

Digital Energy Twin

Digitale industrielle Energiesysteme planen und effizient betreiben

Wolfgang Weiß Bereich "Industrielle Systeme"

The research leading to these results has received funding from the Austrian Climate and Energy Fund Programme Energy Research (e!MISSION) under FFG project no. 873599.



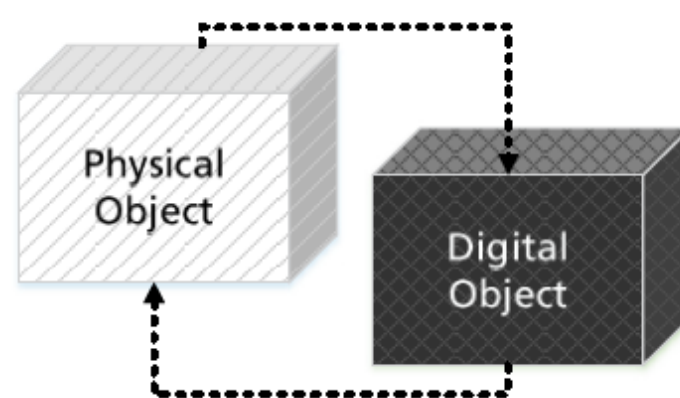
FHSalzburg



Digital Twin Definition: Unterscheidung nach Grad der Datenintegration

Digital Model

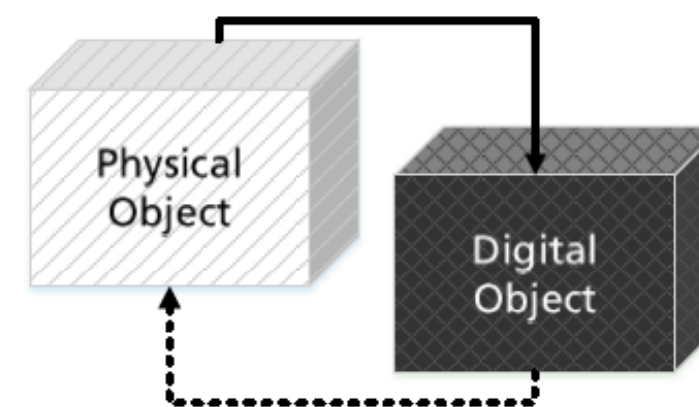
Physisches und virtuelles Objekt beeinflussen einander nicht



offline

Digital Shadow

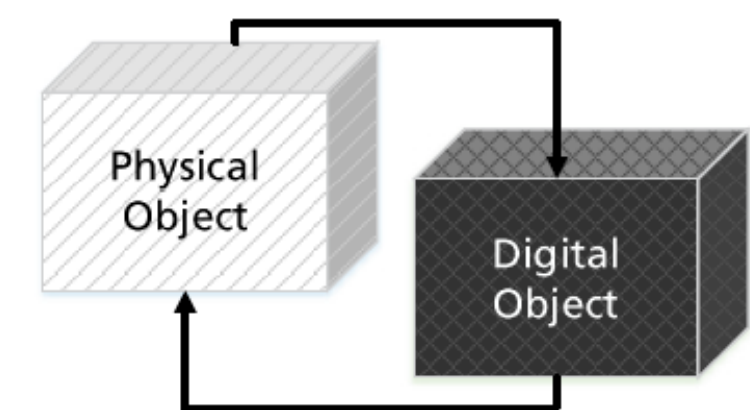
Virtuelles Objekt folgt dem physischen Objekt



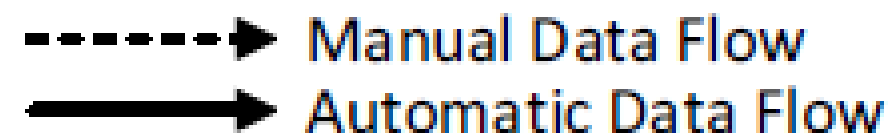
online

Digital Twin

Physisches und virtuelles Objekt beeinflussen sich gegenseitig



Closed Loop



Quelle: Digital Twin manufacturing: A categorical literature review and classification, Kritzinger W. IFAC, 2018.

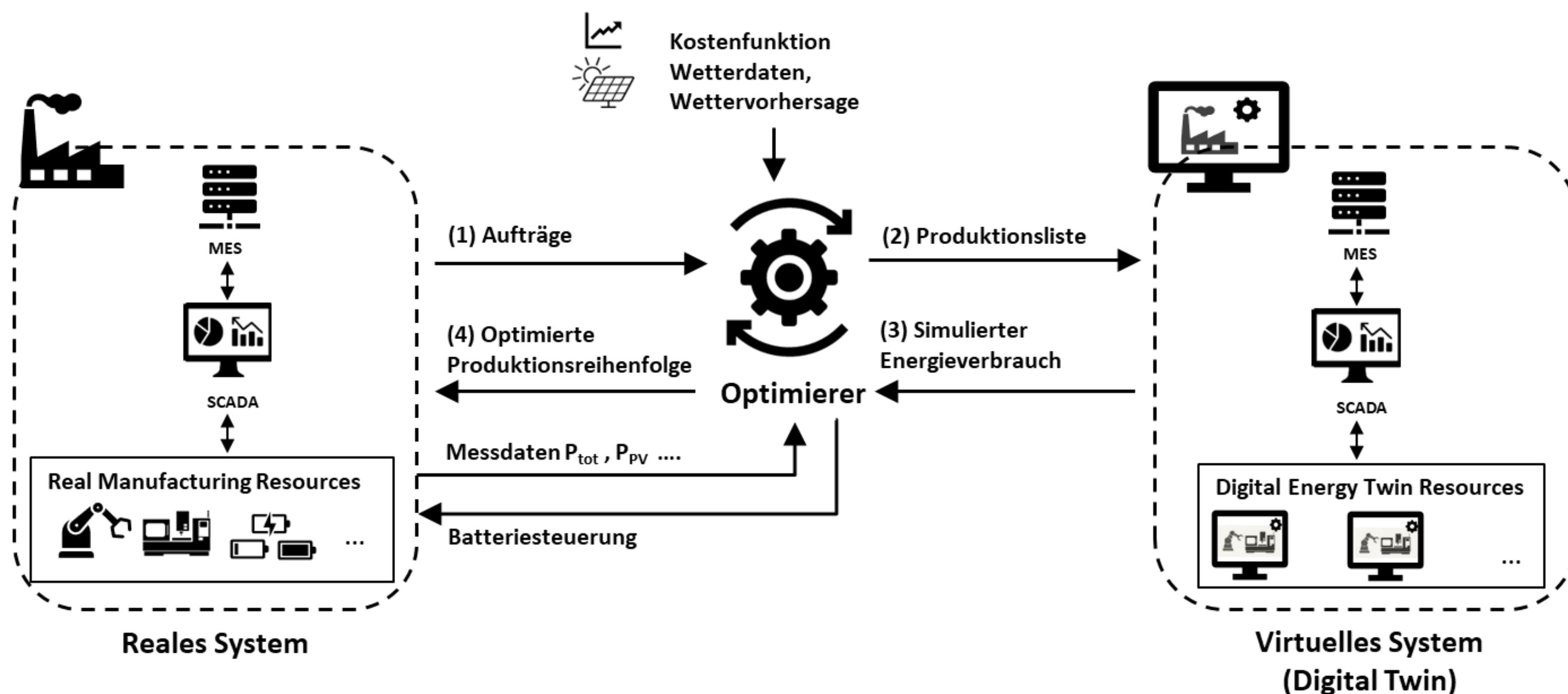
Ziele des Digital Energy Twin

- Optimierung industrieller Energiesysteme
 - Entscheidungsinstrument der Produktionsplanung
 - Betriebsoptimierung
 - Grundlage für Designoptimierung
- Anwendung in industriell relevanter Umgebung
 - Modellierung komplexer Versorgungssysteme
 - Standardisierung (FMU) und Vereinfachung (MOR)
- Energie-Manager 4.0 & E-Learning
 - Werkzeug zur Szenarientwicklung der hybriden Energieversorgung
 - Augmented and Virtual Reality (AR/VR)

DET als Entscheidungsinstrument der Produktionsplanung

■ Usecase im Labor der FH Vorarlberg

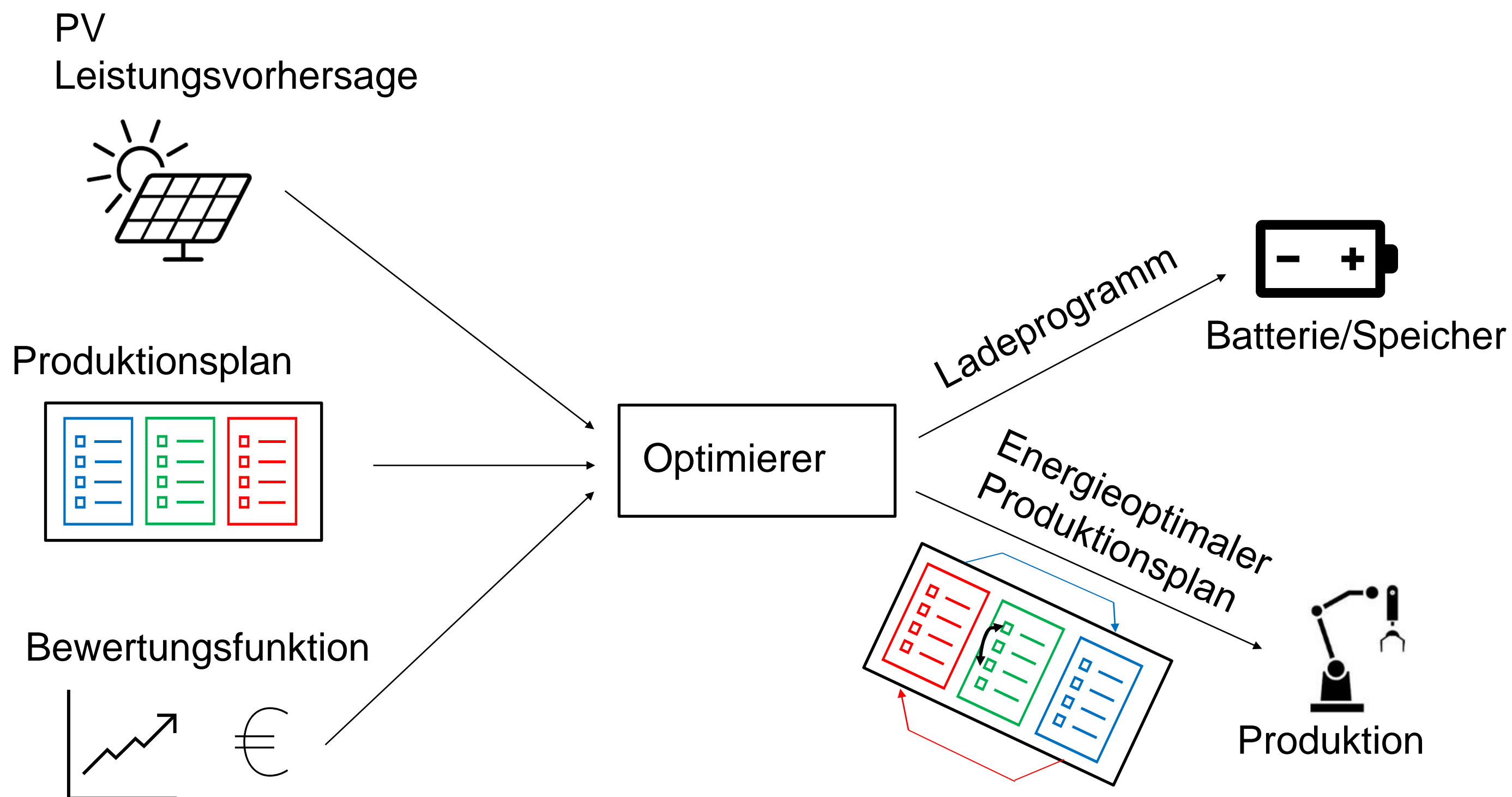
Closed Loop



Quelle: FH Vorarlberg: FZ Digital Factory & FZ Energy; Eberle Automatische Systeme

DET als Entscheidungsinstrument der Produktionsplanung

- Optimierung von:
Ladeprogramm | Produktionsplan



Quelle: FH Vorarlberg: FZ Digital Factory & FZ Energy; Eberle Automatische Systeme

DET als Entscheidungsinstrument der Produktionsplanung

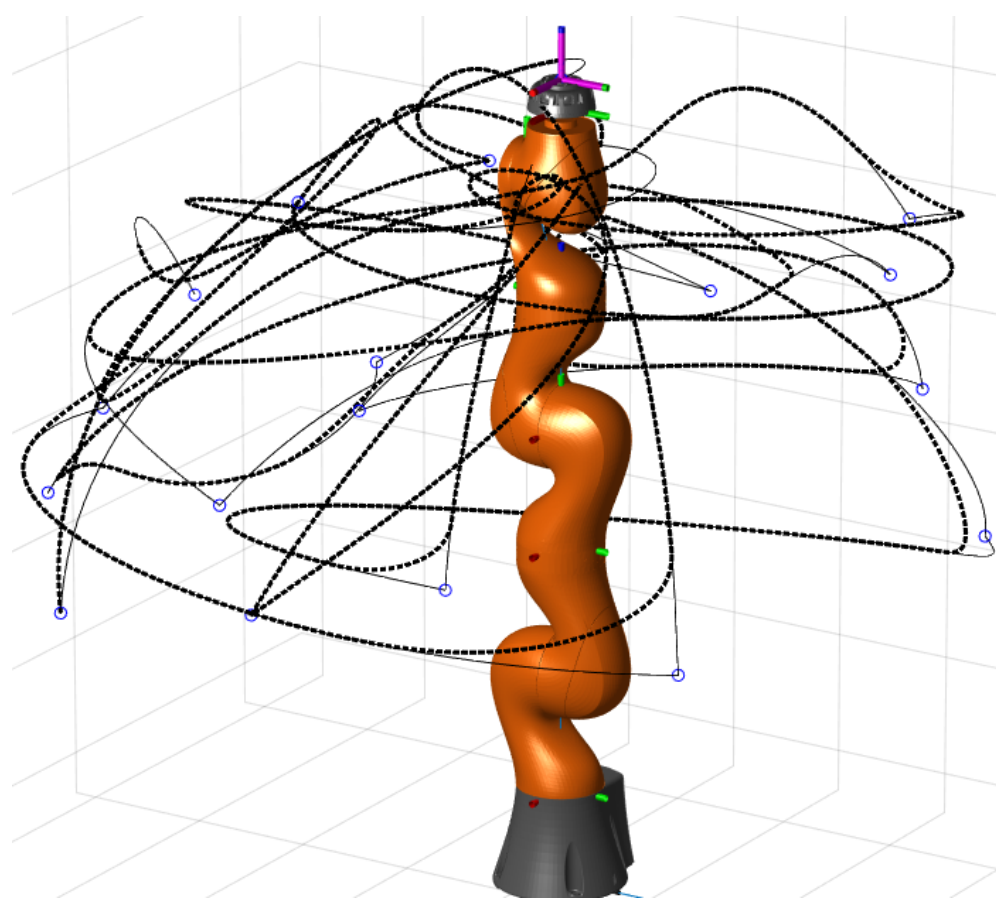
- Datenbasierte Modellierung der Prozesse

Roboterkinematik

Long Short-Term Memory (LSTM)
Neural Network

Eigenverbrauch PV

Industrieroboter in
singulärer Pose



Pre-
processing
der
Segment-
winkel θ

35×1

LSTM

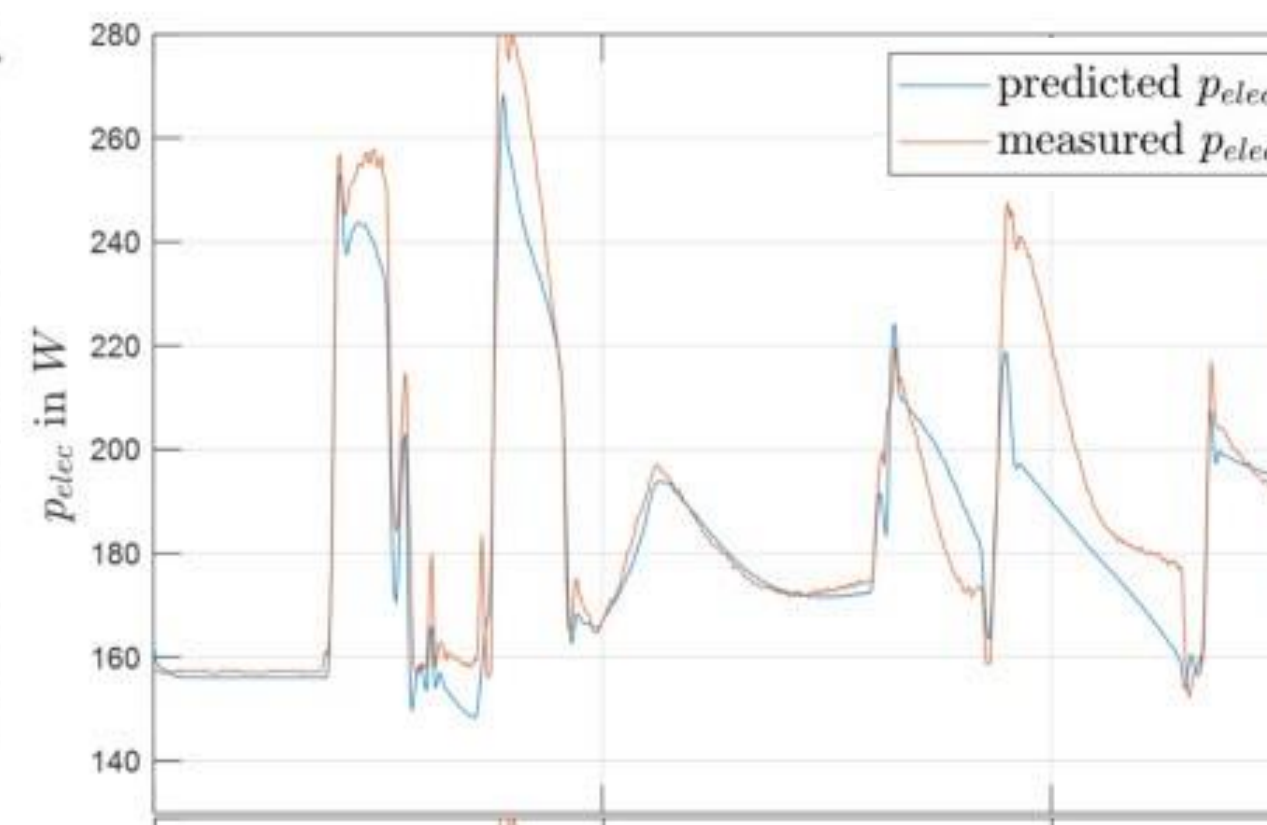
10×1

FF - net

p_{elec}

Elektrische Leistung
des Industrieroboters

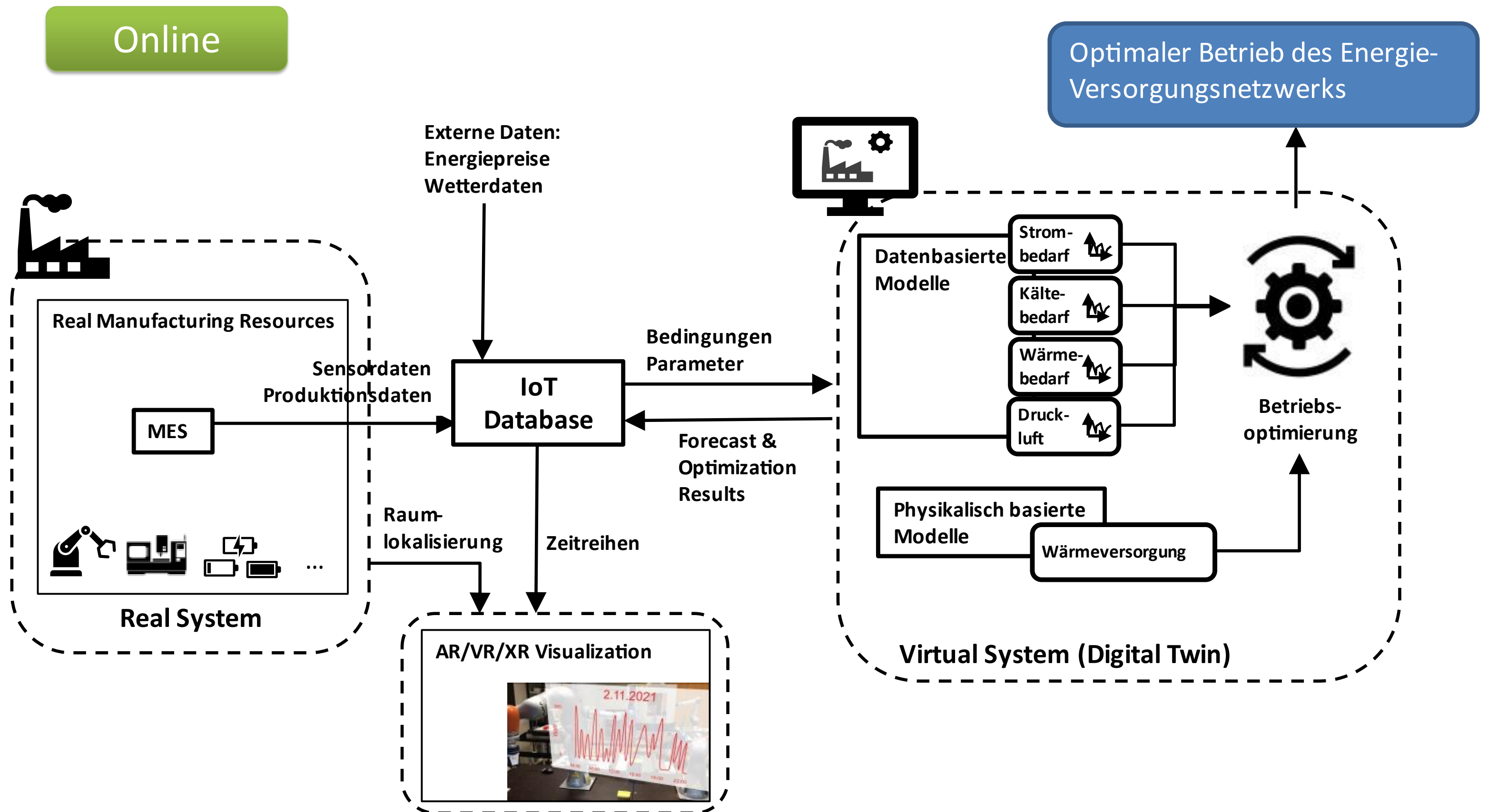
Train Data: Lim+All Sp.



Quelle: FH Vorarlberg: FZ Digital Factory & FZ Energy

DET für die Betriebsoptimierung

Usecase der Energieversorgung AT&S

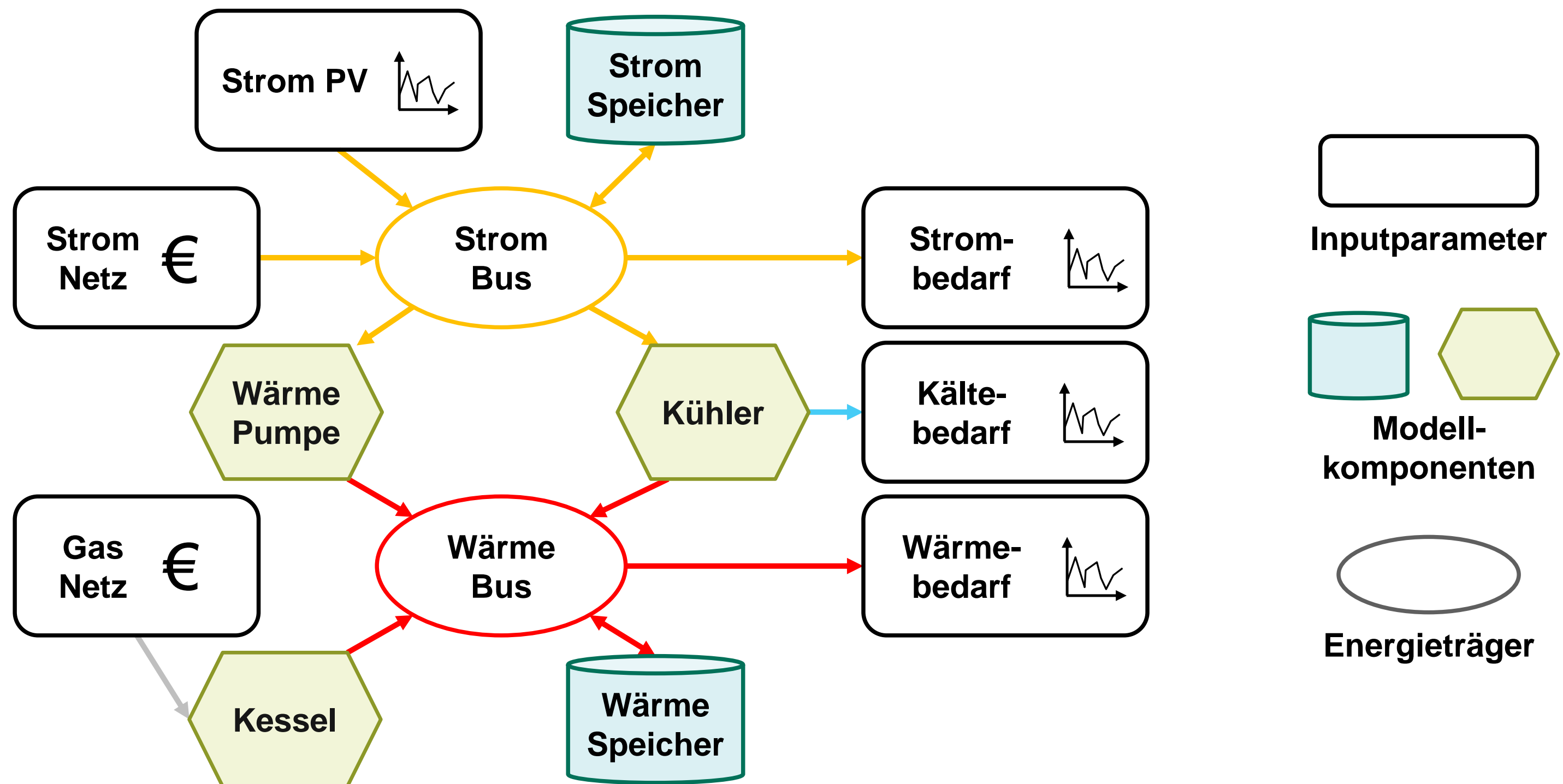


Quelle: AEE INTEC

DET für die Betriebsoptimierung

Referenzmodell zur Betriebsoptimierung:

→ geringste Kosten zur Deckung des Energiebedarfs

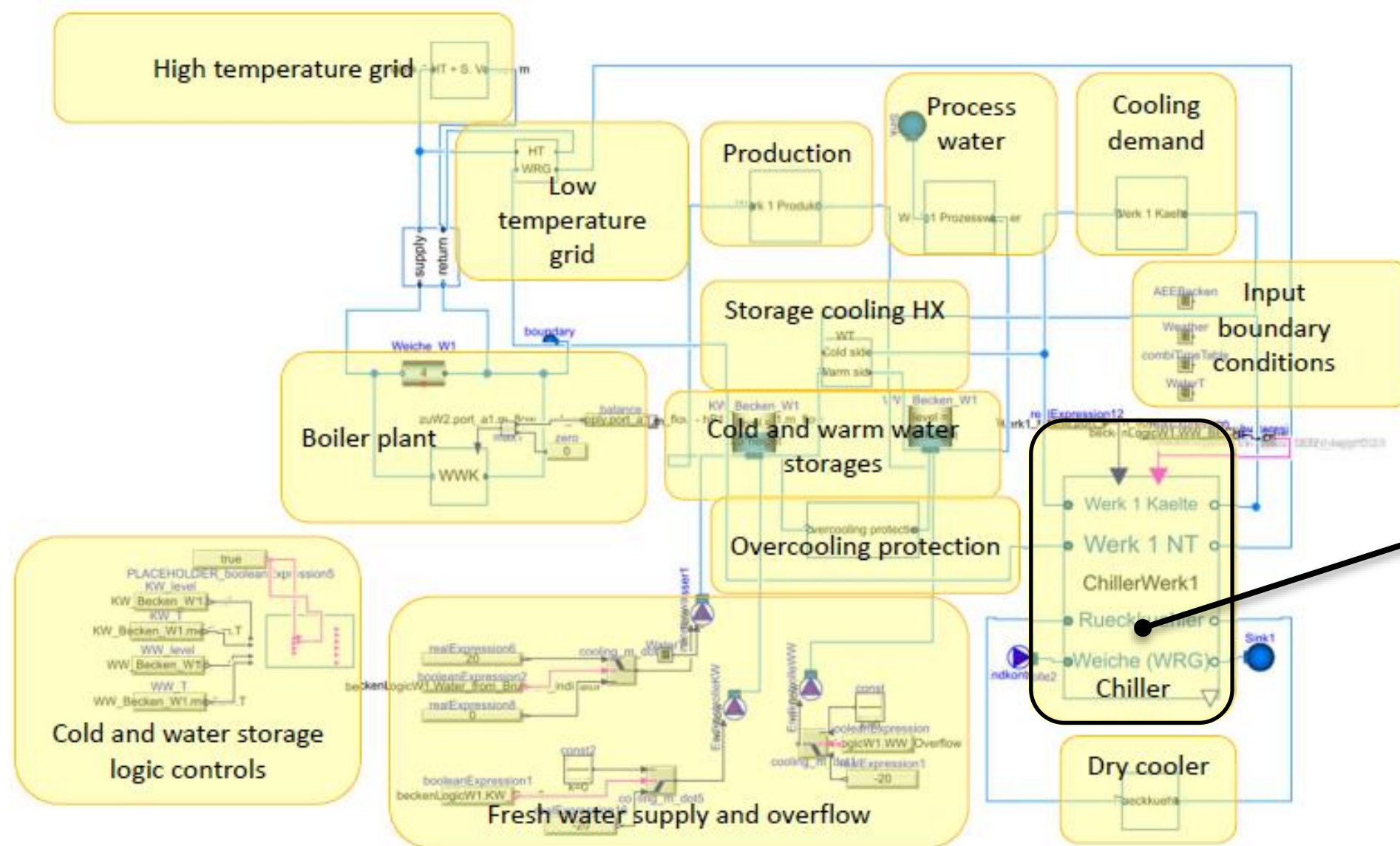


Quelle: Thomas Kurz, Philipp Gradl, Thomas Kienberger: *Linearisierung von komplexen industriellen Energiesystemen für die Betriebsoptimierung. IEWT2023.*

DET für die Betriebsoptimierung

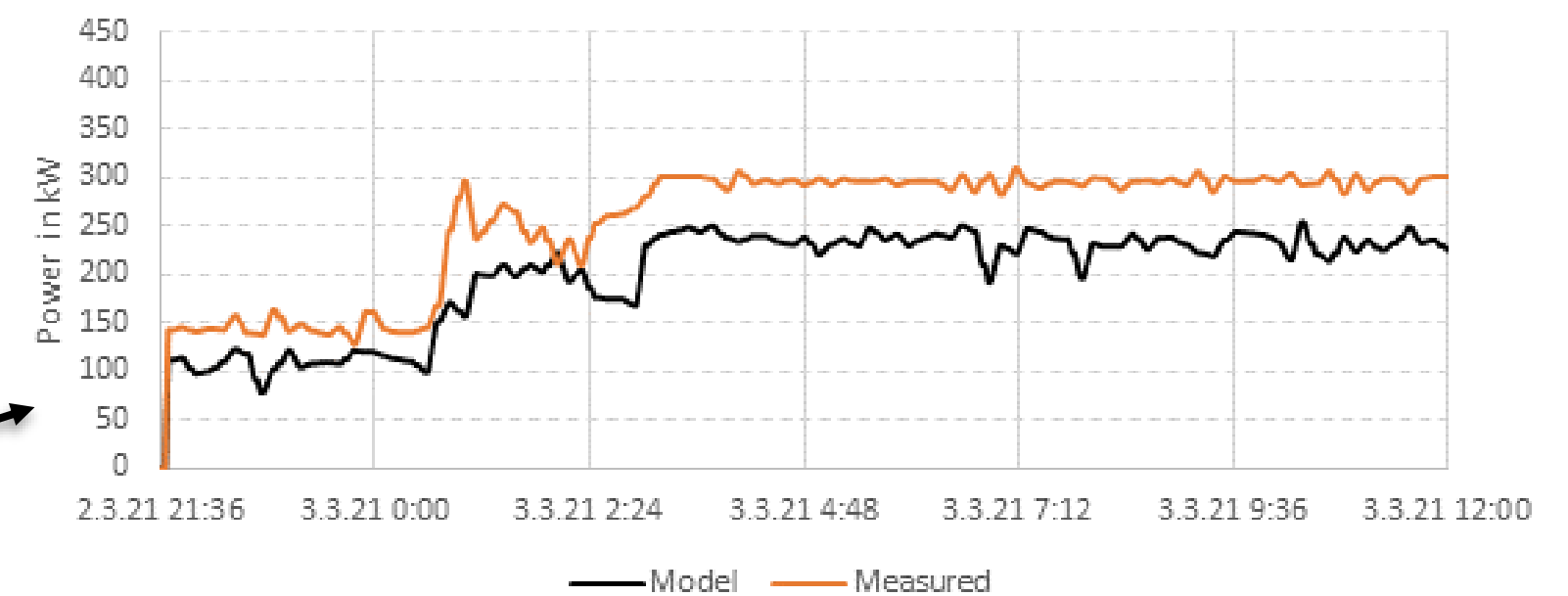
Physikalisch basiertes Modell der Wärme- und Kälteversorgung bei AT&S:

Modellierung durch Sub-Systeme



Wärme- und Kälte-
versorgungseinheiten bei AT&S

Validierung Detailmodell „Chiller“



Vergleich Simulation und Messung
„Chiller“

DET für die Betriebsoptimierung

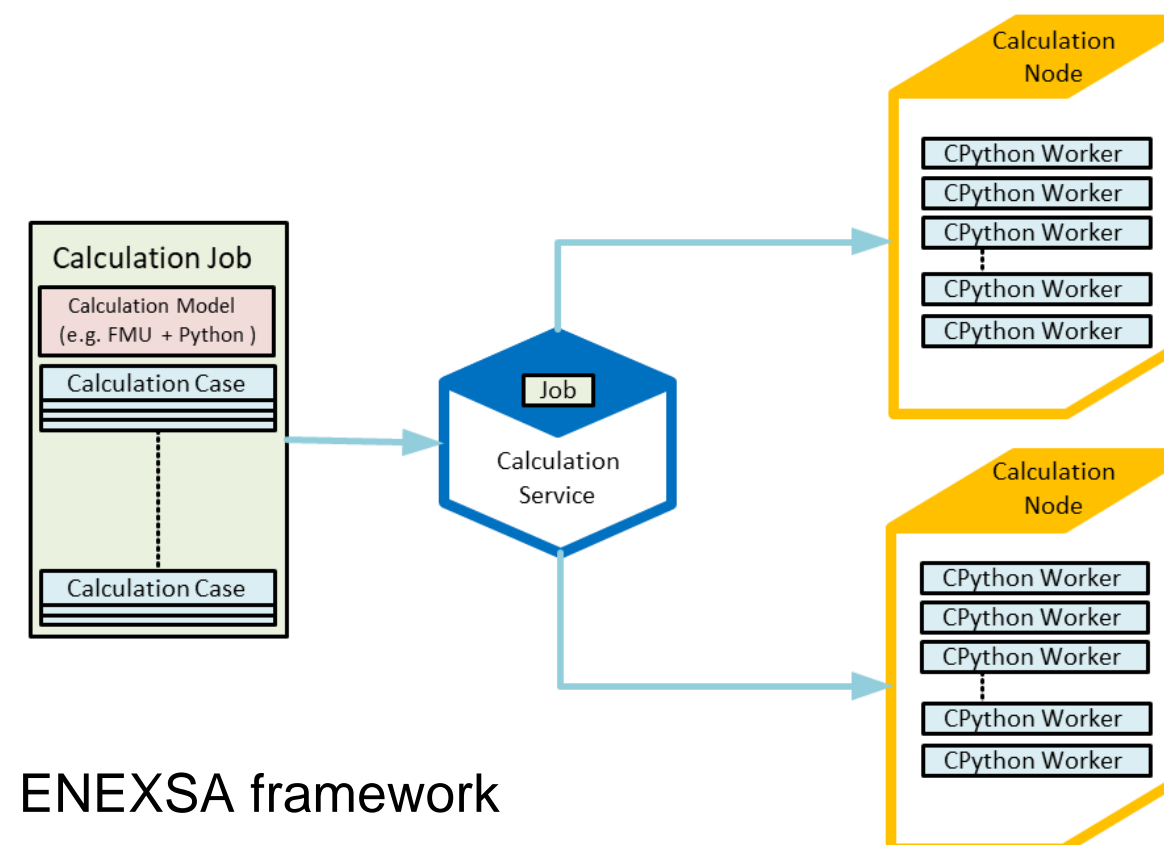
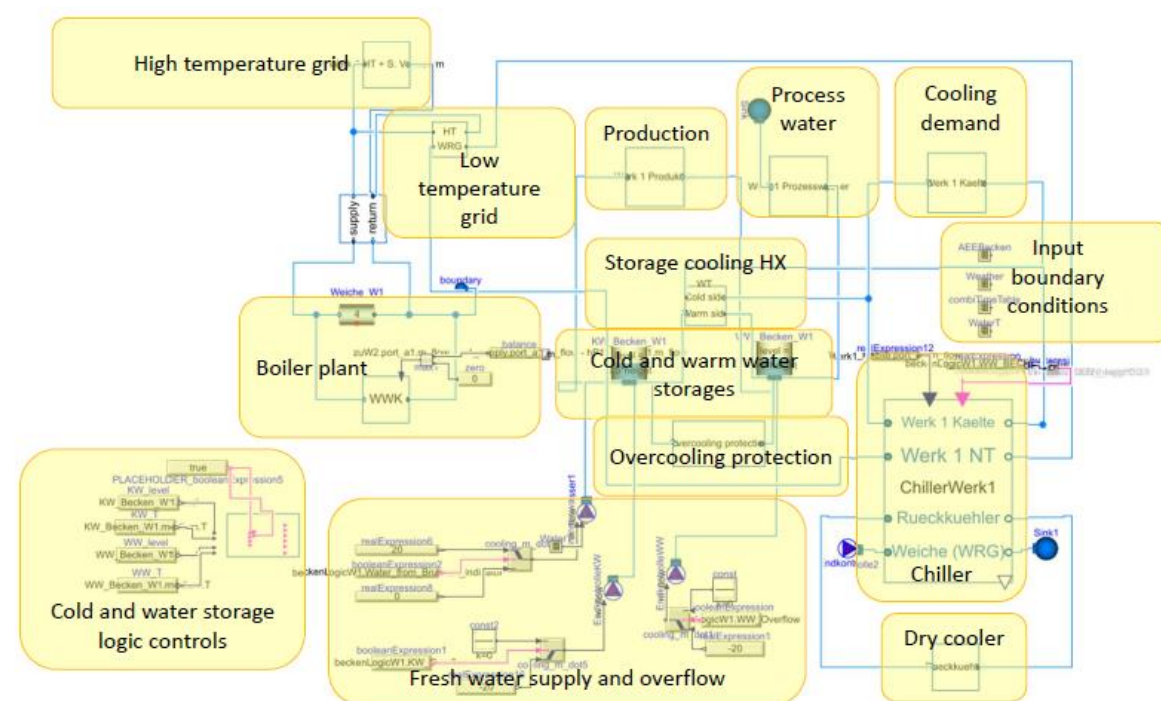
Beschleunigung der Rechenzeit durch Modellreduktion (Model Order Reduction, MOR):

→ Übertragung der physikalischen Beziehungen in ein Datenmodell mit reduzierten Freiheitsgraden

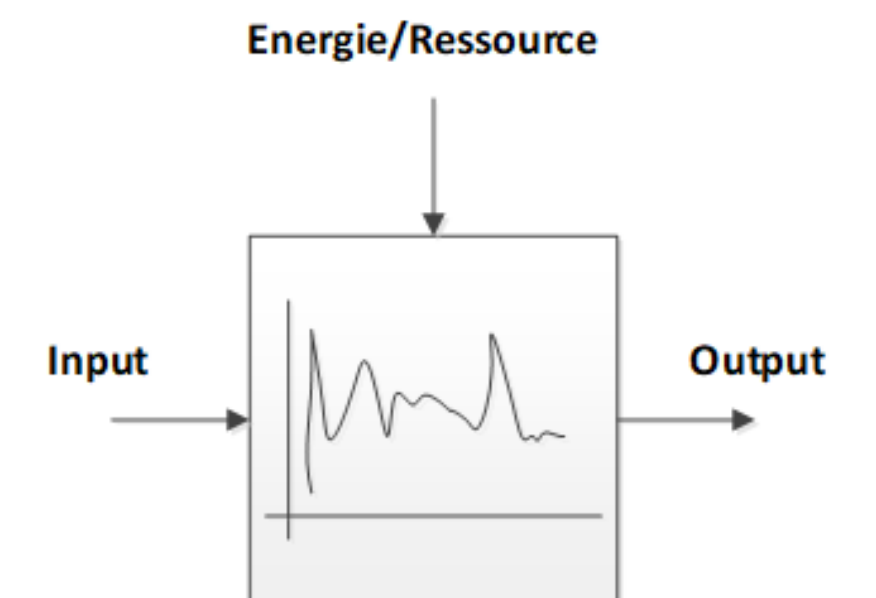
Physikalisch-basiertes Modell

Model Order Reduction

physics-informed neural network (PINN)

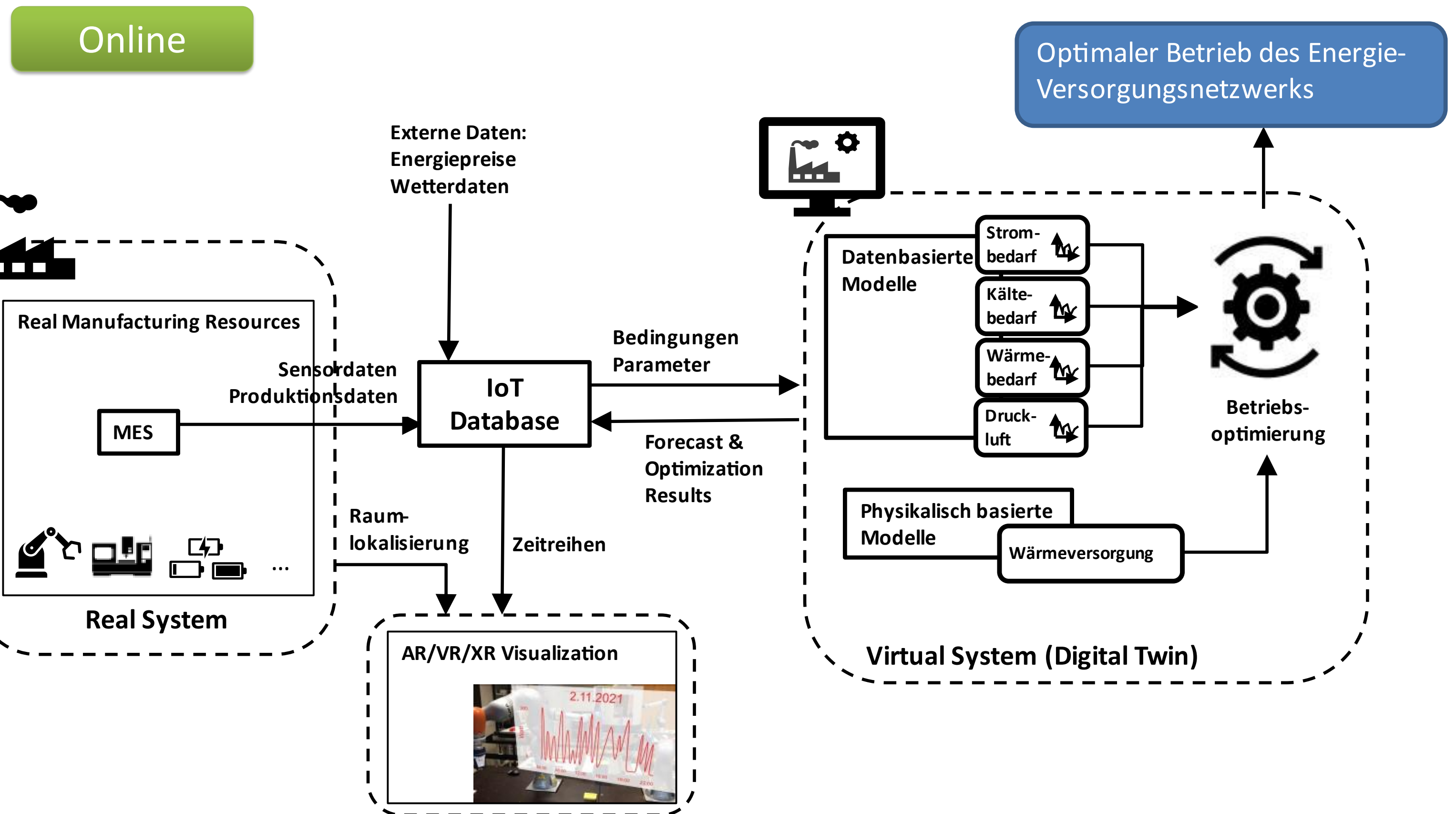


ENEXSA framework



DET für die Betriebsoptimierung

Usecase der Energieversorgung AT&S



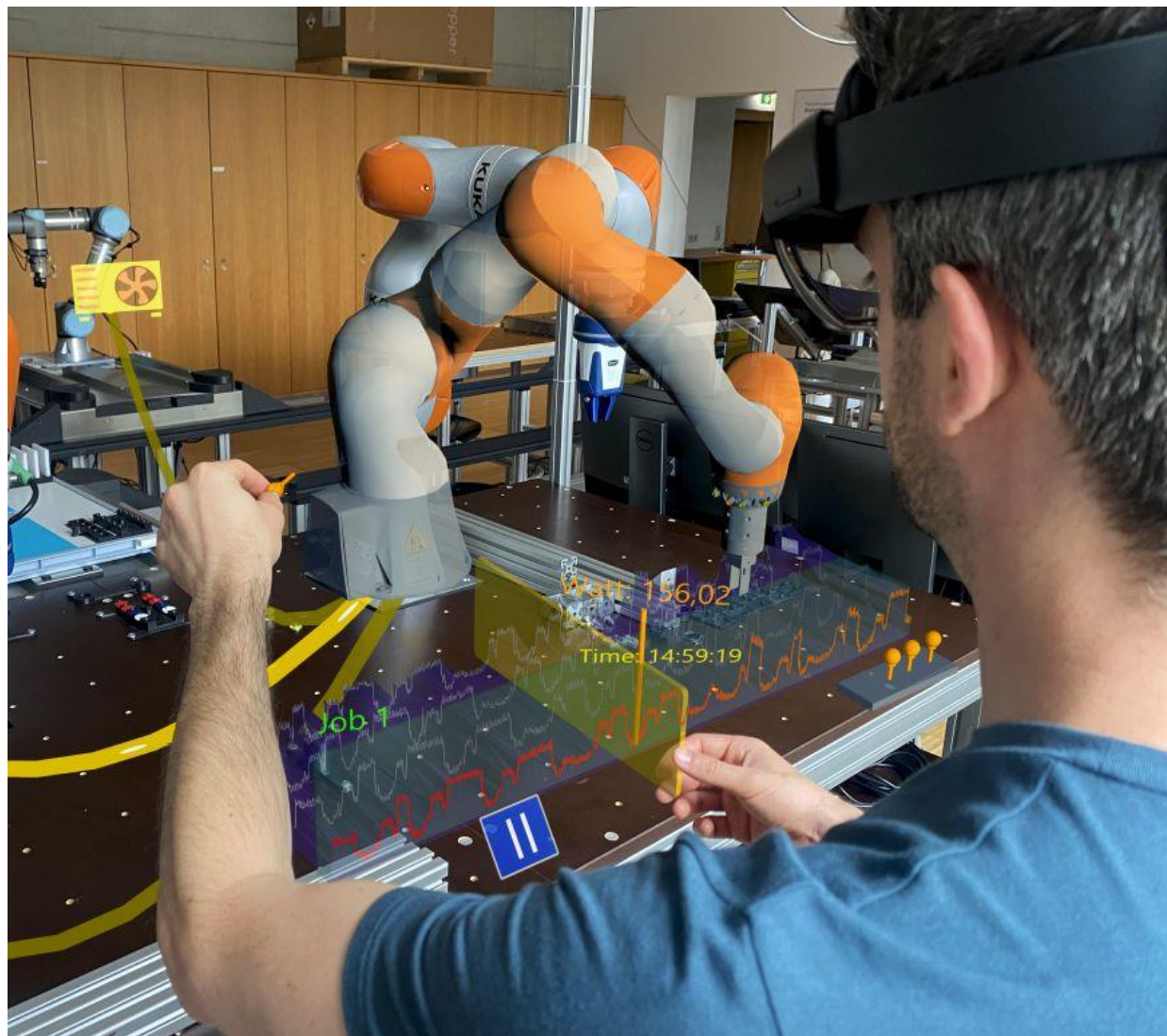
Quelle: AEE INTEC

Visualisierung mittels VR und AR

Visualisierung von (Live-) Daten am Ort der Entstehung
→ Hohe Immersion durch VR/AR/XR
→ Intuitive Bedienung und Informationsbereitstellung

Augmented Reality

Virtual Reality



Quelle: FH Vorarlberg



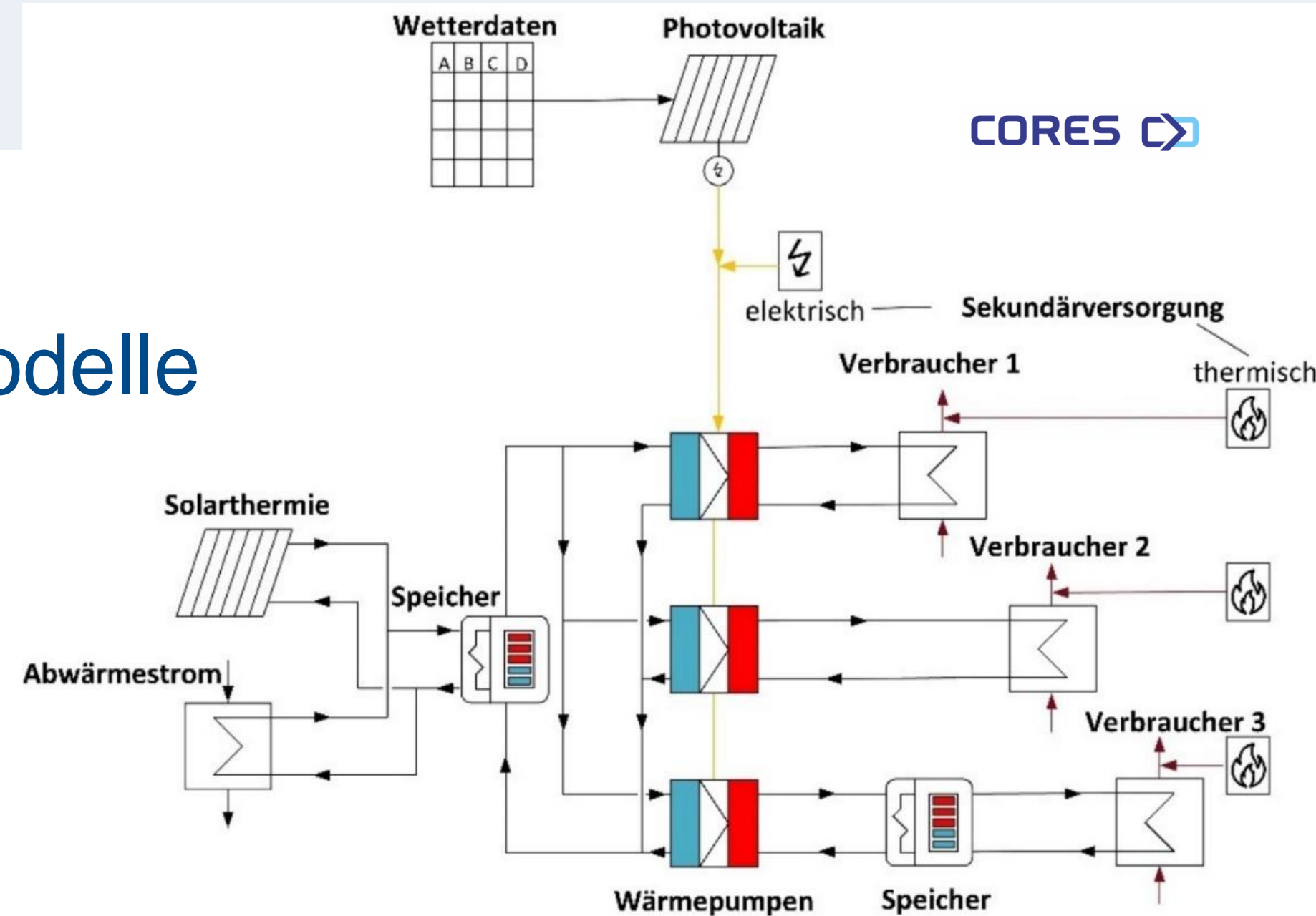
Quelle: AT&S

Ergebnisse

- Usecase Labor FH Vorarlberg
 - Reduktion der Energiekosten um ca. ~10% im Labor-Setup
 - Berücksichtigung einer Batterie-Ladesteuerung UND eine optimierte Produktionsreihenfolge
- Usecase AT&S
 - 25 % Reduktion des Frischwasserbedarfs durch Integration einer freien Kühlung
 - 20% Reduktion des Gasverbrauchs durch Abwärmenutzung mittels Wärmepumpe
- Konzepte zur online Simulation und Optimierung von Energieversorgungssystemen wurden umgesetzt

1. Flexible Simulationsmodelle

→ Design hybrider
Energieversorgungen

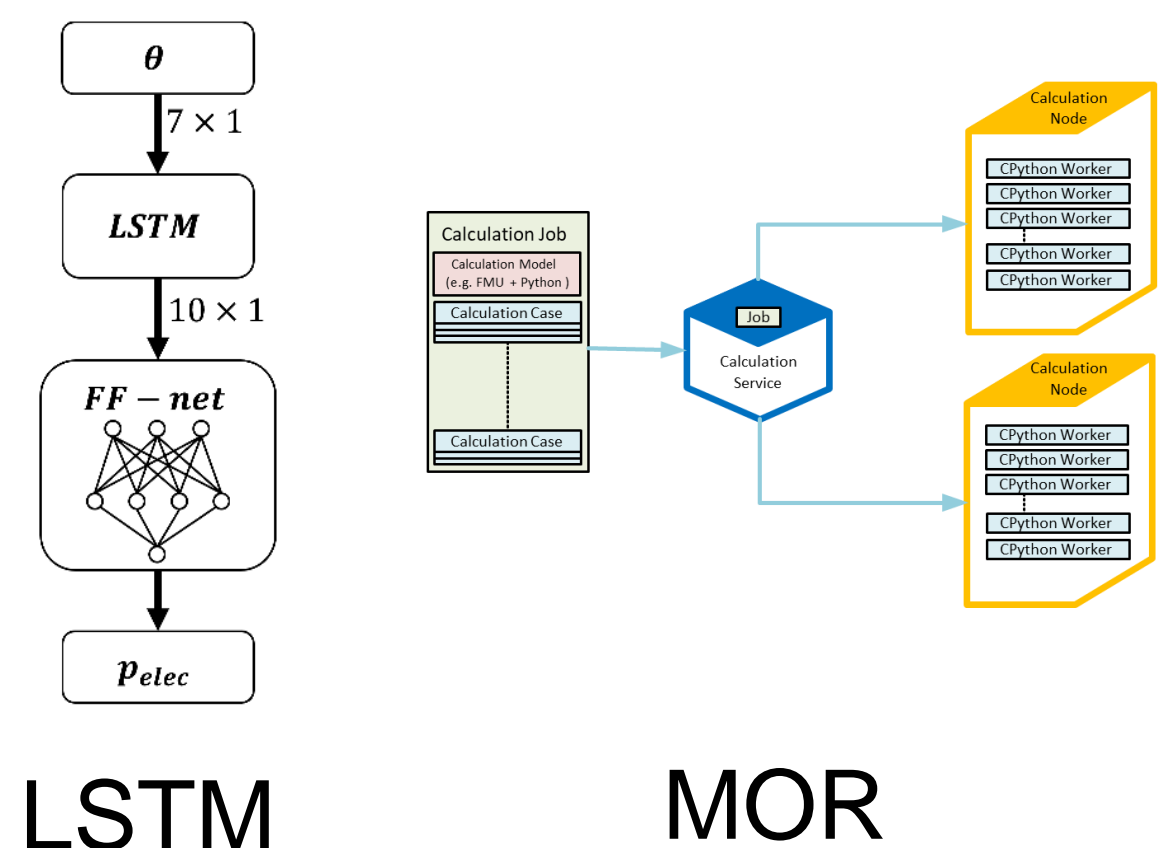


Quelle: CORES - Integration kombinierter, erneuerbarer Energiesysteme in die Industrie

2. Integration von schnellen

Rechenmethoden

→ Optimierung industrieller
Energie-Versorgungssysteme



LSTM

MOR



AEE INTEC

IDEA TO ACTION

AEE – Institute for Sustainable Technologies (AEE INTEC)
8200 Gleisdorf, Feldgasse 19, Austria

Website: www.aee-intec.at
Twitter: @AEE_INTEC

DI Dr. Wolfgang Weiß

wo.weiss@aee.at

+43 (0)664 1875603

<https://digitalenergytwin.eu/>



Conference for Renewable Heating and Cooling in Integrated Urban and Industrial Energy Systems

ISEC 2024, the **3rd International Sustainable Energy Conference**, sees itself as an impetus for innovative ideas in the areas of renewable energy systems and resource efficiency and is intended to provide an **exchange platform for research, business, and energy policy**.

Date: 10 – 11 April, 2024

Venue: Messecongress Graz, Austria

Program: 09 April 2024: Side Events, Welcome Reception
10 – 11 April 2024: Conference, Workshops, B2B Meetings,
Conference Dinner

More information: www.isec-conference.at



©Miriam Raneburger