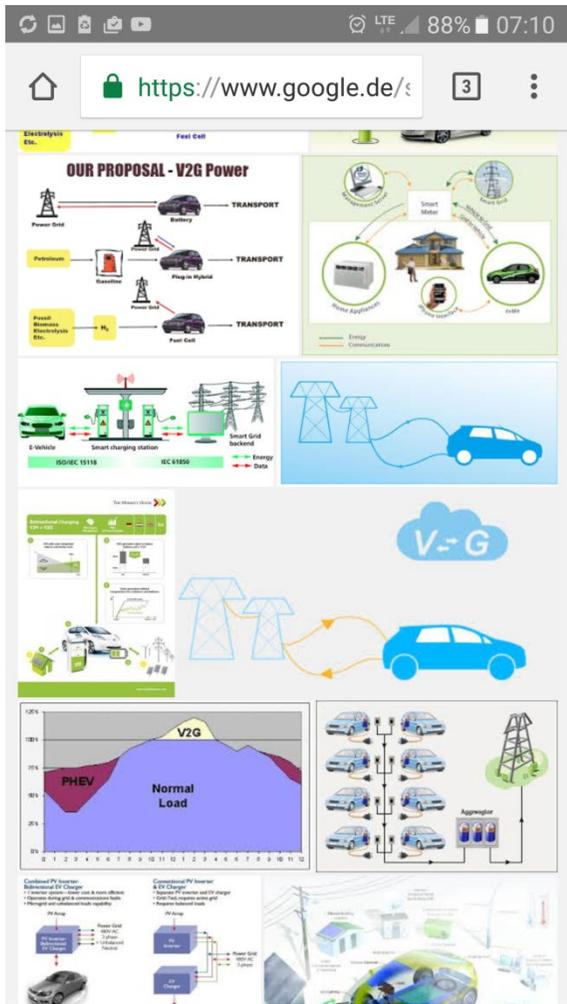
REICHWEITE & AUFLADEN

NISSAN LEAF
REICHWEITE & AUFLADEN

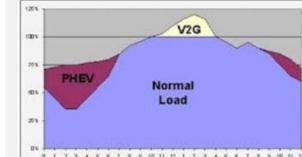
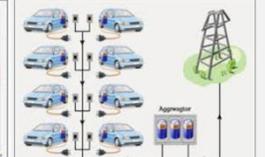
- LADETECHNIK FÜR ELEKTROAUTOS ✓
- LADEZEIT ✓
- AUFLADEN ZUHAUSE ✓
- UNTERWEGS AUFLADEN ✓
- BIDIREKTIONALES LADEN**** ✓
- LADESTATIONEN ✓
- REICHWEITE MAXIMIEREN ✓
- MEHR ERFAHREN ✓



OUR PROPOSAL - V2G Power



V2G

enel

NISSAN AND ENEL
LAUNCH
GROUNDBREAKING
VEHICLE-TO-GRID
PROJECT IN THE
UK

Published on Tuesday, 10 May 2016

- First ever vehicle-to-grid (V2G) trial in the UK
- Nissan electric vehicles become mobile energy hubs supplying the grid

Inhalte

- Spannungsfeld smart grid – smart mobility
 - Fokus auf smart grid / lokales smart grid und eMobilität
 - Transfer/Speicherung elektrischer Energie
- Vorstellung Ergebnisse des Projektes LokSMART JETZT! (F+E-Vorhaben des BMWi in IKT2)
 - Beispielanwendungen an der Schnittstelle smart grid - eMobilität



eMobilität und das „große“ smart grid

- Nutzung von Elektrofahrzeugen für Systemdienstleistungen
 - Frequenzerhalt
 - Spannungshaltung
 - Versorgungswiederaufbau
 - Betriebsführung

eMobilität und das „große“ smart grid

- Nutzung von Elektrofahrzeugen zur Bereitstellung von Flexibilitäten

- Poolung erforderlich
- „kritische Masse erforderlich“*

Anforderungen:
⇒ Verfügbarkeit
⇒ Zuverlässigkeit
⇒ Regelbarkeit

Erfordernis:
- Zentrale Kommunikation und Steuerung

* 1 Mio Fahrzeuge mit 10 kWh bewirtschaftbarer Batteriekapazität = 10 Mio kWh - Verfügbarkeit 10 %?



lokSMART
Lokale smart grids

IKT FÜR 
ELEKTROMOBILITÄT

eMobilität und das „große“ smart grid

- Beste Voraussetzungen zur Hebung des technischen Lastverschiebepotentials (Flexibilitäten) bei langen und klar definierten Ladevorgängen von Elektrofahrzeugen + Bidirektionalität
- Prognosefähigkeit der öffentlichen Ladeinfrastruktur ist i.d.R. nicht gegeben, da der Ladebedarf und die Nutzung von Ladesäulen nur schwer vorhersagbar sind oder aktiv kommuniziert werden müsste
- Potenzial zur Nutzung von Flexibilitäten von Elektrofahrzeugen besteht daher i.W. im privaten Bereich (Smart Home) bzw. auf halb-öffentlichem Terrain wie dem Firmenparkplatz des Arbeitgebers (Smart Building).

Quelle: Statusbericht „Intelligente Netze“ IKT2

eMobilität und das „große“ smart grid

- Bei Fokussierung auf einen direkten Zugriff auf E-Fahrzeuge und ihr Lade-/Entladeverhalten entstehen die hier vorangehend beschriebenen Probleme.
- Diese lassen sich durch die Etablierung zellenartiger lokaler smart grids mit eigenverbrauchsoptimierter Nutzung „an der Quelle“ lösen.

Quelle: Statusbericht „Intelligente Netze“ IKT2

eMobilität und *lokale smart grids*

- Nutzung von Elektrofahrzeugen als Pufferspeicher
 - Speicherung und Rückspeisung von lokal erzeugtem Strom
 - ⇒ Zu- /Abschaltbare Lasten im Gebäude
 - ⇒ Steuerbare Ladeleistung und -zeiten
 - ⇒ Steuerbare Entladeleistung und -zeiten
 - Minderung der fluktuierenden Netzbelastung
 - Erfordernis:
 - Lokale Kommunikation und Steuerung
 - Aktive Regelung durch Nutzer
 - Automatisierte Regelungen zur Netzeinbindung

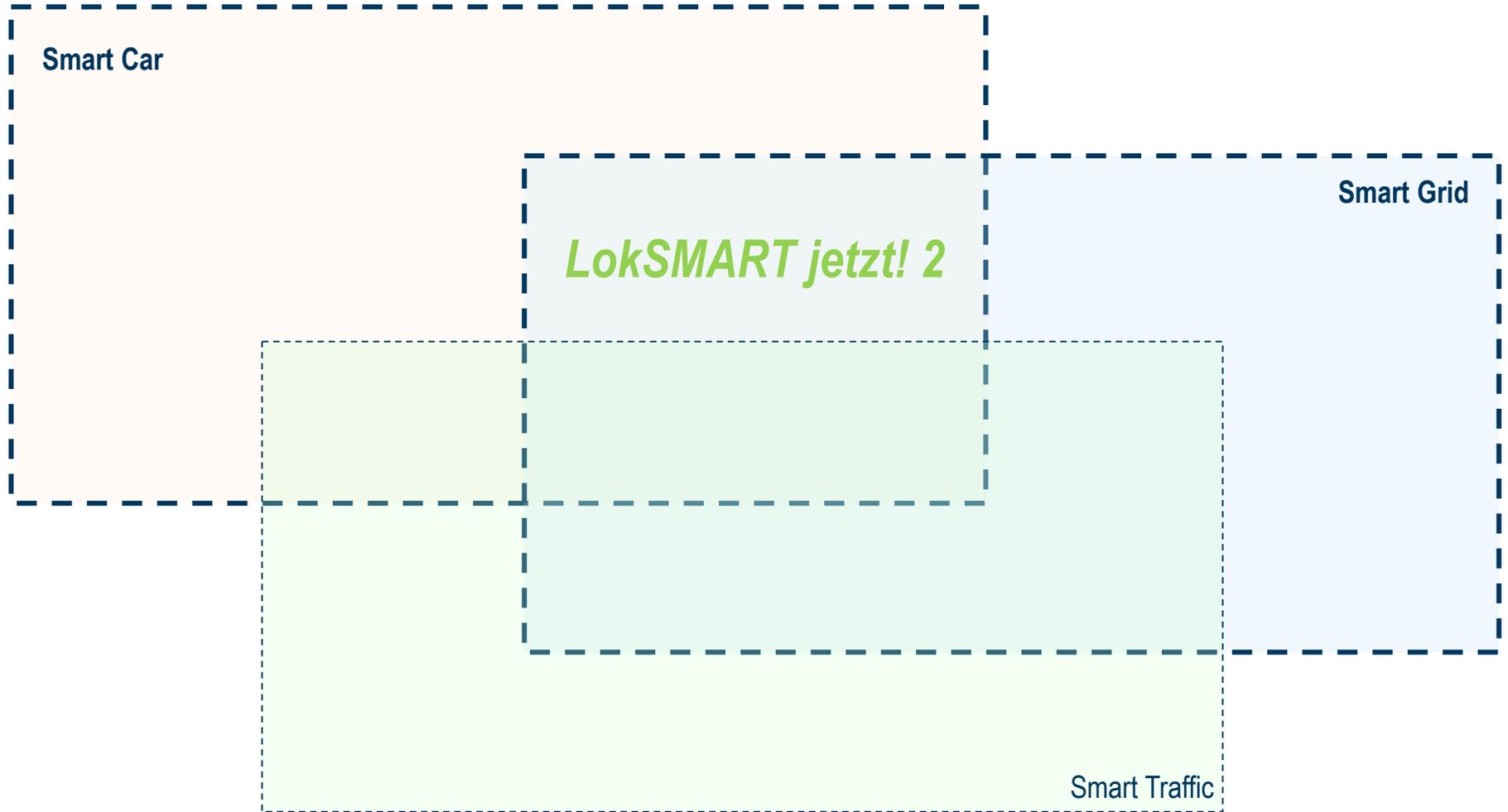
LokSmart Jetzt! 2

Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden

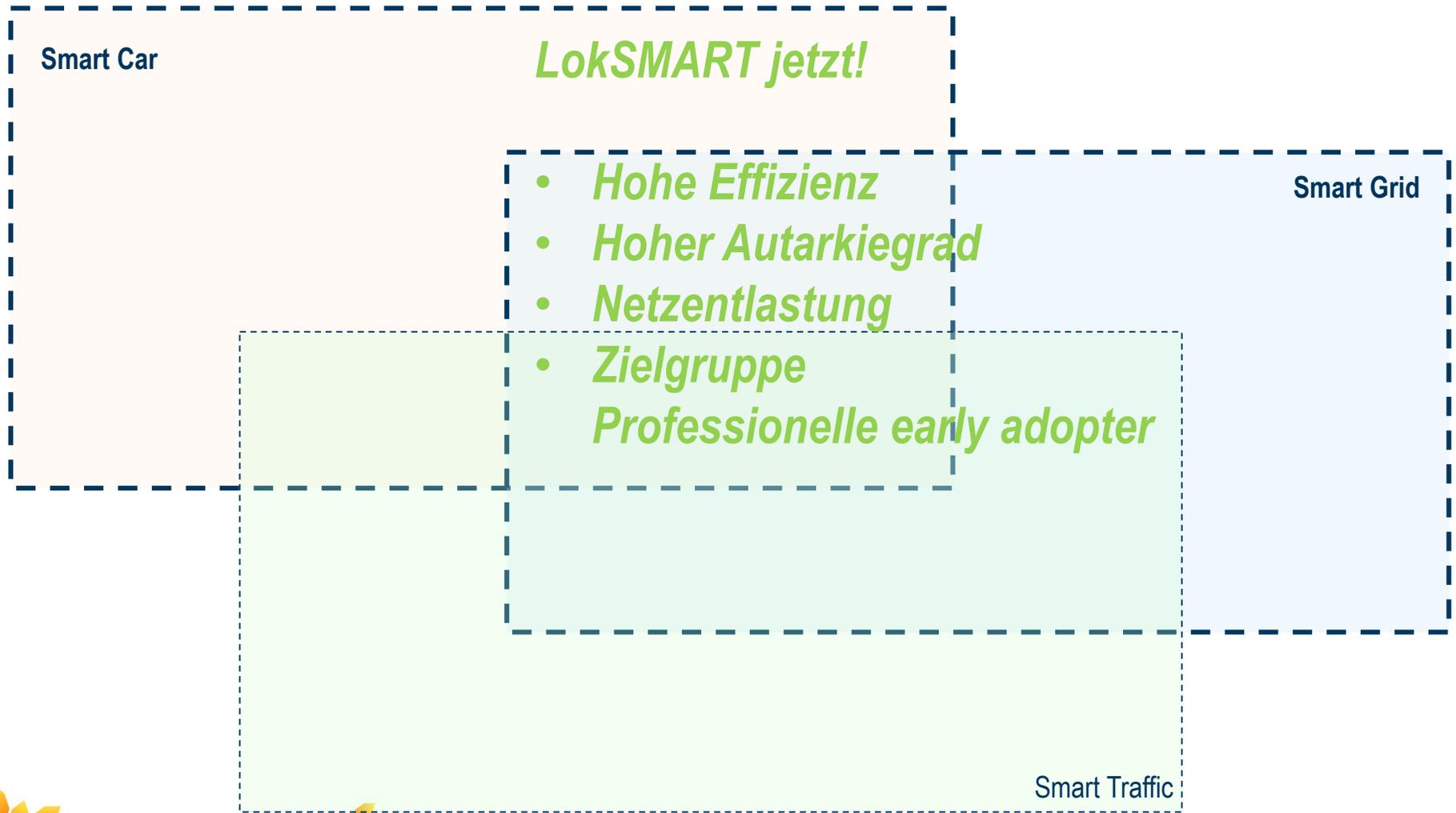
Planungsbüro Koenzen 



Einordnung des Projektes



Warum lokale smart grids?

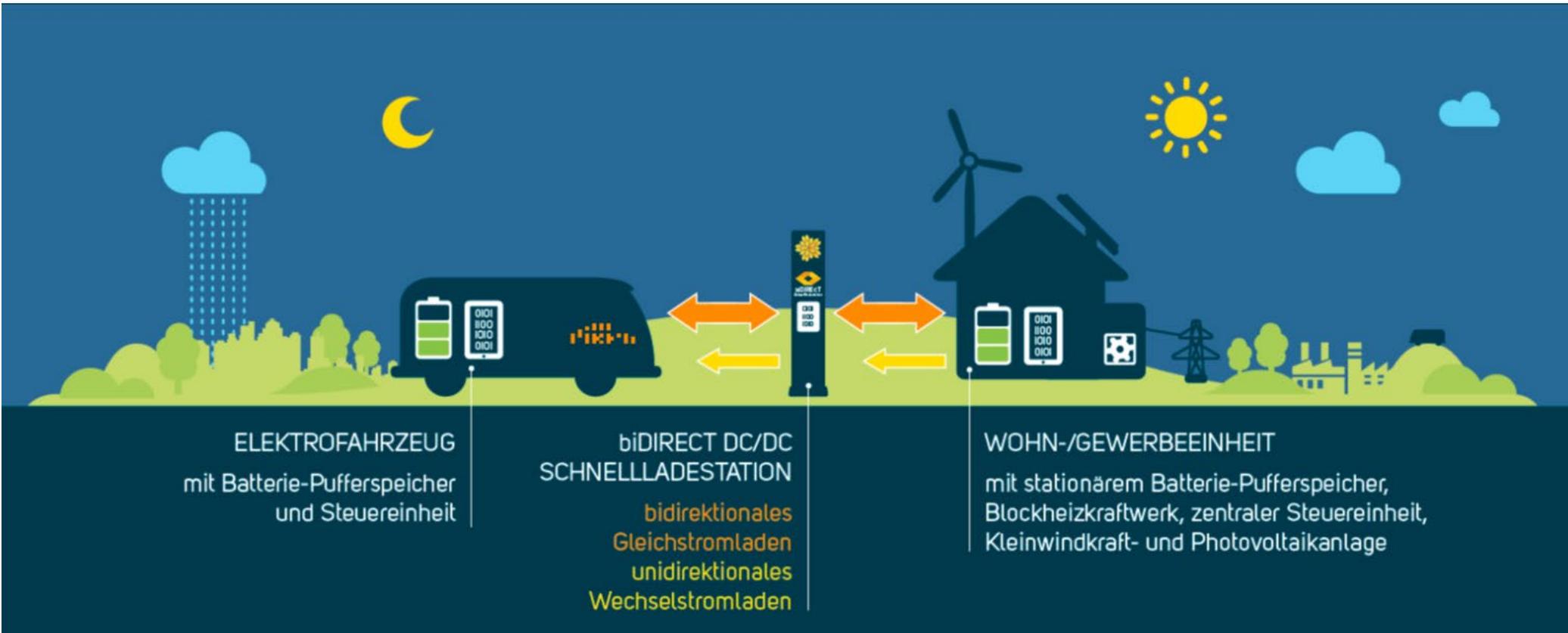


lokSMART
Lokale smart grids

IKT FÜR 
ELEKTROMOBILITÄT

LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

Aufgaben und Ergebnisse



lokSMART JETZT! I+II

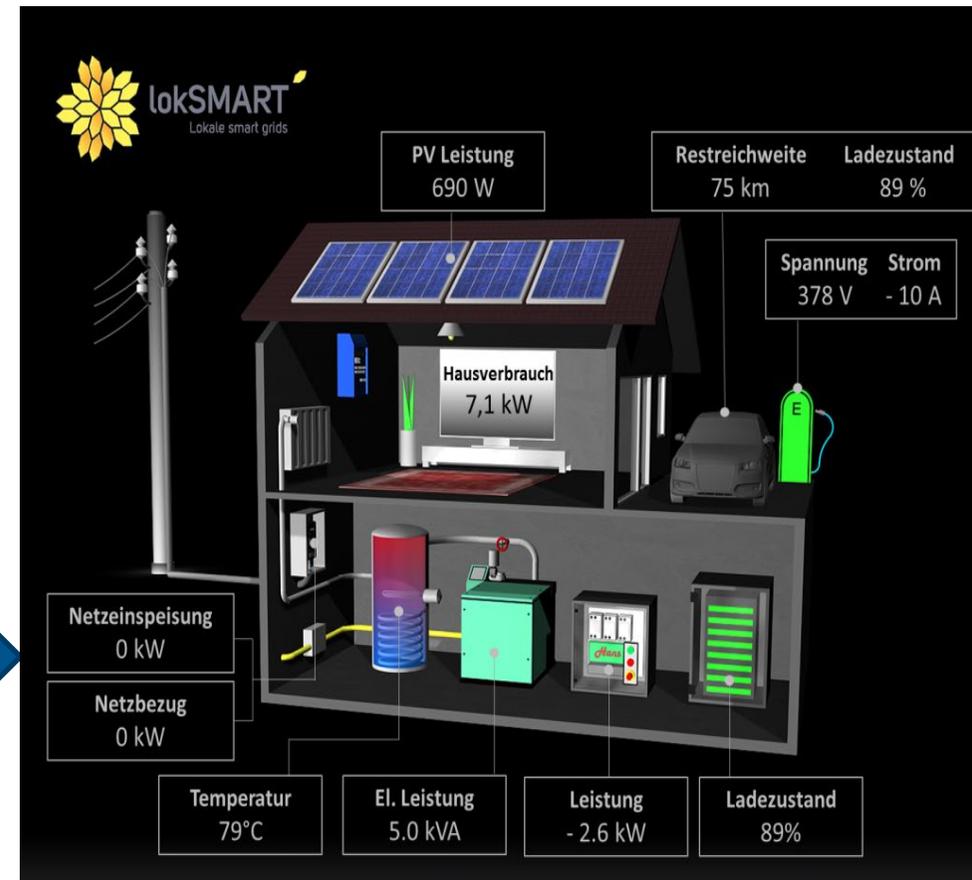
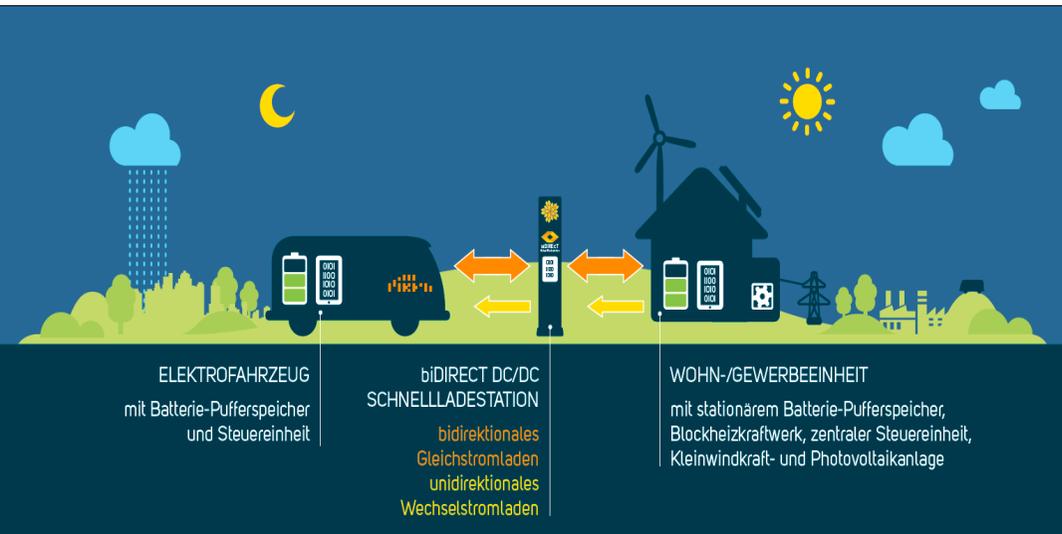
Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden



**biDIRECT – bidirektionales DC/DC-
Gleichstromladen direkt
zwischen zwei Hochvolt-
Pufferspeichern - hocheffizient –
sehr geringe Wandlungsverluste**

lokSMART JETZT! I+II

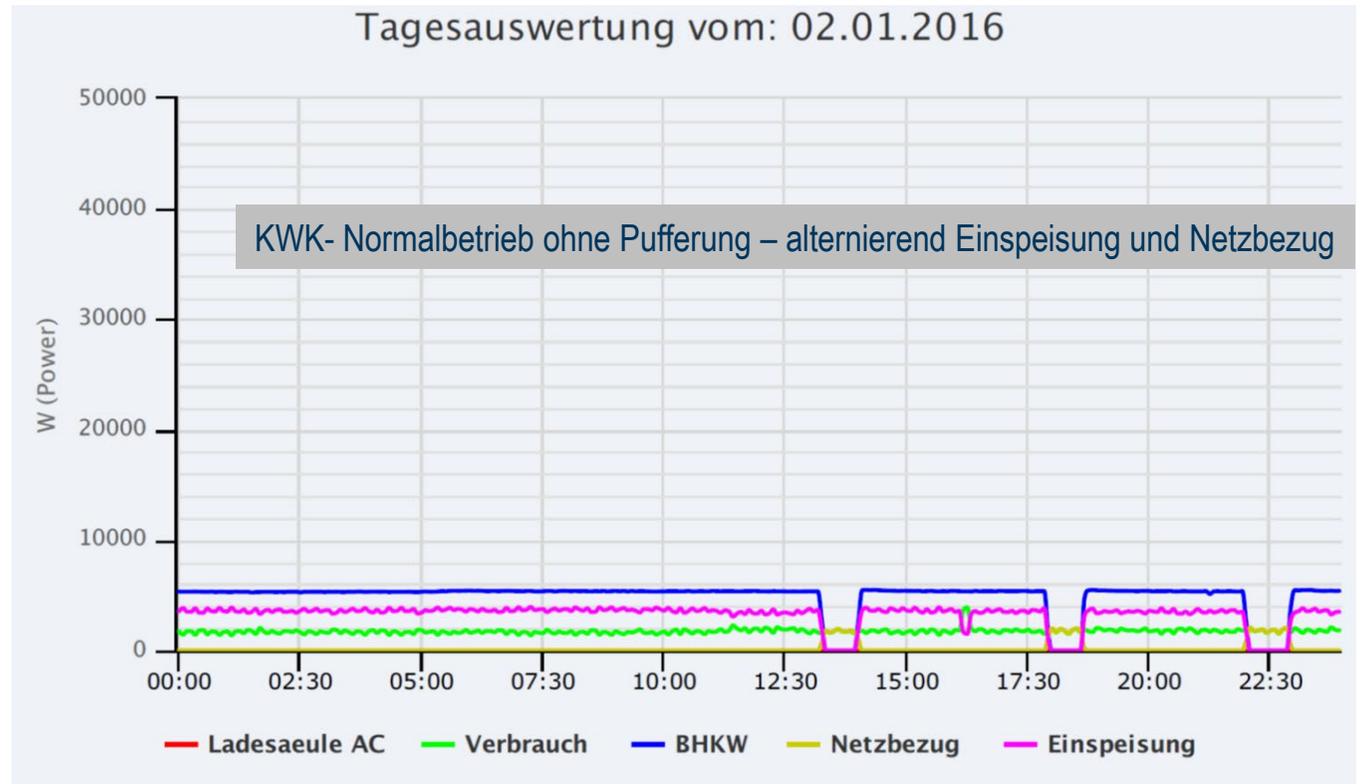
Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden



**lokSMART-
Demonstrator - Bidirektionaler stationärer
Pufferspeicher mit Steuerung zur Einbindung
regenerativer und hocheffizienter Energiequellen**

lokSMART JETZT! I+II

Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden

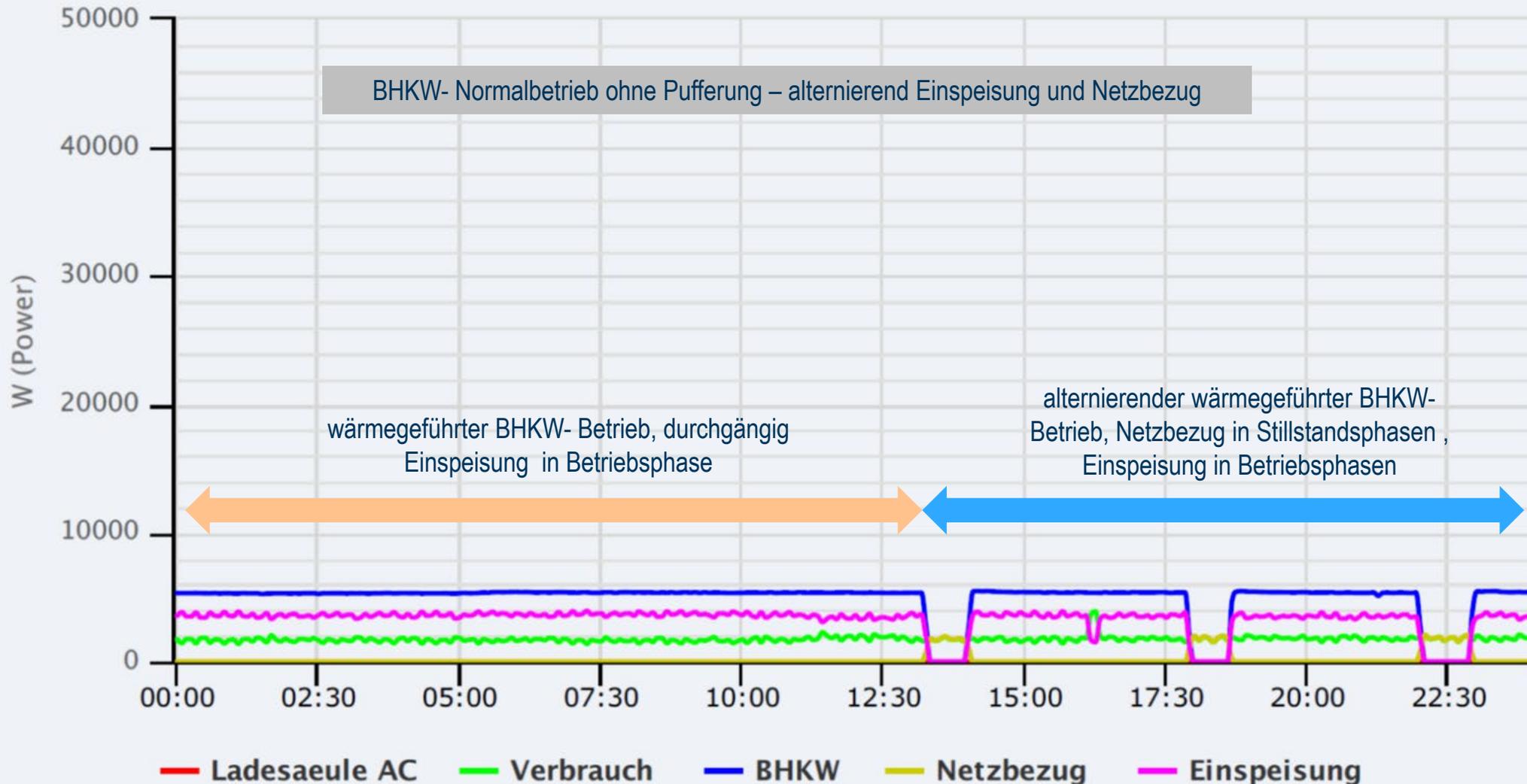


**lokSMART-
Demonstrator - Bidirektionaler stationärer
Pufferspeicher mit Steuerung zur Einbindung
regenerativer und hocheffizienter Energiequellen**

lokSMART JETZT! I+II

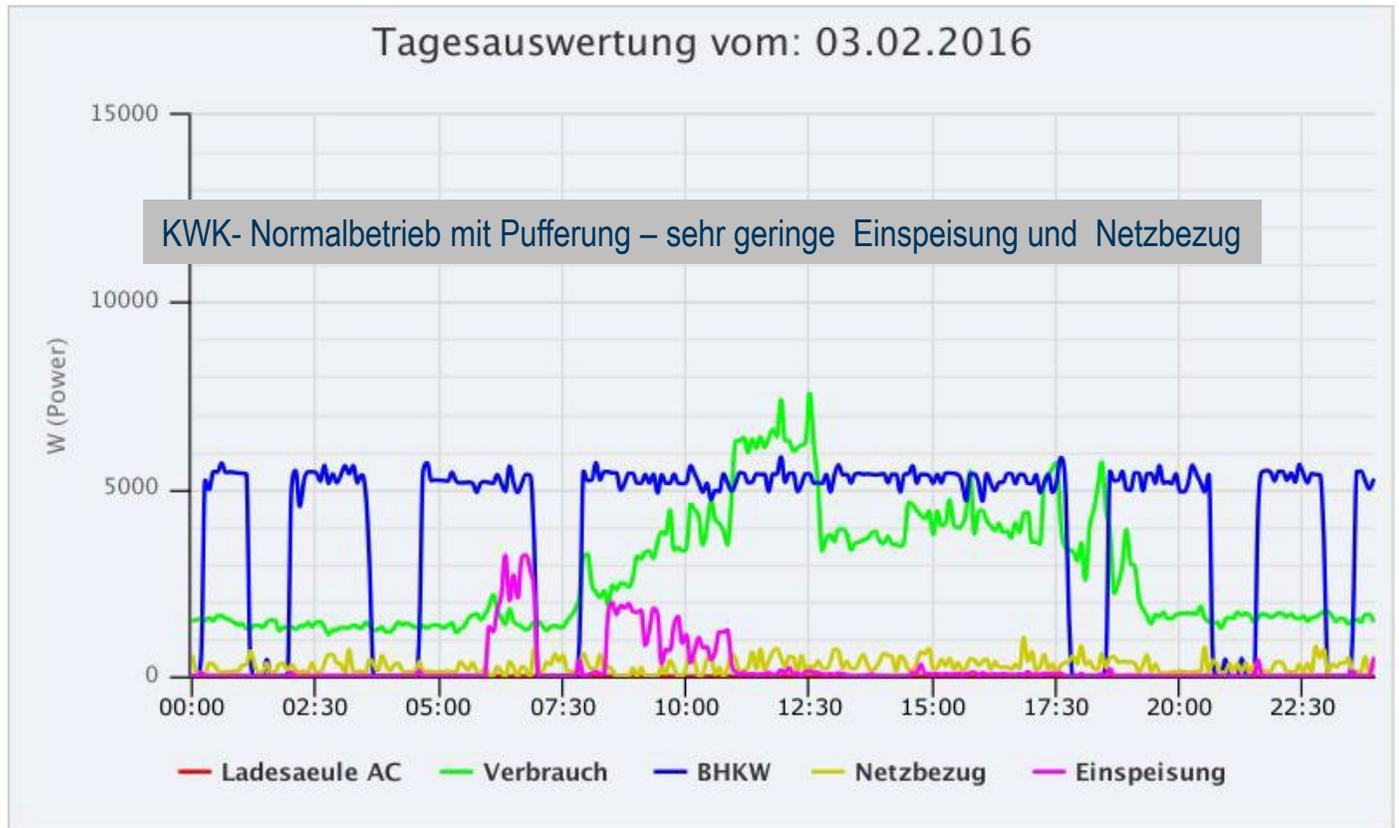
Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden

Tagesauswertung vom: 02.01.2016



lokSMART JETZT! I+II

Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden



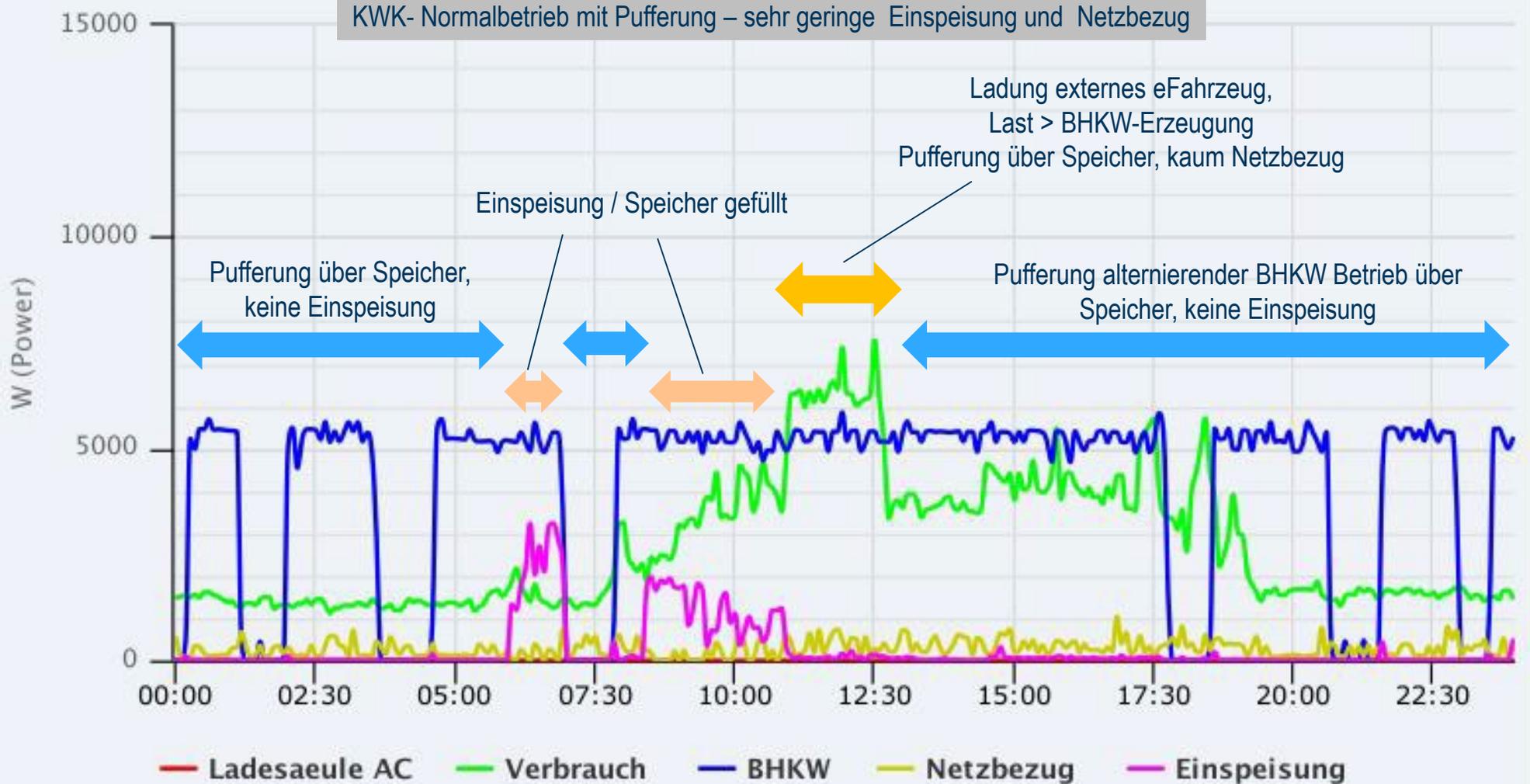
**lokSMART-
Demonstrator - Bidirektionaler stationärer
Pufferspeicher mit Steuerung zur Einbindung
regenerativer und hocheffizienter Energiequellen**

lokSMART JETZT! I+II

Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden

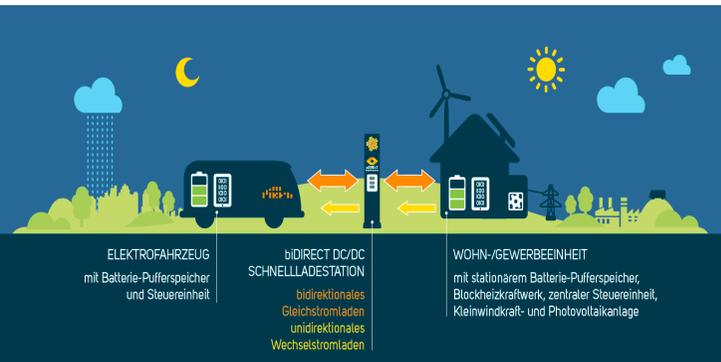
Tagesauswertung vom: 03.02.2016

KWK- Normalbetrieb mit Pufferung – sehr geringe Einspeisung und Netzbezug



lokSMART JETZT! I+II

Lokale smart grids – Elektromobilität – bidirektionales Laden



Modul 1: Filialnetz-Logistik

Gewerblicher E-Lieferverkehr und lokales smart grid (Schwerpunkt PV und Energiekonzept) - „Ihr Bäcker Schüren“ - Hilden



Modul 2: Gewerblicher PKW- und Lieferverkehr

Gewerblicher E-Personen- und Lieferverkehr und lokales smart grid (Schwerpunkt PV und Wärmepumpe) - „Hofstelle Kesselsweier“ – Planungsbüro Koenzen Hilden



Modul 3: Eventgastronomie-Logistik

Gewerbliche E-PKW-Nutzung, Büronutzung und Event-Gastronomie und lokales smart grid (Schwerpunkt KWK und PV) „VillaMedia“ – Wuppertal

lokSMART II – Erprobung in drei umfassenden Feldtests
als Grundlage für die kommerzielle Implementierung im gewerblichen Bereich

LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

3 Feldtests



Modul 1: Filialnetz-Logistik

Gewerblicher E-Lieferverkehr und lokales smart grid (Schwerpunkt PV und Energiekonzept) - „Ihr Bäcker Schüren“ - Hilden



Modul 2: Gewerblicher PKW- und Lieferverkehr

Gewerblicher E-Personen- und Lieferverkehr und lokales smart grid (Schwerpunkt PV und Wärmepumpe) - „Hofstelle Kesselsweier“ – Planungsbüro Koenzen Hilden



Modul 3: Eventgastronomie-Logistik

Gewerbliche E-PKW-Nutzung, Büronutzung und Event-Gastronomie und lokales smart grid (Schwerpunkt KWK und PV) „VillaMedia“ – Wuppertal

LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

3 Feldtests

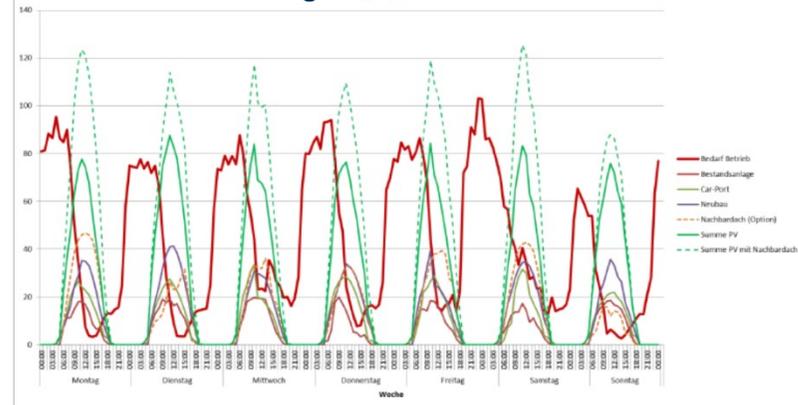


LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

Anwendung PV - gewerblich

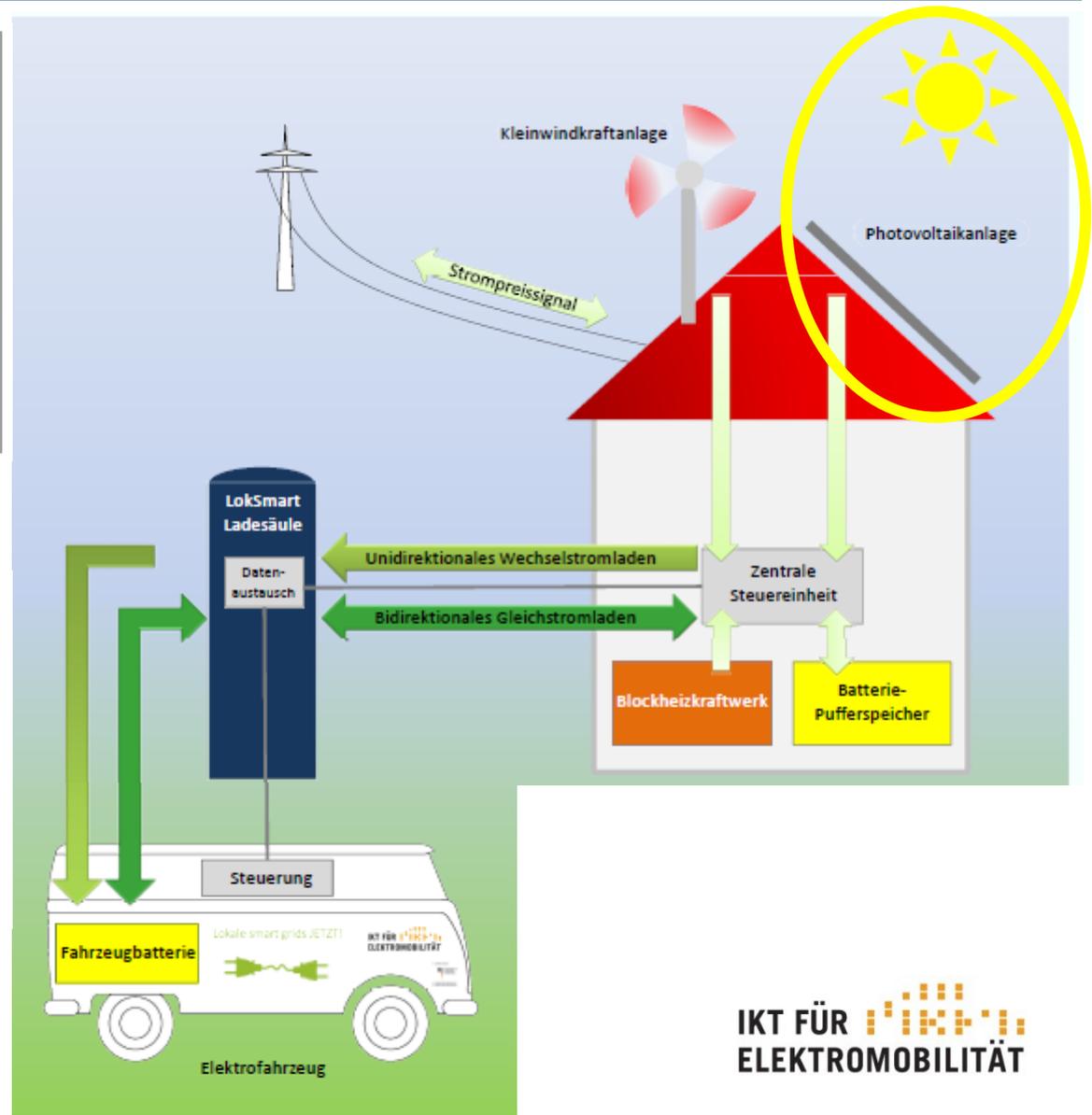
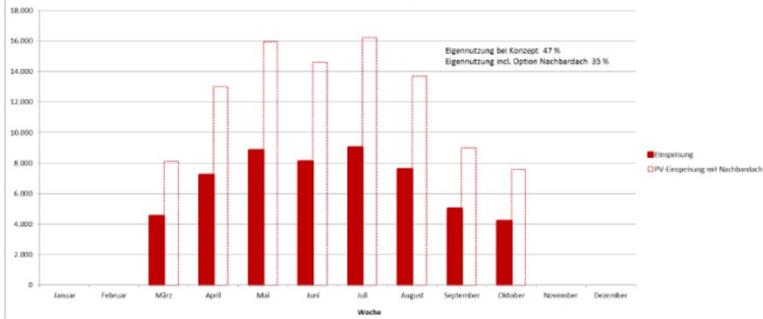
Bedarf + PV-Leistung

Woche im Juli
Lastgänge + PV-Profil



Potenziale für Pufferspeicher

Einspeisung in kWh / Monat
PV-Konzepte



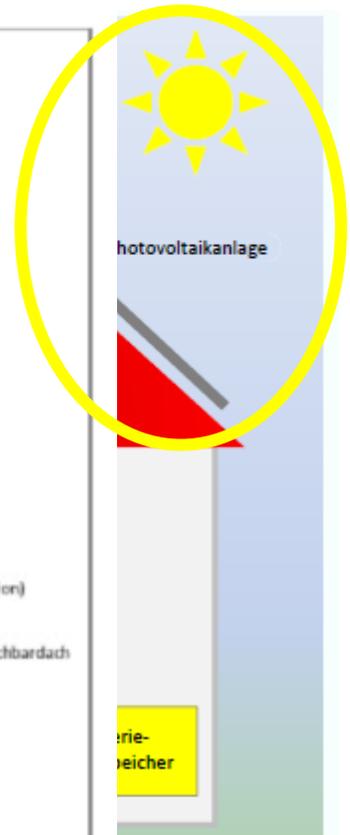
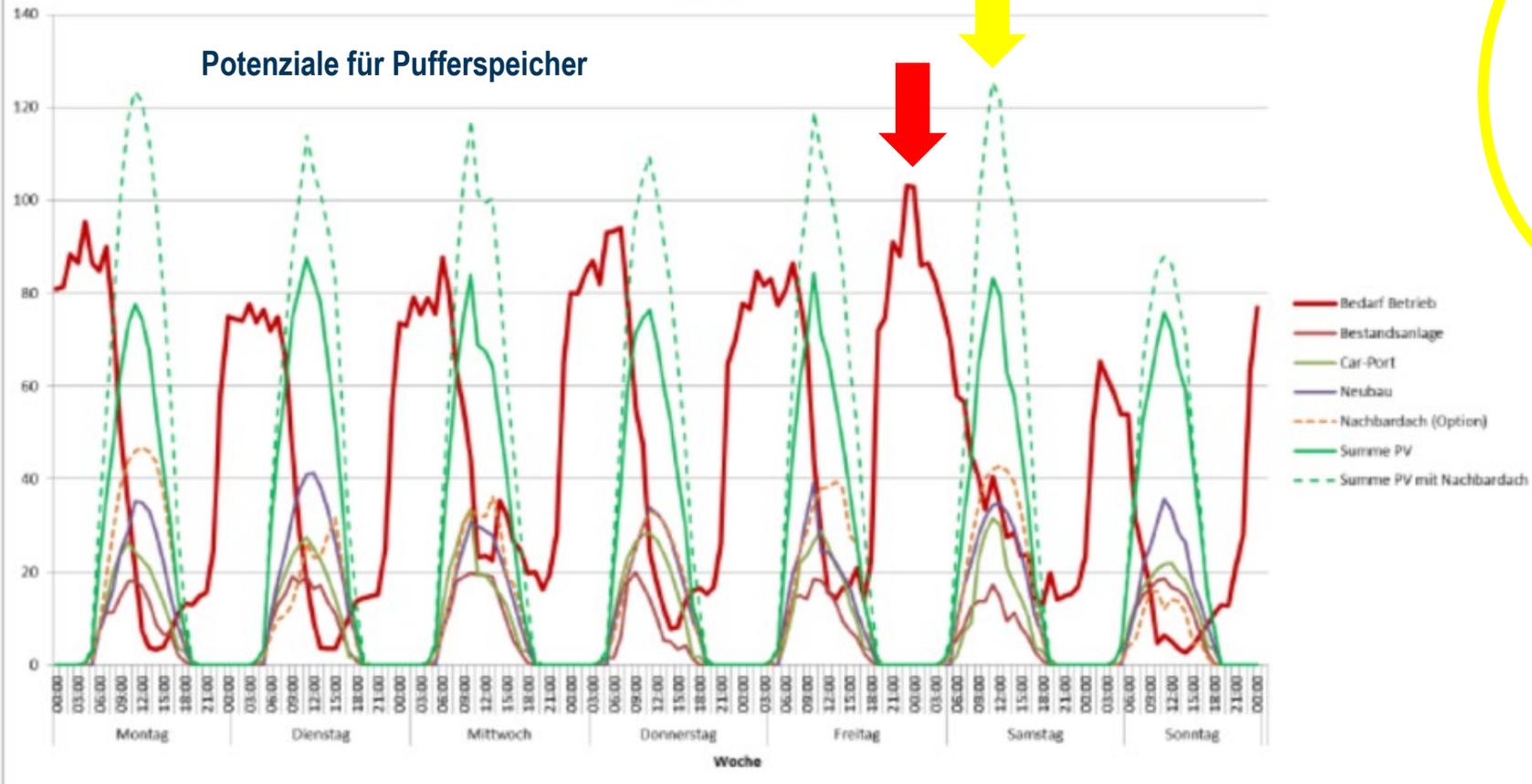
LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

Anwendung PV – gewerblich - Feldtest 1: Filialnetzlogistik

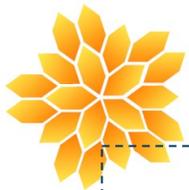
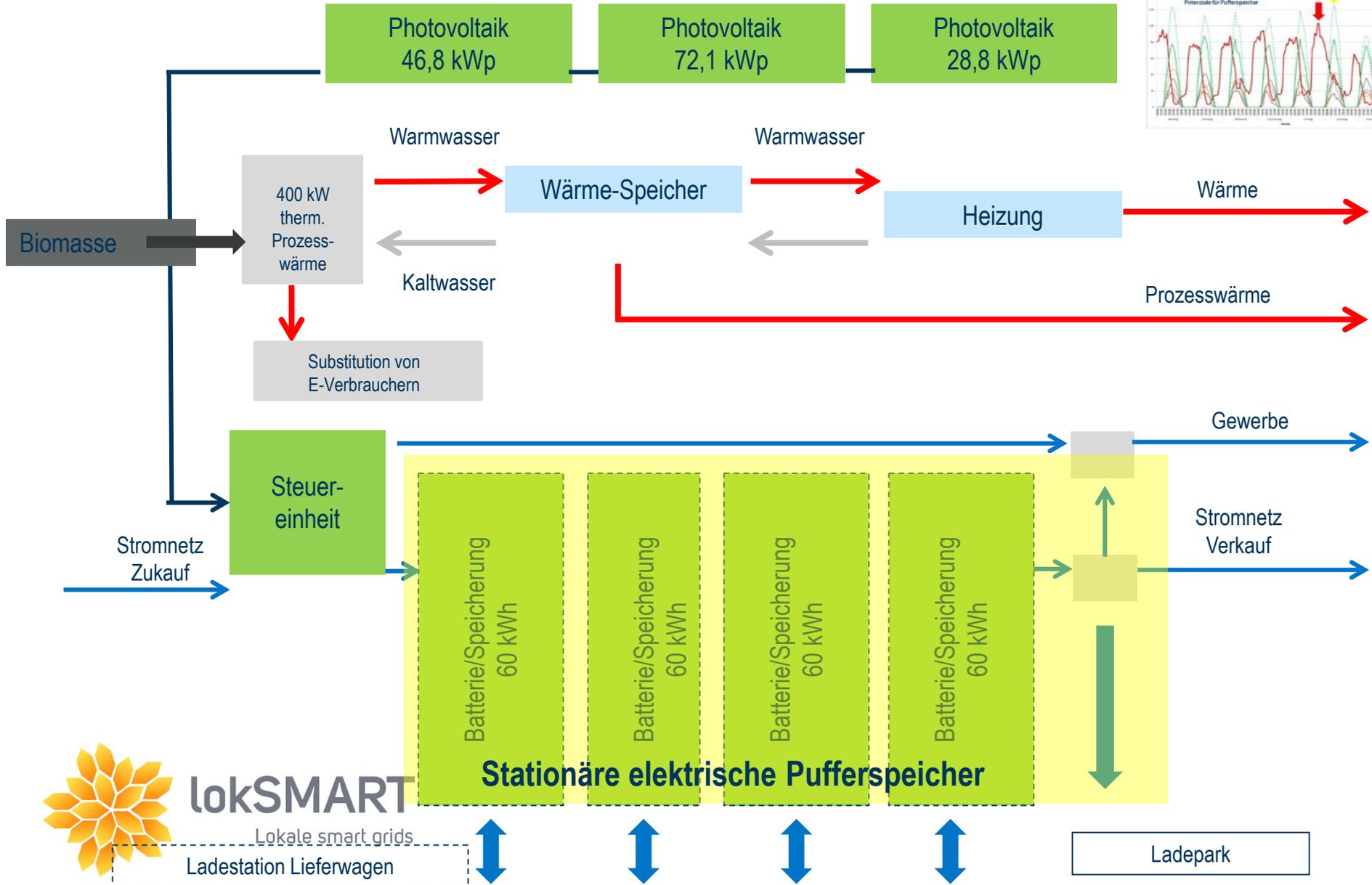
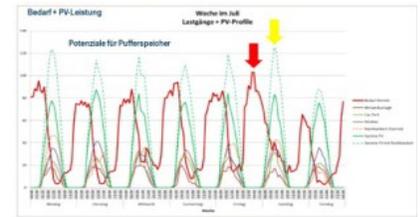
Bedarf + PV-Leistung

Woche im Juli
Lastgänge + PV-Profil

Potenziale für Pufferspeicher



Feldtest Modul 1 - Gewerbliche Anwendung – Filialnetz-Flotte „Ihr Bäcker Schüren“



lokSMART

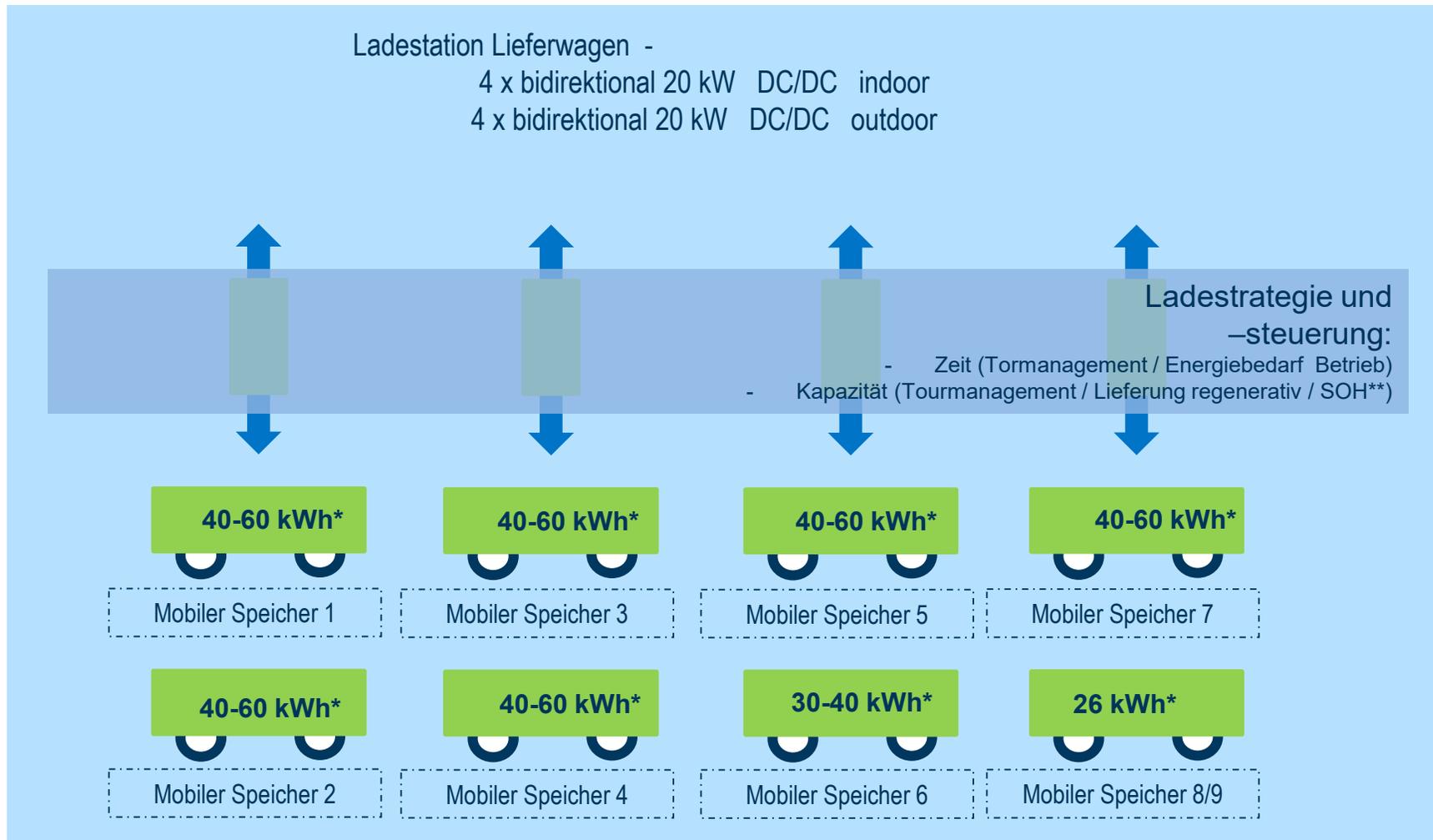
Lokale smart grids

Ladestation Lieferwagen

Stationäre elektrische Pufferspeicher

Ladepark

Feldtest Modul 1 - Gewerbliche Anwendung – Filialnetz-Flotte „Ihr Bäcker Schüren“



* davon ca. 1/3 prognostizierte bewirtschaftbare mobile Speicherkapazität ** SOH state of health

lokSMART
Lokale smart grids

IKT FÜR
ELEKTROMOBILITÄT

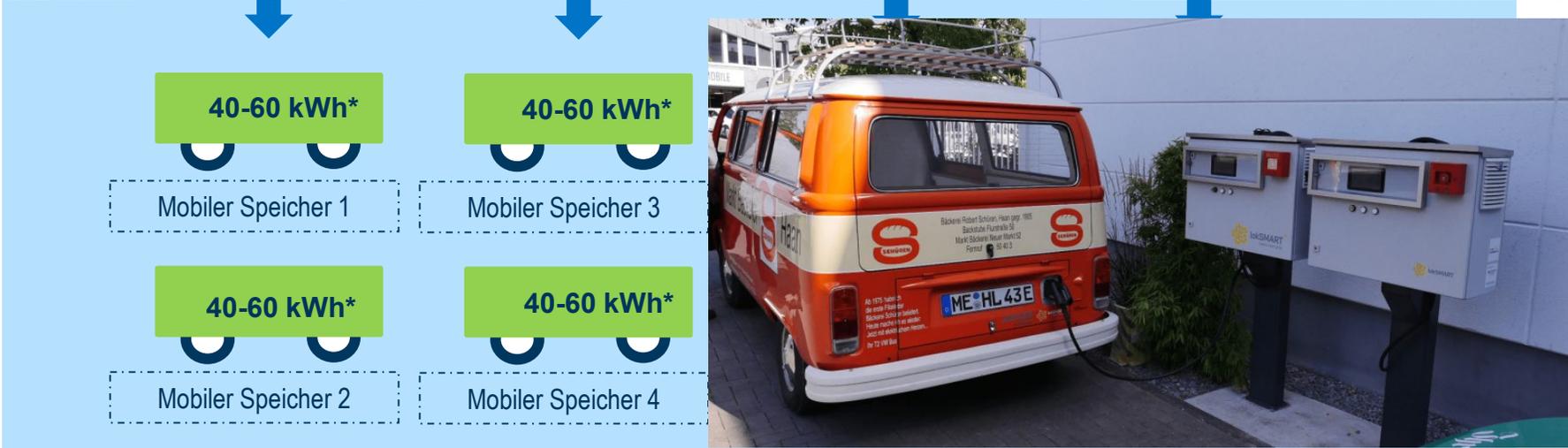
Feldtest Modul 1 - Gewerbliche Anwendung – Filialnetz-Flotte „Ihr Bäcker Schüren“

Ladestation Lieferwagen -
4 x bidirektional 20 kW DC/DC indoor



* davon ca. 1/3 prognostizierte bewirtschaftbare mobile Speicherkapazität ** SOH state of health

Feldtest Modul 1 - Gewerbliche Anwendung – Filialnetz-Flotte „Ihr Bäcker Schüren“

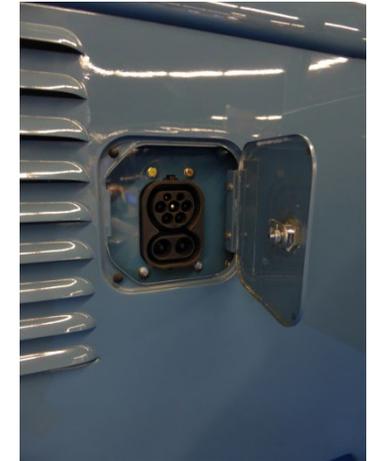


* davon ca. 1/3 prognostizierte bewirtschaftbare mobile Speicherkapazität ** SOH state of health

-
- Vorstellung LokSMART JETZT! (F+E-Vorhaben des BMWi in IKT2)
 - Stationäre und mobile Pufferspeicher – Prototypen und Kleinserien



Demonstrator VW-T1 (36 kWh LiFePo / CCS- DC/DC-bidirektional / 45 kW)



Demonstrator VW-T2 (42 kWh LiFePo / CCS- DC/DC-bidirektional / 45 kW)



Demonstrator VW-T2 (42 kWh LiFePo / CCS- DC/DC-bidirektional / 45 kW)



BV1 – Prototyp

DC/DC Bidirektionales Laden



Ihr Bäcker Schüren

VOLLWERT- UND KLASSIK-BACKWAREN

[WWW.IHR-BAECKER-SCHUEREN.DE](http://www.IHR-BAECKER-SCHUEREN.DE)

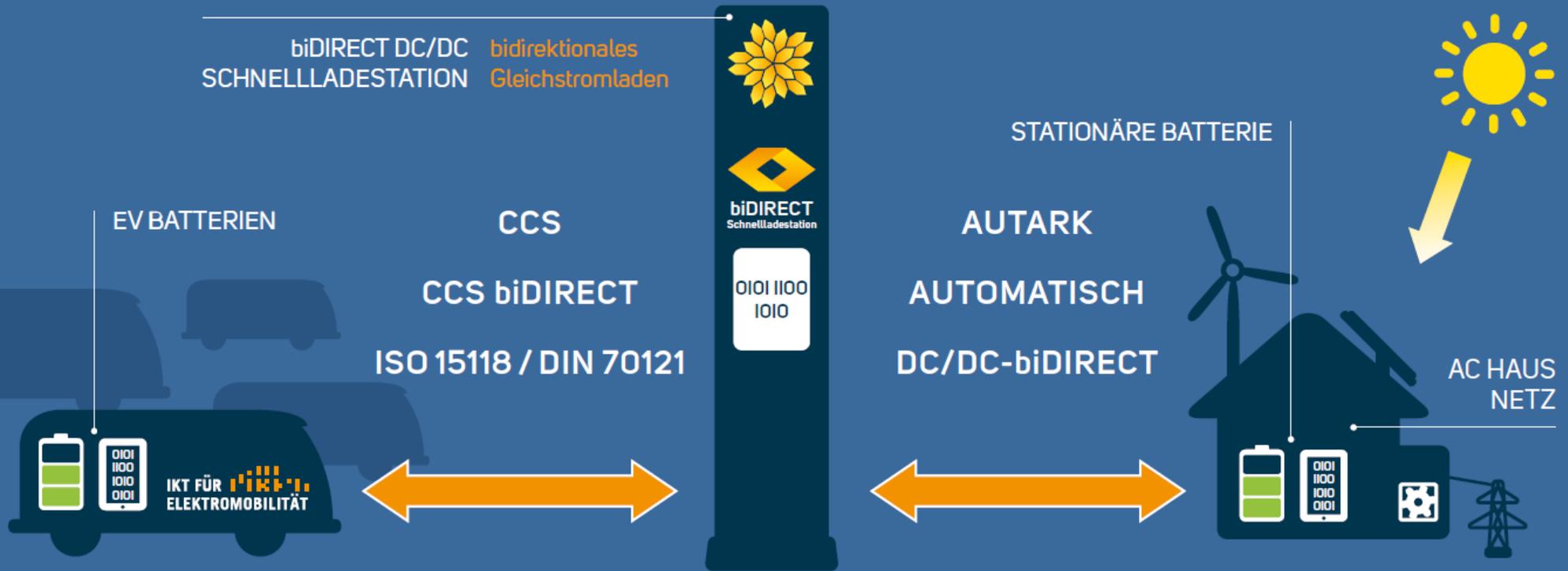


lokSMART

Lokale smart grids

IKT FÜR
ELEKTROMOBILITÄT

LokSMART – Lokale smart grids JETZT!



CCS LADESÄULE biDIRECT

Autark gesteuerte Erweiterung stationärer HV Speicher durch bidirektional ladende Elektrofahrzeuge

Demonstrator Fiat 500 (24 kWh LiPo / AC/DC-bidirektional 48 V möglich / 30kW)



- **Hohes Potenzial für die Anwendung von lokalen smart grids/Pufferspeichern in D**
 - Photovoltaik (> 1,5 Mio. Anlagen)
 - Kraftwärmekopplung (> 30.000 Anlagen)
 - Klein(st)windkraft (> 10.000 Anlagen)
- **Elektrische Pufferung von regenerativen Quellen und KWK in Verbindung mit eMobilität ermöglicht:**
 - Sehr hohen Autarkiegrad
 - Netzentlastung direkt „an der Quelle“
 - Vorrangig Implementierung im gewerblichen Bereich
 - Frühzeitige Erprobung von smart grid Funktionalitäten
 - Ableitung von technischen und regulatorischen Lösungen
- **DC/DC- Bidirektionales Laden:**
 - Sehr hohen Wirkungsgrad
 - Sehr geringe Wandlungsverluste
 - Preiswerte DC-Ladeinfrastruktur
 - Batterieüberkapazität im Sommerhalbjahr

LokSMART – Lokale smart grids JETZT!

... schöner Speicher



.... noch schönerer Speicher



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!