Zwischen Peakshaving und Primär-Regelleistung – Wie Großspeicher heute Geld verdienen

DONNERSTAG, 13. SEPTEMBER 2018
14:00 - 15:00

INITIATIVPARTNER SMART POWER

Ing.-Büro HANS URBAN
Fachberatung Erneuerbare Energie & E-Mobilität

Inhalt:

- Über Smart Power
- Einsatzgebiete und Wirtschaftlichkeit von Großspeichern
- Beispielauswertungen
- Projektbeispiele
- Ausblicke

Über Smart Power

Smart Power ist ein innovatives technologieorientiertes Speicherunternehmen mit Sitz in Feldkirchen

- Gründung: 2014
- Mitarbeiter: 15
- Geschäftsfokus: PRL Speicher (> 1 MW), Industriespeicher (> 100 kW)
- Aktivitäten: Beratung, EPC, Finanzierung
- Track Record: Leuchtturmprojekt mit TUM, weitere beauftragte Projekte im MW-Bereich
- Pipeline 2018: > 33 MW

Einige Referenzen

WSB neue energien

bayernwerk

ÜZW Energie

AÜW

The Mobility House

Wieland

REDUX Recycling GmbH

KNOTT BREMSENTECHNIK

Polarstern
Wirklich bessere Energie.

SAMSUNG SDI | SUNGROW
Samsung SDI-Sungrow Energy Storage Battery

SCHLAGMANN POROTON®

FRANKFURT ENERGY
Green Power for the World

Die Firmengruppe

GreenRock

Die Energiewende aktiv gestalten

MaxSolar GmbH

Projektierung und Umsetzung von großen Industrie-Photovoltaikanlagen

Smart Power GmbH & Co. KG

Projektierung und Umsetzung von industriellen Batterie- und Energiemanagementsystemen

MaxTech GmbH

Elektrofachbetrieb für Umsetzung komplexer Netzanschlüsse und Industriesteuerungstechnik

Edison Energy AG

Finanzierungspartner und Erstellung von ganzheitlichen Energiekonzepten

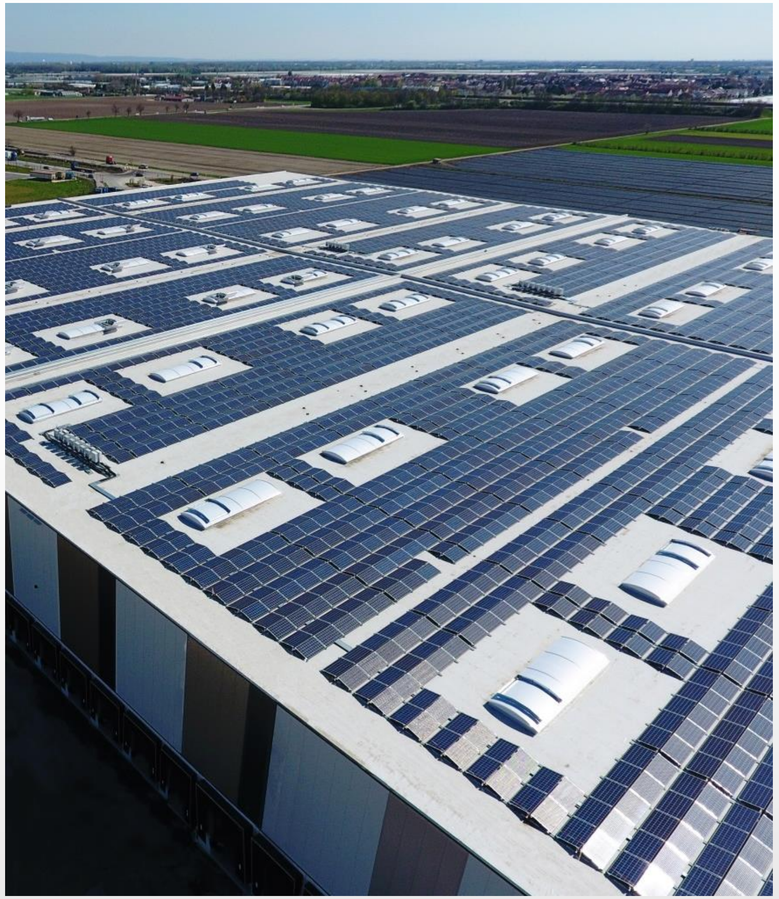
max solar
solar engineering

smart POWER

8,7 MW Bürgersolaranlage Wachenbrunn
Inbetriebnahme 13.05.2015

pv magazine award 2015
top business model

2,2 MW Bürgersolaranlage Meerane
Inbetriebnahme 27.10.2015

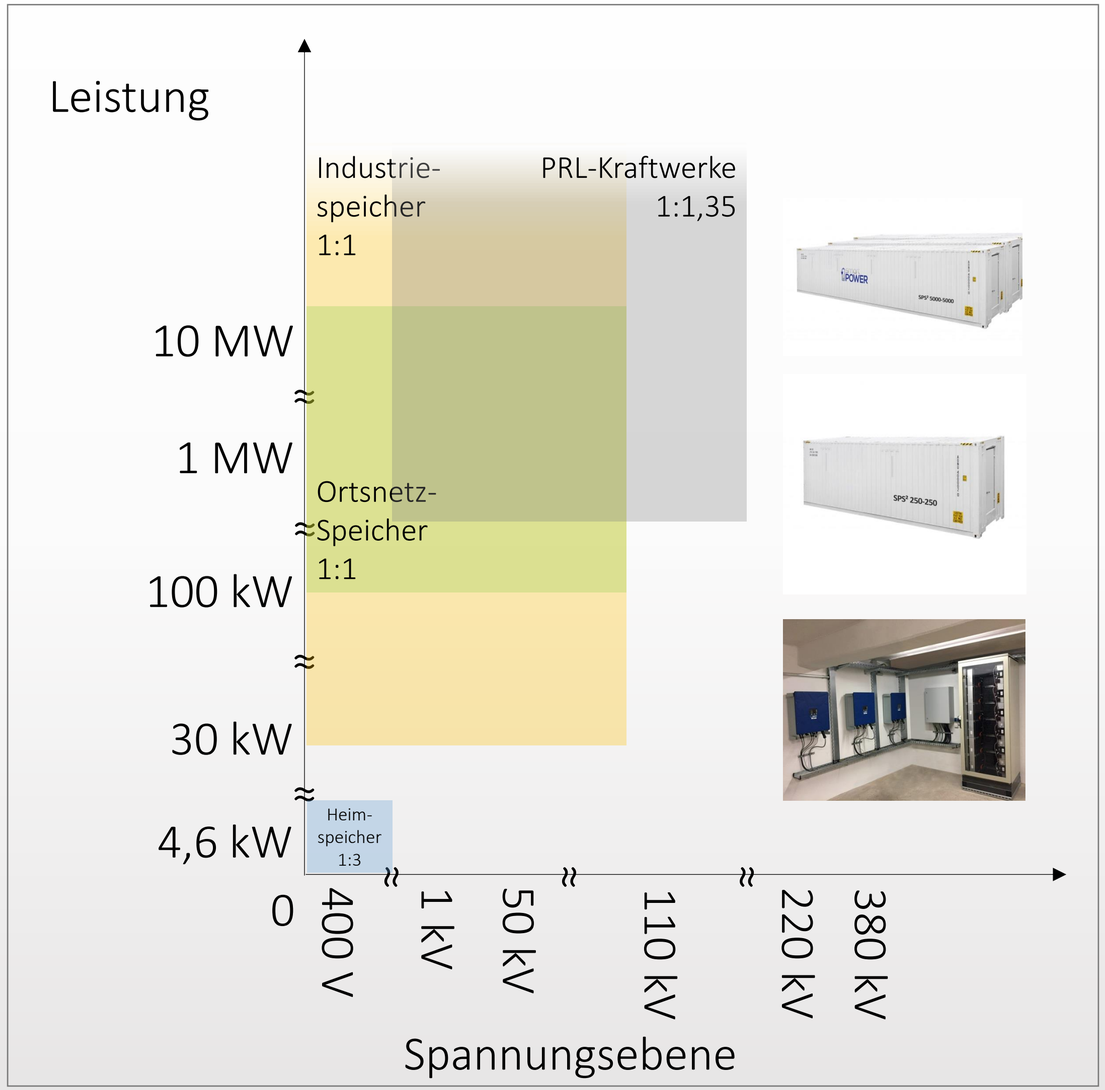


4,0 MW Bürger-Dachanlage Frankenthal (Pfalz)

Inbetriebnahme 05.2017

Einsatzgebiete und Wirtschaftlichkeit von Großspeichern

Anwendungsfälle von stationären Speichern



Die C-Rate:

Beispiele:

100kW, 100kWh, C-Rate = 1

1MW, 500kWh, C-Rate = 2

6kW, 30kWh, C-Rate = 0,2

Eine Betrachtung Speicherkosten pro kWh

Vorsicht bei einseitigen Renditebetrachtungen!

Beispiel 1

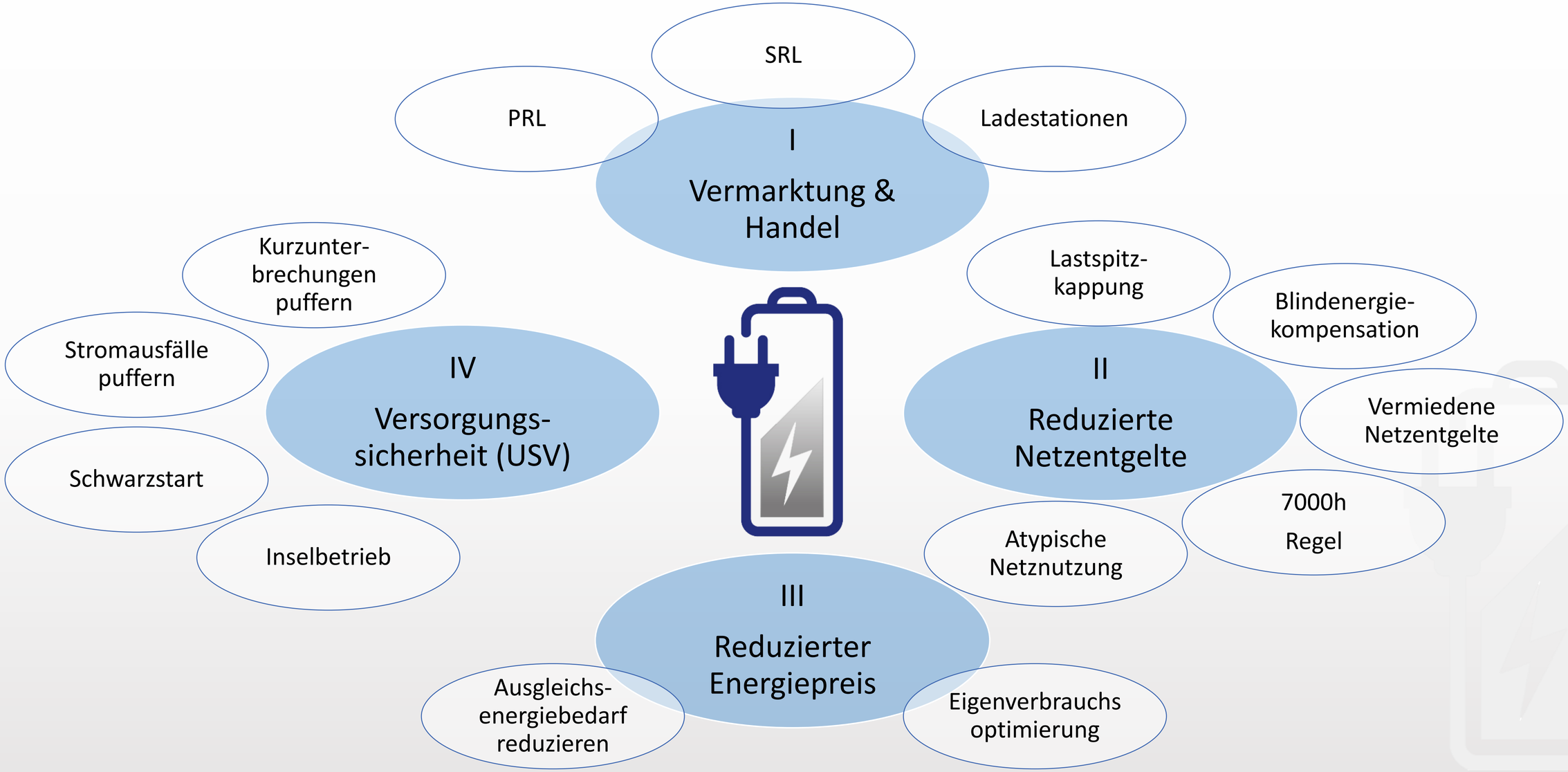
Speicherkosten, Gesamtbetrachtung		
Investition, netto	55000	€
Energieinhalt, brutto	70	kWh
DOD	100%	
Energieinhalt, netto	70	kWh
Speicherwirkungsgrad	92%	
Gesamtzyklen	8000	
Speicherpreis	**0,107**	**€/kWh**

Beispiel 2

Speicherkosten, Gesamtbetrachtung		
Investition, netto	55000	€
Energieinhalt, brutto	70	kWh
DOD	100%	
Energieinhalt, netto	70	kWh
Speicherwirkungsgrad	92%	
Zyklenzahl pro Jahr	250	
Ziel ROI	6	Jahre
Gesamtzyklen	1500	
Speicherpreis	**0,569**	**€/kWh**

Fazit:
Reine Eigenverbrauchserhöhung als alleiniger Anwendungsfall i.a. nicht wirtschaftlich – mehrere Erlöspfade sind nötig!

Wirtschaftlichkeit durch Mehrfachnutzen



Die Anwendungen machen das „Smartphone“ erst „smart“ – und wirtschaftlich!

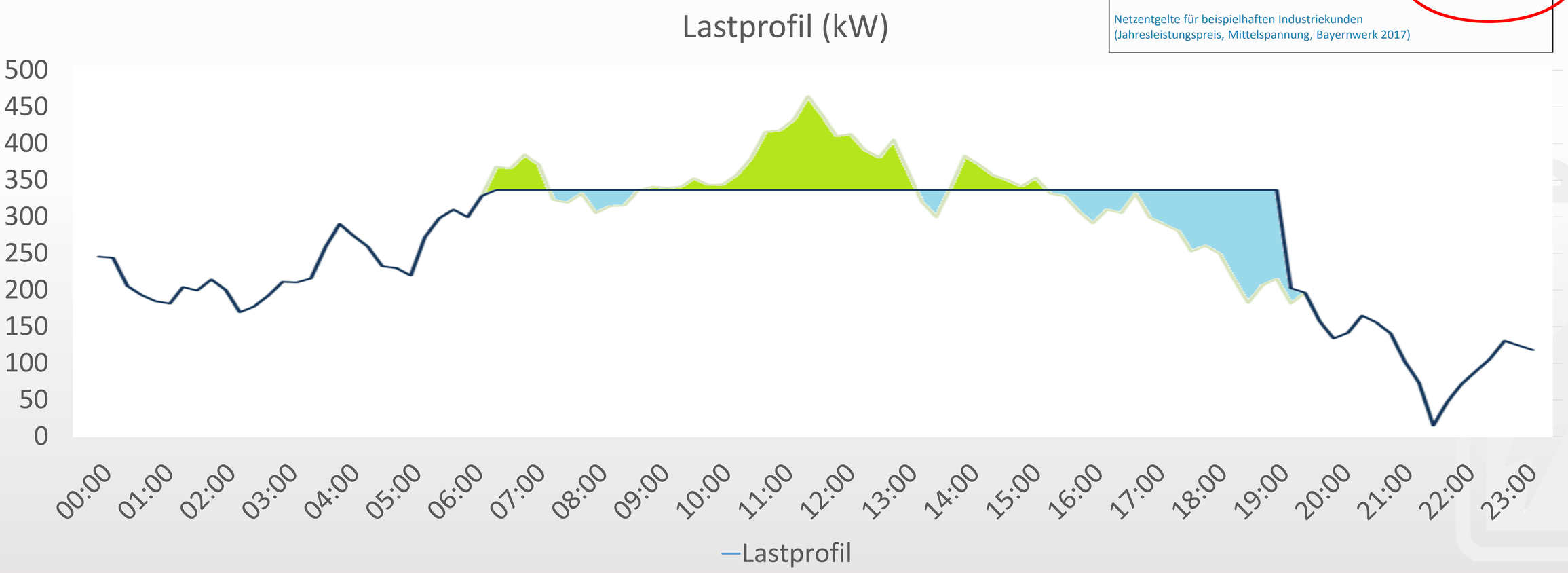
Hardware, Betriebssystem, Netzanbindung

Idee: Energy Storage 2018

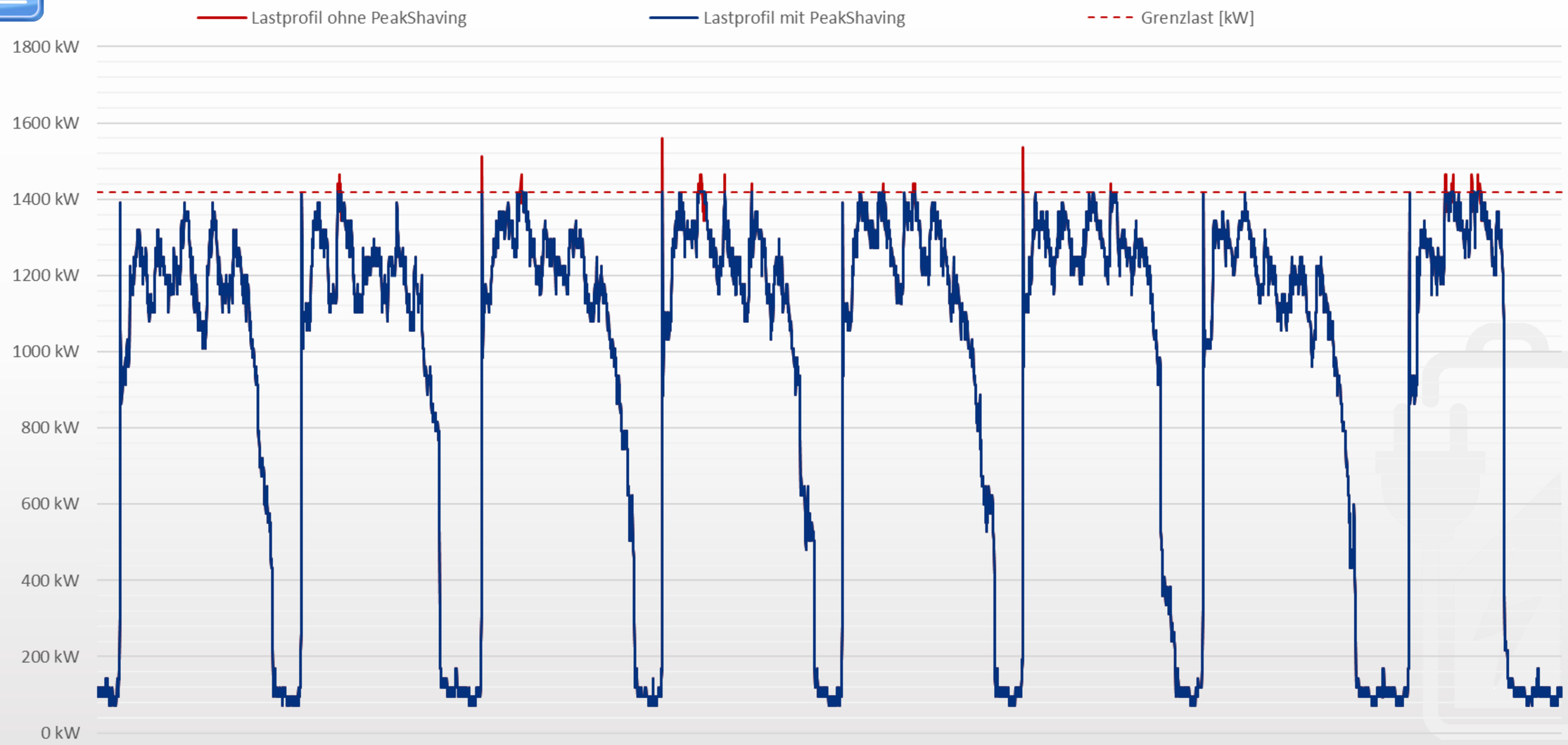
Peak-Shaving oder Lastspitzkappung

Jahresnutzungsdauer	< 2500 h/a	>= 2500 h/a
Energiepreis	0,055 €/kWh	0,005 €/kWh
Leistungspreis	12,78 €/kW	139,12 €/kW

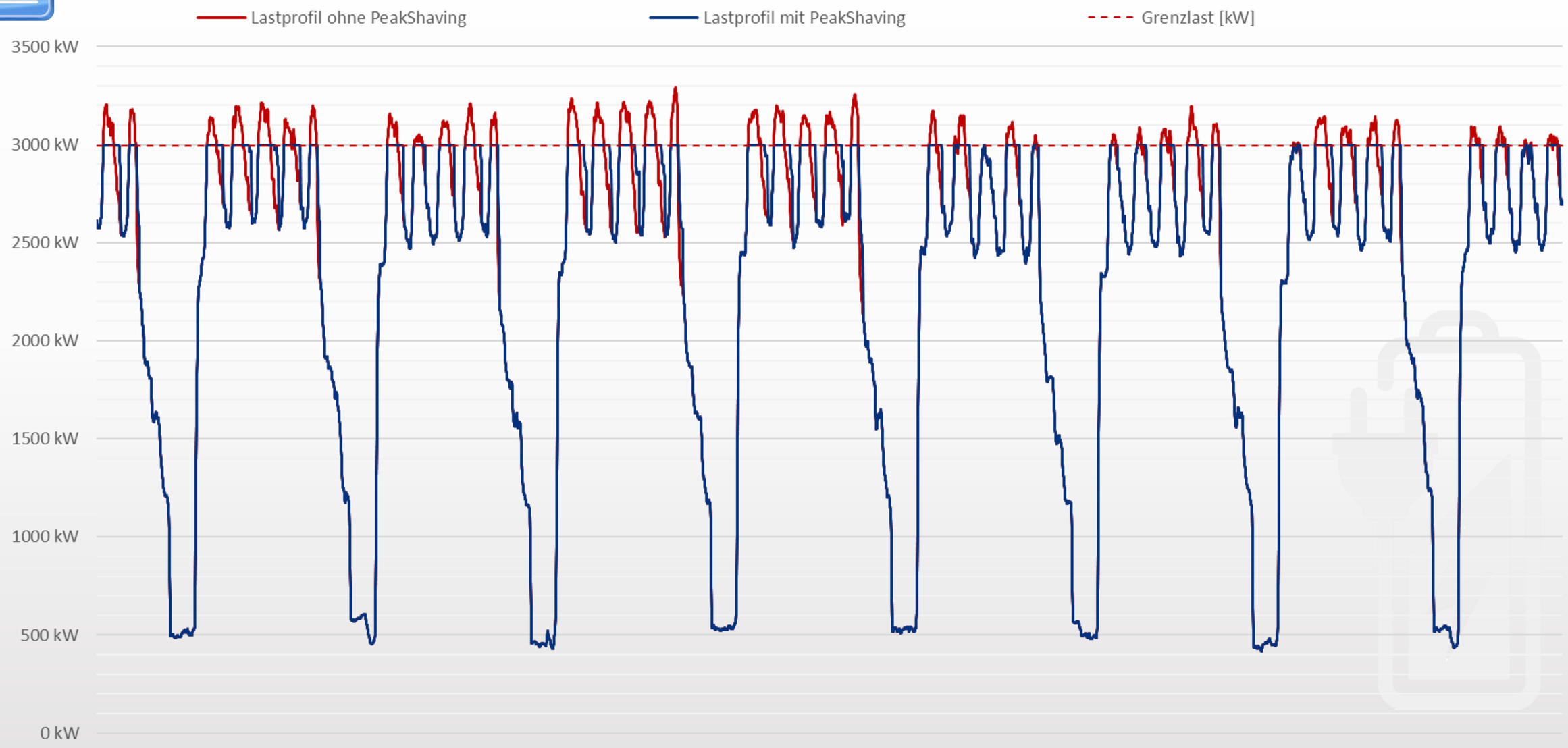
Netzentgelte für beispielhaften Industriekunden
(Jahresleistungspreis, Mittelspannung, Bayernwerk 2017)



Eignung von Lastprofilen für Peak-Shaving - Positivbeispiel



Eignung von Lastprofilen für Peak-Shaving - Negativbeispiel

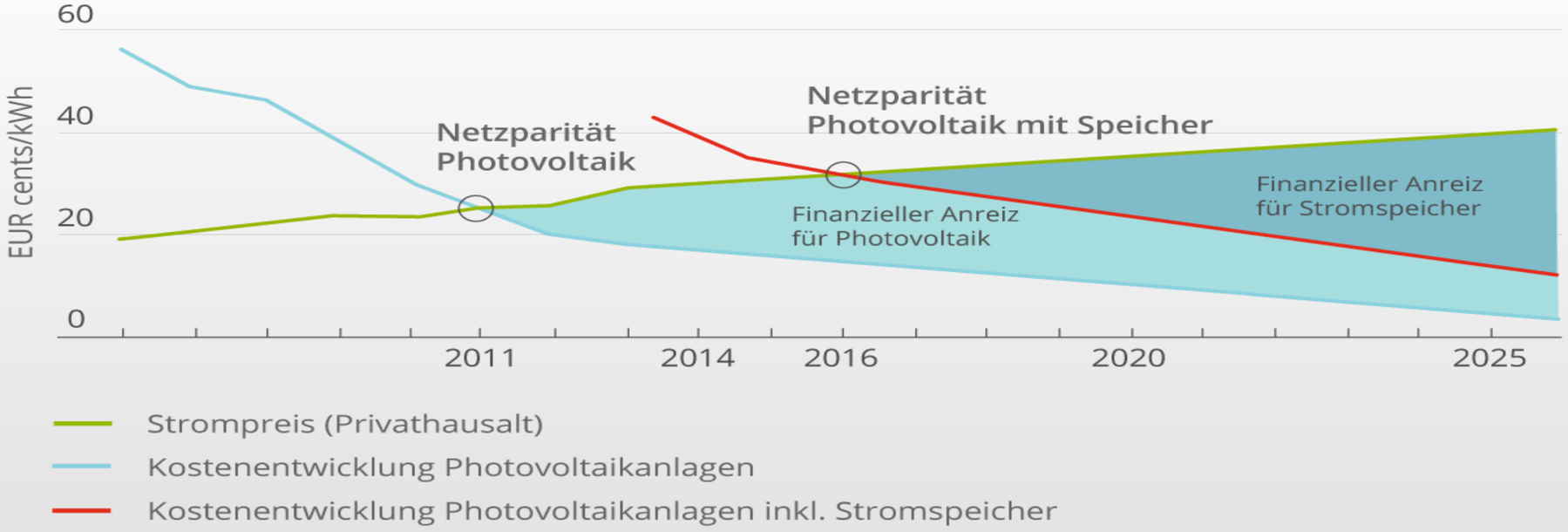


Eigenverbrauchserhöhung

Bild: MaxSolar

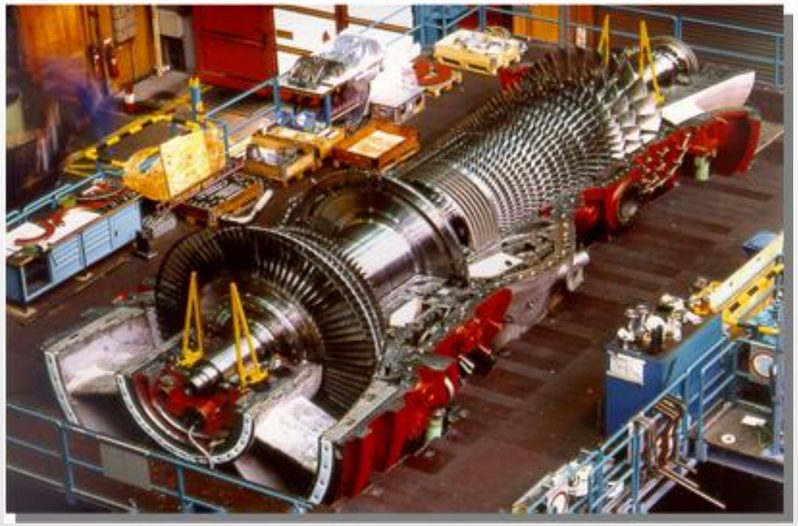
Hinweise:

- **Langfristige Betrachtung**
- **Dimensionierung**



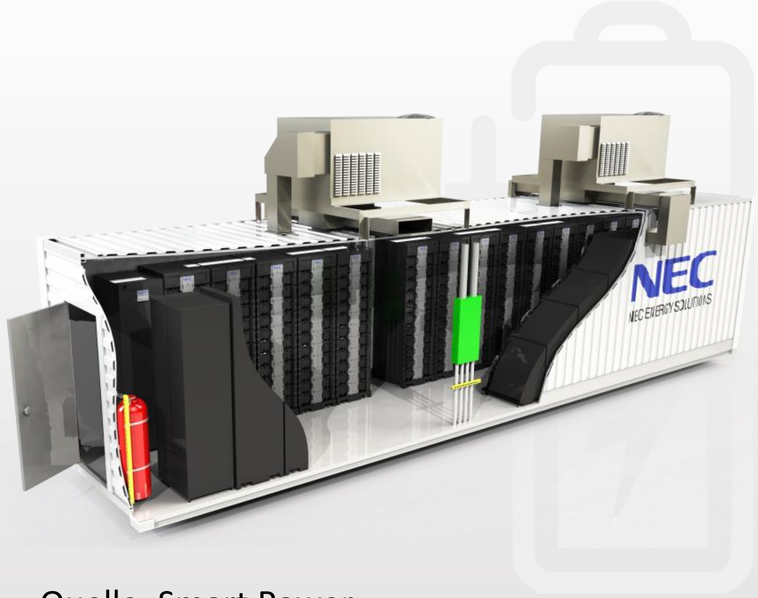
Primär-Regelleistung , Sekundär-Regelleistung

Durch den Einsatz von mehr erneuerbaren Energien im Netz fehlen die „Schwungmassen“ der konventionellen Kraftwerke.
Diese müssen durch schnell regelbare Speicher ersetzt werden.



Quelle: DLR

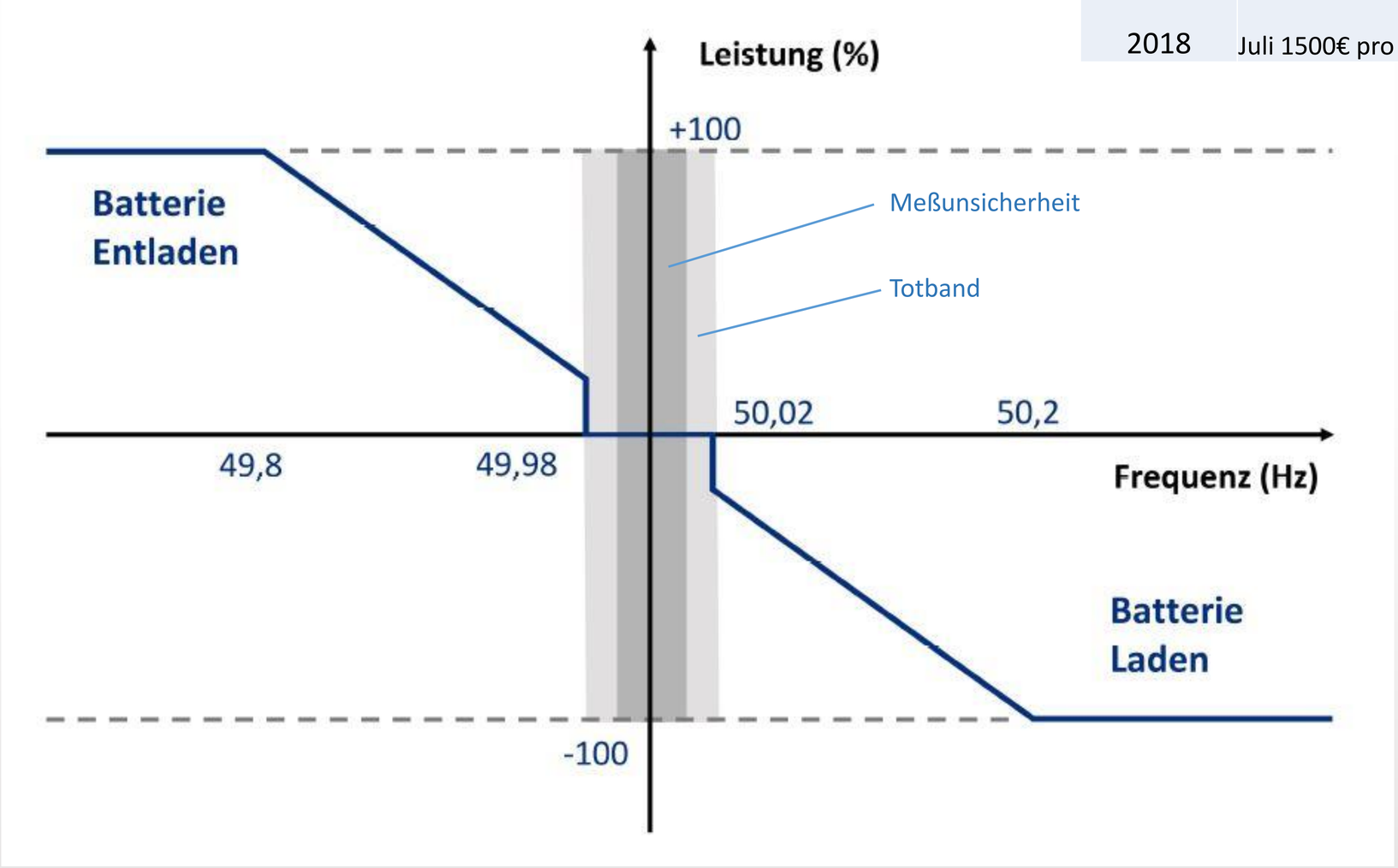
Quelle: MaxSolar



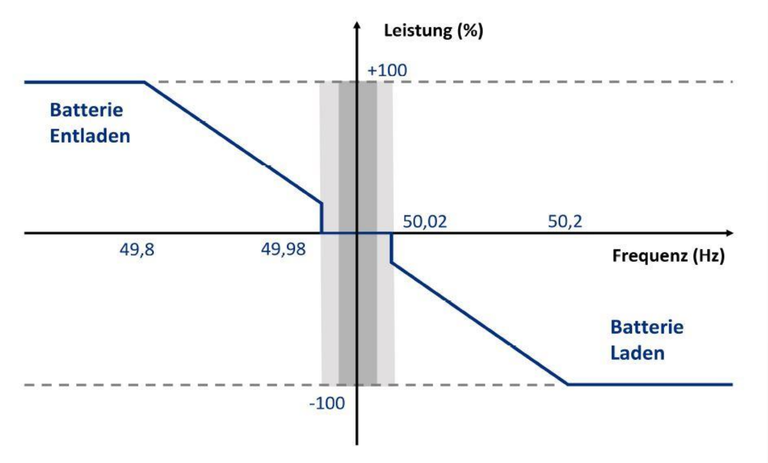
Quelle: Smart Power

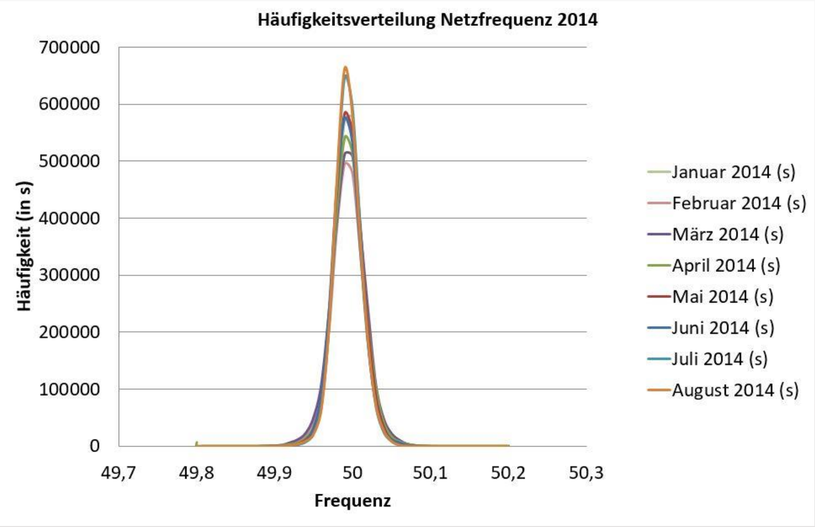
Primär-Regelleistung - Kennlinie

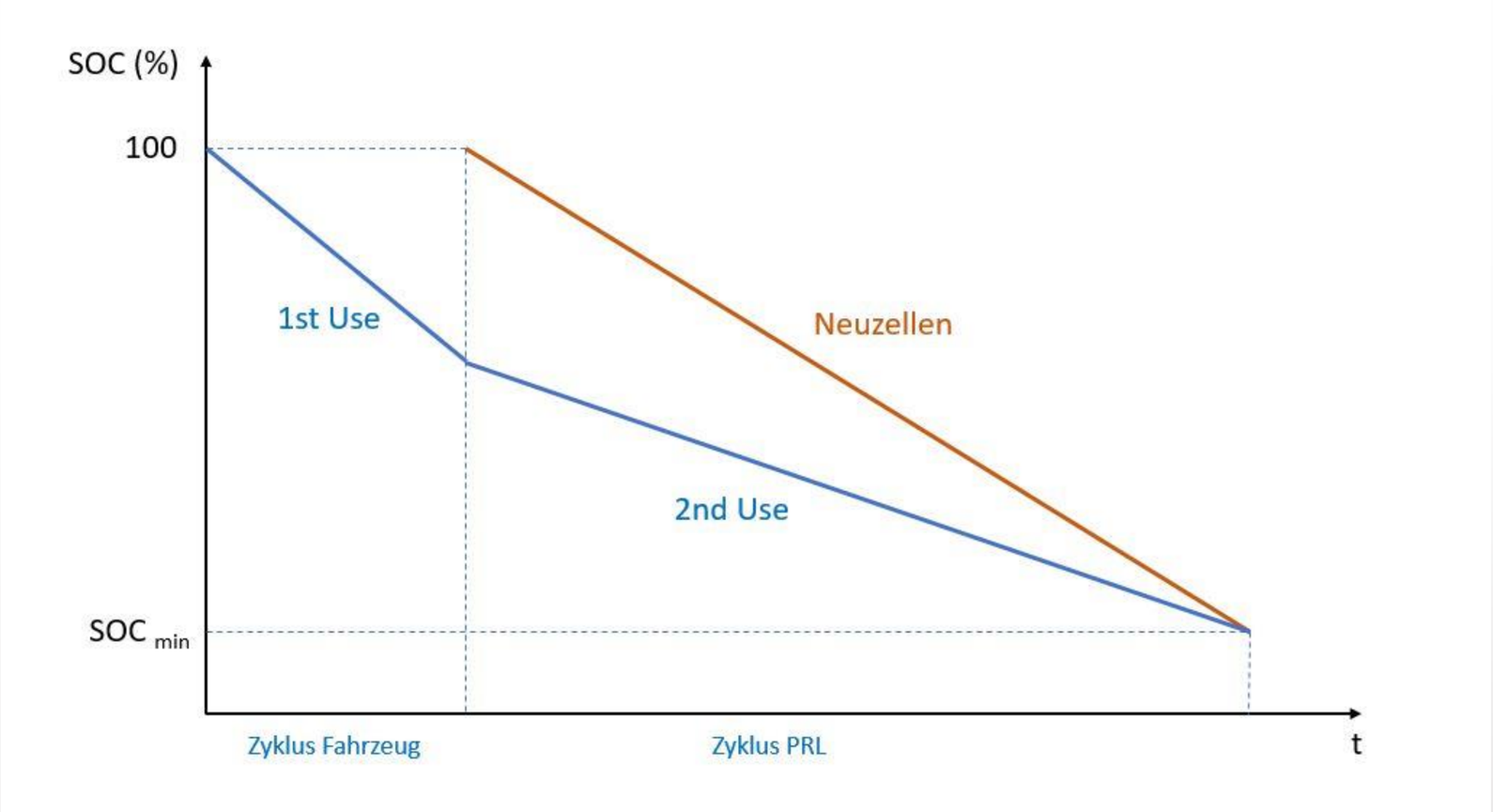
2017	2400€ pro Woche pro MW	
2018	Juli 1500€ pro Woche pro MW	



Primär-Regelleistung – Sonderform „PRL-Hybrid“



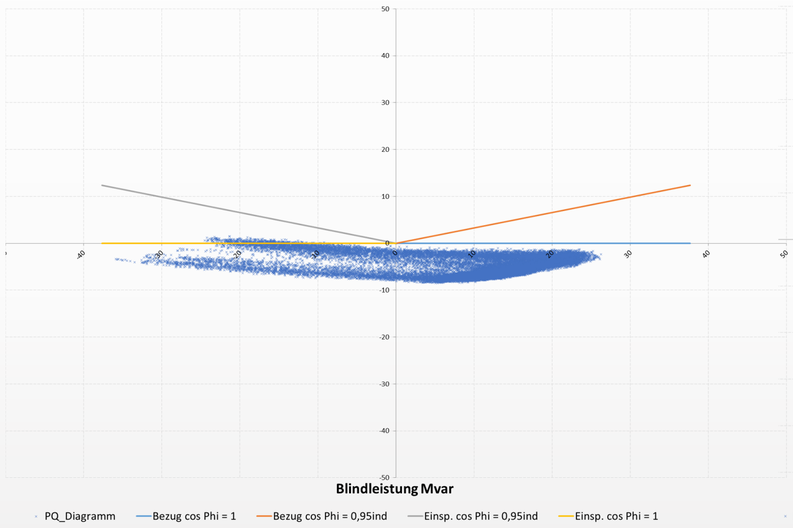




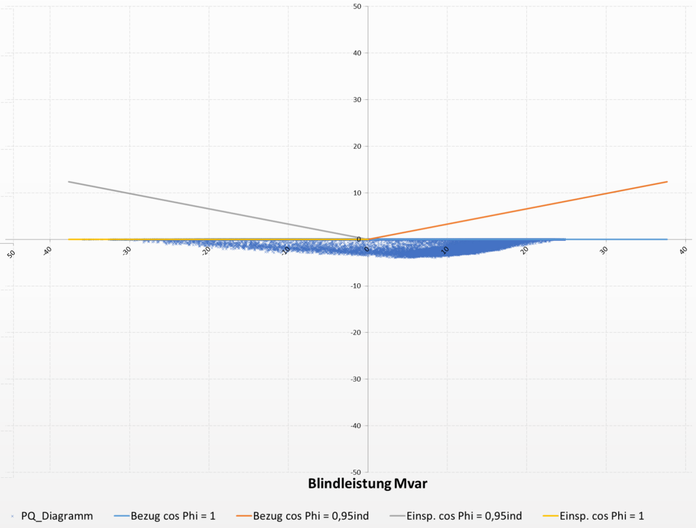
Mehr Infos dazu: Im nächsten PV-Magazine

Blindleistungskompensation

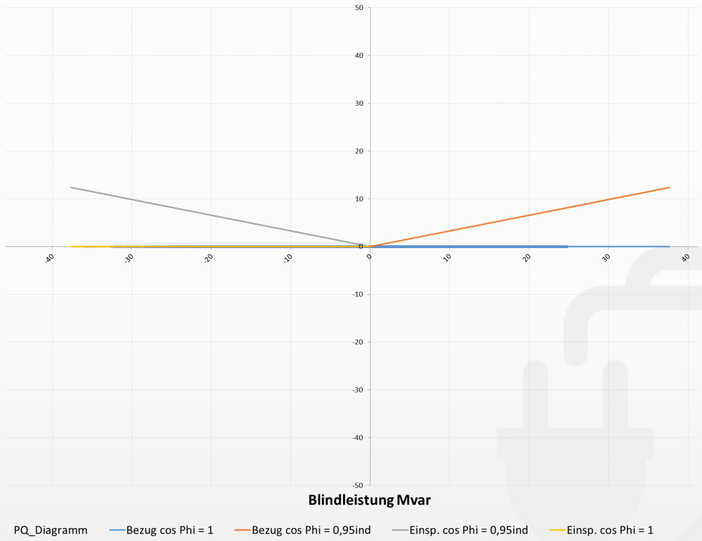
Ausgangszustand



Teilkompensation



Vollkompensation

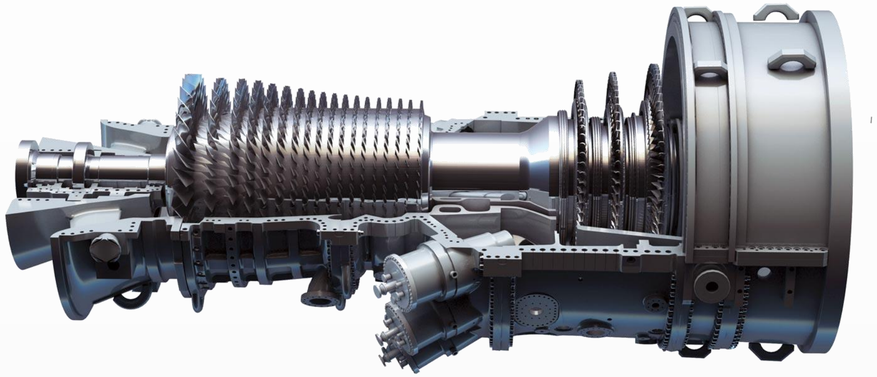


Quelle: Smart Power / SW Trostberg

Hinweise:

- **Für weitergehende Blindleistungskompensation ist i.a. eine Überdimensionierung der WR notwendig**
- **Gesonderte Wirtschaftlichkeitsberechnung notwendig!**

Hybridanwendungen: Kombinierte Vorteile verschiedener Systeme



Quelle: GE Power Generation

+

Quelle: Smart Power

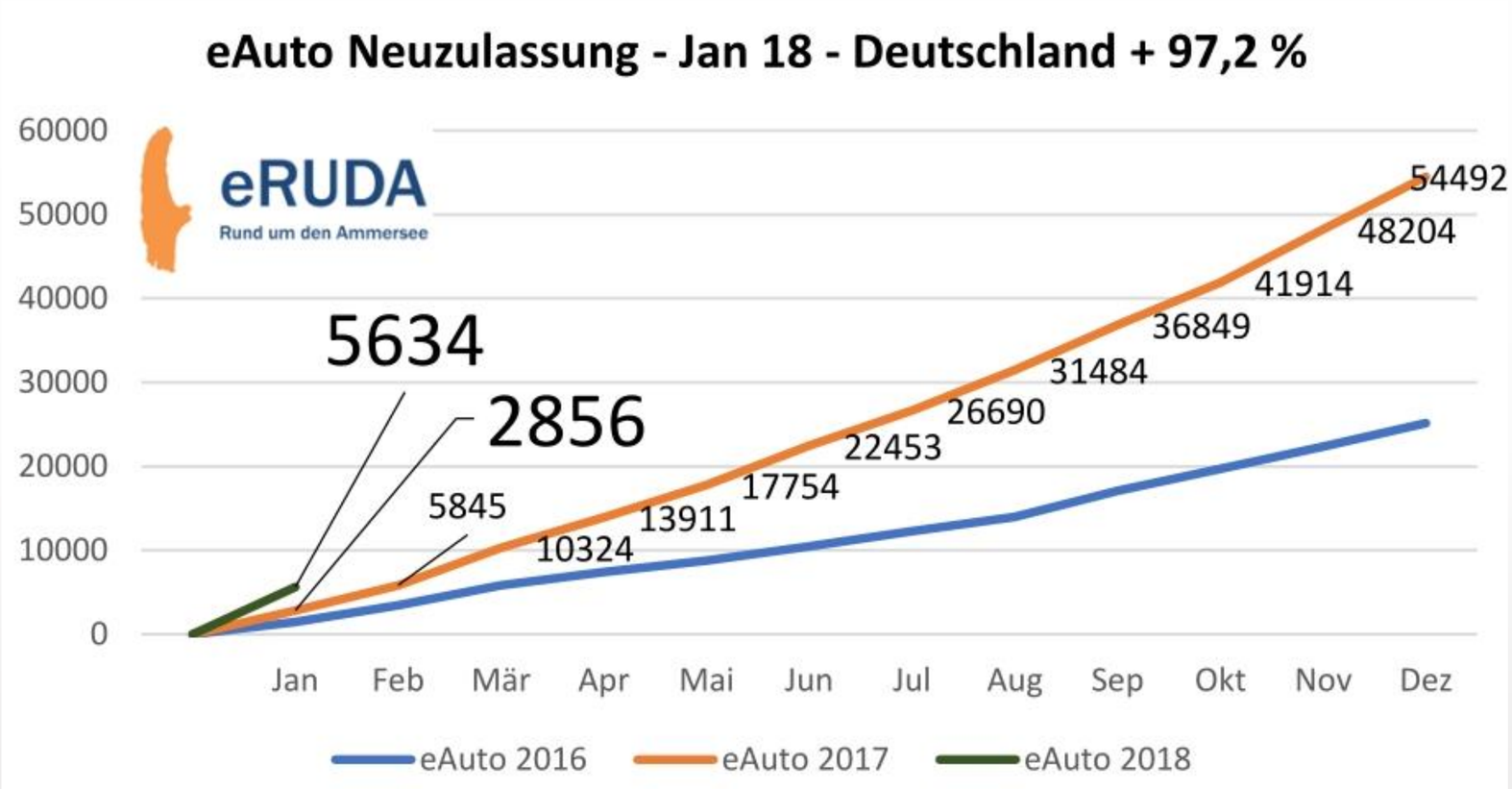
- Hohe Energiereserven
- Totzeit und Hochlauframpe
- Hohe Startkosten
- Meist begrenzte Laufzeiten

- Hohe Regelgeschwindigkeit
- Hoher Wirkungsgrad
- Keine Startkosten
- Begrenzte Kapazität

Hohe Energiereserven bei gleichzeitig hoher Regelgeschwindigkeit

- Einsatz PRL
- Einsatz SRL
- Einsatz Lastspitzkappung

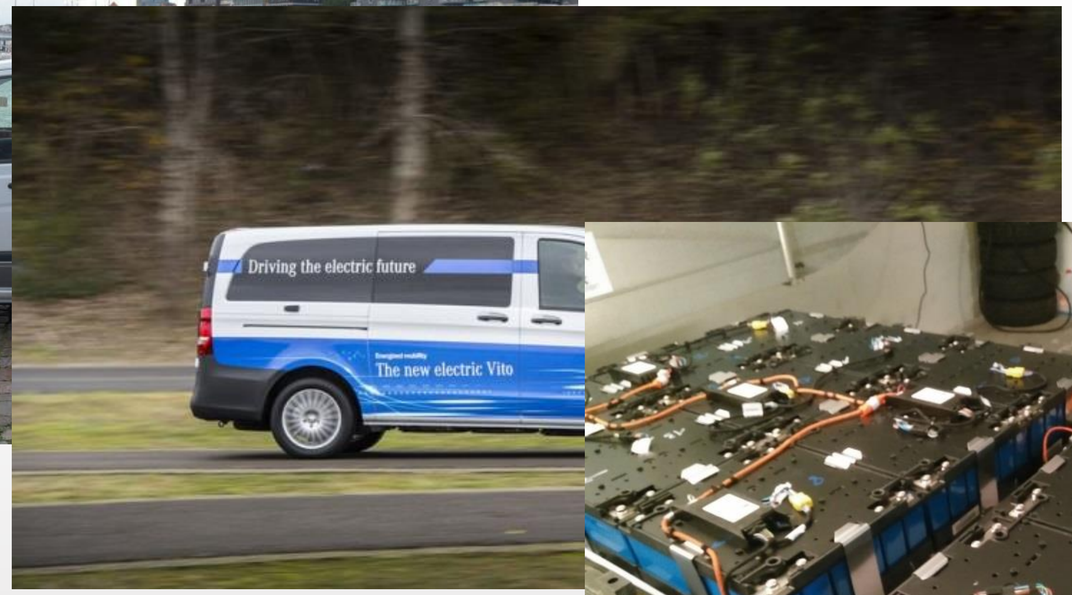
E-Mobilität - Schnellladung



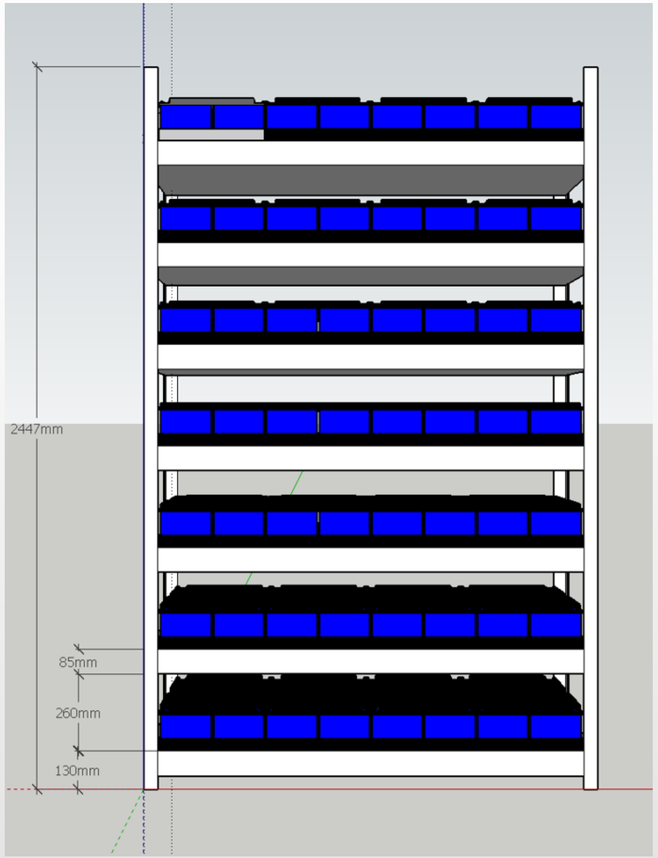
- Leistungsbedarf AC: n x 43kW
- Leistungsbedarf Chademo: n x 50kW
- Leistungsbedarf CCS: n x 50, 150 kW
- Perspektifisch CCS: n x 350kW

2nd Life - Beispiel

2015

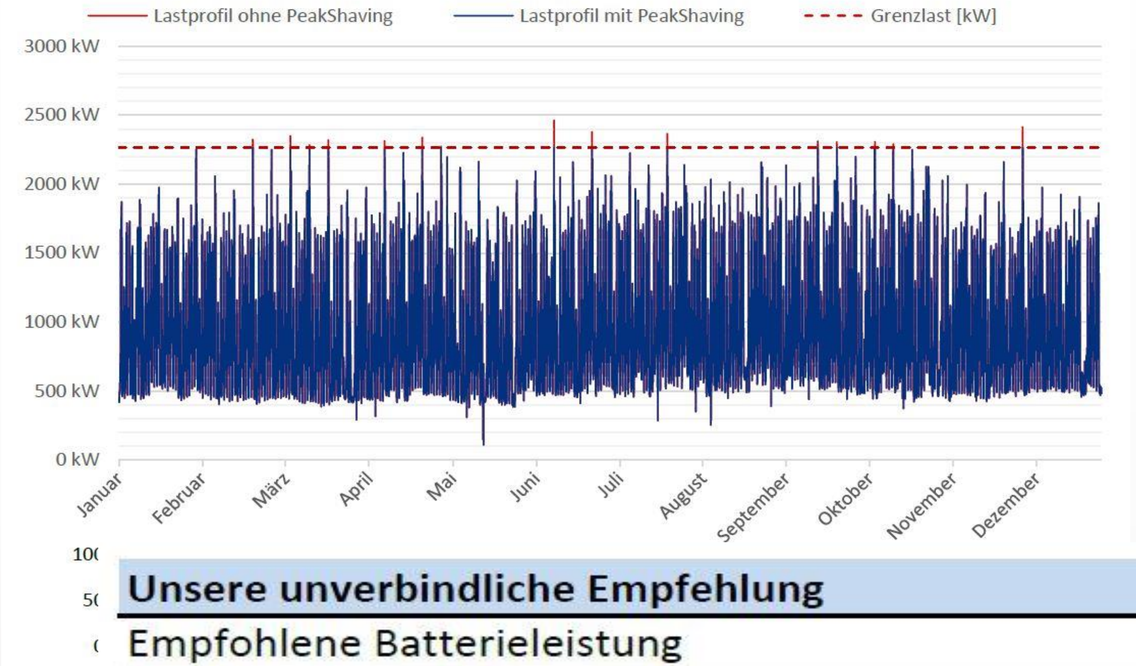


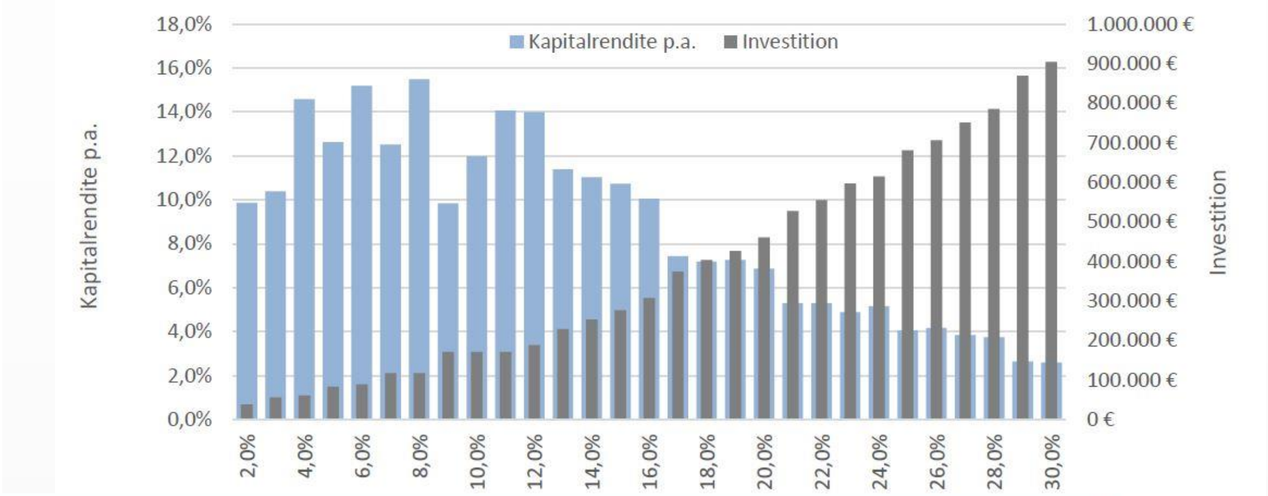
2018



Rentabilitätsmodelle Beispiel-Auswertungen

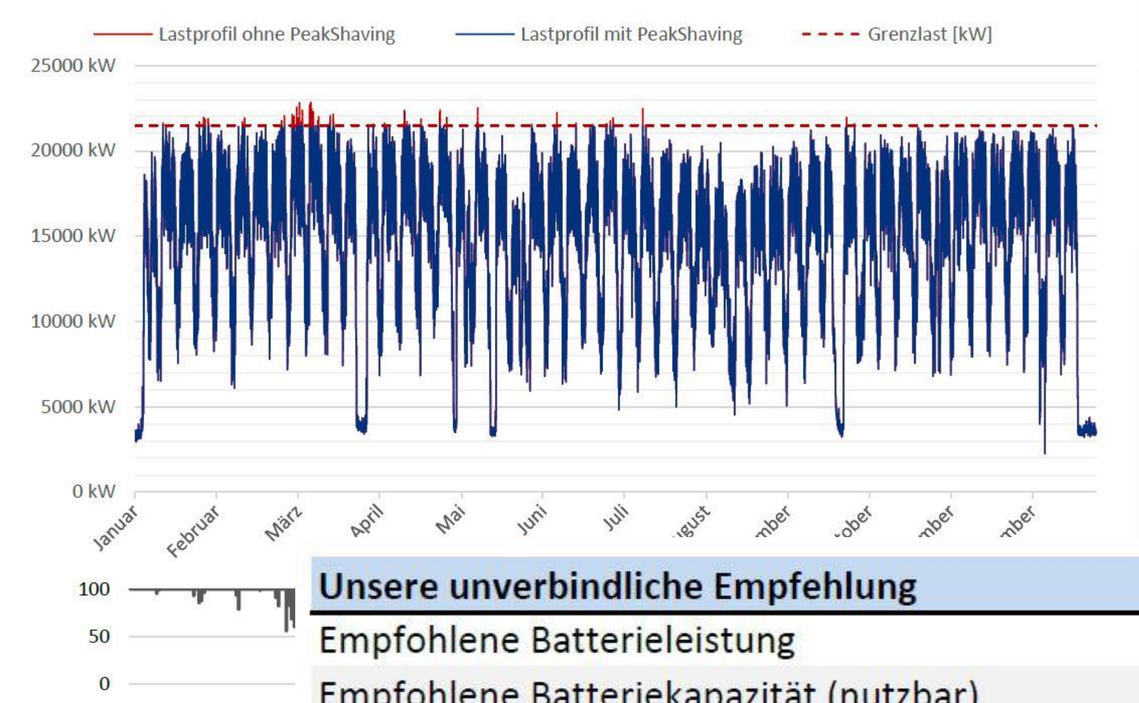
Wirtschaftlichkeitsbeispiel Mittleres Unternehmen

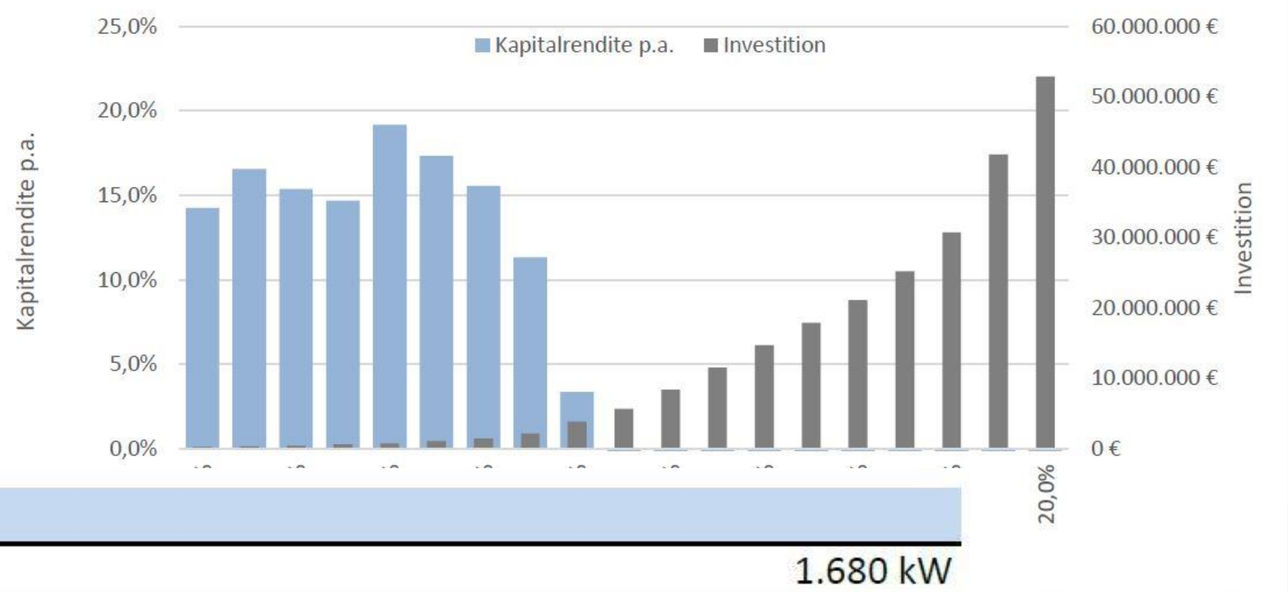




Unsere unverbindliche Empfehlung	
Empfohlene Batterieleistung	240 kW
Empfohlene Batteriekapazität (nutzbar)	91 kWh
Investition	116.908 €
Vermiedene Netzentgelte	22.612 €
Zusätzliche Erlöse durch Eigenverbrauchsoptimierung	832 €
Betriebskosten im ersten Jahr	2.141 €
Amortisationszeit (statisch) ohne Fremdkapital	5,49 Jahre
Kapitalrendite p.a. ohne Fremdkapital *	16,34 %
Amortisationszeit mit Fremdkapital	3 Jahre
II. Wirtschaftlichkeit	

Wirtschaftlichkeitsbeispiel Größeres Unternehmen





Unsere unverbindliche Empfehlung	
Empfohlene Batterieleistung	1.680 kW
Empfohlene Batteriekapazität (nutzbar)	858 kWh
Investition	788.092 €
Vermiedene Netzentgelte	137.685 €
Zusätzliche Erlöse durch Vermarktung	39.836 €
Betriebskosten im ersten Jahr	14.809 €
Amortisationszeit (statisch) ohne Fremdkapital	4,84 Jahre
Kapitalrendite p.a. ohne Fremdkapital *	19,16 %
Amortisationszeit mit Fremdkapital	3 Jahre
II. Wirtschaftlichkeit	

Projektbeispiele

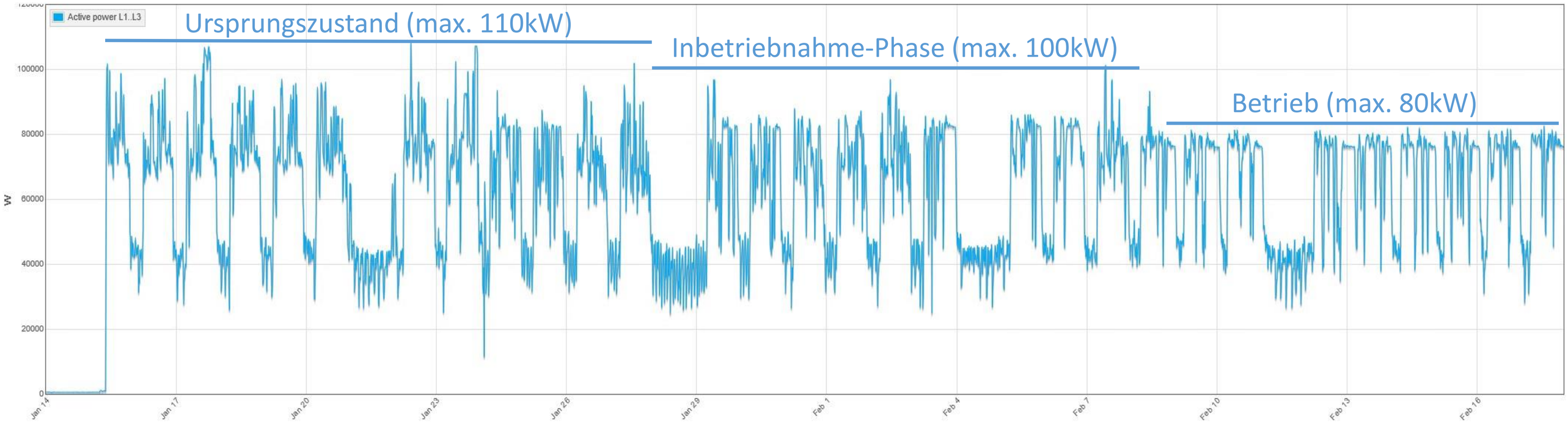
Praxis-Beispiel 1: Berlin - Großmarkt

Peak-Shaving
E-Mobilität

Erste Hilfe

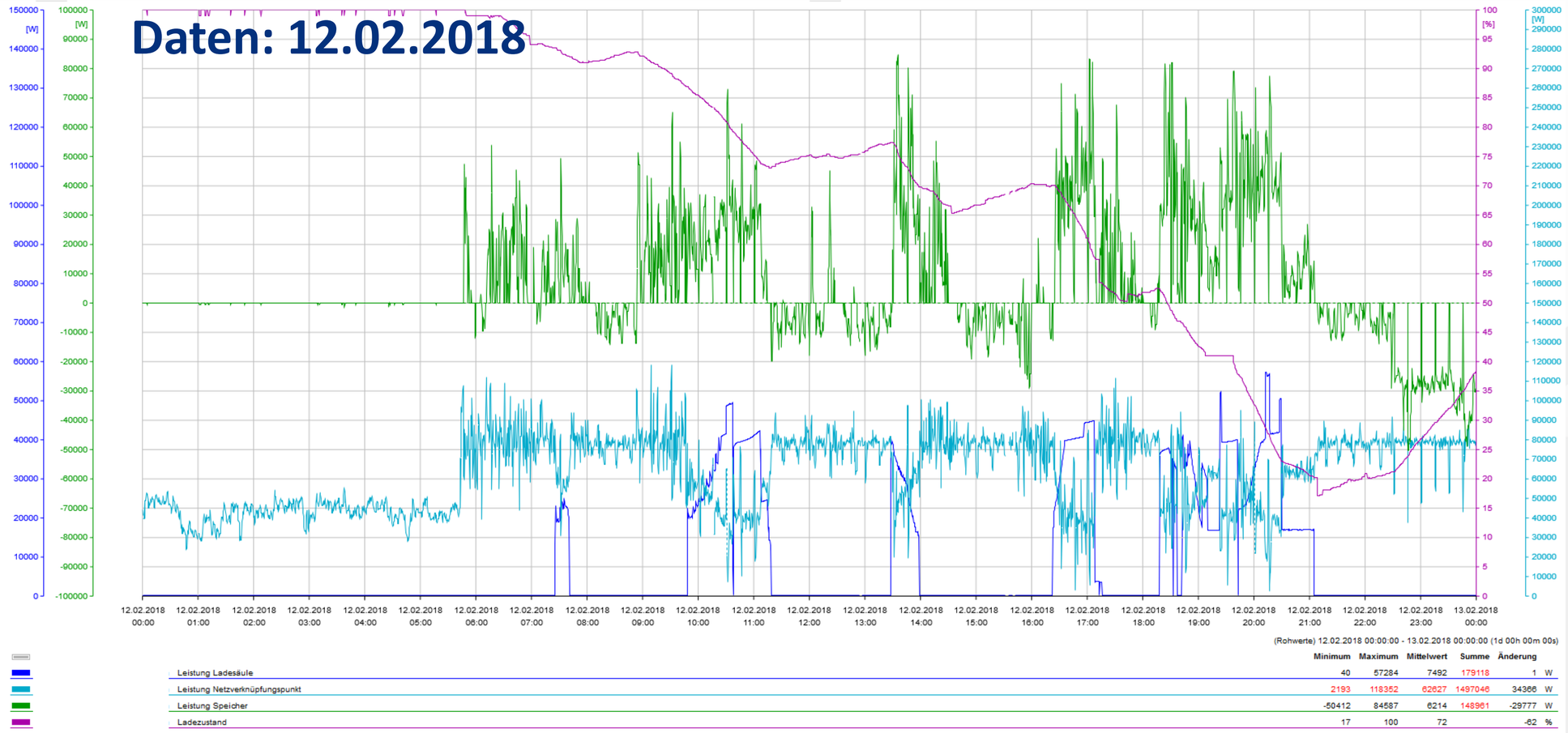
WINDNODE
WINDNODE

Peak-Shaving oder Lastspitzkappung - Praxisbeispiel



Quelle: Speicher in einem Großmarkt, Smart Power GmbH

Peak-Shaving - Praxisbeispiel



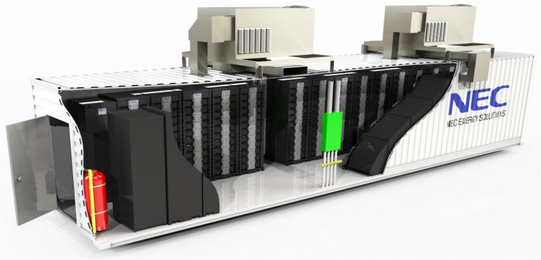
Quelle: Speicher in einem Großmarkt, Smart Power GmbH

Praxis-Beispiel 2: Garching

PRL

PRL Speicher - Garching

Kennzahlen	
Kapazität	Ca. 1.200 kWh
Leistung	Ca. 1.400 kVA
Anschluss	20 kV
Abmessungen	40‘ Container
Investment	1,00 Mio €

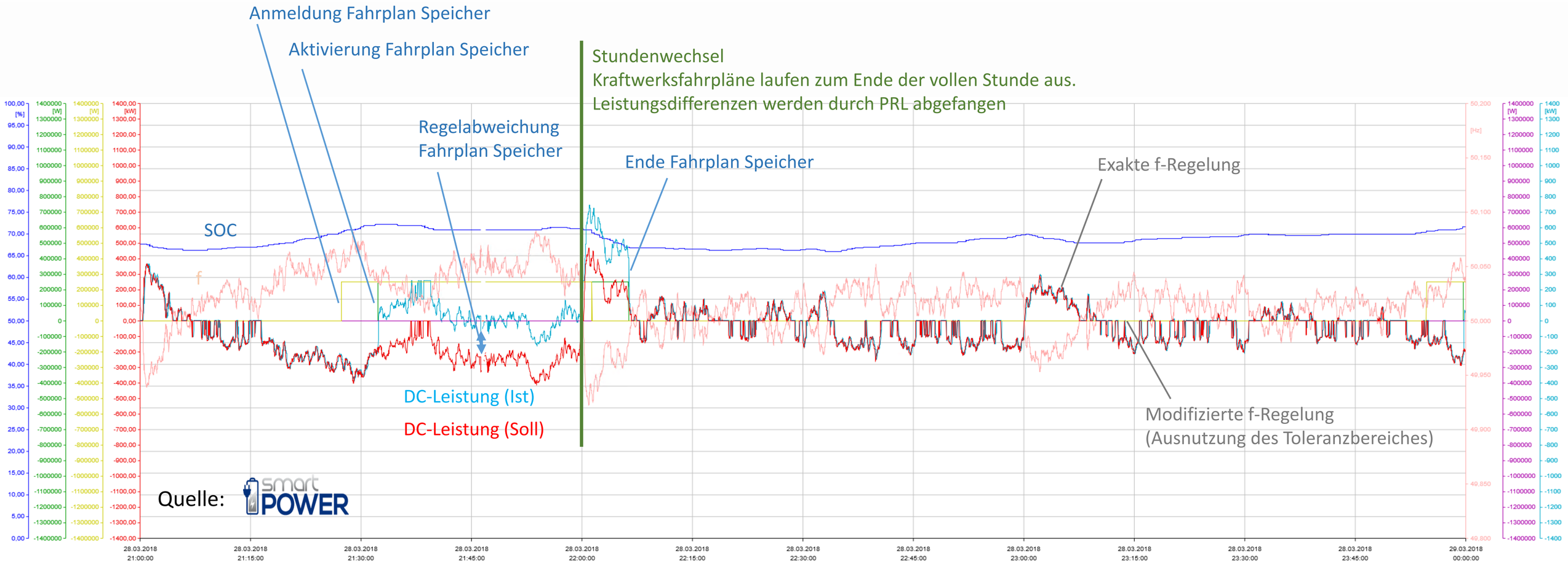


Speichersystem (NEC)

Wechselrichter (Bonfiglioli)

- Funktion: Bereitstellung von Primärregelleistung
- Technologie: hochmodernes, sicherheits-orientiertes Lithiumspeichersystem (LiFePo)
- 10 jährige Funktions- und Leistungsgarantie
- Attraktiver Standort direkt am Campus Garching der TU München
- Kooperationsvertrag mit der TU München über die Aufnahme und Auswertung von Daten

Primär-Regelleistung – Beispiel Betriebsführung



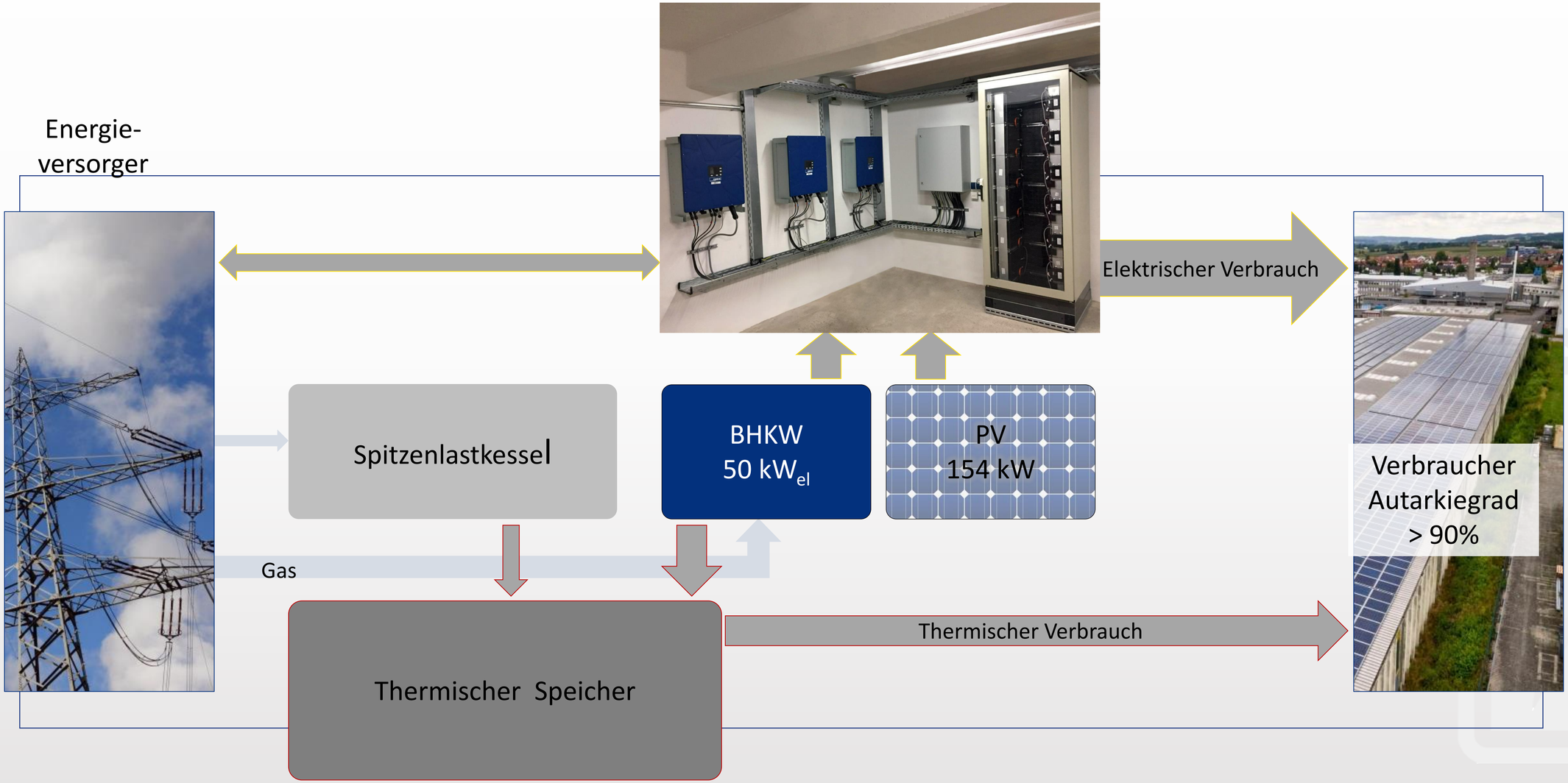
(Rohwerte) 28.03.2018 21:00:00 - 29.03.2018 00:00:00 (03h 00m 00s)

			Minimum	Maximum	Mittelwert	Summe	Änderung	
FC.Garching.Avg_SOC	Garching	Durchschnittlicher SOC	65,90	72,10	68,71		4,00	%
FC.Garching.DC_Power	Garching	Leistung auf der Batterieseite	-387	744	-17	-51	60	kW
FC.Garching.FPG_exe	Garching	Ausführung des Fahrplangeschäftes	0	250000	46910	140208	250000	W
FC.Garching.FPG_req_neg	Garching	Fahrplan negativ angekündigt	0	0	0	0	0	W
FC.Garching.FPG_req_pos	Garching	Positiver Fahrplan angefragt	0	250000	53880	161042	250000	W
FC.Garching.Freq	Garching	Frequenz	49,922	50,083	50,017		0,025	Hz

Praxis-Beispiel 3: Industriespeicher Trostberg

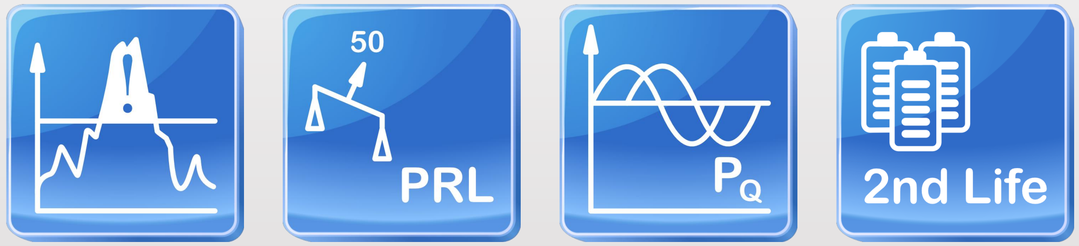
Peak-Shaving
Eigenverbrauch
2nd Life

Speicher im Gesamtenergiekonzept

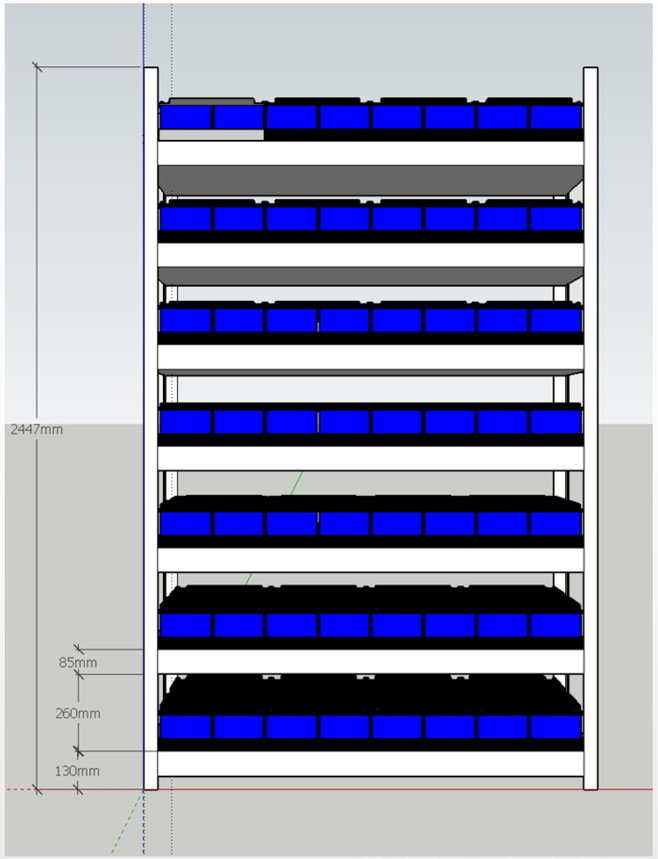


Praxis-Beispiel 4: Stadtwerke Trostberg

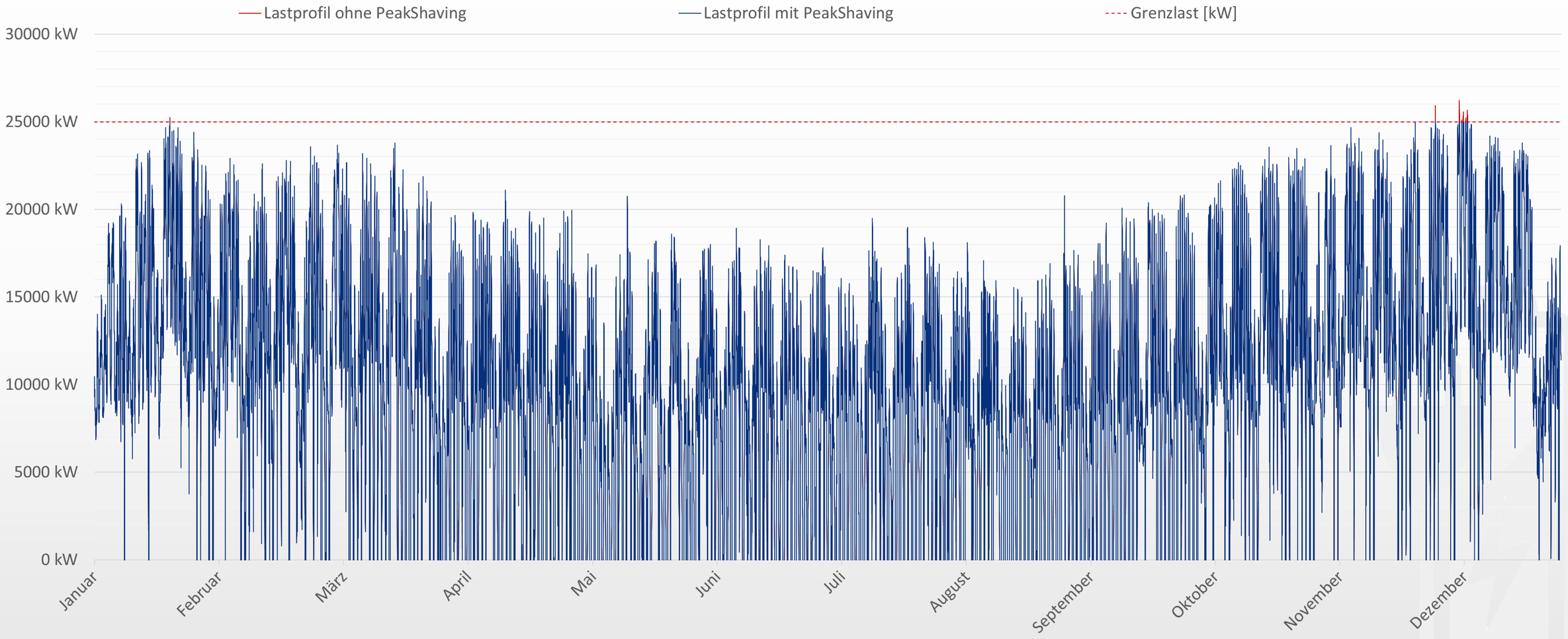
Peak-Shaving
PRL
Blindleistung
2nd Life



PRL Trostberg (1,2MW, 1,5 MWh)



Lastspitzenkappung (Softwaregestützte Auslegung)



Wirtschaftlichkeit im Peak-Shaving-Betrieb

Optimale Speicherauslegung für das Beispiel-Lastprofil:
- Leistung: 1,5 MW
- Kapazität: 2 MWh

Investitionskosten (Vorabschätzung)

700.000 €	(Batterie)
97.000 €	(Leistungselektronik)
290.000 €	(Sonstige Kosten: EMS, Container, Kabel, Zähler, Installation etc.)
1.087.000 €	

Jährliche Cashflows:

143.266 €	(Jährlich vermiedene Netzentgelte)
15.000 €	(Laufende Kosten)

➡ Amortisationszeitraum: Ca. 8,5 Jahre
Kapitalrendite auf 15 Jahre: 9 %

Zusätzliche Vermarktung als Primärregelleistung

Speicher wird nur 0,5 % des Jahres für Peak-Shaving genutzt

↓

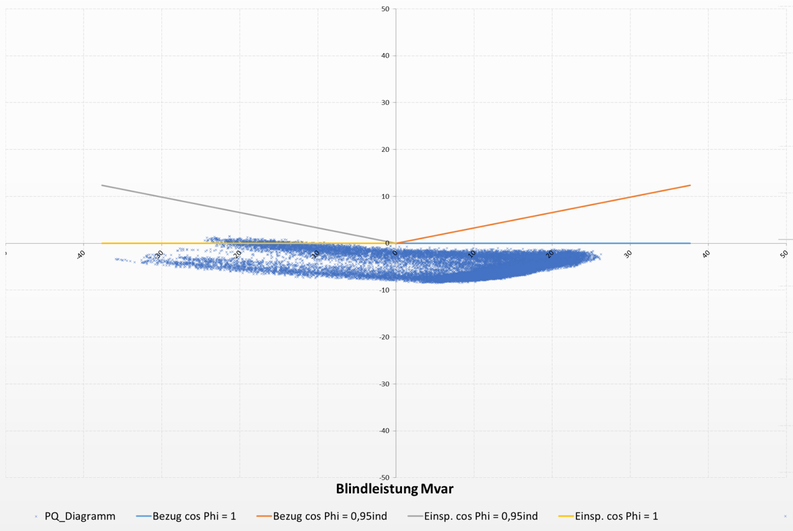
Zusätzliche Vermarktung am Regelleistungsmarkt erzeugt 91.000 € Erlöse pro Jahr
Voraussetzung: (n-2)-Sicherheit im Pool

↓

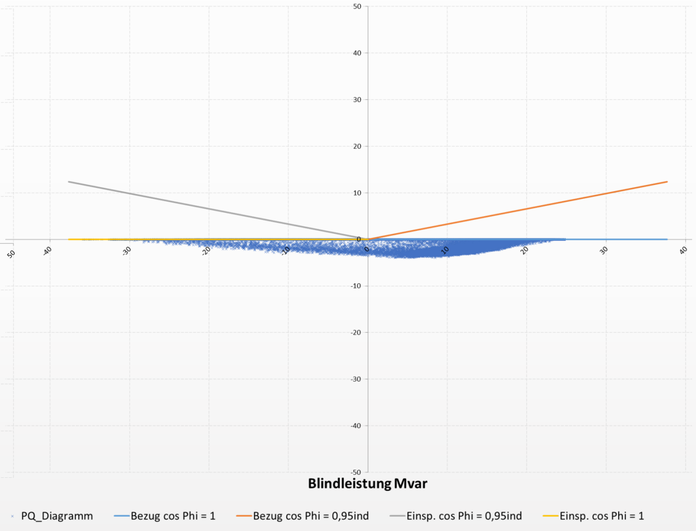
Amortisationszeitraum verkürzt sich auf 5 Jahre

Mögliche weitere Erlöse: Blindleistungskompensation

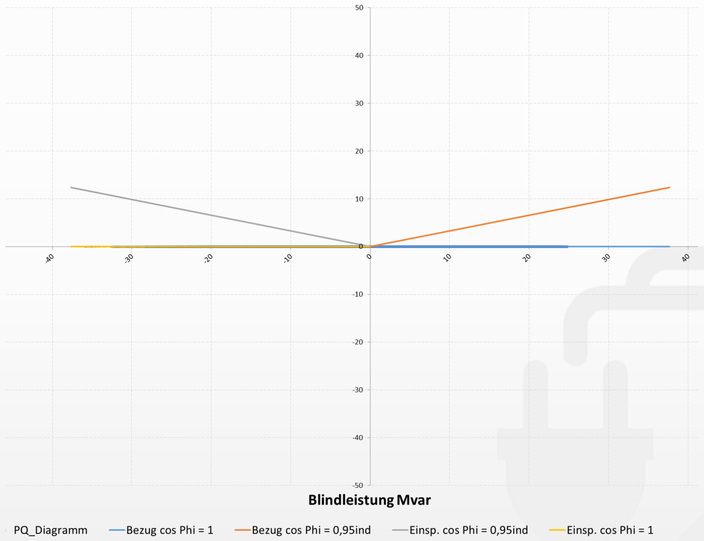
Ausgangszustand



Teilkompensation



Vollkompensation



Quelle: Smart Power / SW Trostberg

Zusammenfassung – 2 Dimensionierungsvorschläge

Speicherauslegung 1:
- Leistung: 1,5 MW
- Kapazität: 2 MWh

- Investition: 1,1 Mio. €
- Jährlicher Cashflow: 128.000 €
- Amortisation: 5 Jahre

Vorteile:
- Geringere Investition
- Schnellere Amortisation

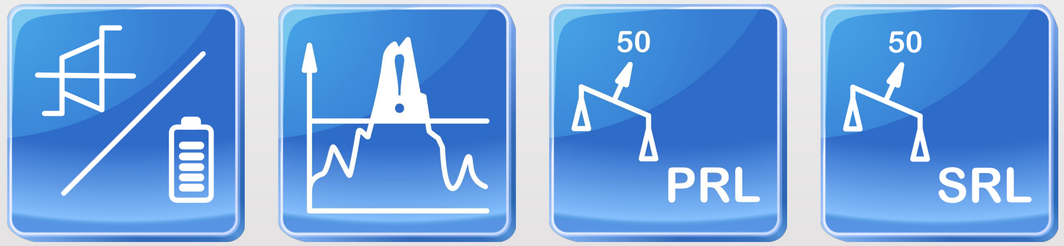
Speicherauslegung 2:
- Leistung: 8,5 MW
- Kapazität: 8 MWh

- Investition: 4,3 Mio. €
- Jährlicher Cashflow: 650.000 €
- Amortisation: 6,6 Jahre

Vorteile:
- Zusätzliche, vollständige Kompensation der Blindleistung (hier als Erlös <u>noch nicht berücksichtigt!)</u>

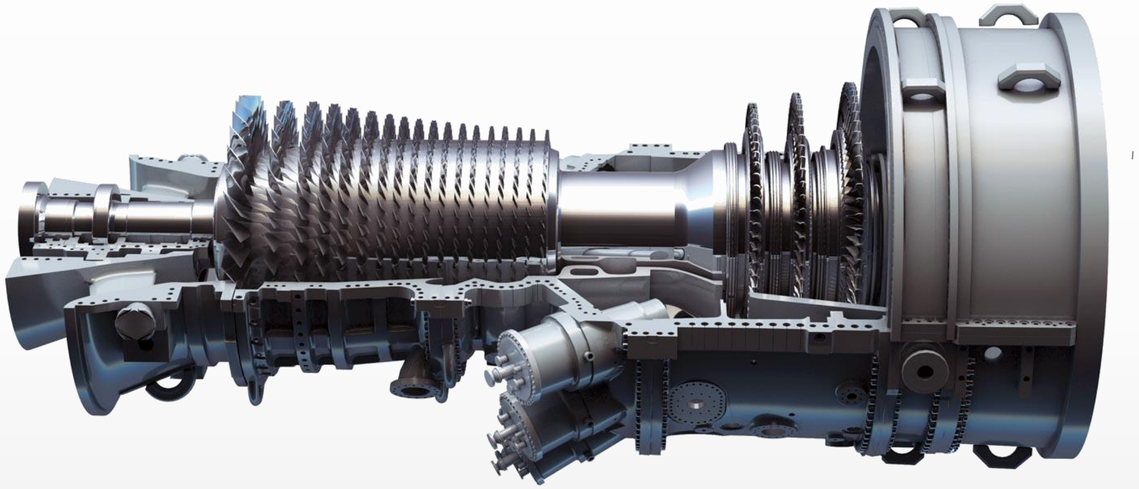
Praxis-Beispiel 5: Hybridkraftwerk Multi-MW-Bereich

Hybridanwendung
Peak-Shaving
PRL
SRL



Konzept

Ziel: Kombination eines „Langsamläufers“ (Gasturbine) mit einem „Schnellläufer“ (Speichersystem) zur Lastspitzenkappung und Erbringung von Primär- und Sekundärregelleistung



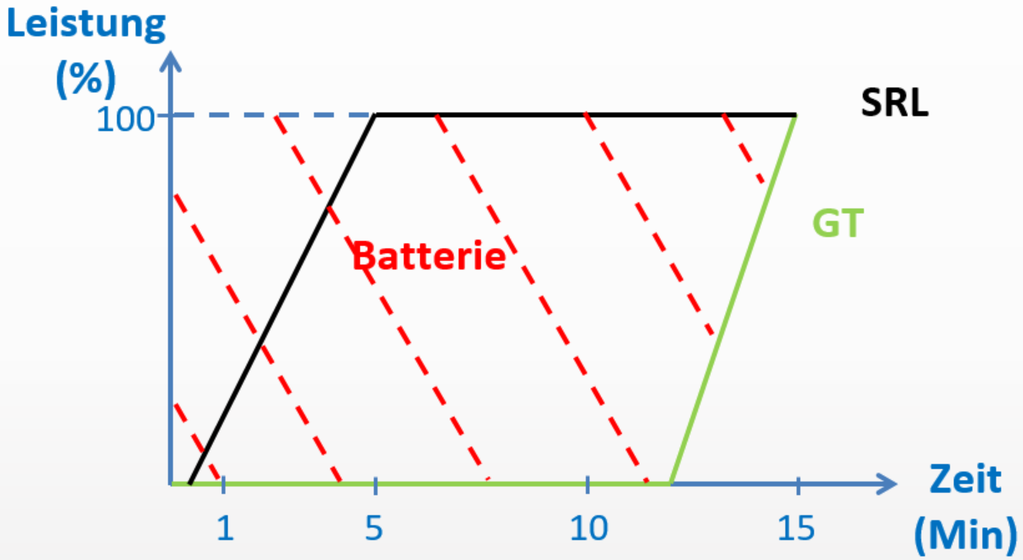
Quelle: GE Power Generation

Kennzahlen	
Pmax	18 MW
Pmin	16 MW
Maximale Betriebszeit	200 h/a

Quelle: Smart Power

Kennzahlen	
Leistung	18 MW
Kapazität	10 MWh
Anzahl Container	10
Zellchemie	Li-NMC

Erbringung von Sekundärregelleistung



- Anforderungen für die SRL-Erbringung
  - Aktivierung innerhalb von 5 Minuten
  - Schnellstmögliche Lieferung für Erzielung hochpreisiger Arbeitserlöse
  - Abzudeckender Zeitraum pro Abruf:
    30 s < t < 12 min
- Betriebsdaten Gasturbine
  - Totzeit: 12 Minuten
  - Gradient der Hinrampe: 5 MW/min

Benötigte Speicherkapazität für SRL: **3,63 MWh**
Vermarktete Leistung SRL: **11,5 MW**

Beispielprojekt 2018

Beispielprojekt 2018

Beispielprojekt 2018

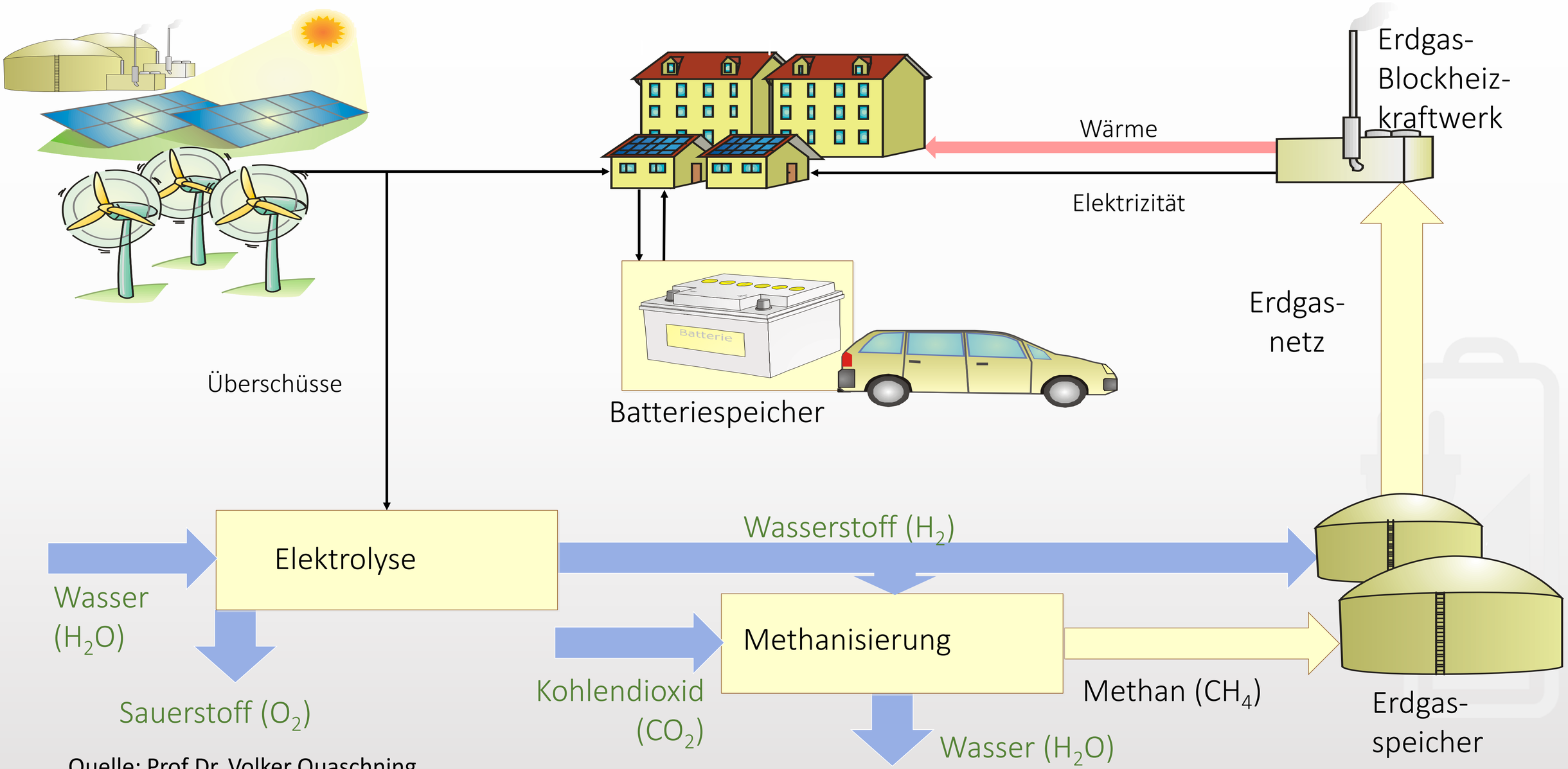
Typische Ertragskombinationen - Übersicht

Referenzbeispiel Stadtwerk (Bayern) **Netzlast: 6 MW**	Referenzbeispiel Stadtwerk (Bayern) **Netzlast: 10 MW**	Referenzbeispiel Stadtwerk (BaWü) **Netzlast: 18 MW**	Referenzbeispiel Verteilnetzbetreiber (BaWü) **Netzlast: 26 MW**	Referenzbeispiel Stadtwerk (Hessen) **Netzlast: 130 MW**	Referenzbeispiel Energieversorger (Bayern) **Netzlast: 240 MW**
Trostberg					
Speicher-Erlöse durch: Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung	**Speicher-Erlöse durch:** Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung Dieselaggregate BHKW´s	**Speicher-Erlöse durch:** Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung Dieselaggregate	**Speicher-Erlöse durch:** Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung	**Speicher-Erlöse durch:** Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung	**Speicher-Erlöse durch:** Peak Shaving bzw. vermiedene NE PRL Blindleistung Hybridkonzept SRL
Besonderheiten: - Externer Investor - Einsparung von zusätzlichen Investitionen - Reduzierung der Netzentgelte für Kunden - Ggfs. Verbesserung der Gewinnmargen durch Effizienzgewinn	**Besonderheiten:** - SRL wäre über Dieselaggregate möglich	**Besonderheiten:** - SRL wäre über Dieselaggregate möglich		**Besonderheiten:** - Genossenschaftliche Finanzierung	

Ausblick:
Zukünftige wirtschaftliche Anwendungsfälle

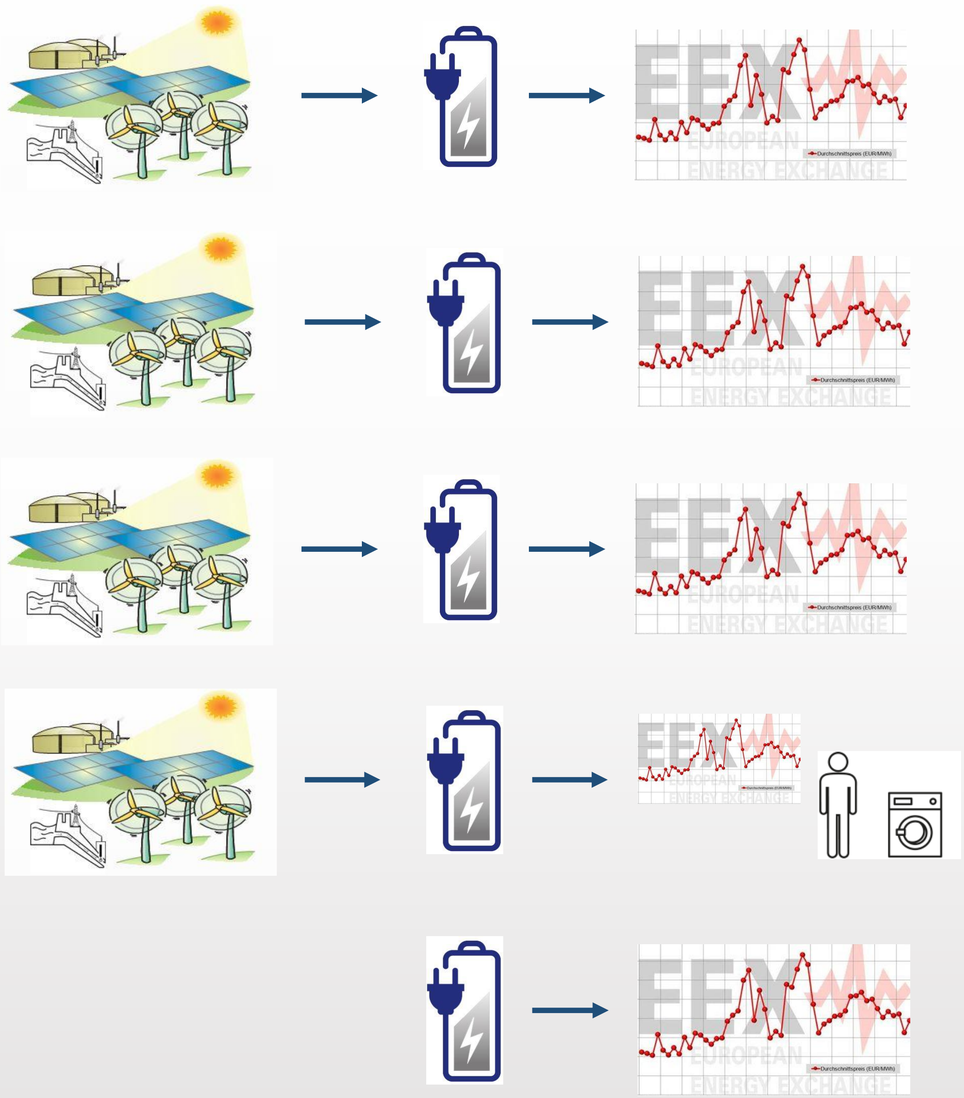
…oder:
The Day after EEG

Systemlösung einer regenerativen Stromversorgung (Quaschning)



Quelle: Prof Dr. Volker Quaschning

Zukünftige Anwendungsfälle für Großspeicher - Vermarktung



EE-Anlagenbetreiber
Vermeidung der Abregelung

EE-Anlagenbetreiber
Timeshift / Arbitrage

EE-Anlagenbetreiber
Intraday-Handel

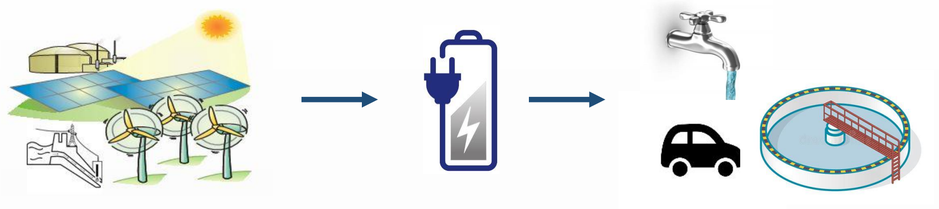
Energieversorger / EE-Anlagenbetreiber
Bilanzkreismanagement / Prognosekorrektur

Speicherbetreiber
PRL-Vermarktung

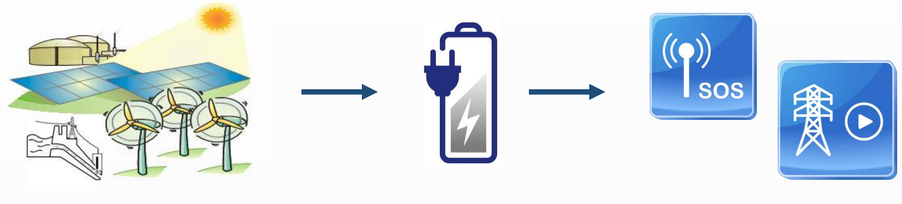
Wirtschaftlichkeit

Reaktionszeit

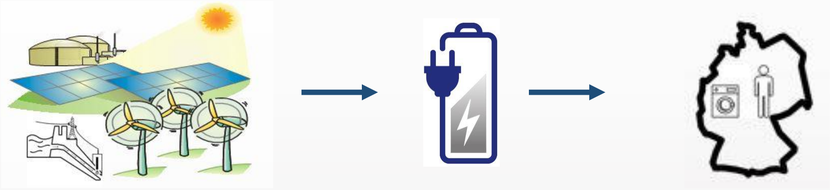
Zukünftige Anwendungsfälle für Großspeicher - Versorgung



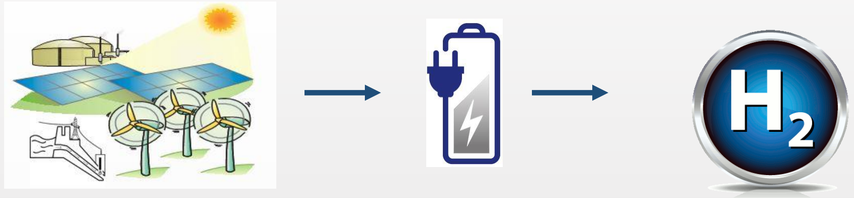
Kommunale **Eigenstromversorgung**
Wasser, Abwasser, eigene E-Flotte



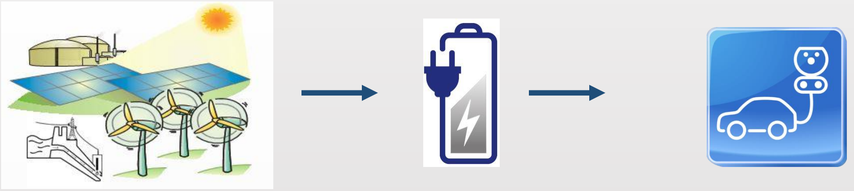
Kommunale **Notstromversorgung**
Telekommunikation, Katastrophenschutz usw.
Krankenhaus, **Schwarzstart**



Kommunale **Energieversorgung** (Stadtwerk)
Grünstromtarife, **Regio-Stromtarife**



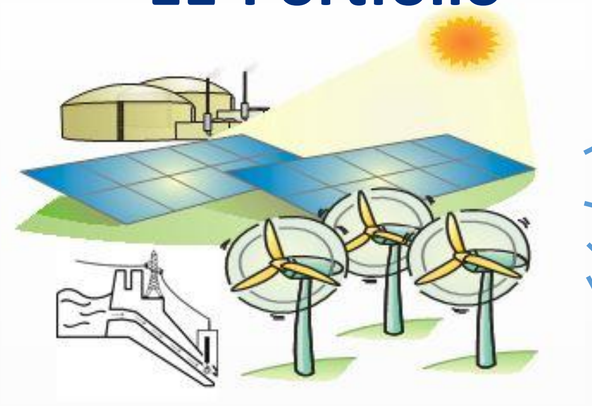
Kommunale **Energieversorgung** (Stadtwerk)
Saisonale Speicherung



Kommunale **Energieversorgung** (Stadtwerk)
Schnellade-Infrastruktur

Positive Standortfaktoren für Stadtwerke und VNB´s

EE-Portfolio



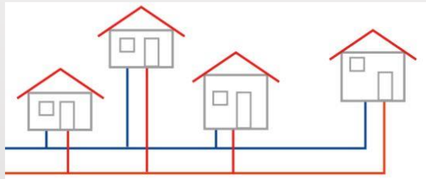
Ladenetze

H2-Erzeugung

Regionale Sektorenkopplung

Versorgungssicherheit

Speicher



Nahwärmenetze

Smart Power: Unser Leistungsumfang

Leistungsumfang

Kundenanforderung → Detailanalyse → Konzepterstellung → Detailplanung → Beauftragung → Errichtung → Wartung und Betrieb → Fachgerechte Entsorgung

Von der Projektidee zum schlüsselfertigen Projekt:

- Smart Power ist Ihr kompetenter Ansprechpartner in allen Projektphasen
- Technische und wirtschaftliche Optimierung des Speichers für Ihren Anwendungsfall
- Individuell auf Sie zugeschnittenes Produkt
- Beratung, Planung und Realisierung
- Betreuung für den ganzen Lebenszyklus

PeakSave Basic Fragebogen anfordern!

www.smart-power.net

Intelligente Regelung

Prognose

Cloudbasierte Regelungsstrategien

Neuronale Netze

… nur ein intelligent geregelter Speicher verdient sein Geld!

Gerne sind wir für Sie da:

Smart Power GmbH & Co. KG

Dornacherstr. 3, 85622 Feldkirchen bei München, Deutschland

089/3076019-0

089/3076019-50

www.smart-power.net

info@smart-power.net

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.smart-power.net