
Hierarchische Betriebsführung für hybride Speichersysteme - Entwurf und Implementierung im Projekt Smart Region Pellworm

1. Herbstworkshop der Professur für Energiespeichersysteme
„Dezentrale Sektorkopplung und Hybride Energiespeichersysteme“

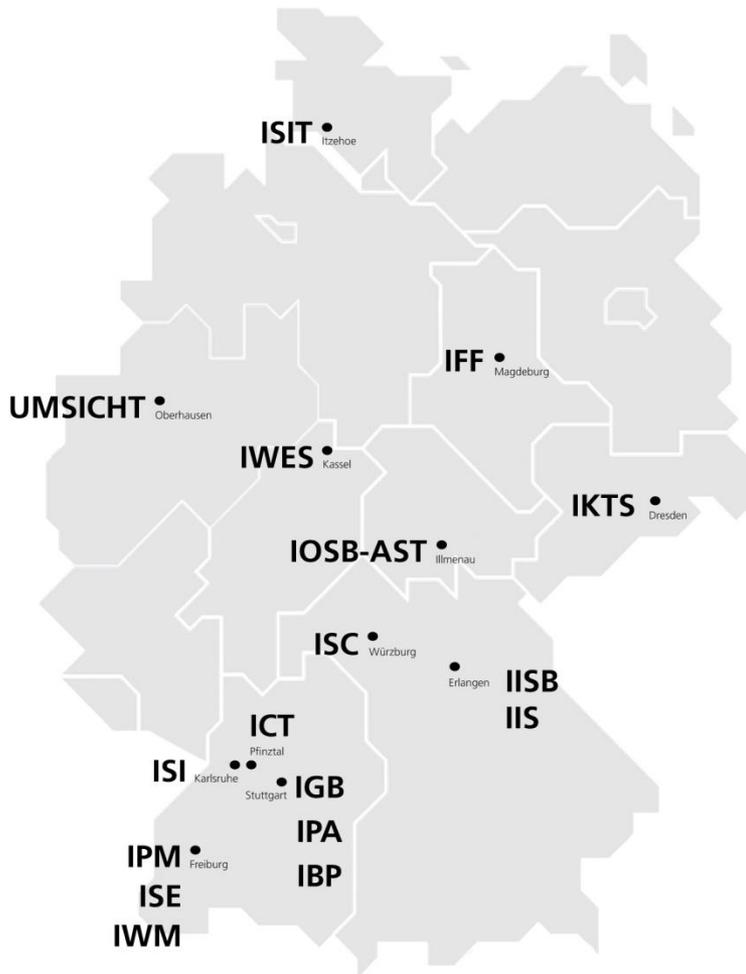
TU Dresden
15.11.2016

Steffen Nicolai



Institutsteil Angewandte Systemtechnik AST des Fraunhofer IOSB

Fraunhofer Allianz Energie



Fraunhofer Gesellschaft

- 66 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen
- Mehr als 22 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- Forschungsvolumen: 1,9 Milliarden Euro

Fraunhofer Allianz Energie

- Zusammenschluss von 18 Fraunhofer Instituten
- 4 Themenschwerpunkte
- Netzwerke als Unterstrukturen
- Koordinierungs- und Anlaufstelle

Inhalt



- Projekt Smart Region Pellworm
- Entwurf und Implementierung der Betriebsführung
- Ergebnisse
- Weiterführende Arbeiten

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

SmartRegion
Pellworm



Demonstration eines hybriden Speichersystems für
eine stabile, kosteneffiziente und marktorientierte
Elektrizitätsversorgung auf Basis erneuerbarer
Energien

Projektzeitraum: 01.04.2012 – 30.06.2015

Das Konsortium

Projektschwerpunkte

E.ON

E.ON Hanse AG

E.ON New Build & Technology

- Projektmanagement, Projektumsetzung & Betrieb

- Systemkonzept & Geschäftsmodelle

- Redox-Flow Batterie



Fachhochschule Westküste

- Technologieakzeptanz, Transparenz & Kundenverhalten

- Beratung bei technischer Integration



Fraunhofer Gesellschaft

Fraunhofer IOSB-AST

Fraunhofer UMSICHT

- Betriebsführung, Energiemanagementsystem

- Netzmodellierung und –berechnung

- Modellierung thermischer Komponenten



Gustav Klein GmbH & Co.KG

- Leistungselektronik für Li-Ionen Batterie



RWTH Aachen

- Übertragbarkeit / Geschäftsmodelle

- Wissenschaftliche Gesamtbewertung



Saft Batterien GmbH

- Li-Ionen Batterie



Übersicht Pellworm



Insel

- Fläche: 37,44 km²
- Einwohner: ca. 1100, ca. 650 Haushalte
- Kreis: Nordfriesland, Gemeinde: Pellworm
- Wirtschaft: Tourismus (*ca. 2000 Betten*)
Landwirtschaft (*ca. 50 Landwirte*)

Energiesystem

- Energiebedarf (elektr.): 7 GWh / Jahr¹
 - 820 MWh Speicherheizungen, Wärmepumpen
- Dezentrale Erzeugung (elektr.): 22 GWh / Jahr¹
 - 15 GWh Wind
 - 2,5 GWh PV (> 100 Anlagen)
 - 4,5 GWh Biogas-Anlage
 - Hybridkraftwerk (300kW Wind, 700 kWp PV)
- Verbindung zum Festland über zwei 20kV Seekabel



¹ (01.10.2009 – 30.09.2010)

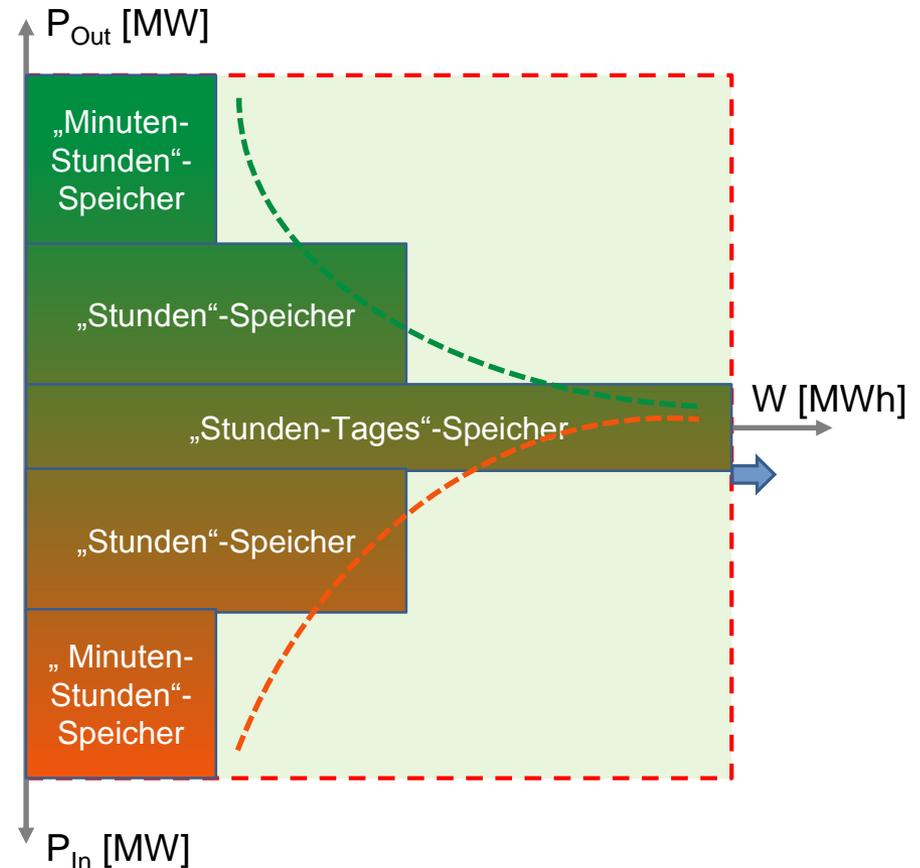
Kernaspekte Smart Region Pellworm

- Li-Ionen und Vanadium-Redox-Flow - Betrieb zweier innovativer komplementärer Batterietechnologien
- Einbindung flexibler Verbraucher auf Haushaltsebene
- Zentrale Optimierung der Versorgungsaufgaben durch ein Energiemanagementsystem
- Untersuchung und reale Implementierung zukünftiger Geschäftsmodelle auf Basis des Speichersystems
- Steigerung des lokalen Eigenverbrauchs erneuerbarer Energien (PV, Wind)
- Beitrag zur Gestaltung regulatorischer Rahmenbedingungen
 - → Blaupause für ein zukünftiges dezentrales Energieversorgungssystem

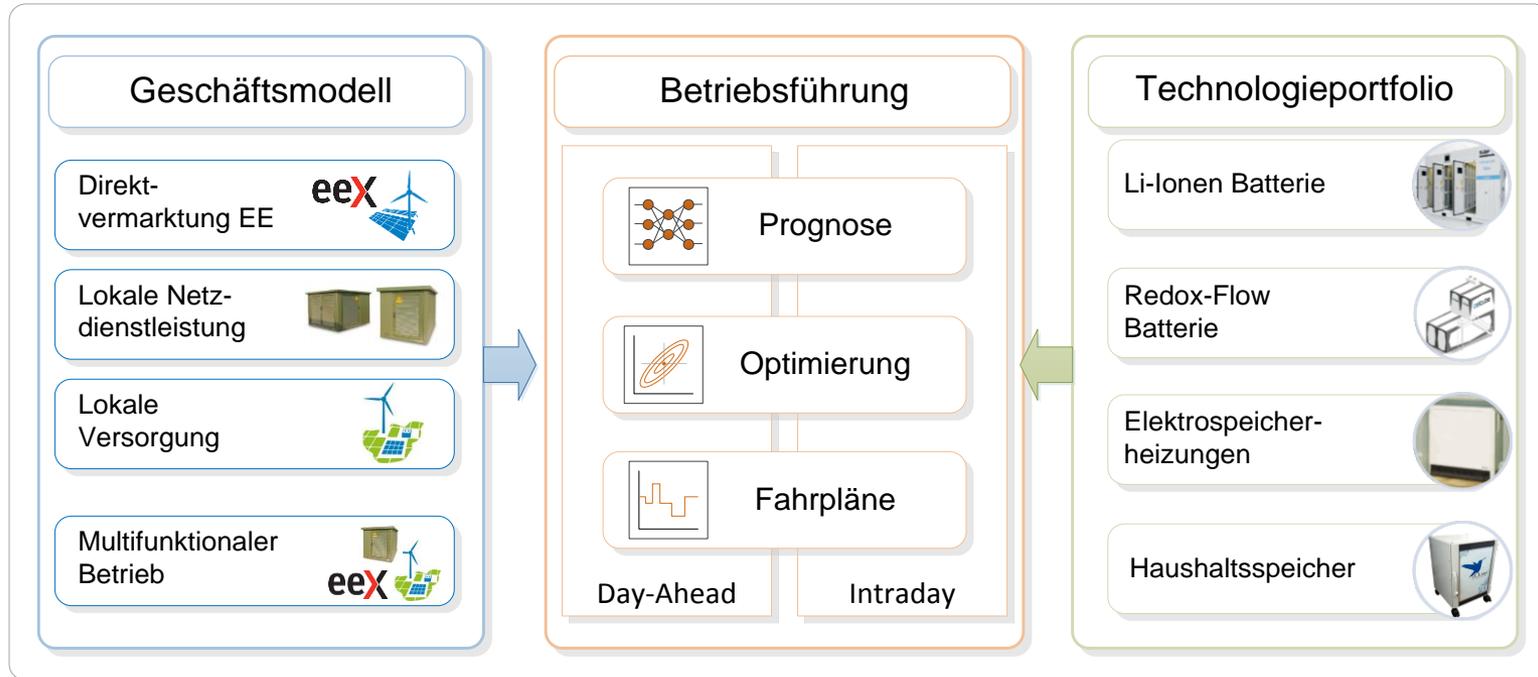


Konzeption des dezentralen hybriden Speichersystems

- Verschiedene Speichertechnologien im Bereich „Minuten / Stunden“-bis zu „Stunden / Tage“
- Kombination unterschiedlicher kommerziell verfügbarer Speichertechnologien zu einem Speichersystem führt zu einer Reduktion der Investitionskosten
- Konfiguration des Speichersystem muss auf priorisierte Anwendungsfälle angepasst werden
- Umrüstung thermischer Lasten zu flexiblen Lasten reduziert die Systemkosten der Integration erneuerbarer Energien



Systemkonzept



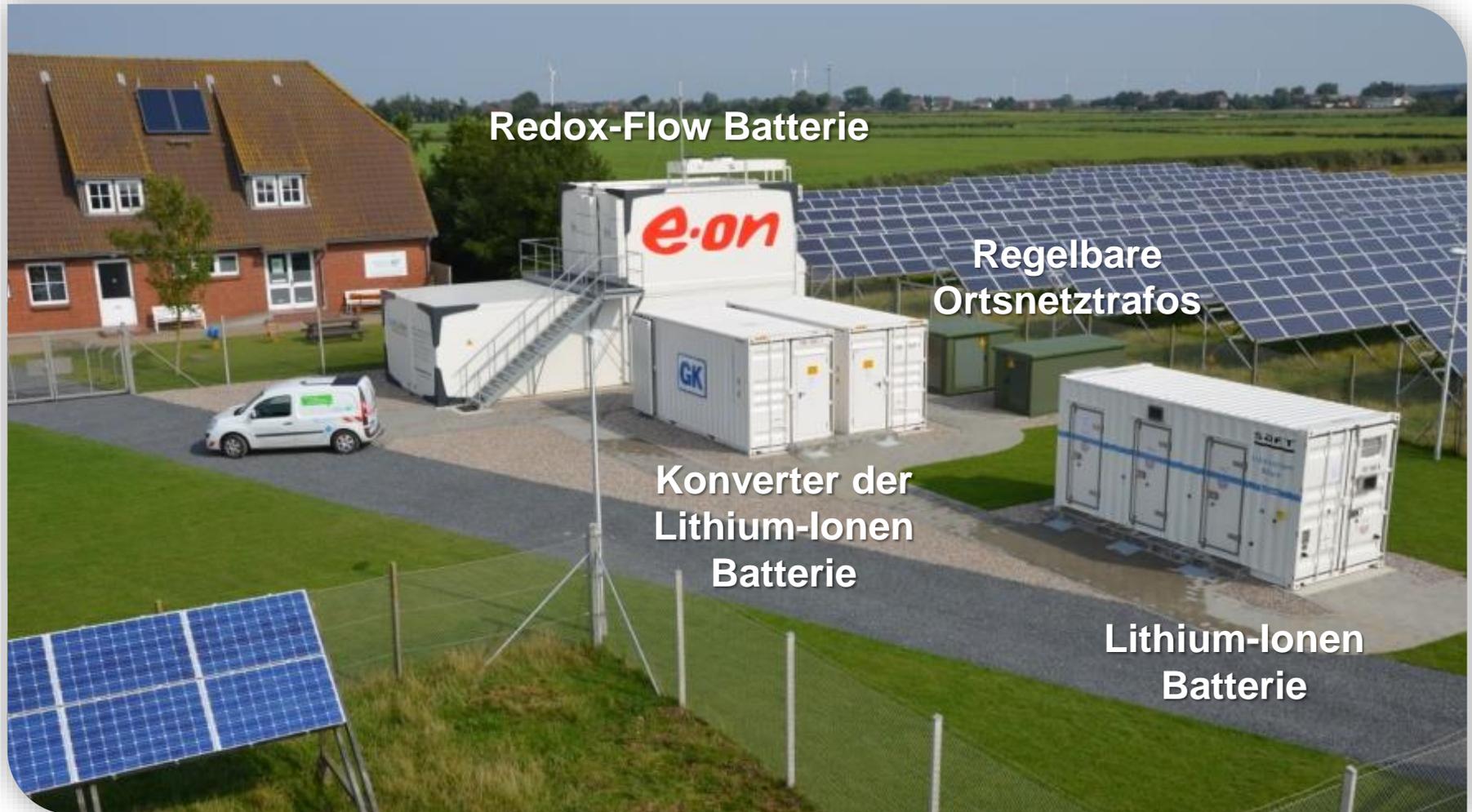
- Energie Management System als Plattform
- Schnittstelle zwischen Betriebsführung und Prozess
- Import und Ermittlung der Prognosen für Erzeugung und Bedarf
- Ausführen der Optimierungsmodelle der Betriebsführung
- Day-Ahead und Intraday Fahrpläne für alle aktiven Komponenten des Systems

Geschäftsmodellanalyse

Geschäftsmodell	Beschreibung	Marktrolle
 <p>GM 1: Direktvermarktung EE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination von fluktuierender Erzeugung und Speichersystemen in verschiedenen Märkten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Day-Ahead und Intraday Markt ▪ Regelleistungsmarkt 	<ul style="list-style-type: none"> • EE-Anlagen Betreiber • VPP Betreiber
 <p>GM 2: Lokale Netzdienstleistung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptziel ist die Netzintegration der EE und die Unterstützung beim Betrieb des Verteilnetzes • Vermeidung der Abregelung, die Spannungsstützung und Verlustreduzierung geplant als Anwendung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilnetzbetreiber
 <p>GM 3: Lokale Versorgung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Versorgung lokaler Kunden aus Energie regionaler EEs • Einsatz der Speichersysteme zum lokalen Ausgleich von Erzeugung und Bedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertrieb • EE-Anlagen Betreiber • VPP Betreiber
 <p>GM 4: Multifunktionaler Betrieb</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination von lokaler Versorgung und Markteinsatz • Zusätzliche Berücksichtigung der Netzanforderungen mit dem Ziel der Reduzierung Abregelung 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertrieb • EE-Anlagen Betreiber • VPP Betreiber

VPP = Virtuelles Kraftwerk

Blick auf den Aufstellungsort

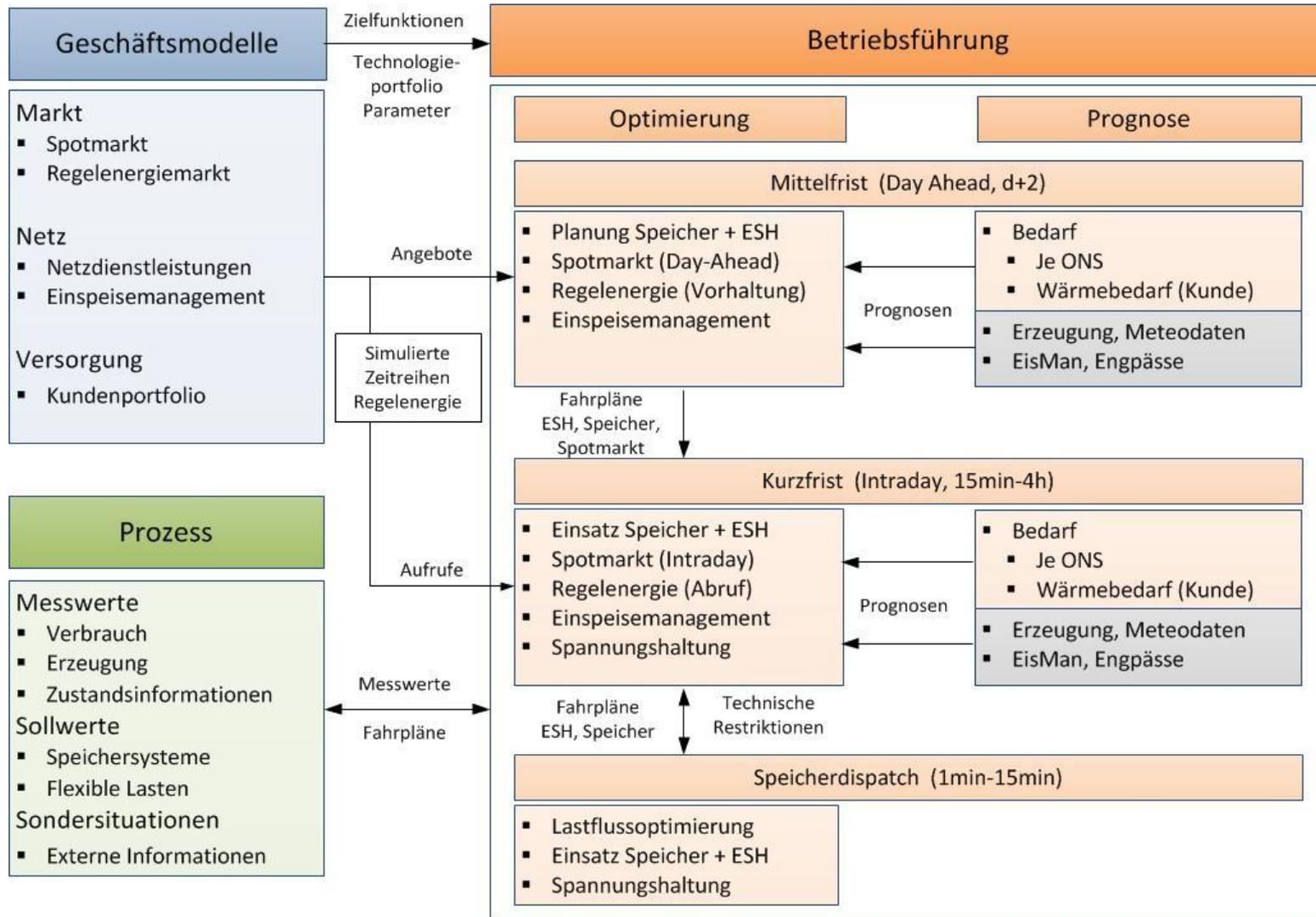


Inhalt

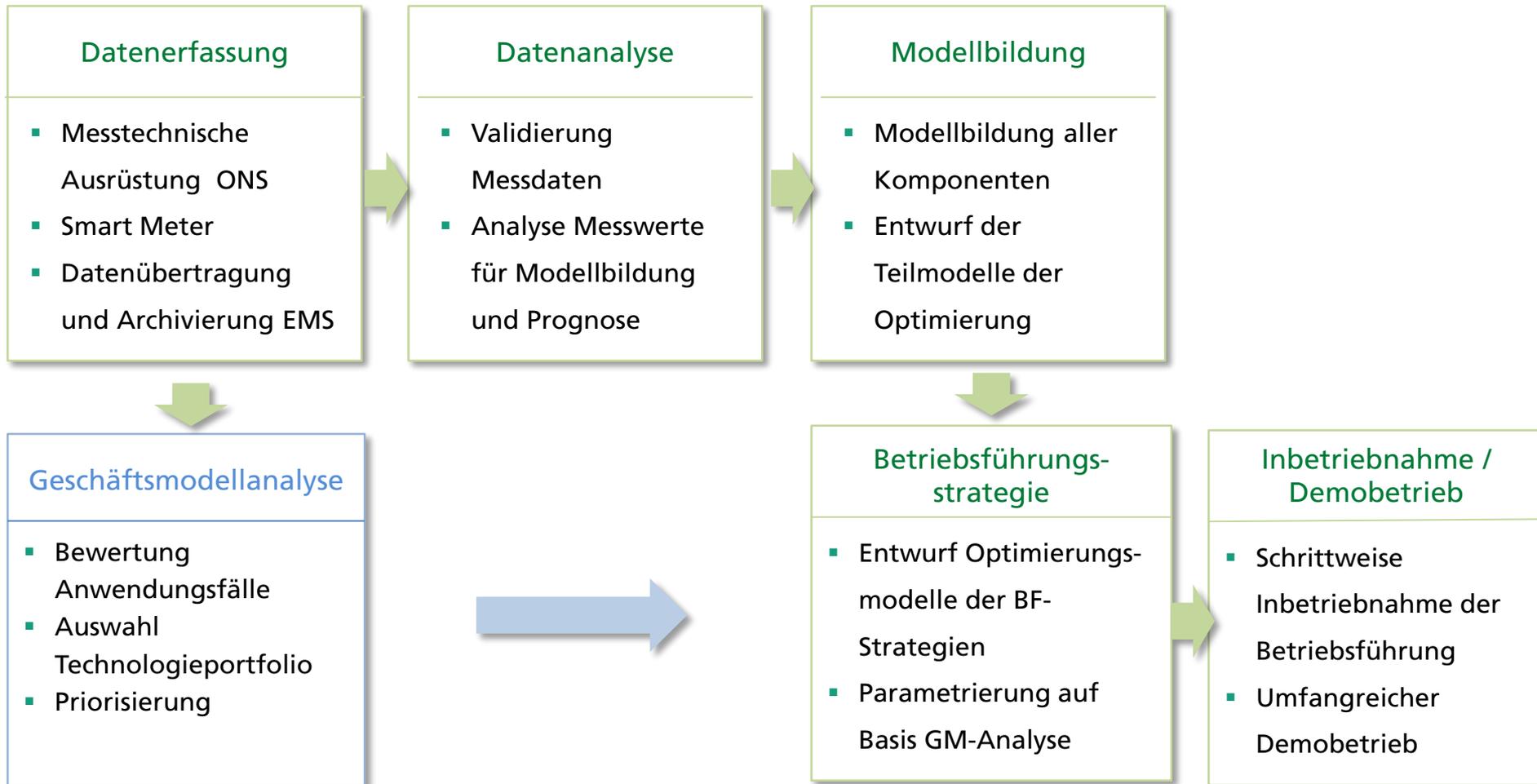


- Projekt Smart Region Pellworm
- Entwurf und Implementierung der Betriebsführung
- Ergebnisse
- Weiterführende Arbeiten

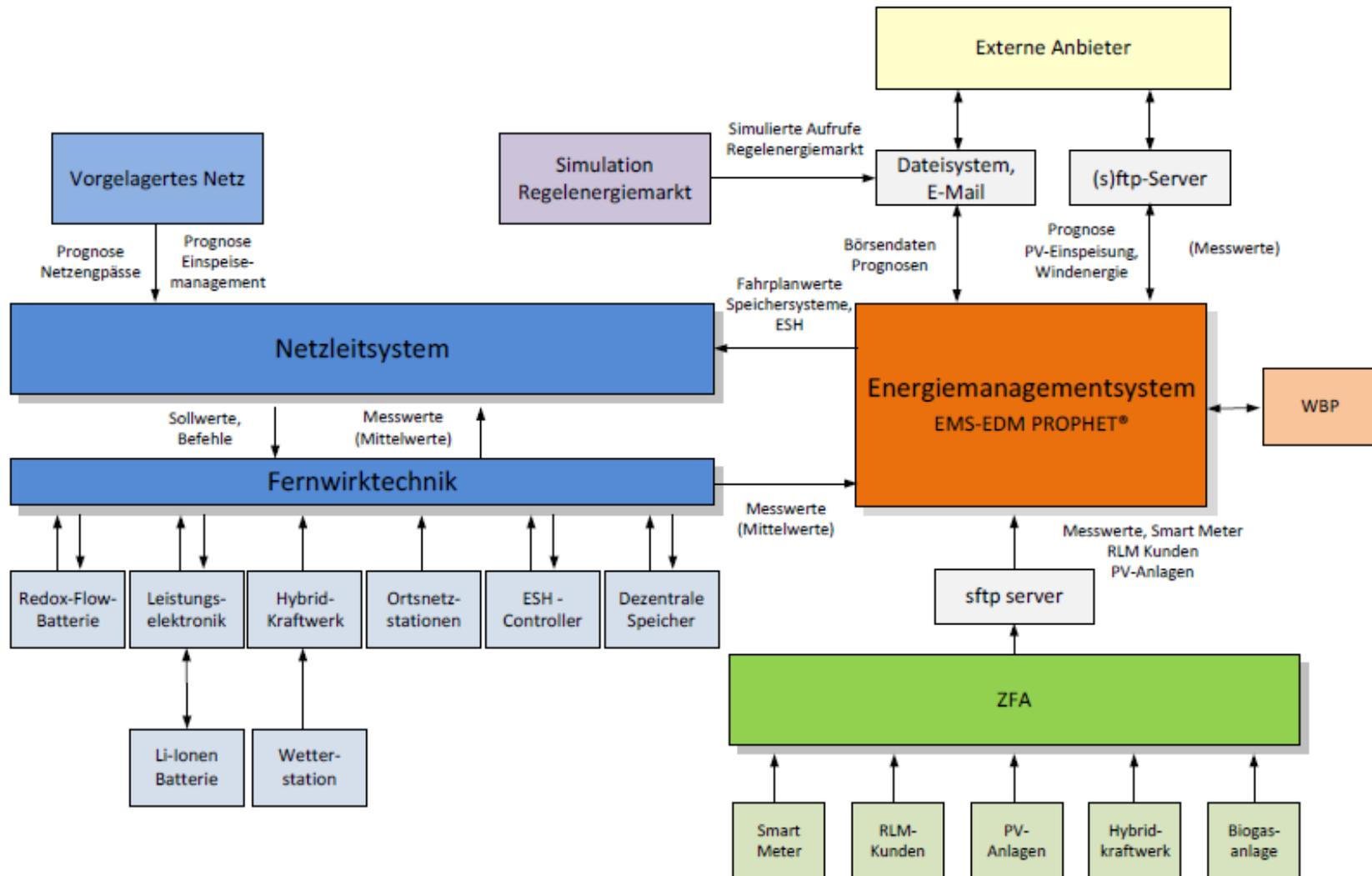
Betriebsführung -Struktur



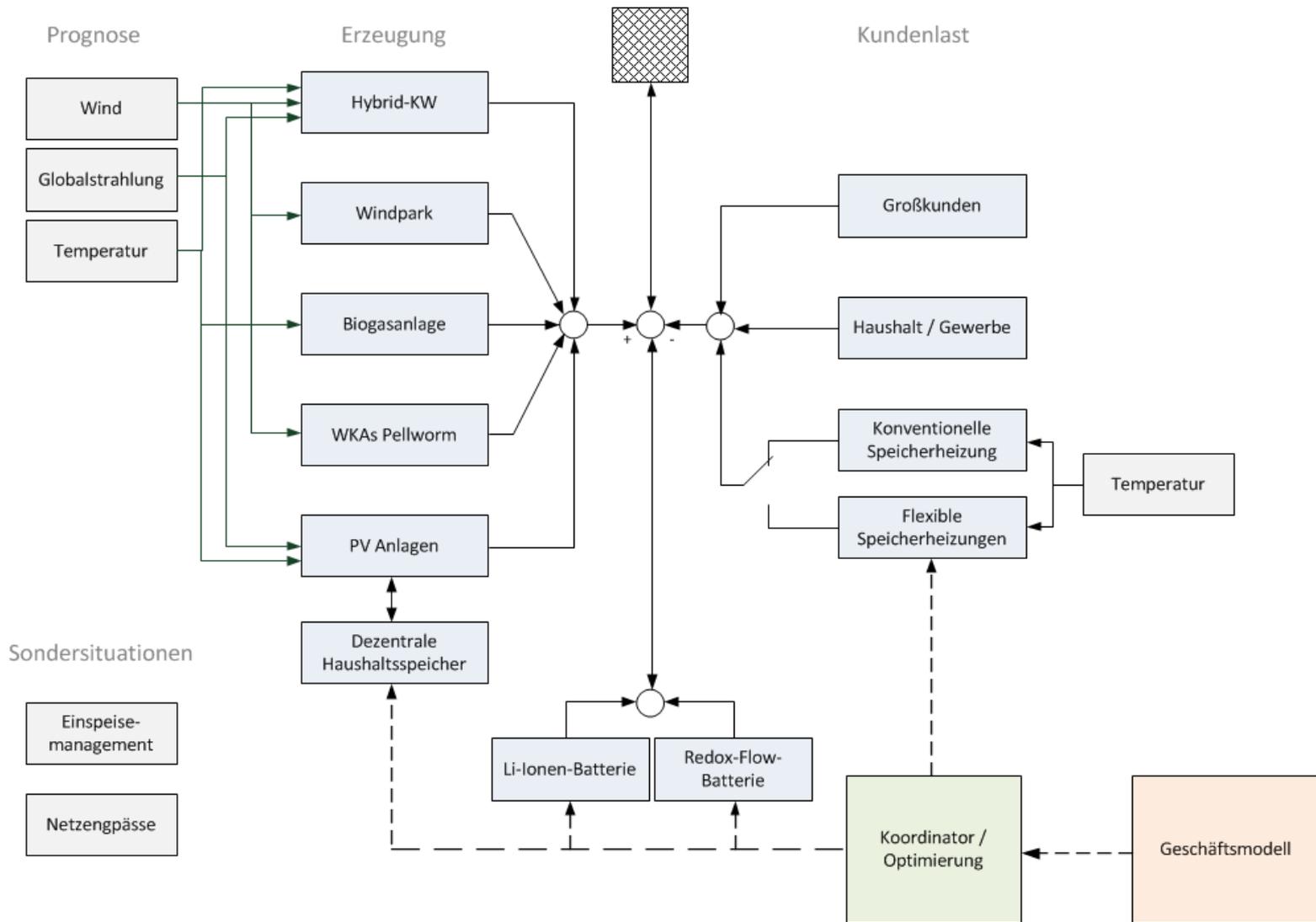
Vorgehensweise



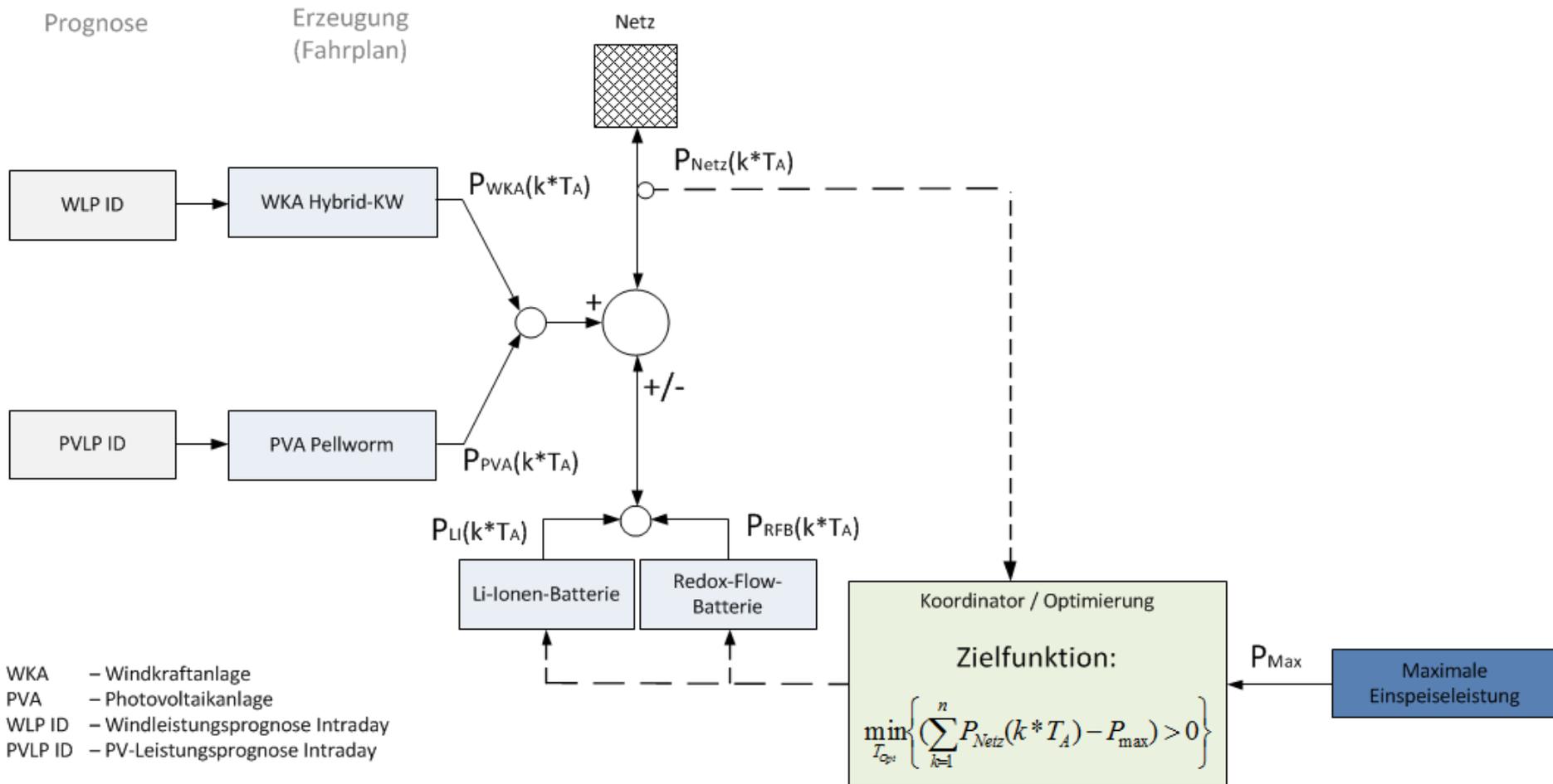
Betriebsführung



Gesamtmodell Optimierung

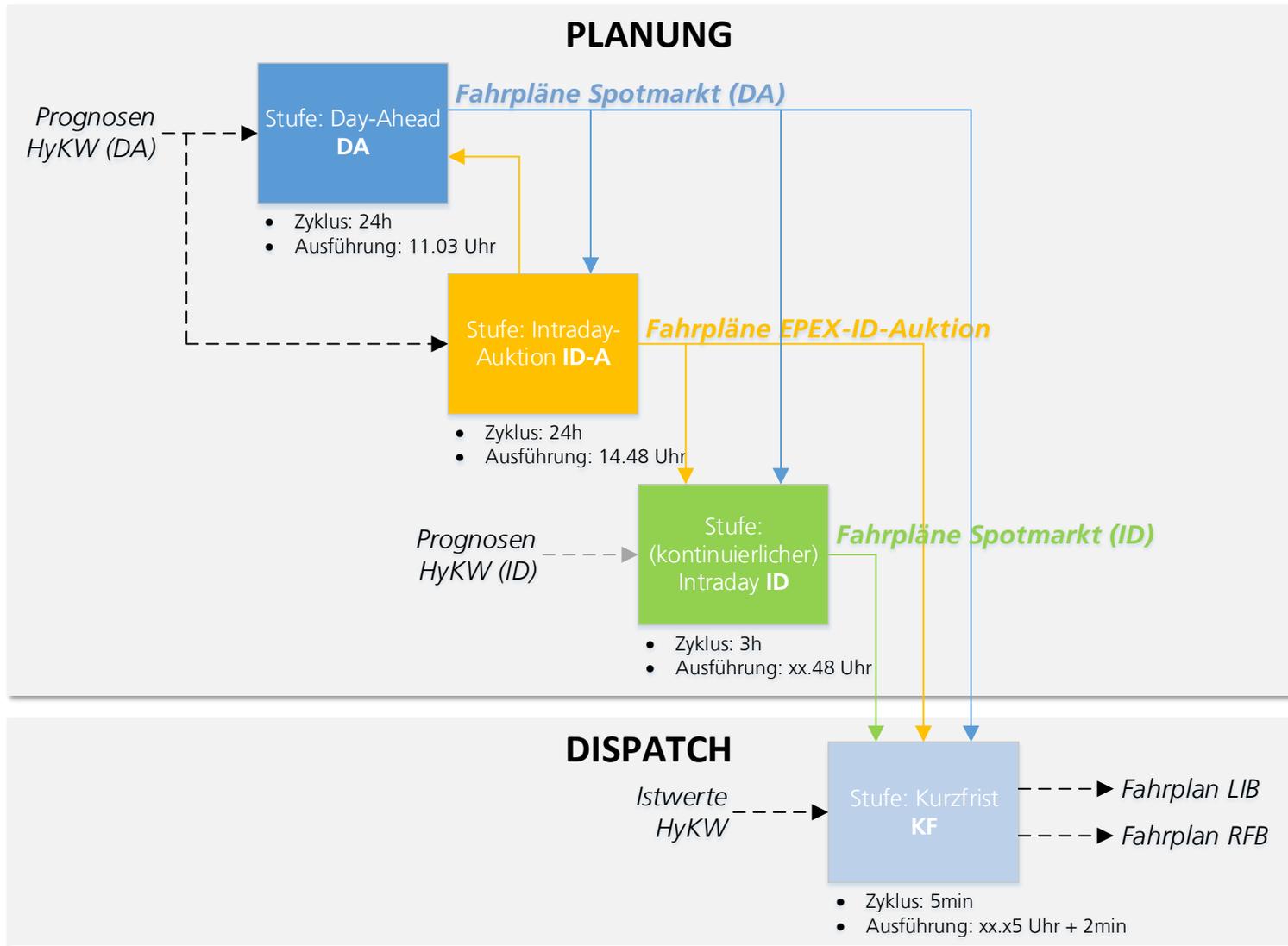


Optimierungsmodell „Peak Shaving Hybridkraftwerk“



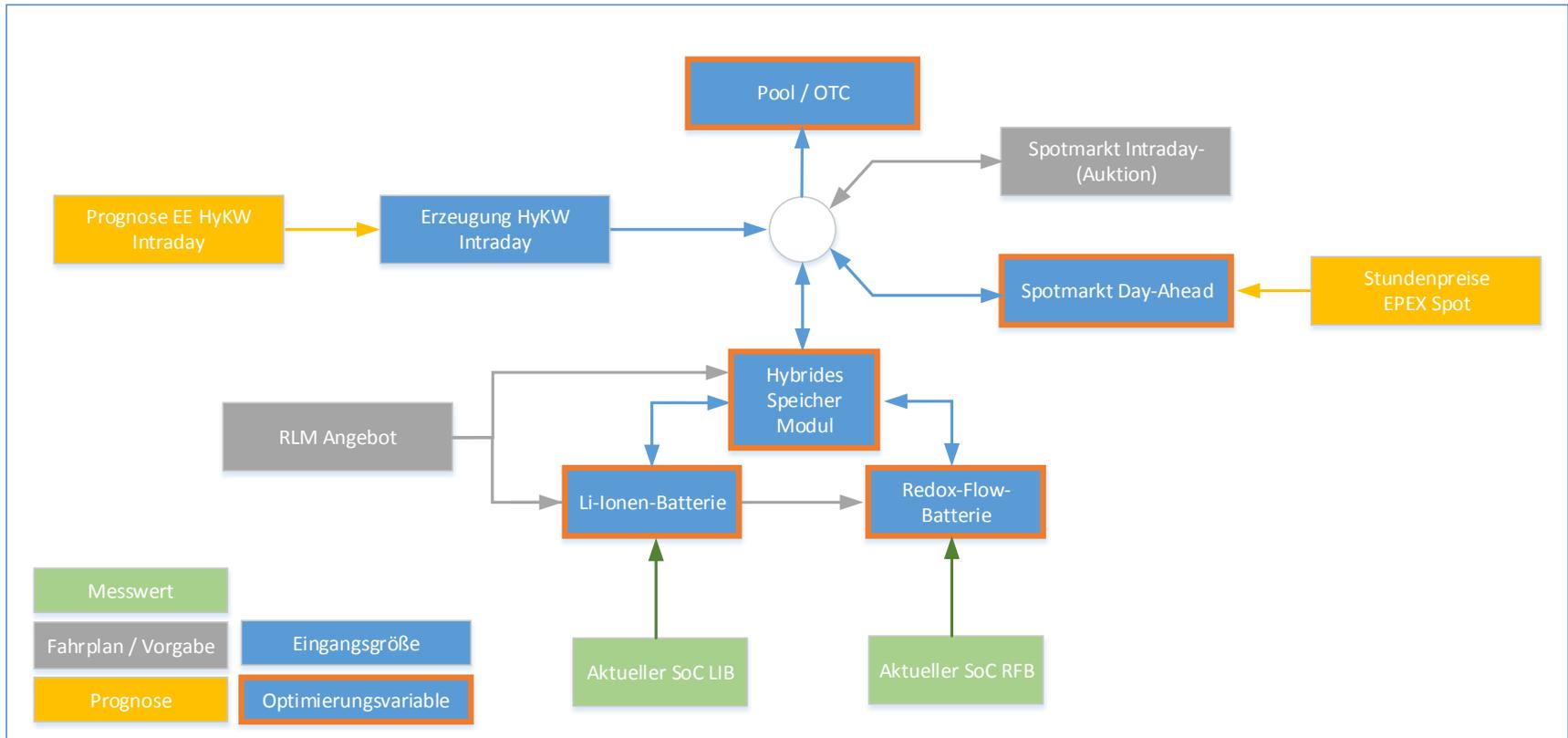
- WKA – Windkraftanlage
- PVA – Photovoltaikanlage
- WLP ID – Windleistungsprognose Intraday
- PVLP ID – PV-Leistungsprognose Intraday

Ablauf der hierarchischen Betriebsführung



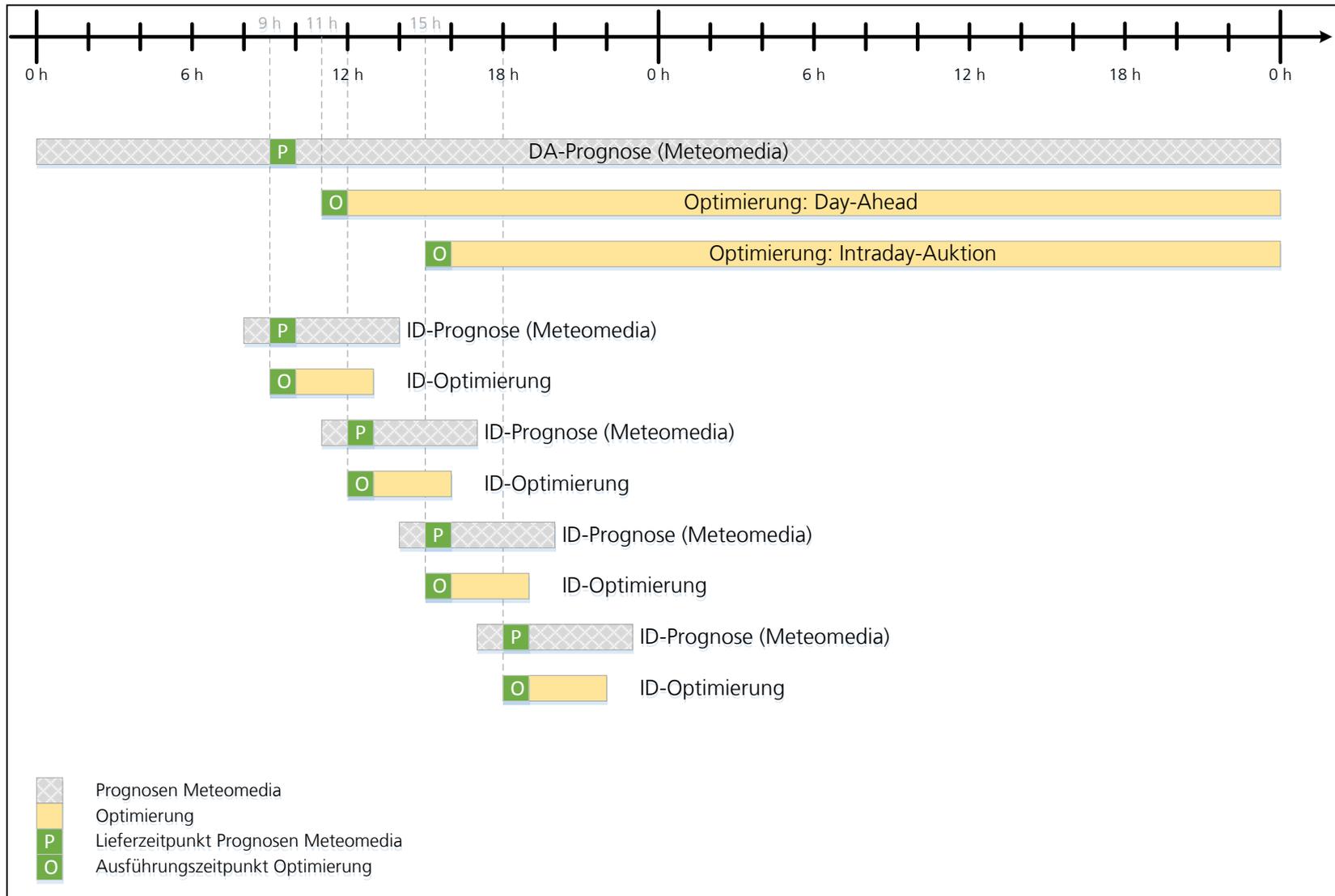
BF-Strategie: Markt mit EPEX und RL-Markt

- Stufe: Day-Ahead



- Day-Ahead Vermarktung der Energie aus Hybrid-Kraftwerk an EPEX
- Vorhaltung Energie- und Leistungsreserve für Regelenergiemarkt

Betriebsführung: zeitlicher Ablauf

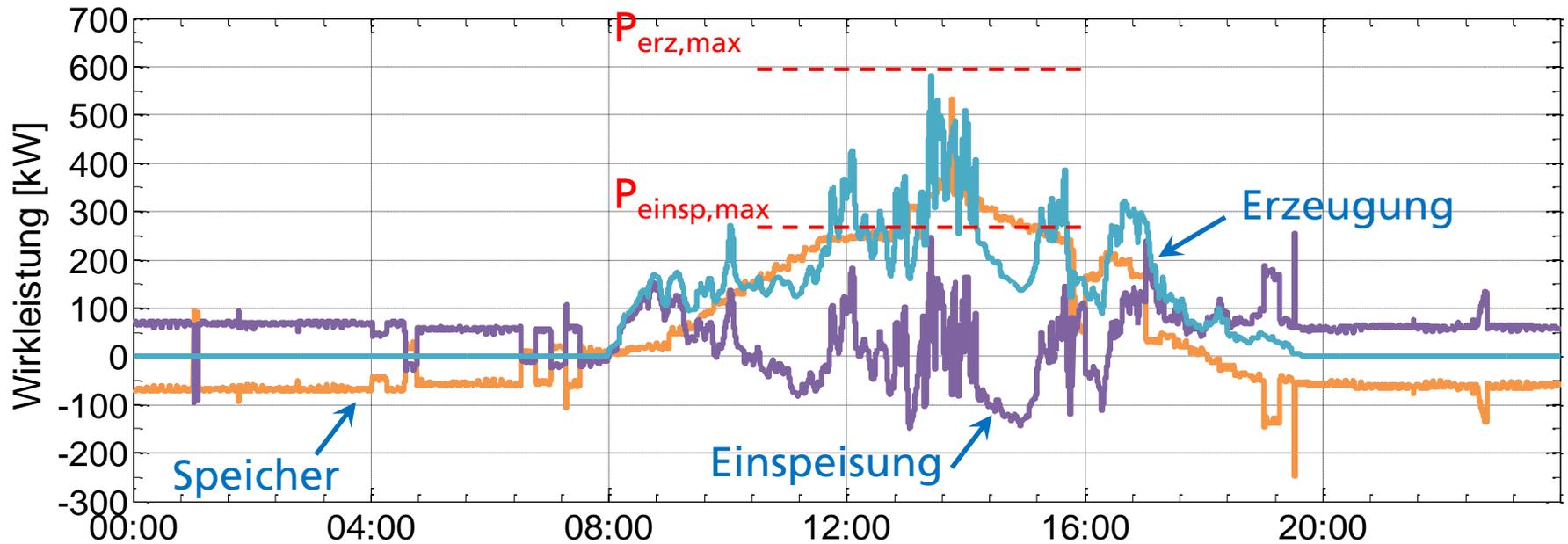


Inhalt



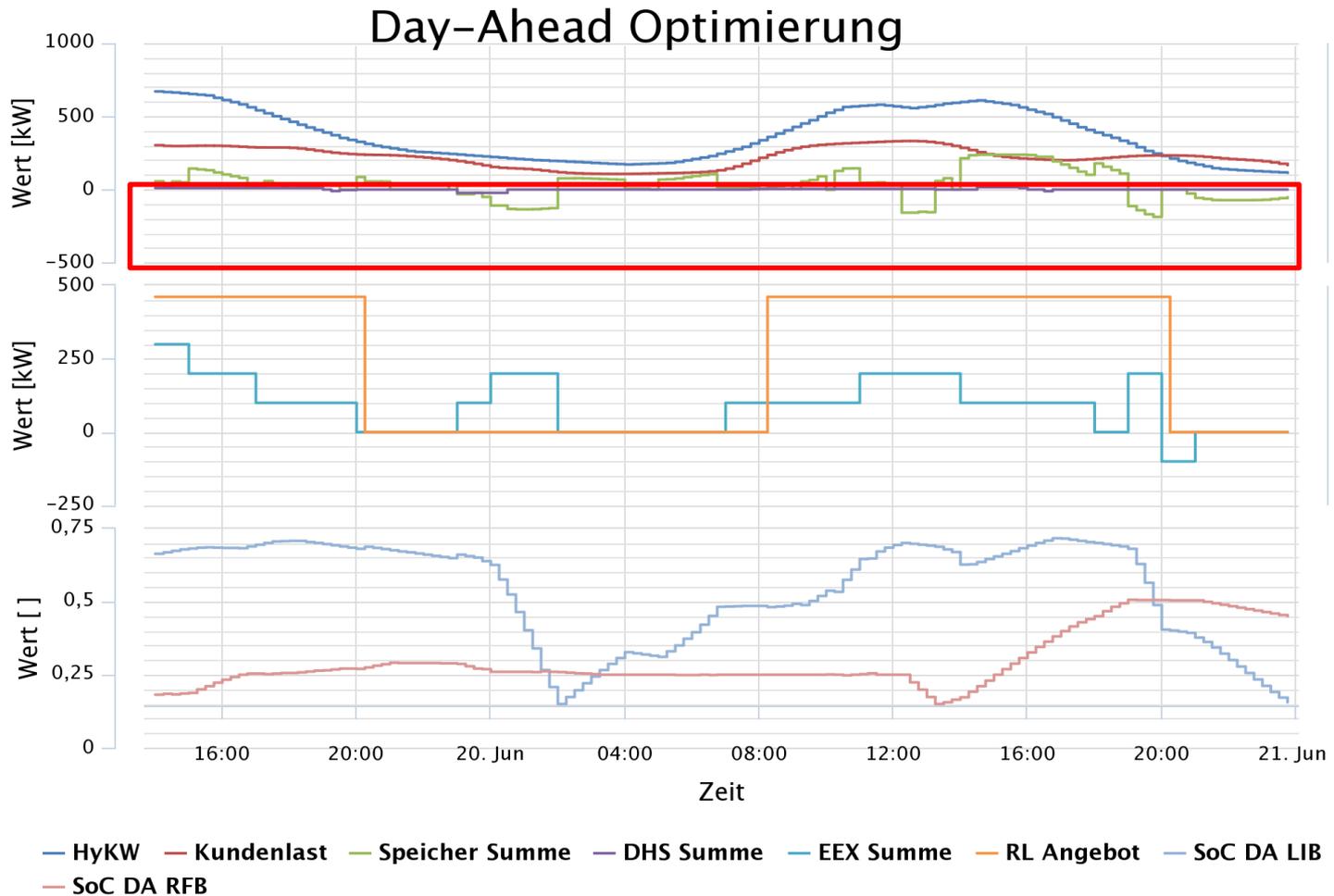
- Projekt Smart Region Pellworm
- Entwurf und Implementierung der Betriebsführung
- Ergebnisse
- Weiterführende Arbeiten

Demonstration – Beispiel: Peak Shaving Hybrid-Kraftwerk



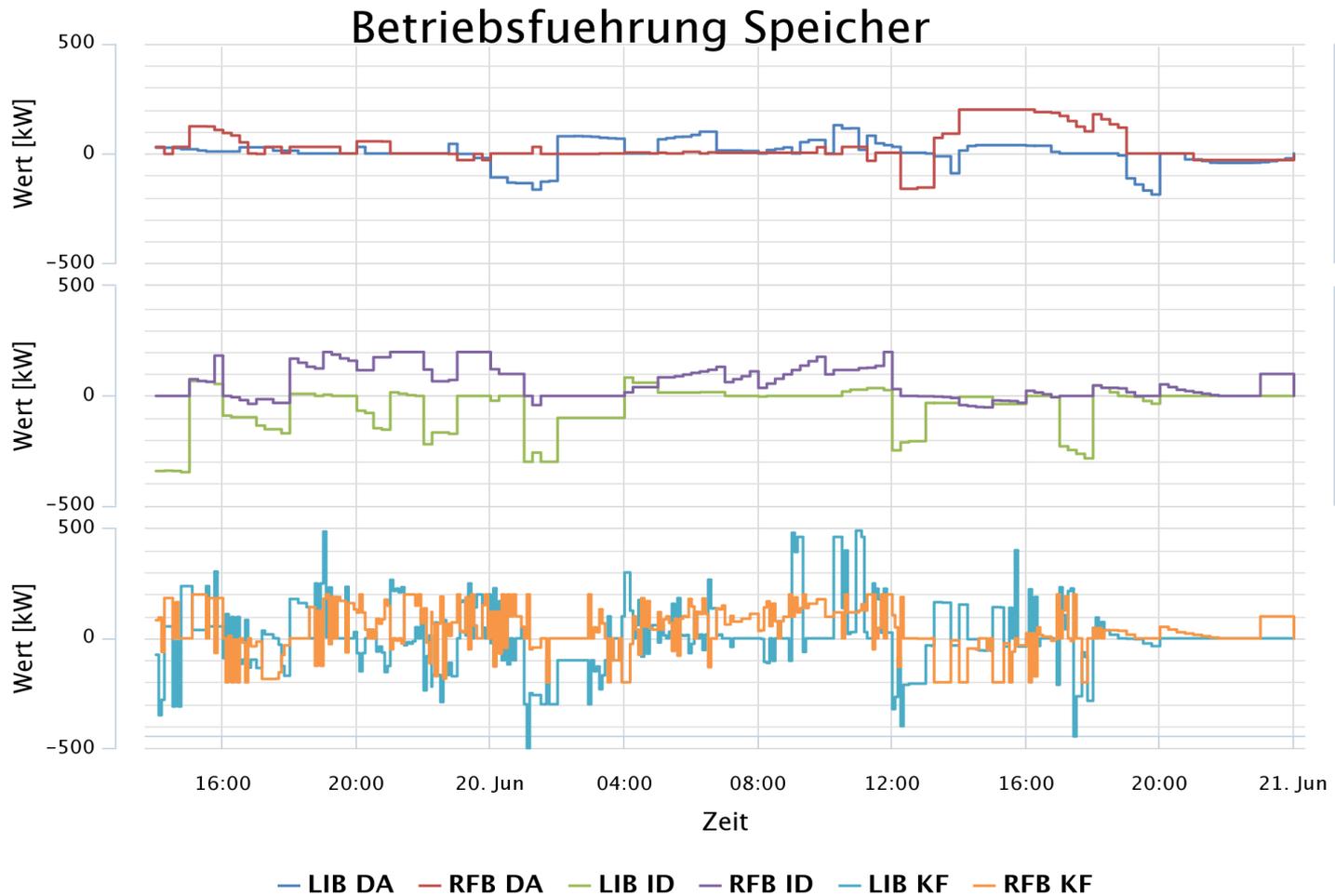
- Begrenzung der Rückspeisung HyKW
- Day Ahead Optimierung (täglich)
 - Ermittlung max. Leistung HyKW
- Intraday Optimierung (alle 3 h)
 - Max Rückspeisung HyKW als Eingang
 - DA SoC Trajektorie als Restriktion

Demonstration – Beispiel „Multifunktionaler Betrieb“



(c)FraunhoferAST

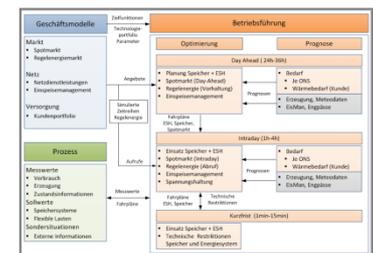
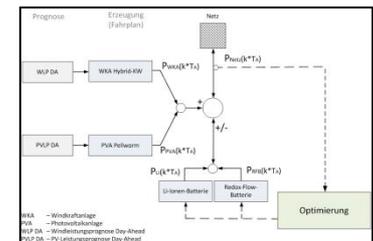
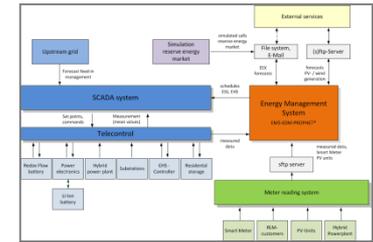
Demonstration – Beispiel „Multifunktionaler Betrieb“



(c)FraunhoferAST

Ergebnisse Betriebsführung SRP

- Zentrale Betriebsführung für das Energiesystem Pellworm konnte umgesetzt und positiv erprobt werden
- Wesentlicher Schwerpunkt beim Aufbau war Erfassung und Übertragung der Daten
- Modellierung und fortlaufende Adaption der Teilsysteme in den Optimierungsmodellen der Betriebsführung
- Ansatz der mehrstufigen Optimierung konnte erfolgreich getestet werden
- Monitoring von Smart Grid Strukturen stellt Herausforderung für Netzbetreiber dar
- Weiterentwicklung der zentralen Betriebsführung um dezentrale / verteilte Ansätze



Inhalt



- Projekt Smart Region Pellworm
 - Entwurf und Implementierung der Betriebsführung
 - Ergebnisse
- Weiterführende Arbeiten



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Steffen Nicolai

Institutsteil Angewandte Systemtechnik AST
des Fraunhofer IOSB
Gruppe Energiesysteme und -komponenten

Vogelherd 50
98693 Ilmenau
Tel.: +49 (0) 3677 / 461-112
E-Mail: steffen.nicolai@iosb-ast.fraunhofer.de