



SIEMENS

Dr. W. Weydanz, Technologiezentrum Energie Ruhstorf (TZE), 23. April 2015

Das Energiesystem im Umbruch – Speichertechnologien für die Welt von morgen

Vortrag Energiespeicherung

Motivation – Energiespeicherung

Das Zusammenwachsen der Energienetze

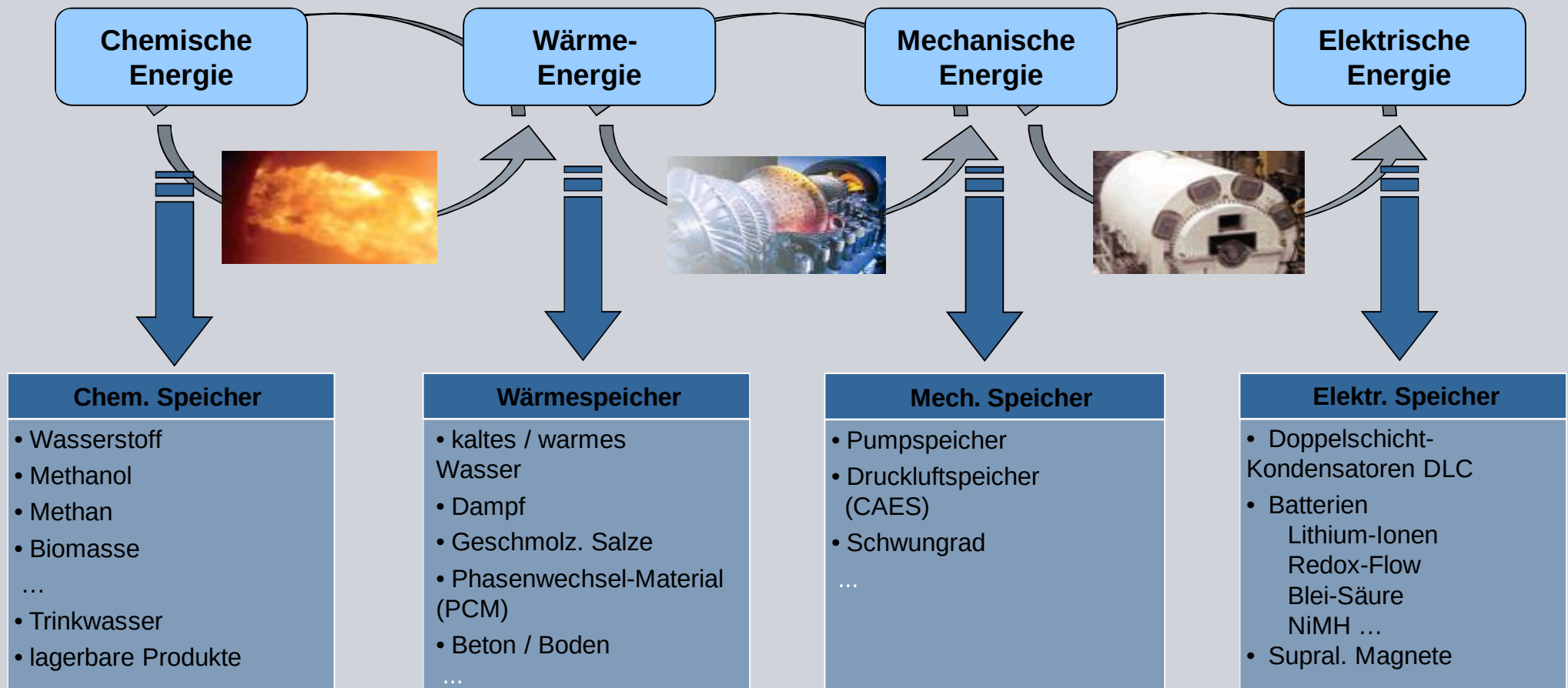
Elektrochemische Speichersysteme für stationäre Anwendungen

Elektrochemische Speichersysteme für mobile Anwendungen

Zusammenfassung und Ausblick

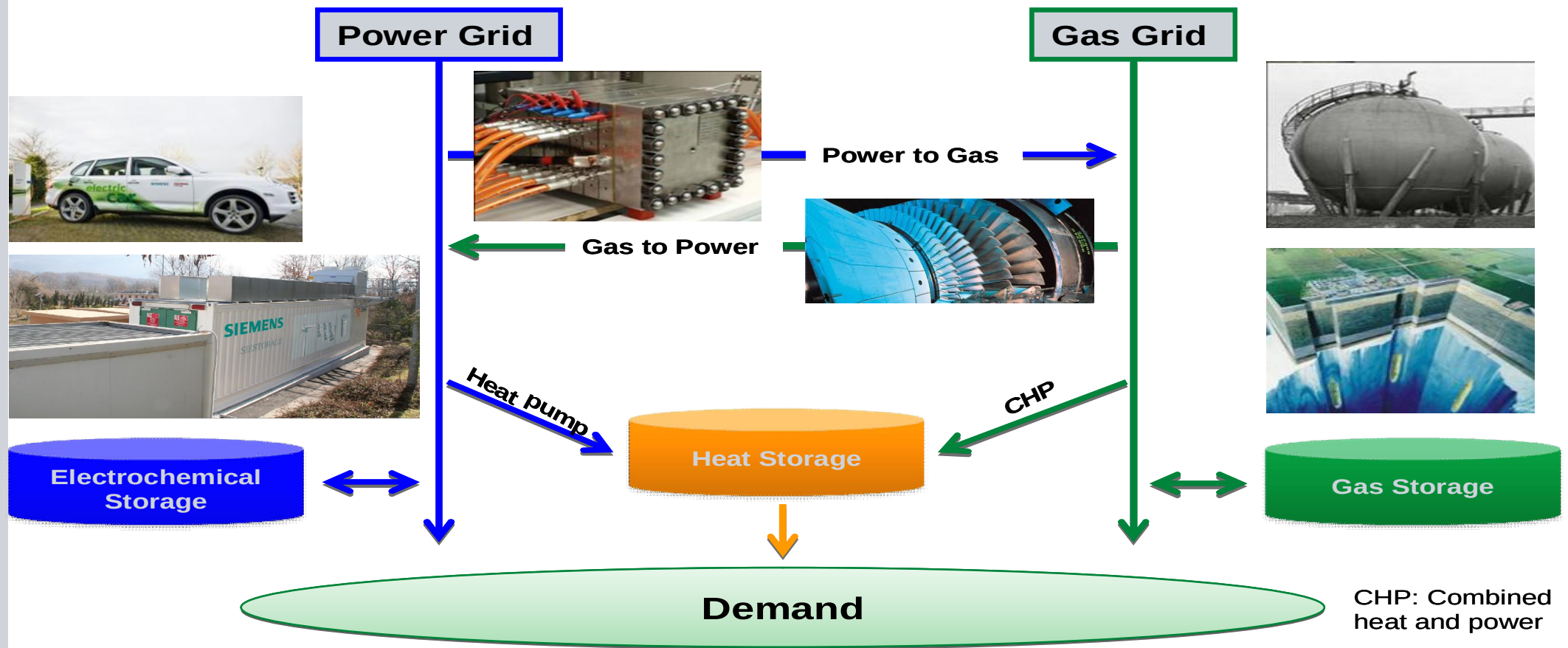
Motivation - Energiespeicherung

Klassifizierung der Speicherformen

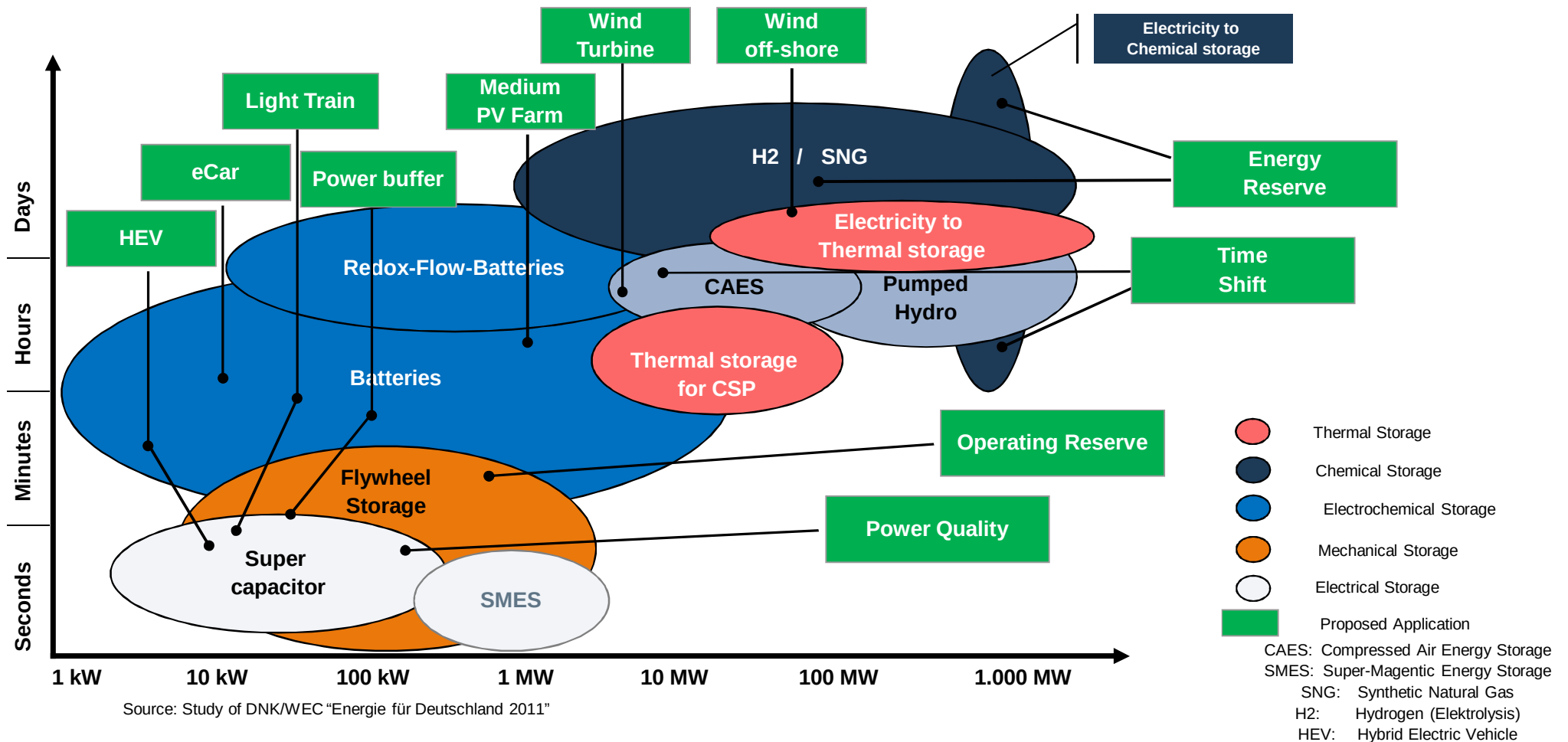


Zusammenwachsen – Multimodale Energiesysteme: Das elektrische und das Gasnetz wachsen zusammen

SIEMENS



Energiespeicher decken verschiedene Anwendungen in Bezug auf Leistung und Kapazität ab



Vortrag Energiespeicherung

Motivation – Energiespeicherung

Das Zusammenwachsen der Energienetze

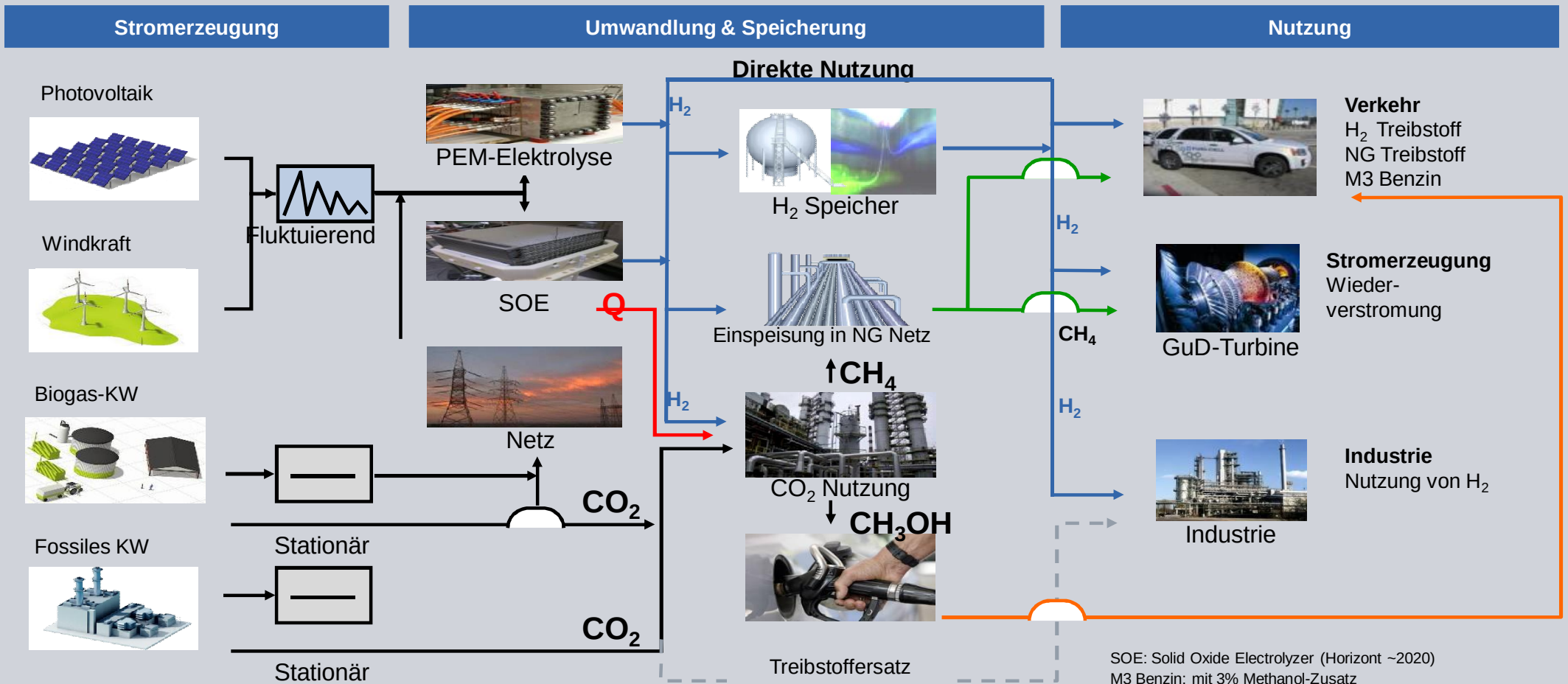
Elektrochemische Speichersysteme für stationäre Anwendungen

Elektrochemische Speichersysteme für mobile Anwendungen

Zusammenfassung und Ausblick

Smart Grid:

Multi-modale Energiesysteme und Speicherung - Power to Gas



Energiespeicherung

Wasserstoff-Elektrolyse aus überschüssigem Strom



Installation des PEM-Elektrolyseurs bei RWE in Niederaußem

- PEM-Elektrolyseur als Schlüsselkomponente im Projekt CO₂RRECT (Umwandlung von CO₂ mit H₂ zu Methan), gefördert vom BMBF
- “Power to Gas” – chemische Energiespeicherung mit Wasserstoff aus überschüssiger regenerativer Energie
- Design und Konstruktion eines Container-basierten Prototypen des PEM-Elektrolyseurs
- Projektpartner: RWE, Bayer (Technology Services, Bayer Material Sciences), und Siemens I DT LD HY
- Installation beim Kunden (RWE)

Technische Daten

- Nenn- / Spitzenleistung: 100 kW_{el} / 300 kW_{el}
- Startzeit: 10 min (Kaltstart), <10 sec (Standby bis Vollast)
- Voll dynamischer Betrieb zwischen 0 und 300% elektrischer Last (positiv, negativ oder im Kombibetrieb als Regelleistung)
- Wasserstoffproduktion mit hohem Druck (bis zu 80 bar unter gegenwärtigen Container -Bedingungen)

Vortrag Energiespeicherung

Motivation – Energiespeicherung

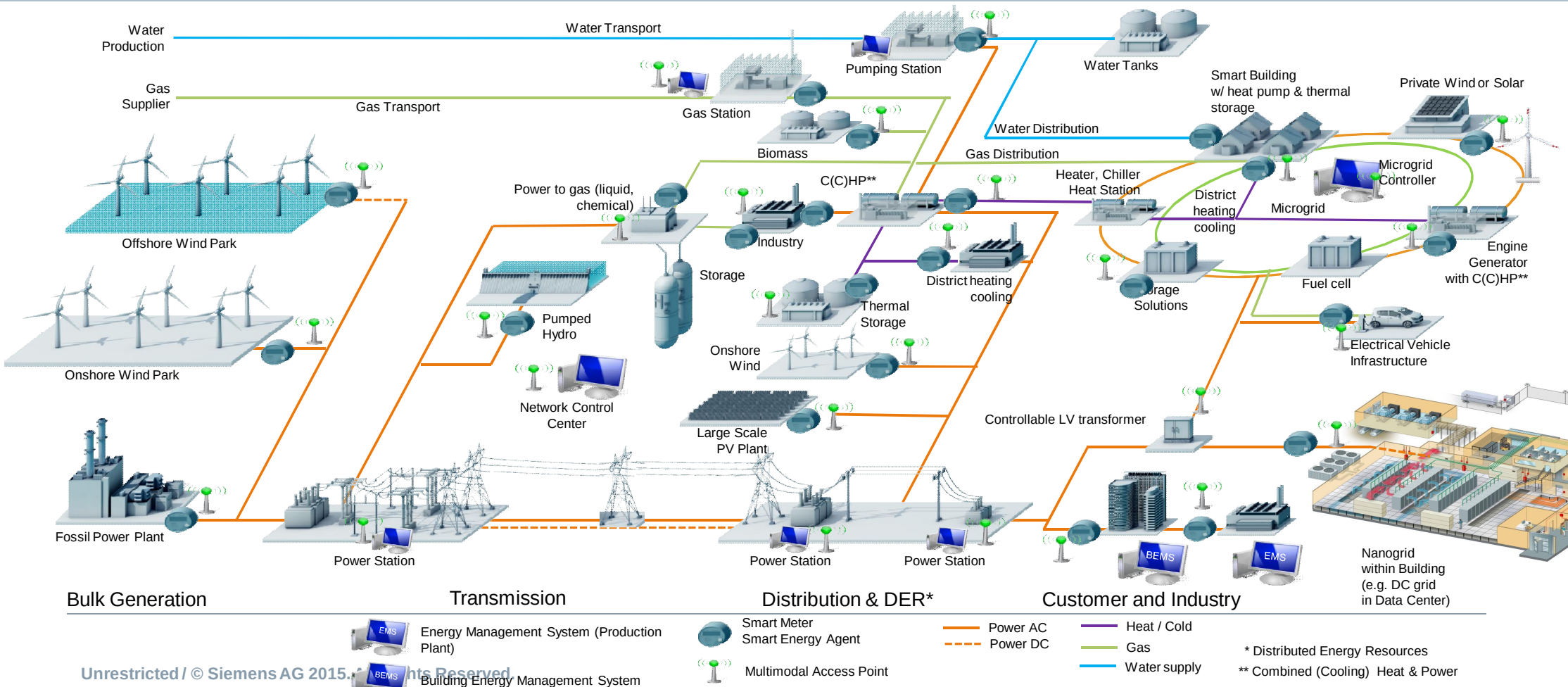
Das Zusammenwachsen der Energienetze

Elektrochemische Speichersysteme für stationäre Anwendungen

Elektrochemische Speichersysteme für mobile Anwendungen

Zusammenfassung und Ausblick

The complete picture: Energy System of the Future is smart and multimodal



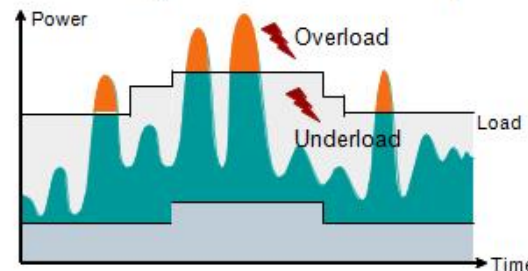
Shift in power production leads to challenges in ensuring grid stability

Large scale renewable

Unpredictable production

- Wind power plants
- Large scale PV power plants

Challenge: Grid stability



Decentralized generation

Consumer turn to producers

- Photovoltaic
- Mixture between self-supply and feed-in

Solutions

**Flexible generation
Technology**

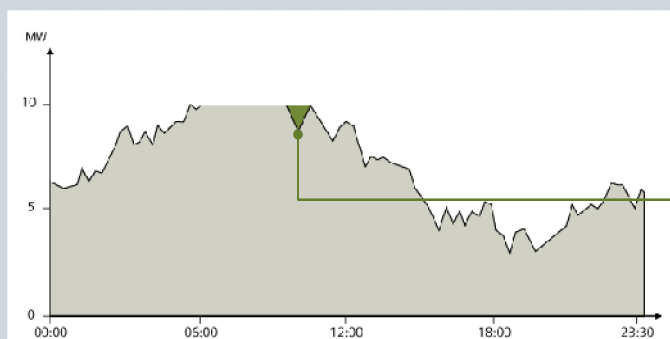
Grid extension

**Intelligent grids
and devices**

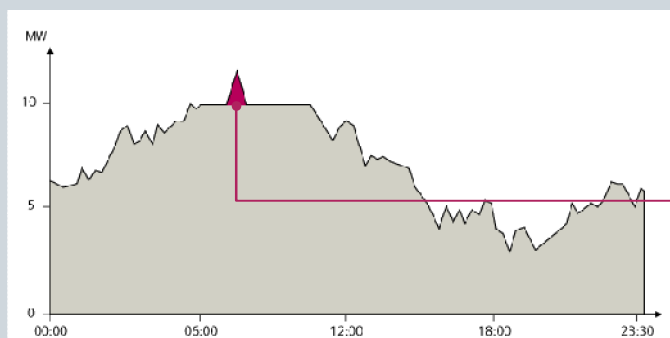
**Energy-
Storage**

Application example: Peak load management

Avoidance of incremental cost due to production peaks



Charging
Off peak hour



Discharging
Peak hour

Challenges

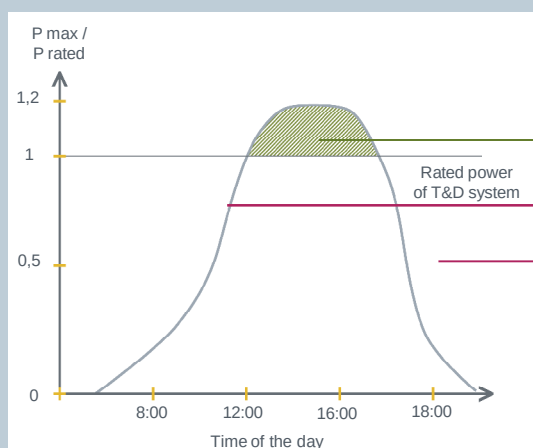
- Need of continuous available power (Industry, network operators...)
- Volatile load curve (production peaks, time shifting...)
- Need to prevent expensive peak loads (required by the supplying utility)
- Limits of the power capacity (regulation of permitted peak loads)

Solution and benefits

- Avoiding of the major surcharge for peak power (batch processing)
- Contract of power supply with lower feedback rates
- Protection of the components (transformers, cables...) and related cost saving
- Availability of power supply 24/7 for continuous operation

Application example: T&D deferral (grid relief)

Avoidance of the capacity extension of the grid by buffering power

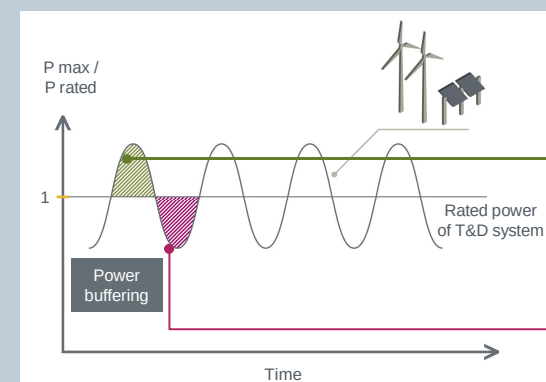


Challenges

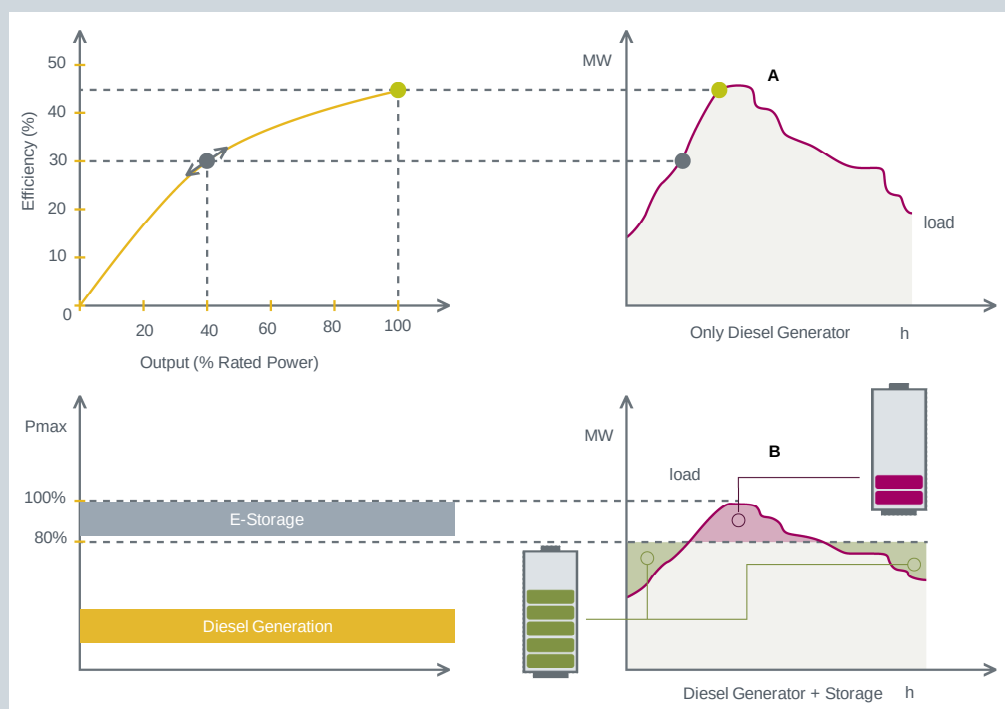
- Volatile infeed from PV or wind generation
- Overload capacity of the power plants at certain times
- Lost of power generated by PV or wind power plant
- Grid components are not designed for distributed generation: Grid capacity extension is necessary

Solution and benefits

- Power buffering: SIESTORAGE recognizes the unplanned peak load and provides the available energy at off-peak times (low-load periods)
- Avoidance of bottlenecks in the grid
- Protection of the grid's LV and MV components
- No expensive grid extension and reduction of the related approval procedures and costs
- Additional power buffering for fast charging stations (e.g. e-car)



Application example: Offset diesel Improvement of the size and efficiency of generator sets



Challenges

- Grids supplied only by diesel generators (island grids, isolated grids, microgrids)
- Volatile load curve of supplied areas due to integration of renewables
- No regulatory power to improve efficiency
- High diesel prices
- Large diesel generators influence the environmental footprint (high fuel consumption and gas emissions)

Solution and benefits

- Optimization of the size of generators (SIESTORAGE as “range-extender” to smaller gensets) to operate at higher loads
- Switch off at lower loads
- Higher efficiency of diesel generator
- Reduced run time of diesel generator
- Reduced fuel consumption and gas emissions

Our answer: SIESTORAGE

Comprehensive competence to ensure a reliable power supply

Consistent SIESTORAGE advanced technology

Energy automation and grid integration

Medium-voltage switchgear

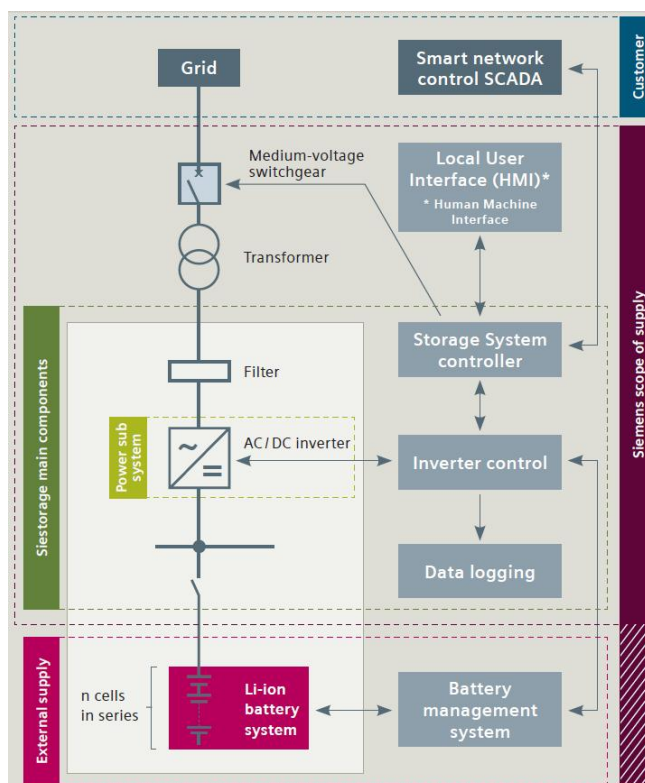
Transformer



Power electronics



Li-ion battery modules



Solution and implementation expertise

Experience with network operators

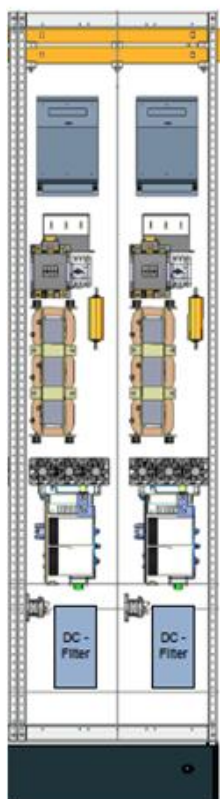
E-house manufacturing

Power packaging solution expertise

One of the leaders in smart systems

SIESTORAGE

The modular energy storage concept



Power Stack Cabinet

Up to two inverter modules
1,000 x 600 x 2200 mm

Each module:

V nominal: 400 V
I nominal: 170 A
S nominal 118 kVA
P nominal (Battery)
I max. 10 s: 200 A

Grid Connection Cabinet

Up to 3 Power Stack Cabinets
800 x 600 x 2200 mm

Each Panel:

400 V AC power distribution
switching system
Power connection to the grid
Filtering system
Auxiliary Power Transformer

Battery Cabinet

max. 5 cabinets per inverter module
600 x 650 x 2200 mm

Each Cabinet:

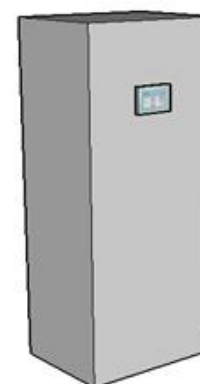
14 Modules
1 BMS
Power: 90 kW
Energy: 45 kWh

Control Cabinet

Up to 12 inverter modules
600 x 600 x 2200 mm

Each Panel:

1 x Control unit SCU
1 x HMI
1 x Ethernet Switch



SIESTORAGE

Typical layout of a battery cabinet

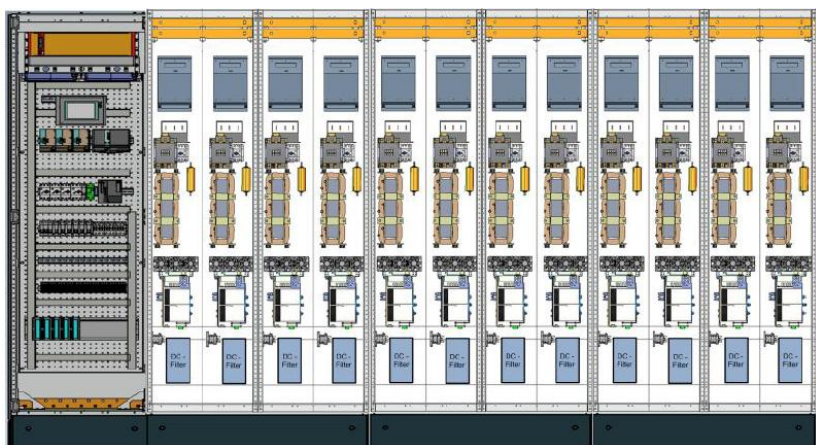
SIEMENS



Nominal Characteristics	LG Chem Rack _Power	LG Chem Rack _Energy
Voltage	725 V	725 V
Capacity (1C)	50 Ah	60 Ah
Energy	38.4 kWh	44.9 kWh
Physical Characteristics		
Width	600 mm	600 mm
Depth (With Fan & Duct assy)	650 mm	650 mm
Height	<u>2000 mm</u>	<u>2000 mm</u>
Weight (Approx)	700 kg	700 kg
Electrical Characteristics		
Voltage Range	<u>580 to 820 V</u>	<u>580 to 820 V</u>
Cell Series/Parallel Configuration	<u>2P196S</u> (14 modules in series)	<u>2P196S</u> (14 modules in series)
Components		
Rack	19 inch standard rack	19 inch standard rack
Module	M4850P1B1	M4860P2B1
DC Protection	Rack BMS, Circuit breaker, contactor, sensor etc.	Rack BMS, Circuit breaker, contactor, sensor etc.
Wire harness	Power / Communication cable	Power / Communication cable
Condition		
Cooling Strategy	Air-cooled (Forced or Natural convection)	Air-cooled (Forced or Natural convection)
Operation condition	23°C +/- 5	23°C +/- 5

SIESTORAGE

The 12 PS power conversion system



- The 12PS Power Block consists of
- 1 Control Cabinet (to control up to 12 inverters)
 - 6 Inverter Cabinets each with 2 inverters (118kVA each inverter)
 - ≤ 60 battery cabinets (max. 5 battery cabinets connected to one inverter)

**12 PS
(Power Stack)**

**Apparent Power
 $S = 1416 \text{ kVA}$**

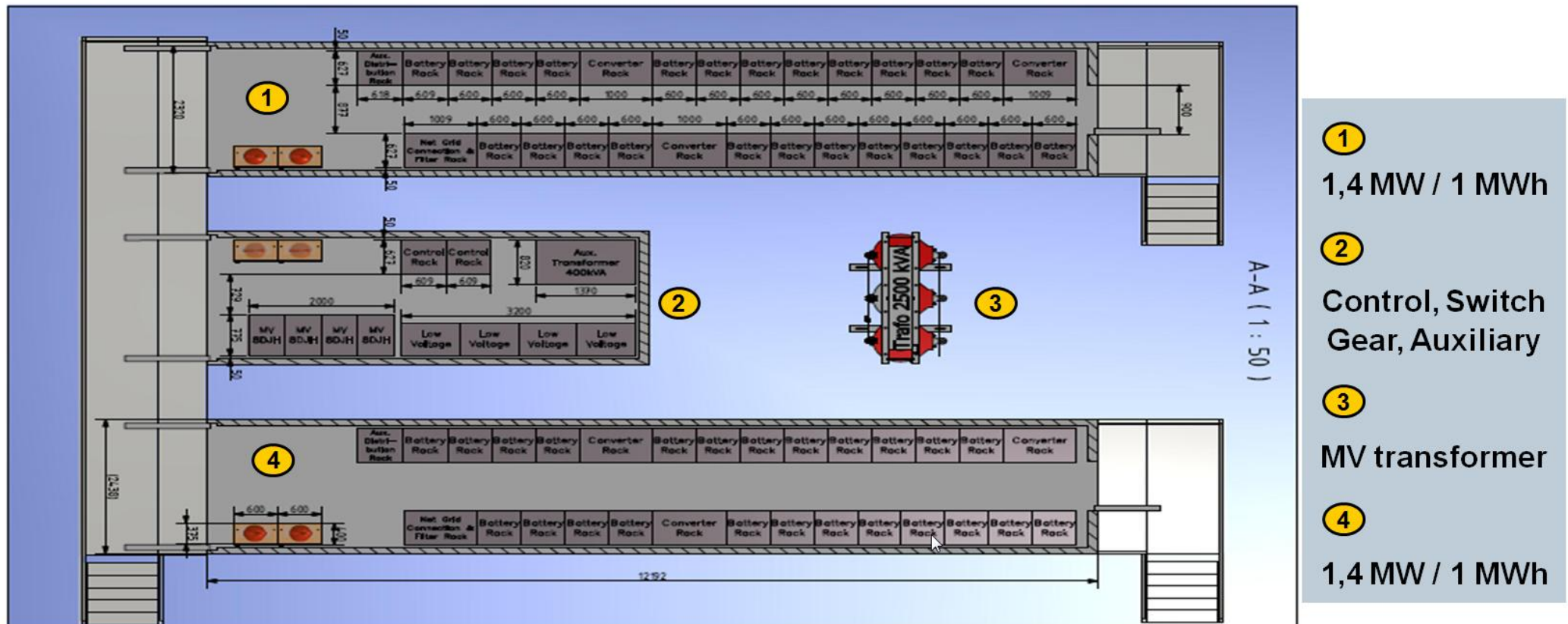
**Active Power
 $P = 1416 \text{ kW}$**

**Energy Capacity
up to 2.7 MWh**

**Up to C-Rate ~ 0.5
 $\rightarrow 120 \text{ min}$**

SIESTORAGE

Example of the layout concept of a 2 MWh/2,8 MW system – inside view



SIESTORAGE ENEL Italy 1MW / 500 kWh

SIEMENS

Siemens Scope	Applications
Turn Key supply including :	▪ Frequency regulation
▪ Design	▪ Integration of photovoltaic power
▪ Manufacturing	▪ Integration of e-vehicle charging station
▪ Installation & Commissioning	▪ Black start capability



ENEL White Paper; Siemens Storage



Commissioning in February 2012

Enel Produzione SPA Energy Storage Ventotene



SIEMENS

Challenge

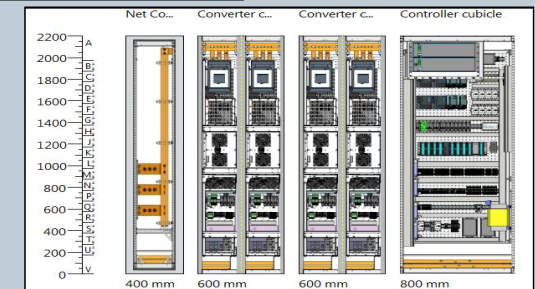
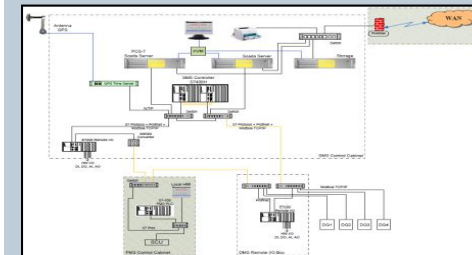
- The Mediterranean island of Ventotene has an area of 153 hectares and is located about 100 kilometers south of Rome.
- It is not connected to the Italian national power supply grid, and the island's power supply is provided by 4 diesel engines (600 kVA).
- The main limitations, are primarily concerned with the ability to manage the electricity from PV plants during periods of base load, except during the summer.

Solution

- 500 kW / 600 kWh *SIESTORAGE* system
- *Microgrid Management Controller* to control storage system that will result to diesel engines operation in the maximum efficiency range for fuel savings, life extension, O&M minimization and for the optimization of reserve assets.
- Network stabilization with infeed of power generated from decentralized, renewable sources.

Results & Benefits

- *Expert solutions* from a single source – compact technology, modular expansion.
- Investment will reduce CO₂ emissions as well as the plant's dependency on diesel fuel.
- Siemens plays a leading role supporting islands communities to achieve sustainable local growth and to increase local job opportunities and tourist image in respect to local conditions.



SIESTORAGE energy storage system VEO (Vulkan Energie Oderbrücke GmbH), Eisenhüttenstadt, Germany

SIEMENS

Challenge

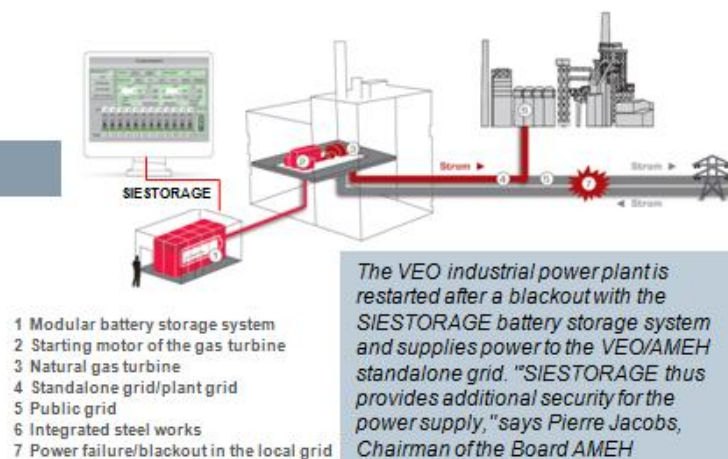
- Supply security for the AMEH steel works even when the local 110 kV integrated power grid is interrupted
- Supply dependency of the VEO industrial power plant on through:
 - a) Switchover to a standalone grid in the event of a malfunction and
 - b) Black start of a gas turbine (if switchover is unsuccessful)

Solution

- Modular, stationary energy storage and energy flow manager system based on lithium-ion batteries, installed in an existing building (renovation and repurposing of a station)
- Power output: 2.8 MVA / 1.2 MW
- Capacity: 720 kWh

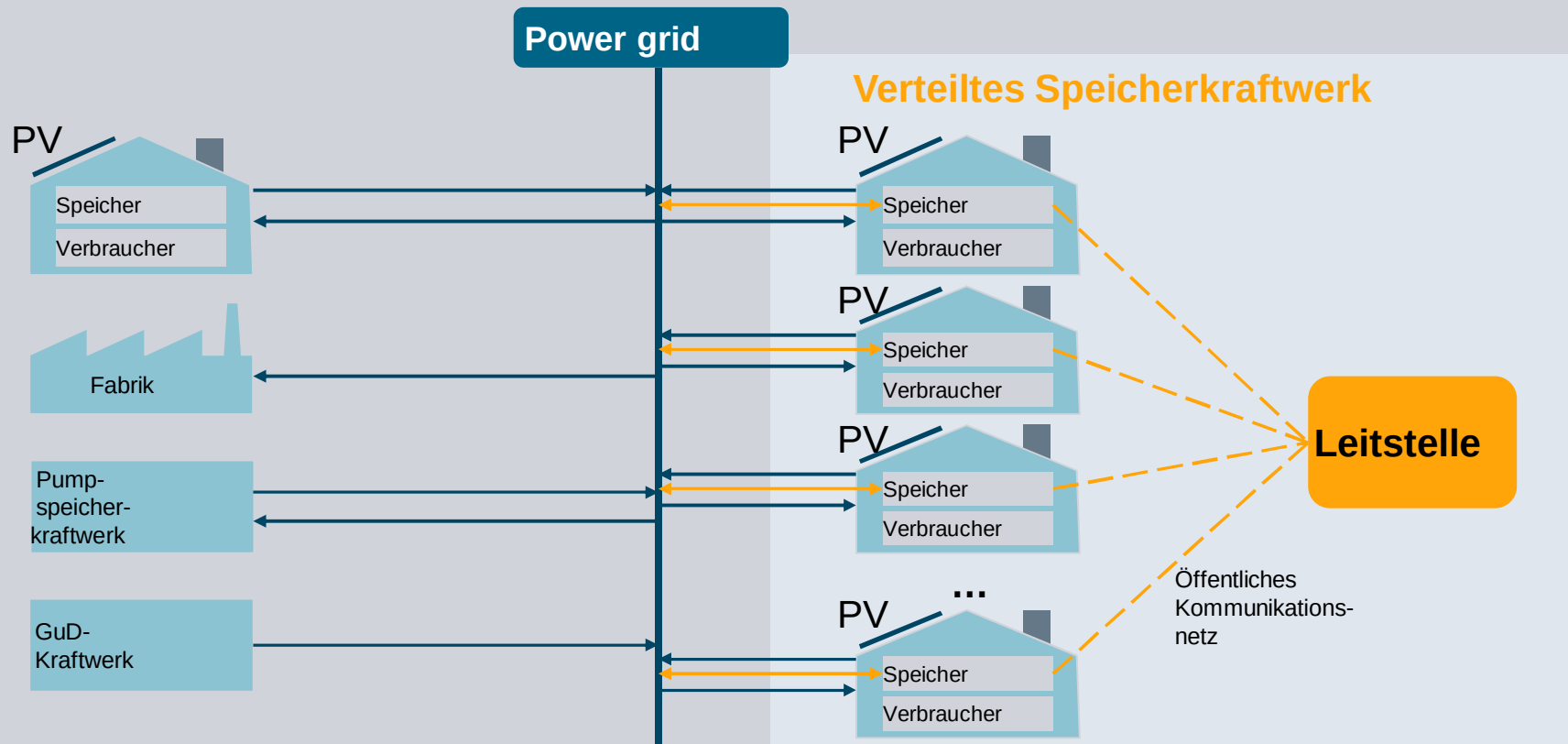
Results & benefits

- Black start of the industrial power plant
- Supply security of standalone operation
- Grid stabilization (frequency, voltage)
- Intelligent load peak management (energy management system)
- Energy storage solution from a single source
- Compact technology, modular concept adapted to the local challenges



Ein Schwarm von Speichern kann Netzdienstleistungen erbringen

Speicherschwarm für Netzdienstleistungen: Bestandteile und Interaktion mit Netz



PV = Photovoltaikanlage
Quelle: Caterva

Ein Schwarm von Speichern kann Netzdienstleistungen erbringen

SIEMENS

Speicherschwarm für Netzdienstleistungen: Systemübersicht

Die Leistungselektronik besteht aus langlebigen, ausgereiften **Industriekomponenten der Siemens AG**
Caterva verbaut insgesamt 10 Synerion Module mit einer Gesamtkapazität von 21 kWh von SAFT.

- Leistungsfähiger Stromspeicher mit 20 kW Leistung und 21 kWh Kapazität
- Geringere Stromkosten durch hohe Eigendeckung von bis zu 80%
- Integrierbar mit allen PV Anlagen bis 15 kWp, unabhängig ob diese 1-,2- oder 3-phasig ausgeführt sind
- Monitoring über Internet auf internetfähigen Geräten möglich
- Hochmoderne und sichere Lithium-Ionen-Batterien ausgelegt für eine Lebensdauer von 20 Jahren
- Integrierter, dreiphasiger und hocheffizienter Wechselrichter
- Intelligente Vernetzung mit anderen ESS Einheiten



PV = Photovoltaikanlage
Quelle: Caterva (www.caterva.de)

Energiespeicherung in Smart und Micro Grids

Kleine Speichereinheiten zu großen Kapazitäten bündeln

Smart Grids und Kleine / Insel-Netze:

Lokale Pro-Sumers und Verbraucher nutzen z.B. eine LEX - Marktstruktur, e.g. "local energy exchange" als Plattform zum Leistungs- / Energieausgleich

Vorteile:

- Entlastete Übertragungsnetze
- Flexibler, individueller Aufbau
- Integration von vielen kleinen Speichereinheiten (CES, eCar, Privathaus, Sekundärprodukte)
- Erzeugung entflechten, Speicherung & Verbrauch

Requirements:

- Offenen Energiemarkt
- Intelligente Zähler
- Area Administrator (Steuerintelligenz)
- CES als Primärreserve (Batterie, z.B. Lithium-Ionen)



1) Community Energy Storage

Source: Siemens AG, I DT CC

Frei verwendbar © Siemens AG 2013. All rights reserved

Vortrag Energiespeicherung

Motivation – Energiespeicherung

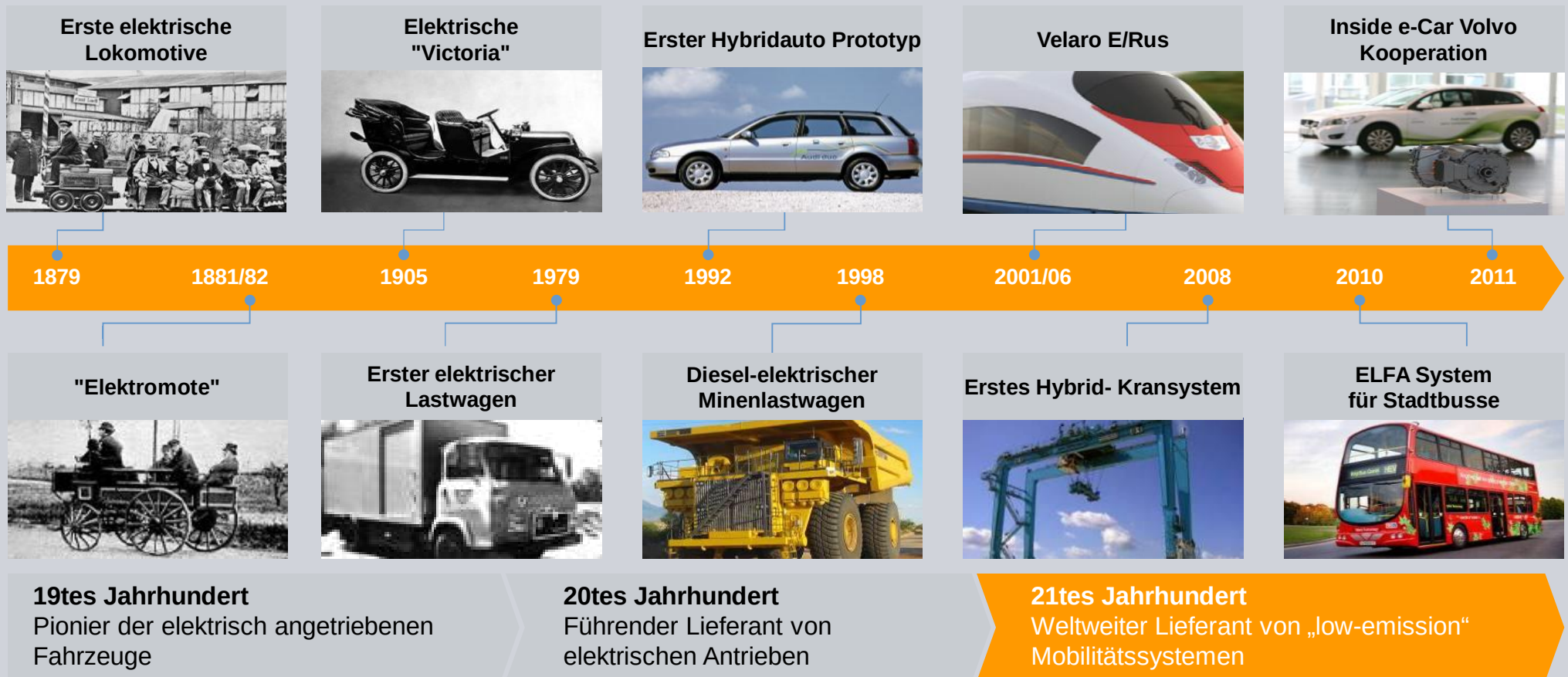
Das Zusammenwachsen der Energienetze

Elektrochemische Speichersysteme für stationäre Anwendungen

Elektrochemische Speichersysteme für mobile Anwendungen

Zusammenfassung und Ausblick

Siemens als Pionier der Elektromobilität

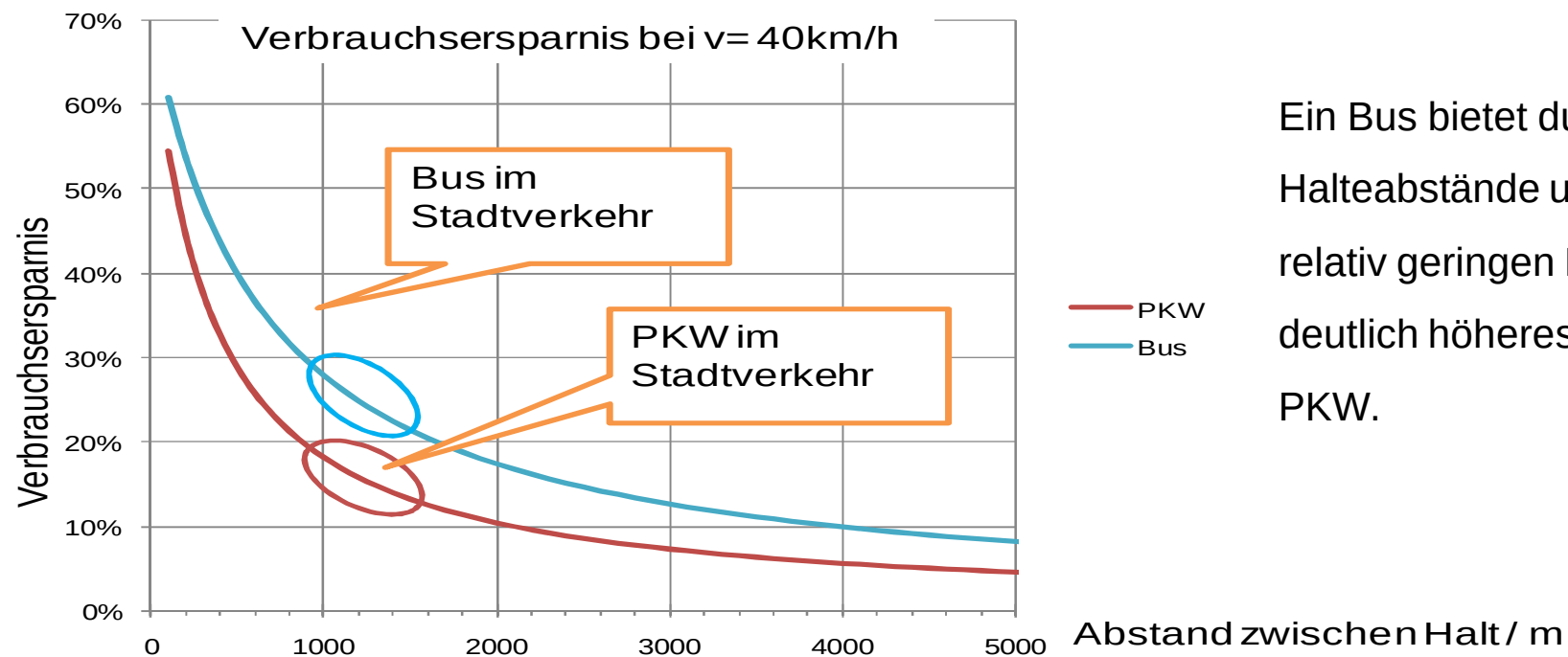


Einsparpotenzial durch Rekuperation der Bremsleistung

Vergleich zwischen 12m Bus und PKW

PKW: $m = 1500 \text{ kg}$, $C_w = 0,3$; $A_F = 2 \text{ m}^2$ und $C_r = 0,015$ $\eta_{\text{rekup}} = 0,7$

Bus: $m = 18000 \text{ kg}$, $C_w = 0,3$; $A_F = 8,26 \text{ m}^2$ und $C_r = 0,008$ $\eta_{\text{rekup}} = 0,7$

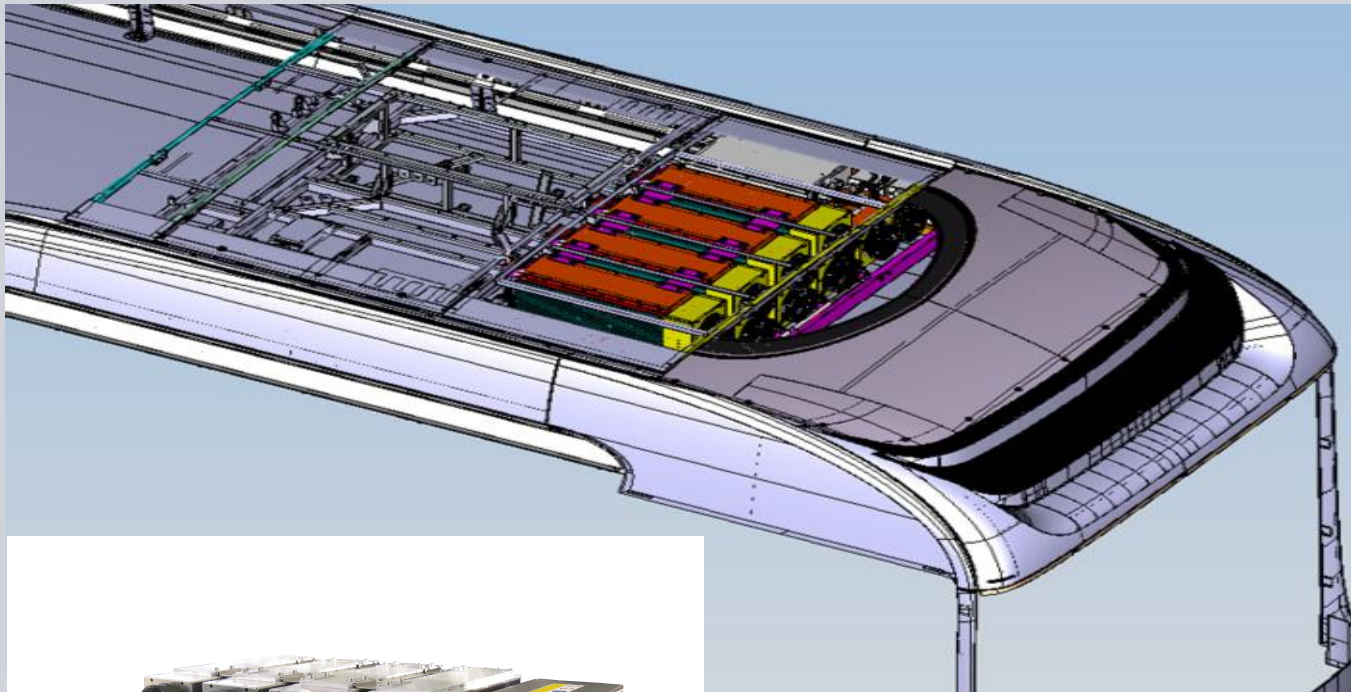


Ein Bus bietet durch die kurzen Halteabstände und die hohe Masse bei relativ geringen Fahrwiderständen ein deutlich höheres Einsparpotenzial als ein PKW.

Hybridbus

Integration des Energiespeichers auf dem Fahrzeugdach (Konzeptansicht)

SIEMENS



SuperCap-Speichermodule
auf einem Linienbus



Energiespeicherung – Industrielle Lösung Beispiel: Öffentlicher Nahverkehr



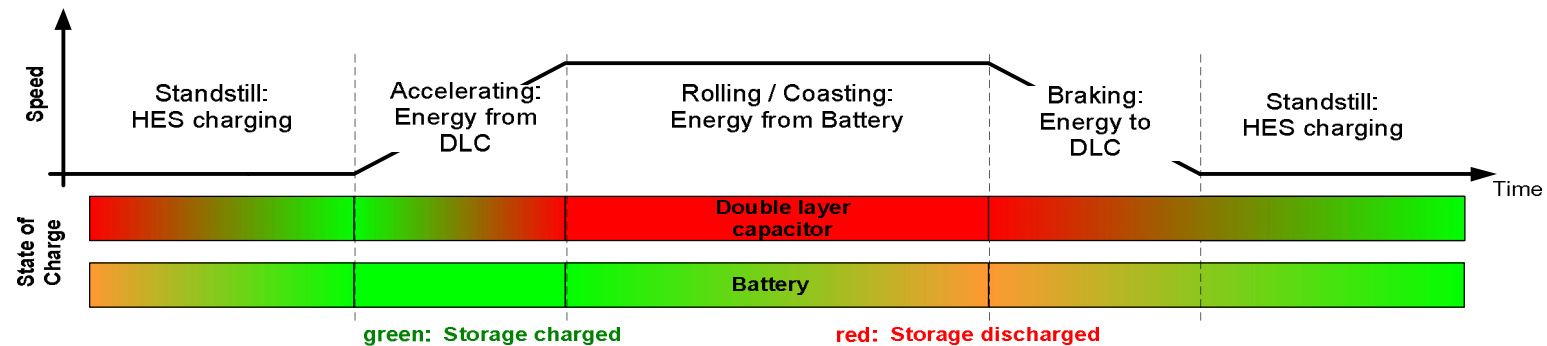
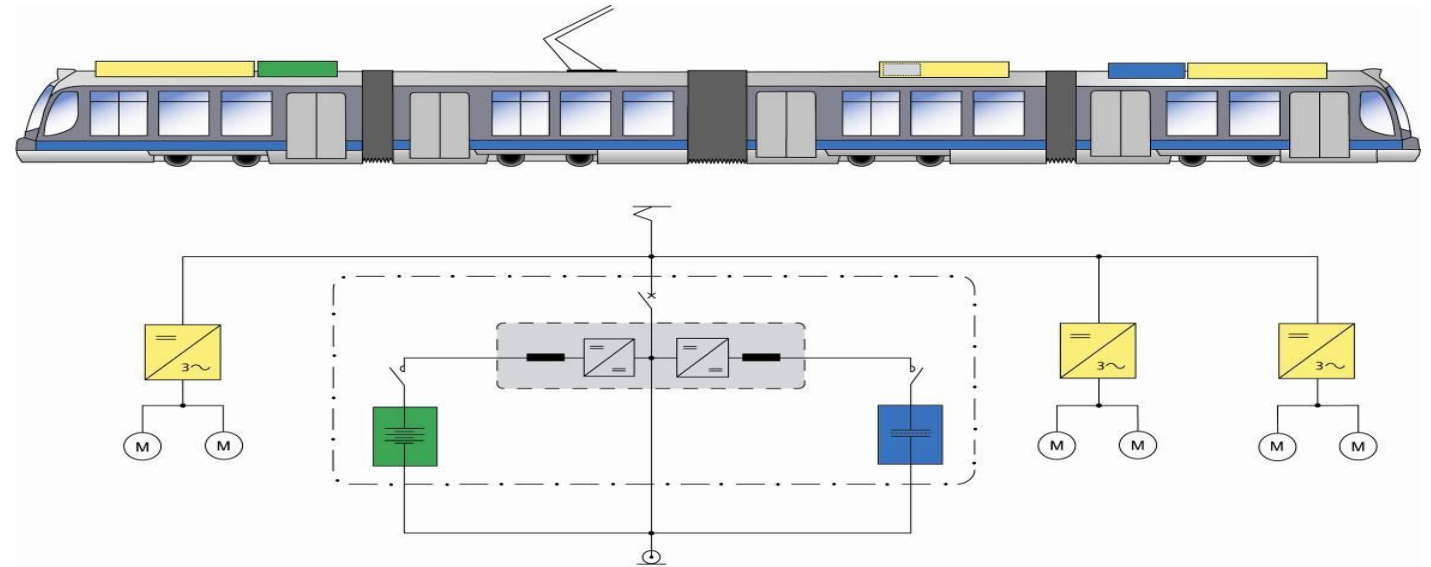
<i>Parameter</i>	<i>DLC- Energiespeicher</i>	<i>NiMH- Traktionsbatterie</i>
Spannung	190 V - 480 V	528 V
Maximal-Strom	2 x 300 A	220 A
Maximal-Leistung	2 x 144 kW	85 kW
Nutzbarer Energieinhalt	2 x 0.425 kWh	18 kWh

DLC, Double layer capacitor:
Doppelschichtkondensator

Speicherung von Bremsenergie

Oberleitungsfreies Fahren

Ein neues Hybridkonzept der Energiespeichereinheiten erhöht die Strecke des oberleitungsfreien Fahrens



SITRAS SES / MES

Eine Lösung für verschiedene Anwendungsfälle



Anwendung der Energie- speicher	Betriebsweisen der Energiespeicher		
	Speicherung der Bremsenergie	Stabilisierung der Netzspannung	Oberleitungsloses Fahren
Stationär 	Potenzial zur Energieeinsparung bis zu 500 MWh pro Jahr und Einheit	Erhöhung der Verfügbarkeit der Fahrzeuge durch Anheben der Netzspannung	
Mobil 	Energieeinsparung bis zu 30% der bezogenen Energie → bis zu 80 t weniger CO ₂ pro Jahr und Fahrzeug	Erhöhung der Verfügbarkeit der Fahrzeuge durch Anheben der Netzspannung	Kurze oberleitungs- lose Strecken Erweiterung dieser Strecken durch Hybridtechnik

Vortrag Energiespeicherung

Motivation – Energiespeicherung

Das Zusammenwachsen der Energienetze

Elektrochemische Speichersysteme für stationäre Anwendungen

Elektrochemische Speichersysteme für mobile Anwendungen

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Die moderne Welt braucht mehr und mehr Energiespeicher im stationären und mobilen Bereich
 - Elektrochemische Speicher sind ein Schlüssel für verschiedene mobile und stationäre Anwendungen
 - Energiespeicherung ist ein Gebiet mit hoher Dynamik und einer Vielzahl neuer Technologien, teils noch in der Entwicklungsphase
 - Abhängig vom Anwendungsfall (Zeit, Energiemenge, Leistungsanforderung, Lebensdauer, Temperatur, Kosten...), werden verschiedene Speicher verwendet
 - Lithium Ionen Batterien ermöglichen eine große Zahl von elektrischen Energiespeichersystemen für viele verschiedene Anwendungen
 - Sehr großes Marktpotential besteht für Systemlösungen
- Siemens hat ein tiefes Verständnis für die verschiedenen Speichertechnologien UND die diversen Anwendungen.

A satellite image of the Earth at night, showing the continents of North America, South America, Europe, and Africa. The landmasses are covered in a dense network of yellow and white lights, representing city lights and urban areas. The oceans are dark blue.

Fragen?

Wir haben die Antworten!

Earth at Night
More information available at:
<http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html>

Astronomy Picture of the Day
2000 November 27
<http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>