

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Abteilung Effizienzsysteme

in Kooperation mit dem Institut für Energieeffizienz in der Produktion und dem Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik der Universität Bayreuth



GUTcert Exzellenznetzwerk Energiemanagement 2018, 28.09.2018

Gerald Lothes, Max Weeber

Energiemanagement in der Produktion

Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick



**Joseph von
Fraunhofer**



**Die Fraunhofer-
Gesellschaft**

**Entdeckung der
»Fraunhofer-Linien«
im Sonnenspektrum**

**Neue Bearbeitungs-
verfahren für Linsen**

**Leiter und Teilhaber
einer Glashütte**

Forscher

Erfinder

Unternehmer

**Forschung und
Entwicklung im
Auftrag von Industrie
und Staat**

**Musikformat mp3,
weiße LED,
hochauflösende
Thermokamera**

**Forschungsvolumen:
ca. 2,3 Mrd € pro Jahr**

Fraunhofer-Forschungsfelder



Energiemanagement in der Produktion

Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Zentrale Fragestellung:

Wie gelingt es **Energiemanagementsysteme** mit
Hilfe der **Digitalisierung** in der nächsten
Evolutionstufe zu betreiben?

Digitalisierung

Wo sehen Sie ihr Unternehmen bzw. das Ihrer Kunden?

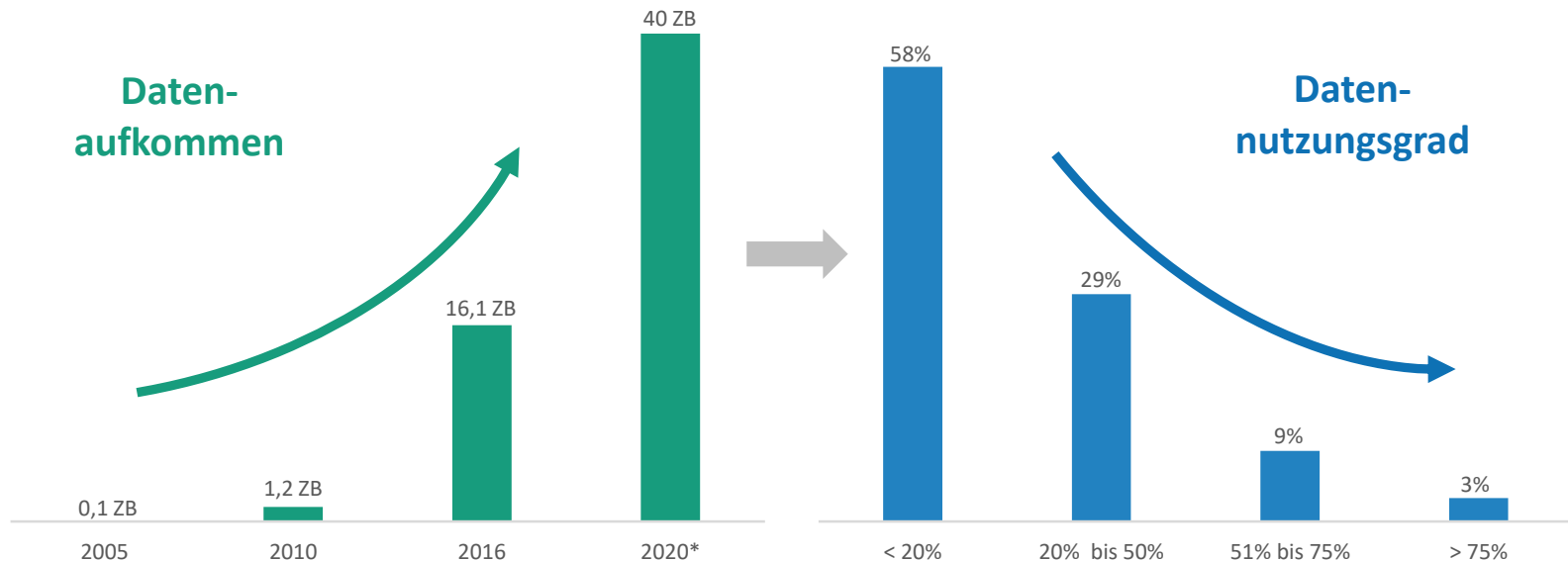


- Einwirken auf Steuerungsebene (SPS)
- Einwirken auf Betriebsleitebene (ERP und MES) sowie Energiebeschaffung

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0 (VDI-Studie, 2017) und Niemann 2011

Hintergrund & Handlungsbedarf

Digitalisierung in deutschen Unternehmen



Datenaufkommen

- Exponentielles Wachstum
- Verzehnfachung bis zum Jahr 2025*

Wahrnehmung

- Für mehr als 90% der Unternehmen birgt die Digitalisierung Potentiale

Datennutzungsgrad

- 87% der Unternehmen nutzen weniger als 50% eigener Daten

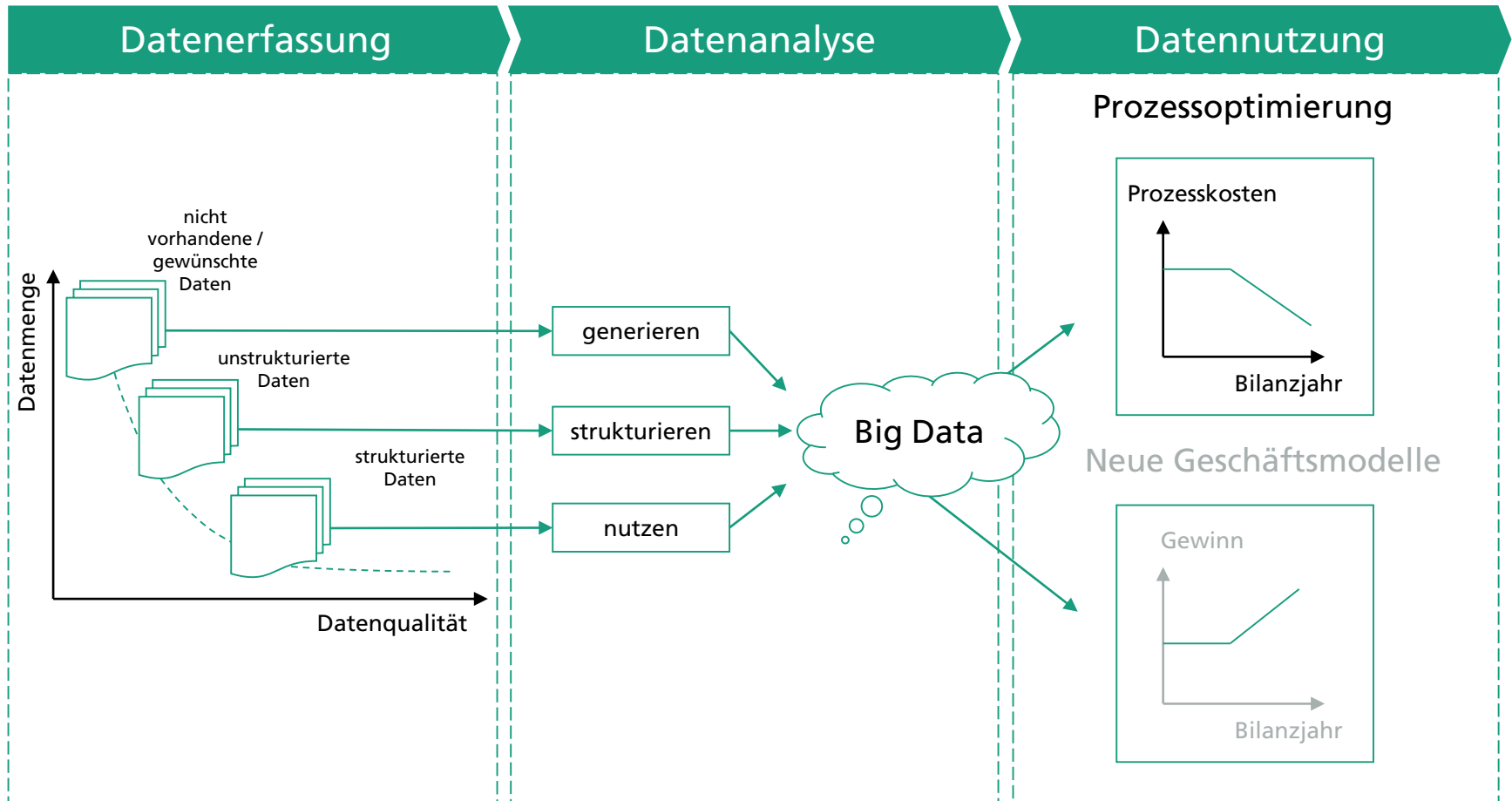
Erfolgsbeispiele

- Voraussetzung für eine Steigerung der Datennutzung
- Umsetzung < 25%

Quellen: Mc Kinsey; Universität Potsdam; F. Duscheck, R. Blameuser, S. Gehrman, RedPaper: PredictiveMaintenance, BearingPointGmbH, IDC: Prognose zum weltweit generierten Datenvolumen 2025, ID 267974. International Data Corporation (IDC). URL: <http://www.idc.de/>

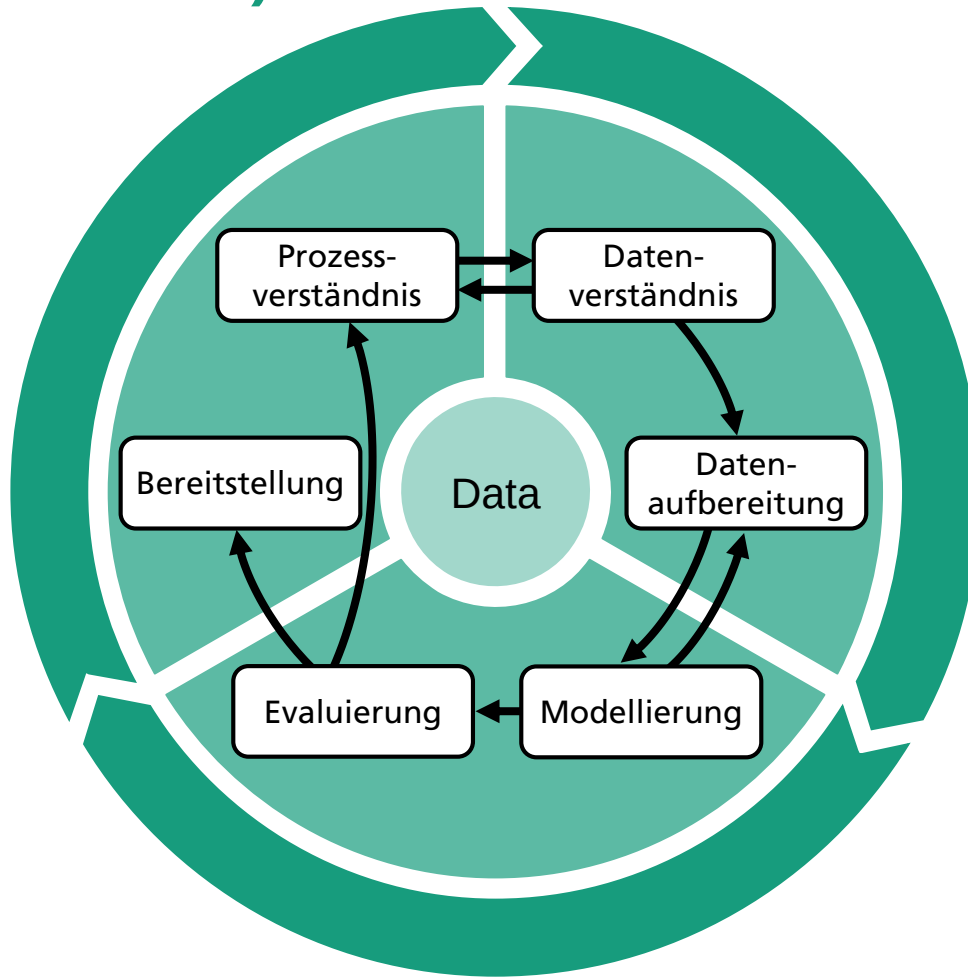
Digitalisierung

Daten im Unternehmen



Digitalisierung – Projektvorgehen

Cross-industry standard process for data mining (CRISP-DM)



CRISP-DM

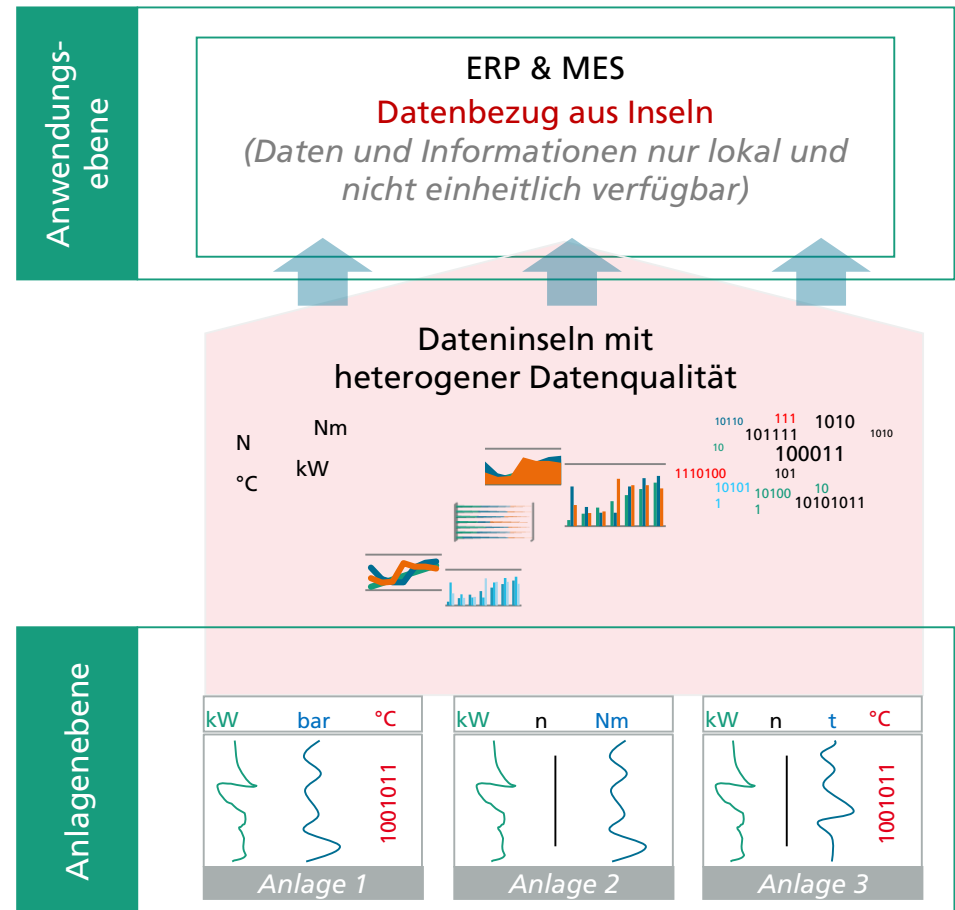
1. Prozess-verständnis
2. Datenverständnis
3. Datenaufbereitung
4. Modellierung
5. Bewertung/
Evaluierung
6. Bereitstellung/
Einsatz

Quelle: Chapman et al., 2000

Ausgangssituation und Lösungsansatz

Von Insellösungen und Systemlandschaft zum Gesamtsystem

- Vorherrschende Situation in Unternehmen ist geprägt durch:
 - Insellösungen
 - Fehlende Vernetzung von Anlagen
 - Heterogene Datenlandschaften
- Fehlende Transparenz hinsichtlich möglicher Optimierungspotentiale

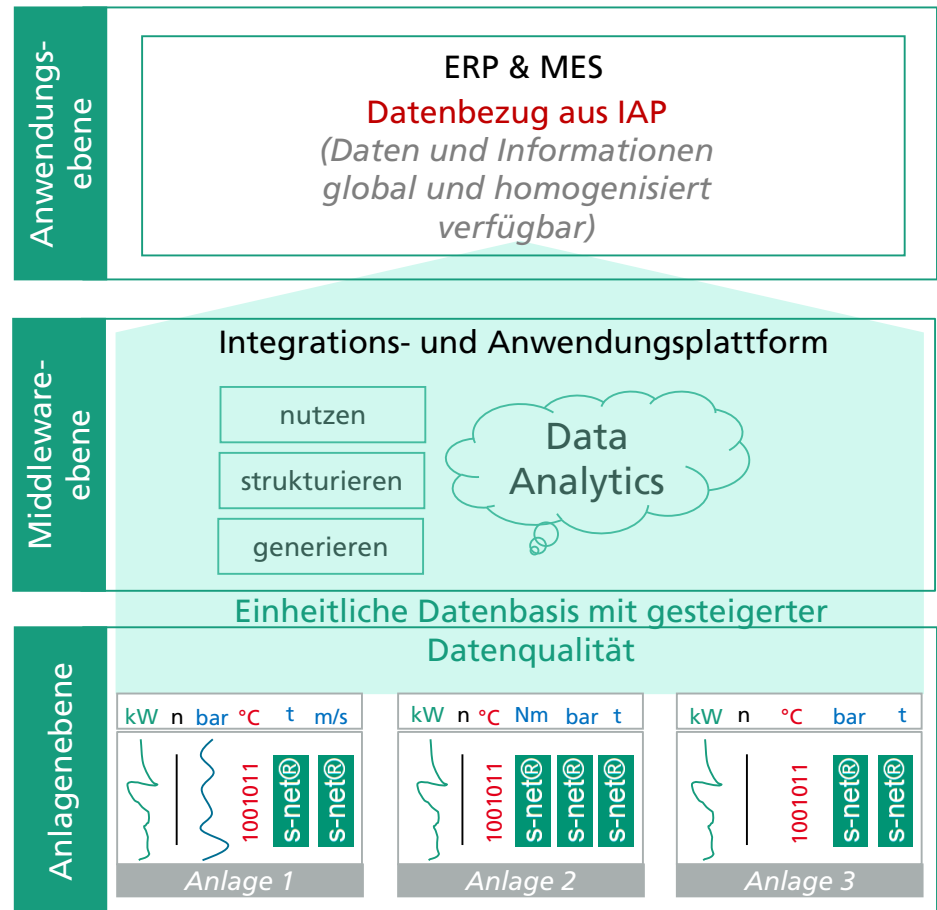


Ausgangssituation und Lösungsansatz

Von Insellösungen und Systemlandschaft zum Gesamtsystem

- Verbesserung der Situation von Unternehmen durch:
 - Flexible Vernetzung des Anlagenbestands
 - Homogenisierung und Verbesserung der Datenbasis
 - Datenanalyse

- Ableitung von Kennzahlen und Handlungsoptionen zur Schaffung von Transparenz hinsichtlich möglicher Optimierungspotentiale



Energiemanagement und Digitalisierung

Mitarbeiterintegration auf allen Ebenen – Shared Energy Management

- Integration via Smart Devices in der Produktion
- App für aktuelle Infos zu Kennzahlen, Produktion, Fehlererkennung/-meldung, Verbesserungsvorschläge, Rückmeldung zu Maßnahmen
- Benchmarking verschiedener Abteilungen, Werke
- Aktionen (Druckluftwochen)



Energiemanagement und Digitalisierung

Lösungsbausteine

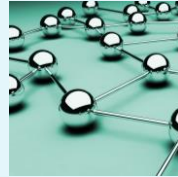
Hardware

Kommunikation



Generisch applizierbares Funkmodul mit universeller Schnittstelle und Adapterlösungen zur Steuerungs- und Prozessleittechnik

Sensorik



Analyse und Auswahl der zu installierenden Sensorik sowie Zusammenstellung eines Portfolios kompatibler Sensorik zur Datenaufnahme

Edge Vorverarbeitung



Umsetzung von Konzepten zur Datenvorverdichtung auf den Knoten zur Reduktion des Datenvolumens („Lean Data“)

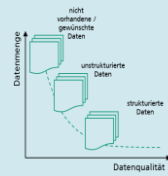
Middleware

IAP



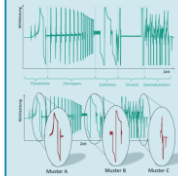
Weiterentwicklung der IAP zur Überwachung und Analyse des Anlagenbestands, mit Fokus auf Schnittstellen zu fertigungsnahen Softwarestrukturen

Data Preperation



Umsetzung intelligenter Verfahren zur Strukturierung von Daten als Vorbereitung zur Auswertung

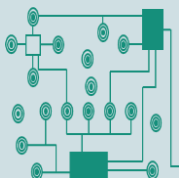
Data Analytics



Analyse von Daten auf Basis von Verfahren der Statistik und des maschinellen Lernens

Anwendung

Nachvernetzung



Analyse, Strukturierung und Gewichtung der Anforderungen bestehender Anlagen hinsichtlich einer nachträglichen Vernetzung

Informationsstruktur



Analyse und Strukturierung von Anforderungen hinsichtlich des Informationsflusses zur Generierung von Kennzahlen

Datennutzung



Aufstellen kennzahlenbasierter Handlungsempfehlungen zum Anlageneinsatz

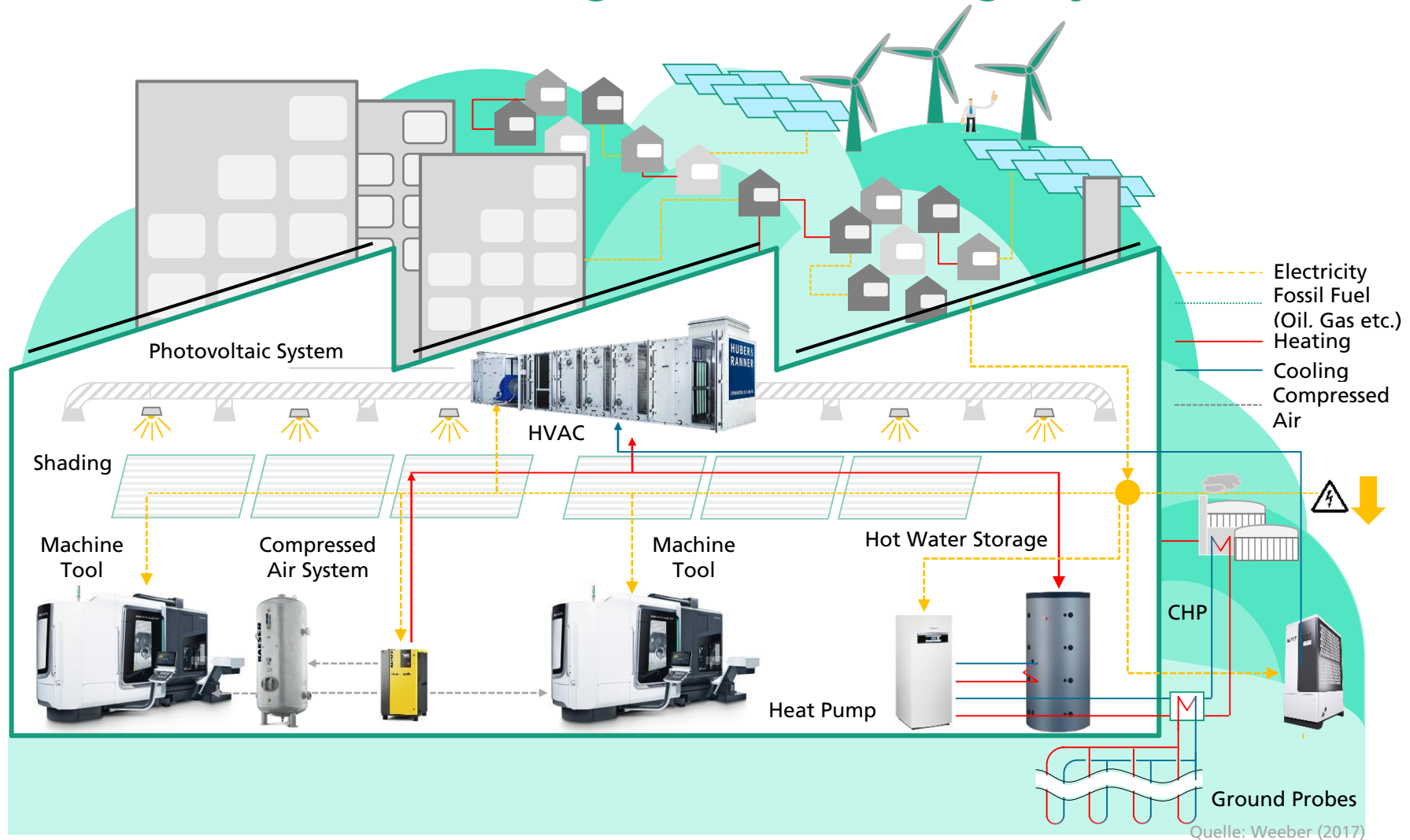
Energiemanagement in der Produktion

Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Hintergrund

Die Fabrik im Kontext digitalisierter Energiesysteme



Hintergrund

Die Fabrik im Kontext wechselwirkender Ziele



Qualität



Verfügbarkeit



Investition



Energieverbrauch



Behaglichkeit

OEE
steigern

Ausschuss reduzieren

Betriebskosten
minimieren

Raumklima verbessern

Resilienz steigern

Inbetriebnahmezeiten
reduzieren

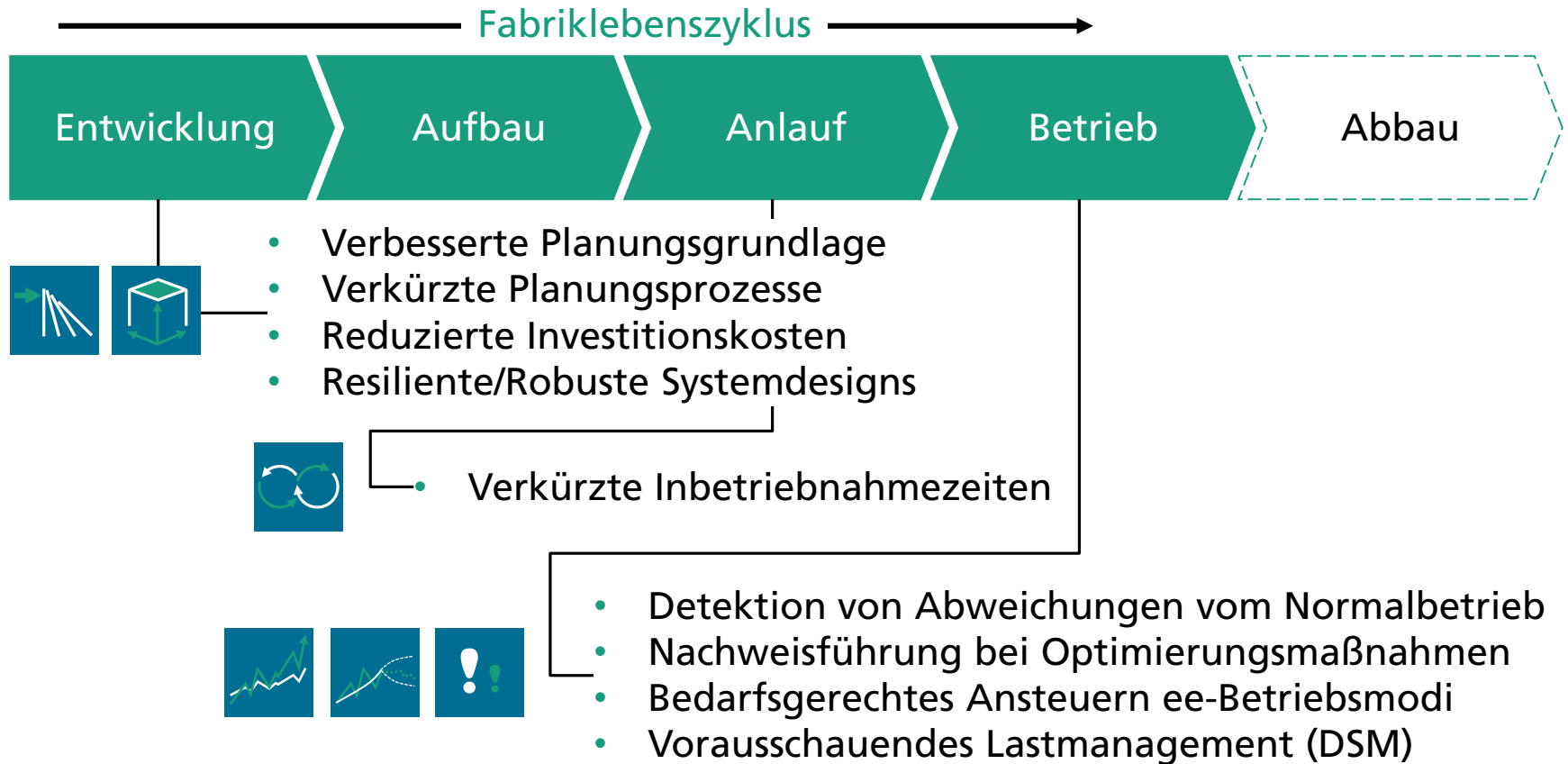
Anlagenverfügbarkeit
steigern

Ausfallkosten
reduzieren

Investitionskosten
reduzieren

Zielsetzung

Die Fabrik im Kontext wechselwirkender Ziele

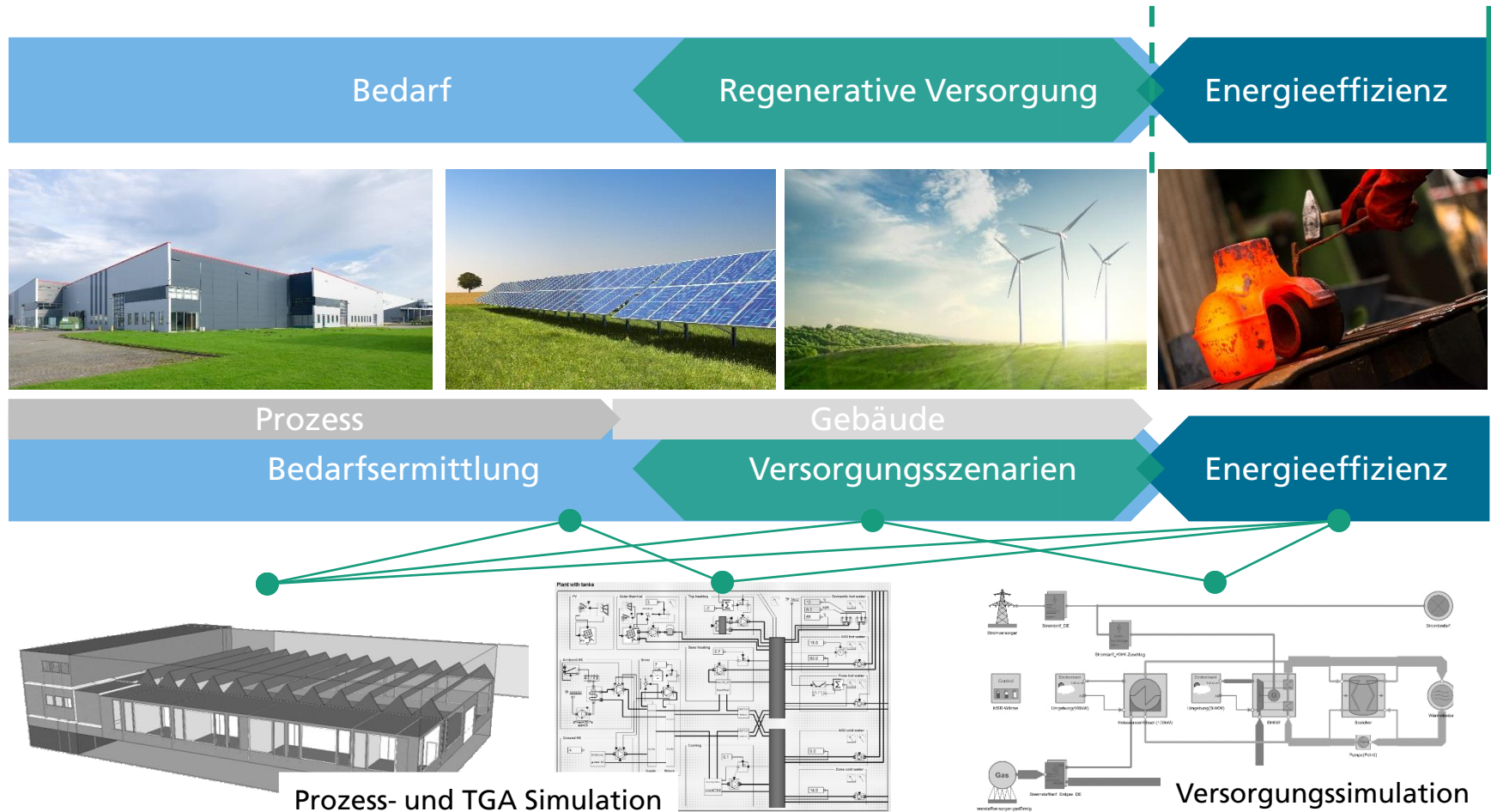


► Erfordert Simulation und Forecast

DSM – Demand Side Management

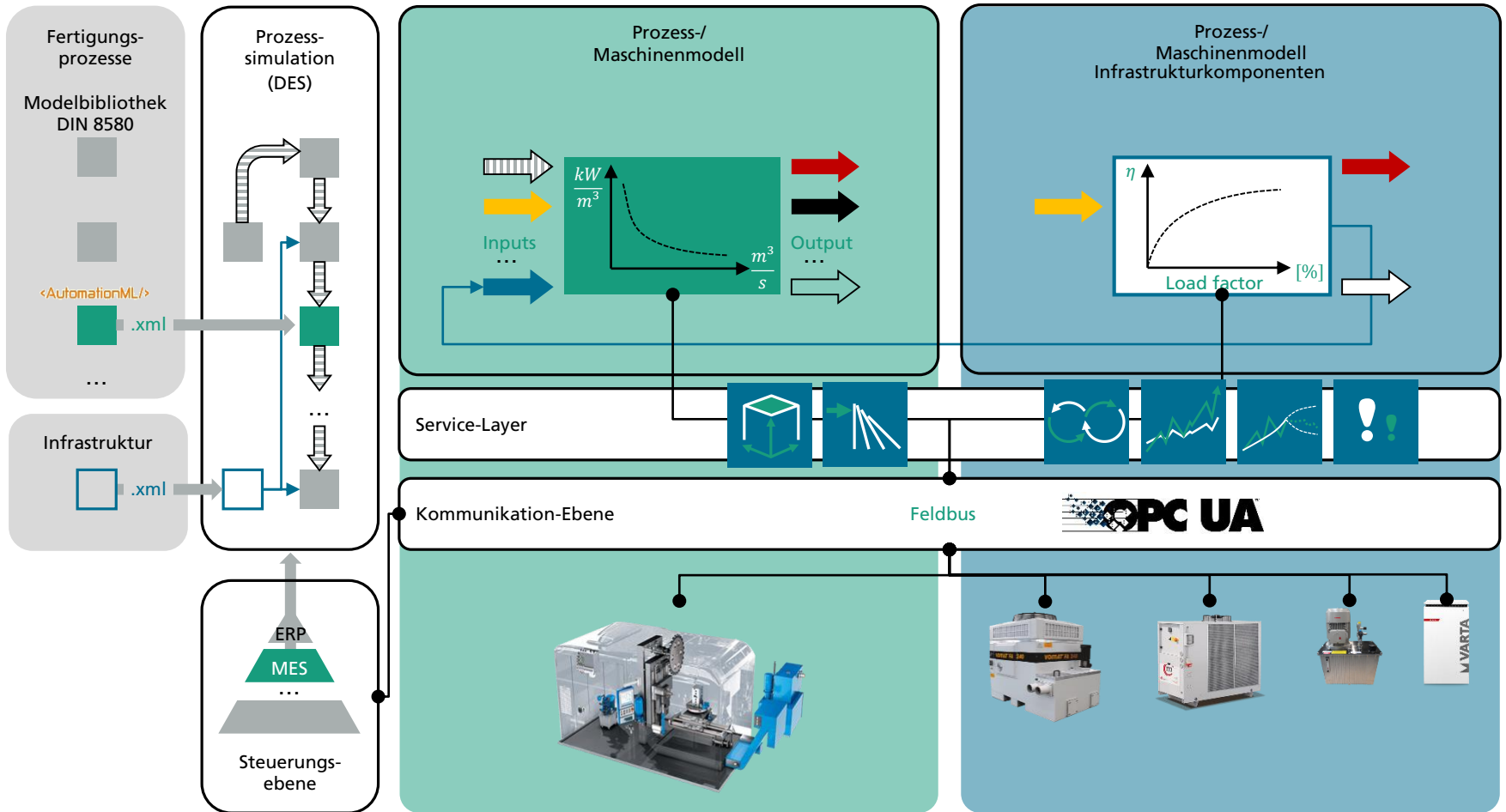
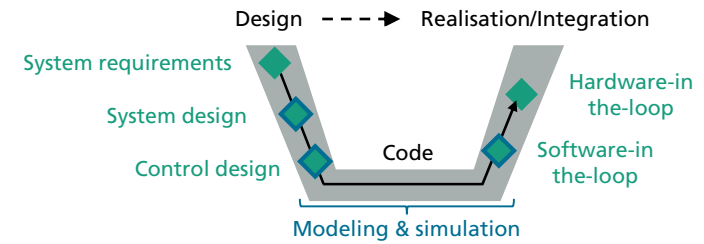
Methode

Total Energy Planning – Digitalisierte Energieplanung



Werkzeug Simulation

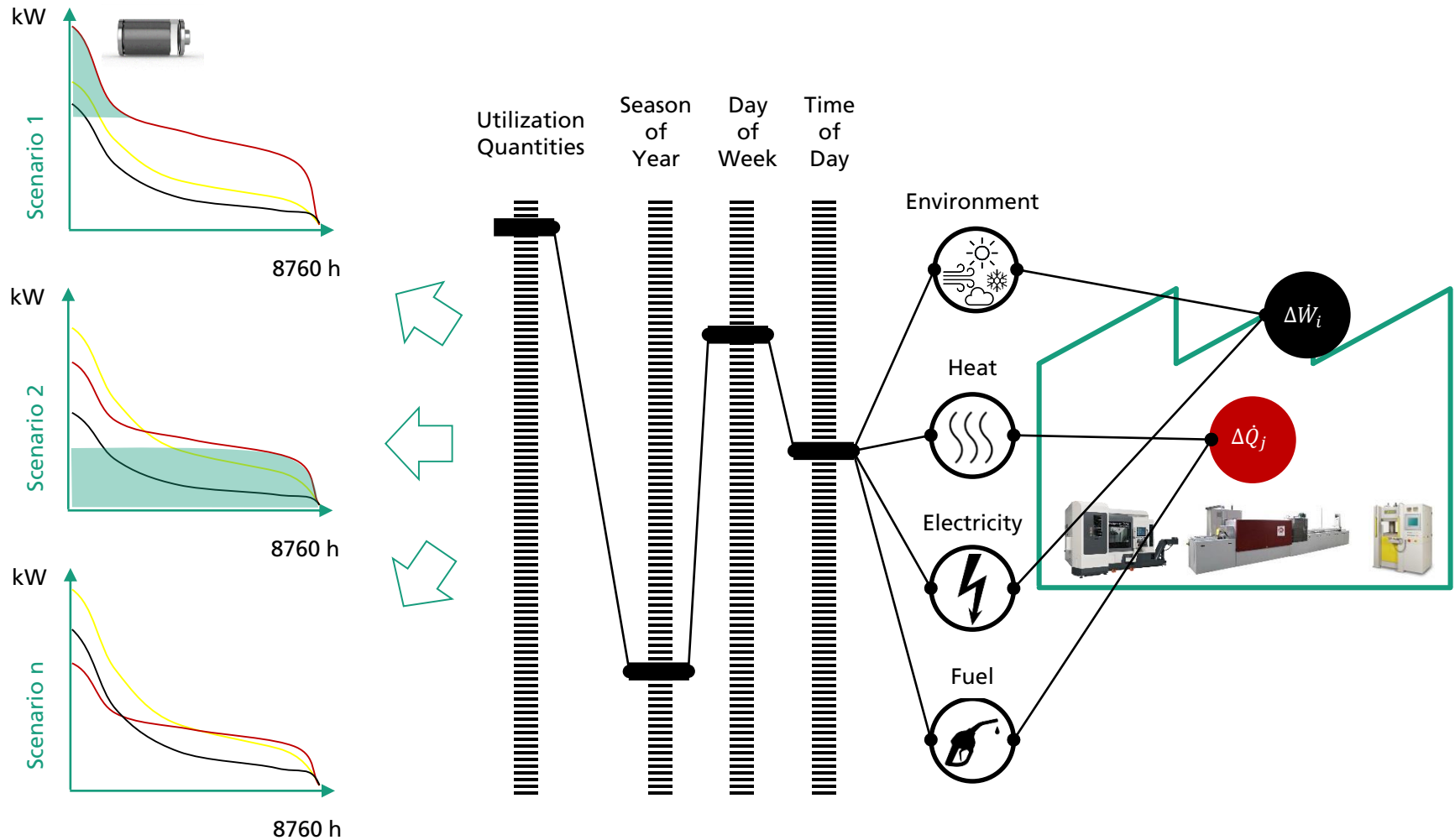
Verbesserte Maßnahmenbewertung



(DES) – Discrete Event Simulation

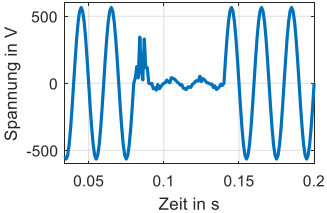
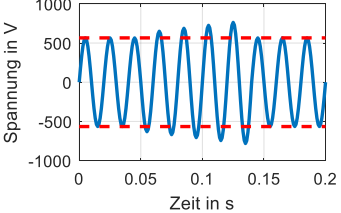
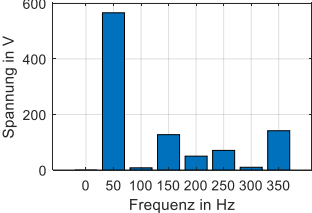
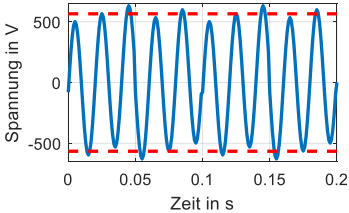
Werkzeug Simulation

Berücksichtigung von Betriebszuständen



Lösungen

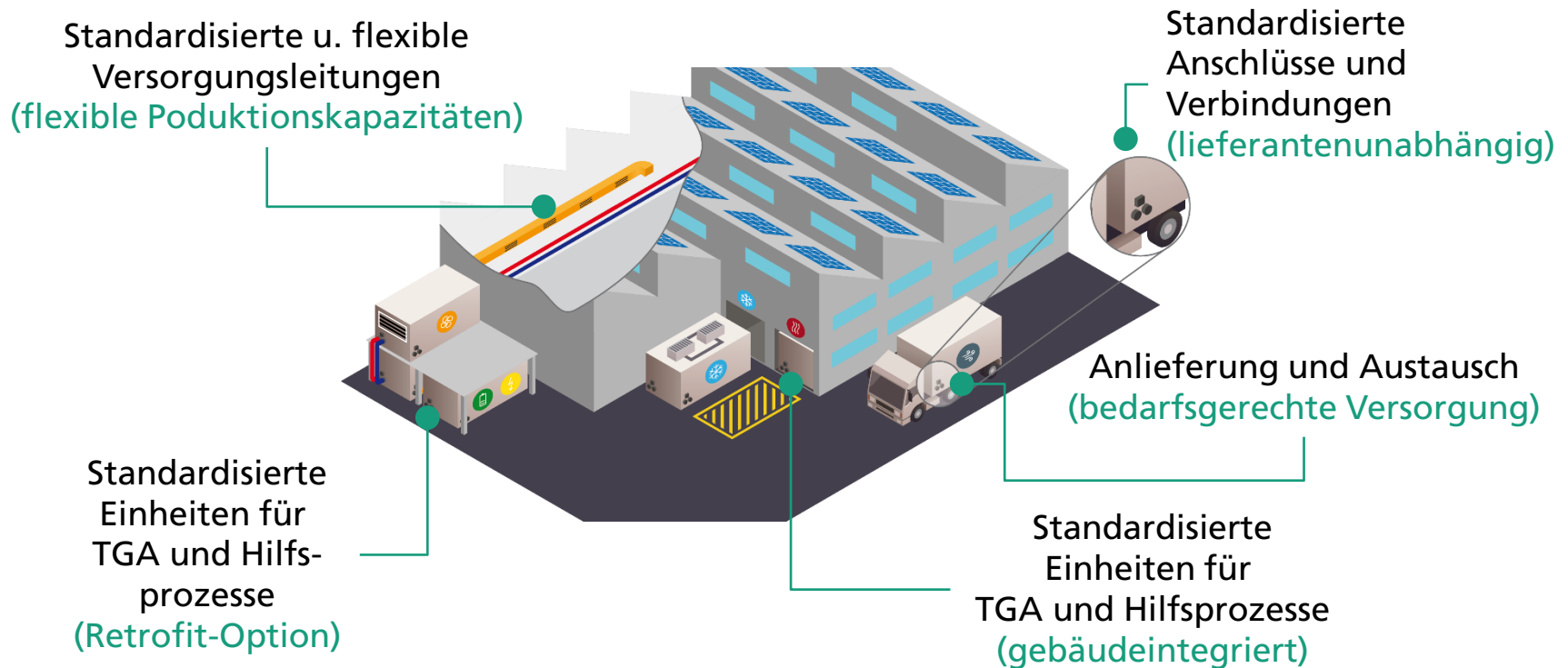
Bewertung von Netzqualität und Versorgungssicherheit

				
Fehler	Kurzzeitige Stromunterbrechung mit einer Dauer von 10 ms bis 2s Spannung < 10% Nominalwert	Spannungsein-senkung und -überhöhung mit einer Dauer von 10 ms bis 2s Spannung +/- 10% Nominalwert	Oberwellen (Harmonische) mit ganzzahligen vielfachen der Grundschiwingung	Flicker schwankende Spannungs- verschiebung
Ursachen	Schaltvorgänge	Einschalt- und Ausschaltvorgänge, Netzsteifigkeit	Nichtlineare Lasten, defekte Netzfilter	Lastschwankungen

► EN 50160 Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

Lösungen

Hybride Wertschöpfung durch Flexible TGA

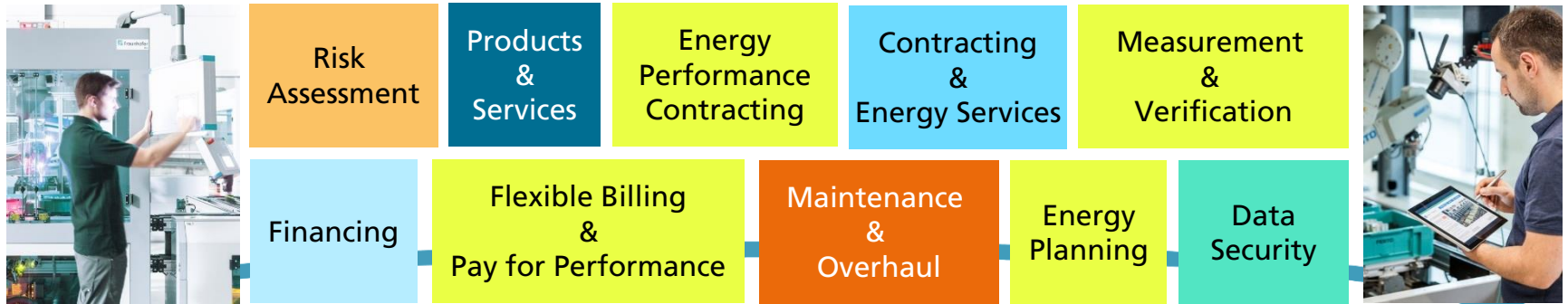


Energiemanagement in der Produktion

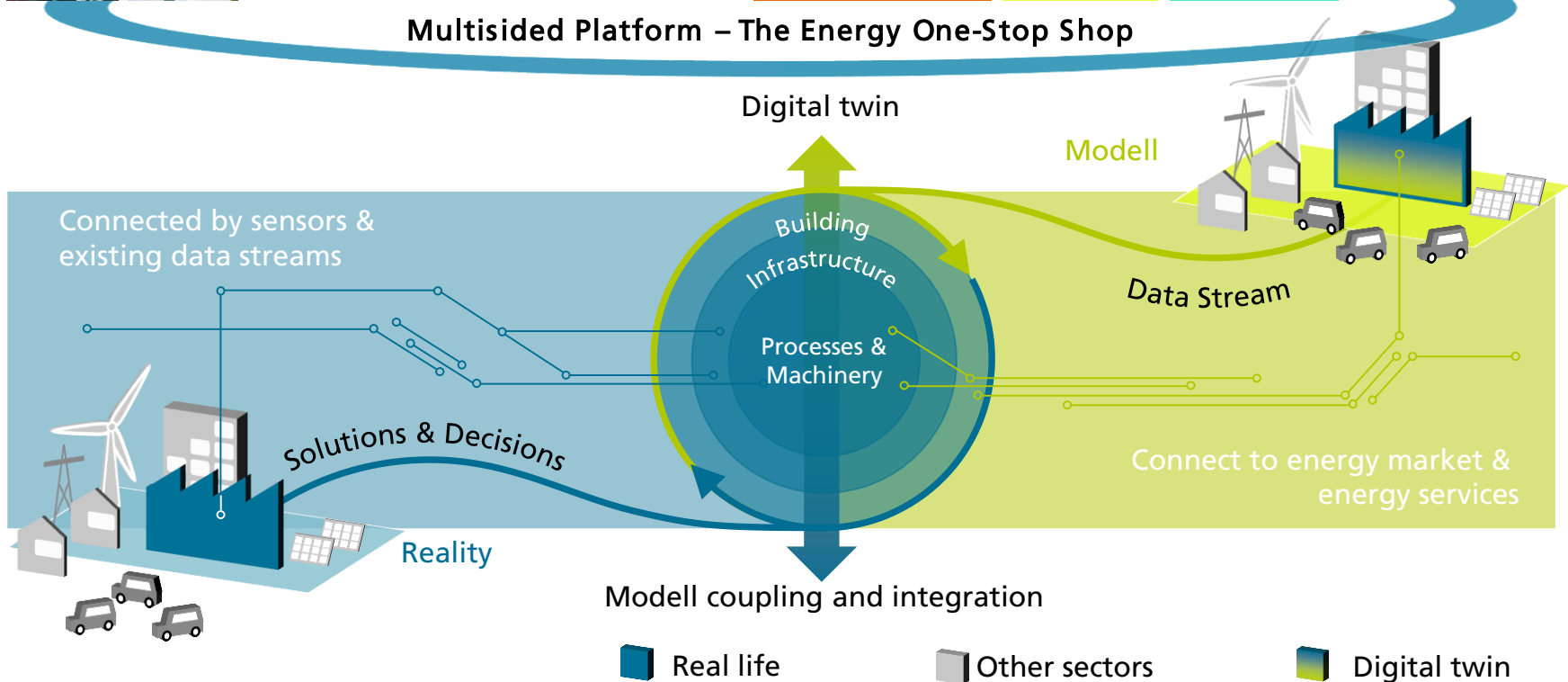
Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Lösungen – Towards Augmented Energy Services

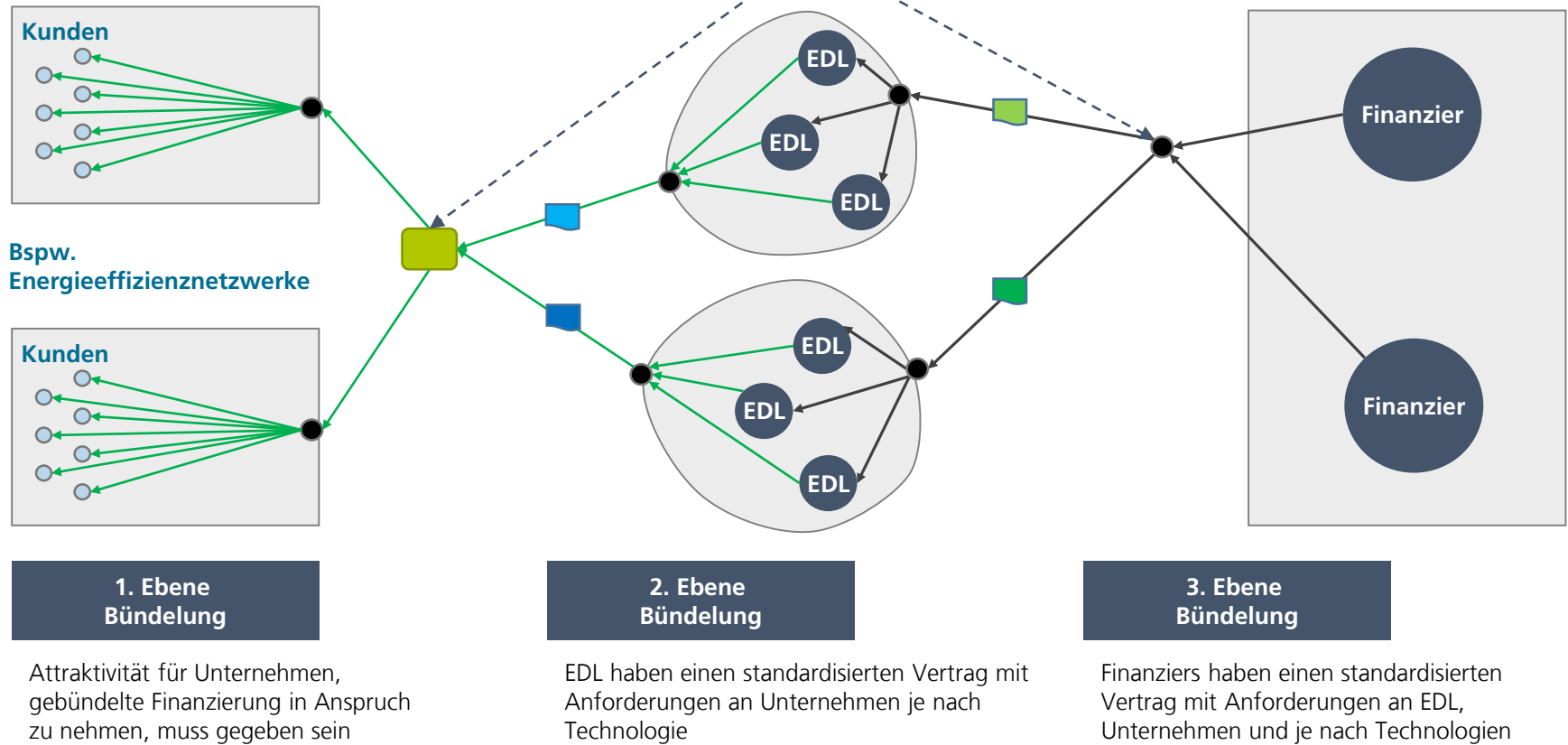
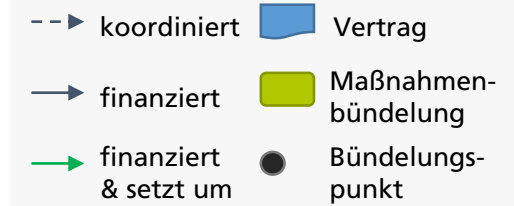


Multisided Platform – The Energy One-Stop Shop



Finanzierung von Energieeffizienz

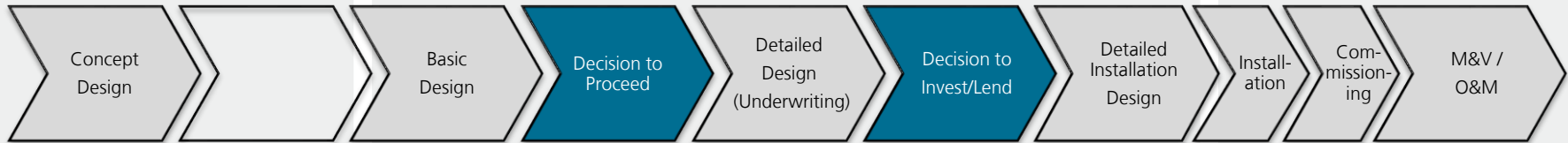
Fokus: Standardisierung



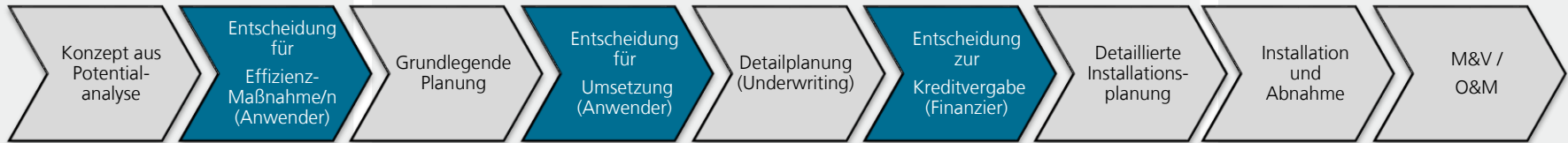
ICP*:



EEFIG UT**:



Neu:



Energiemanagementsystem:



M & V = Monitoring & Verification
O & M = Operation & Maintenance

* ICP-Phasen in eigener Darstellung
** EEFIG UT-Projektphasen Kombination aus dem finanziellen und technischen Prozess

Energiemanagement in der Produktion

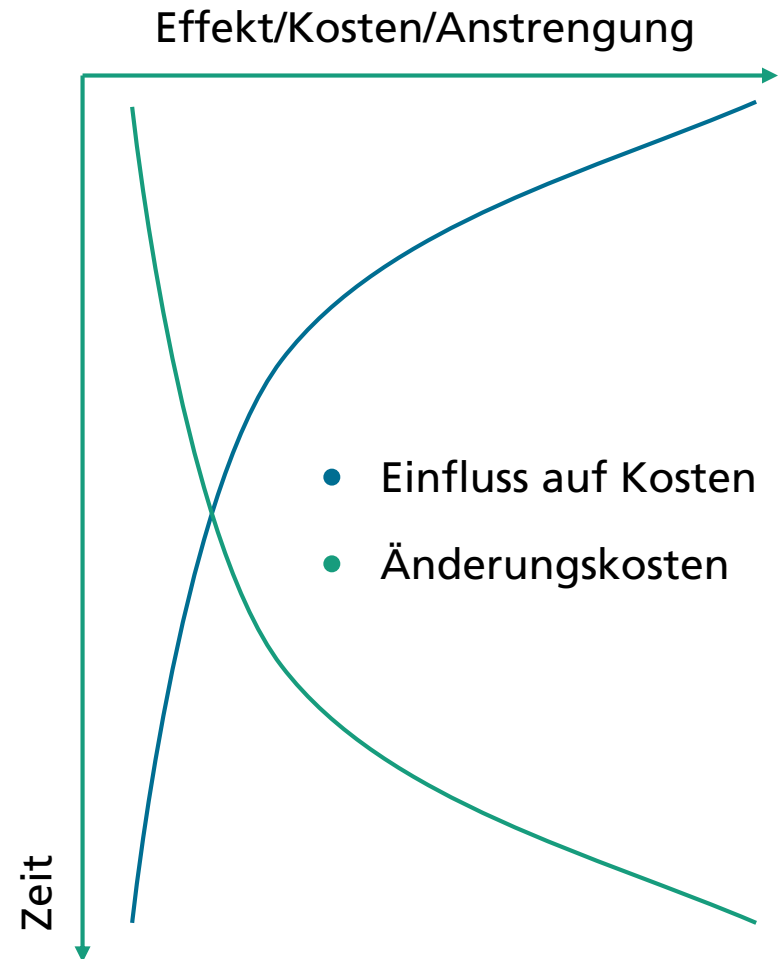
Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Ganzheitliche Energieplanung

Energieplanungsdienstleistungen aus einer Hand...

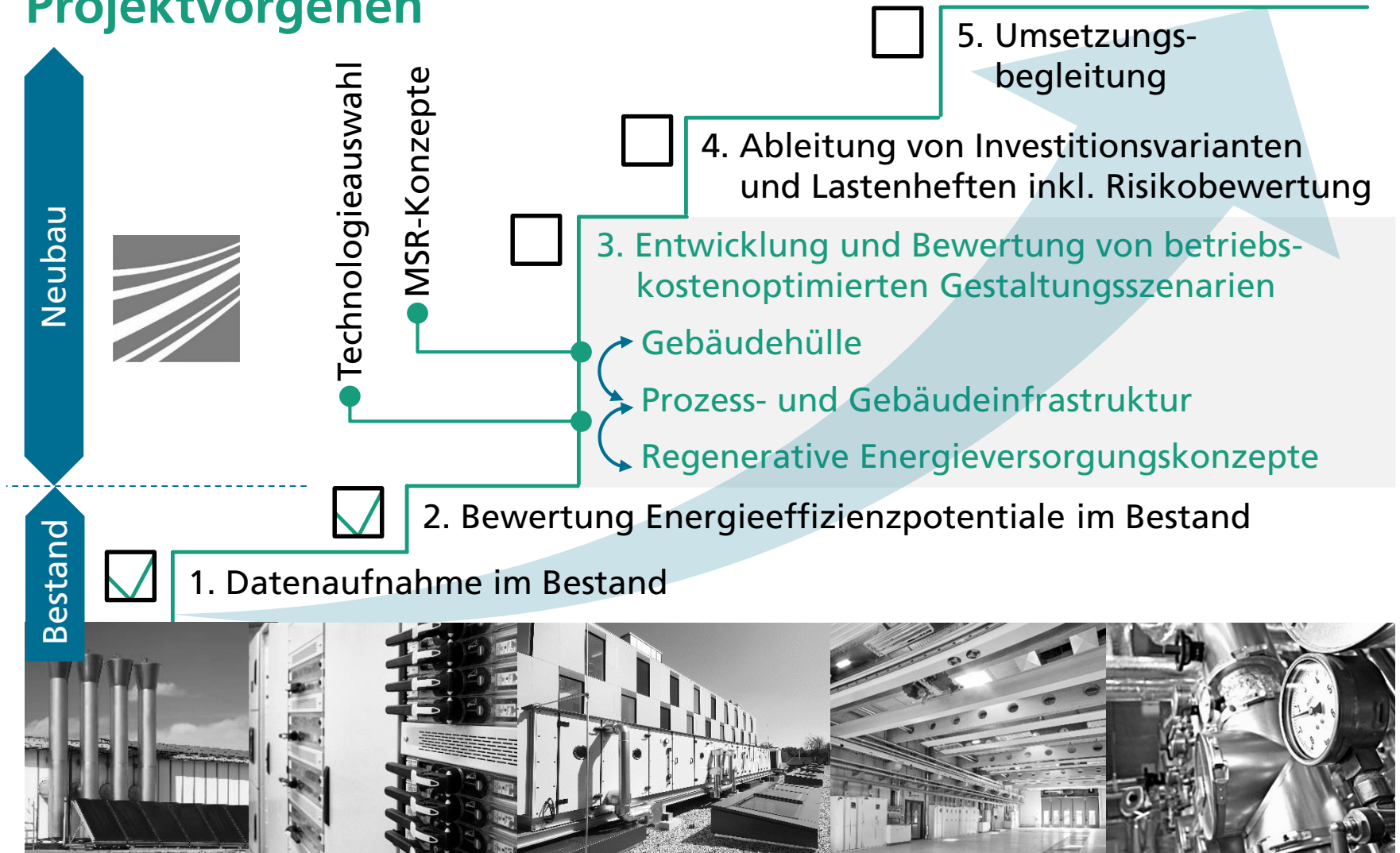
Leistungsphasen HOAI	1.	Grundlagenermittlung
	2.	Vorplanung
	3.	Entwurfsplanung
	4.	Genehmigungsplanung
	5.	Ausführungsplanung
	6.	Vorbereitung der Vergabe
	7.	Mitwirkung bei der Vergabe
	8.	Objektüberwachung
	9.	Projektbetreuung und Dok.



■ Fraunhofer Einbindung bei Energieaspekten

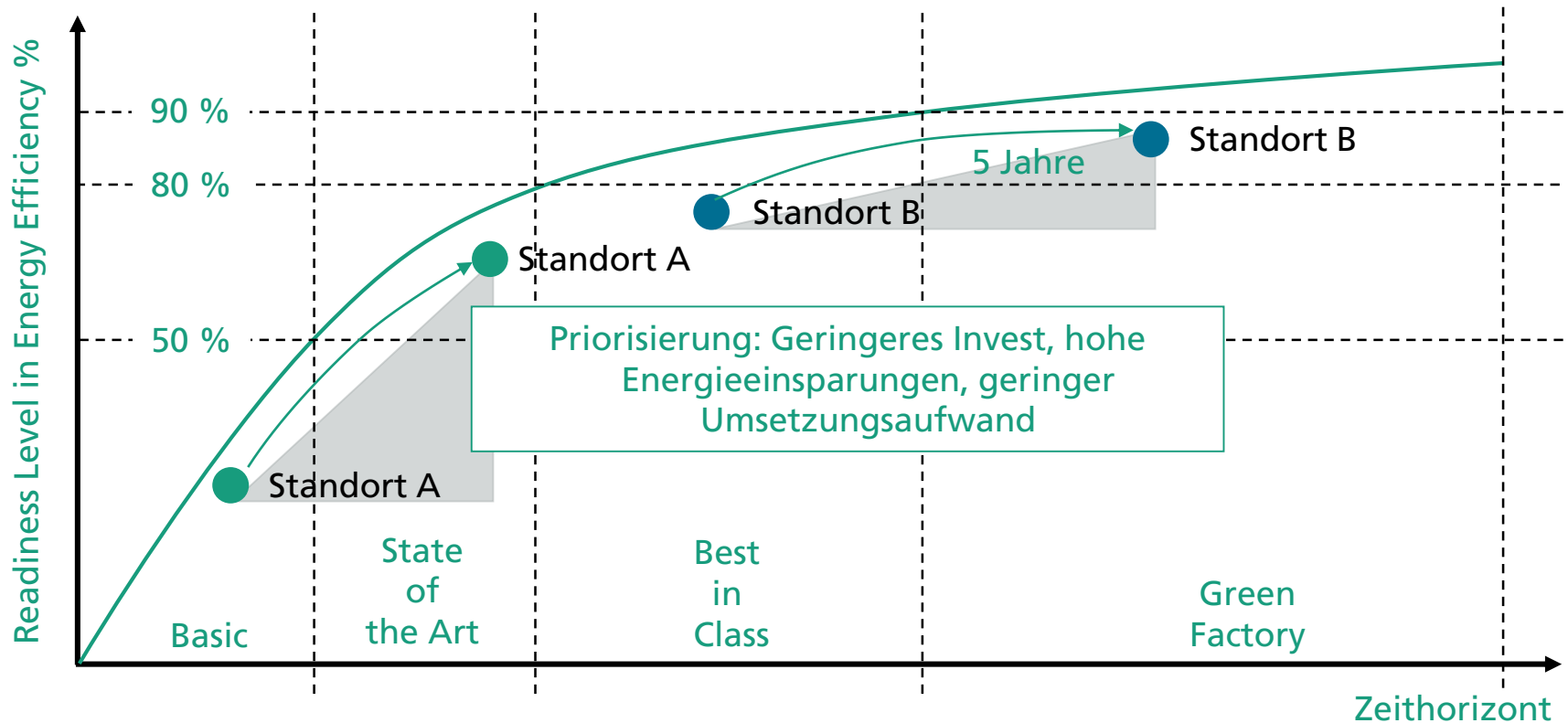
Ganzheitliche Energieplanung

Projektvorgehen



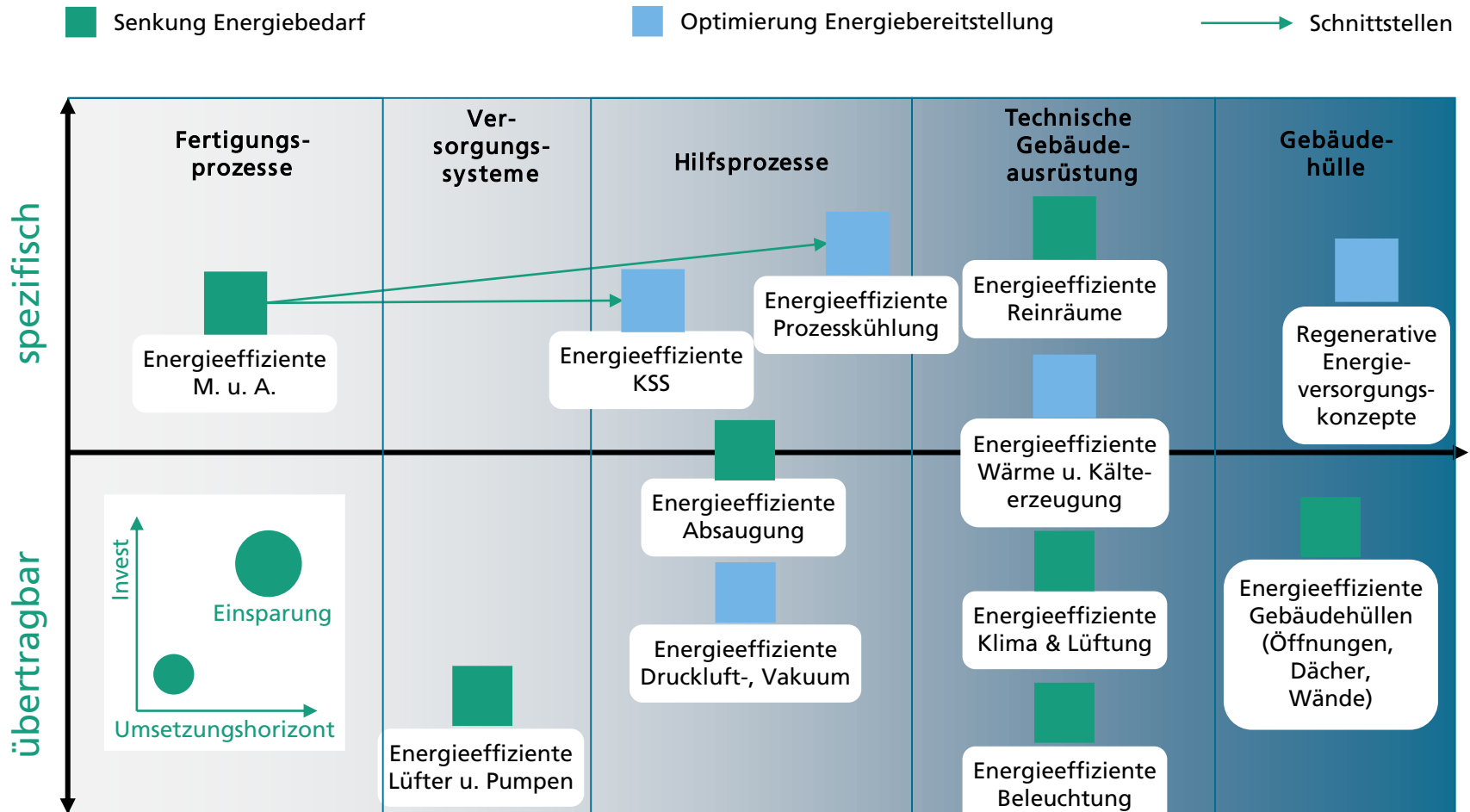
Ganzheitliche Energieplanung

Energieeffizienzroadmaps & Standort-Benchmarks



Ganzheitliche Energieplanung

Identifikation neuer Potentialanalysen



Energieeffiziente Maschinen und Anlagen

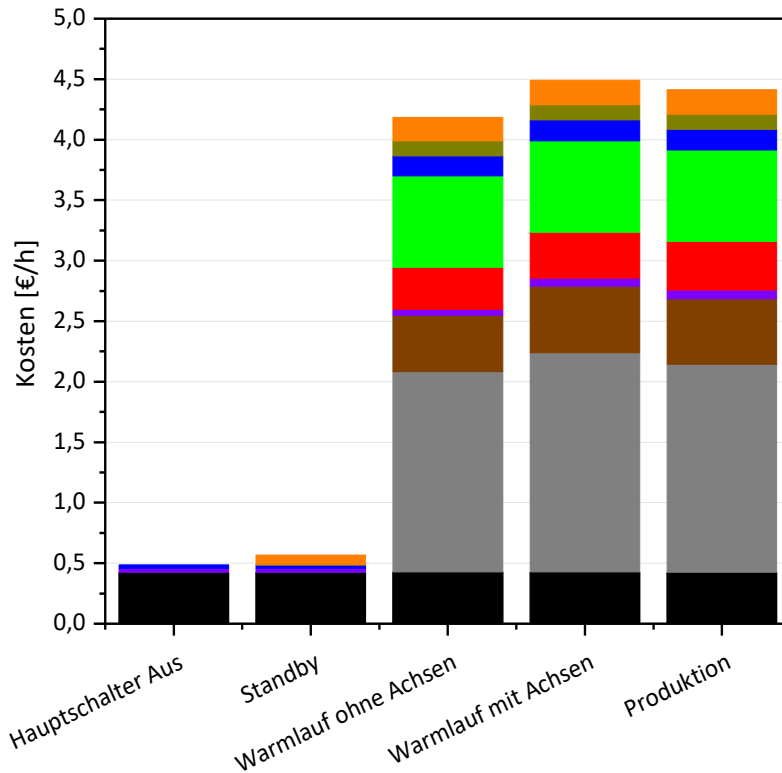
Anwendungsbeispiele



Urformen	Umformen	Trennen	Fügen	Beschichten	Sonstige
					
CFK- Autoklav	Falzmaschine	CFK- Cutter	Wellpappanlage	Lackieranlage	Teilereinigen
					
Betonabbinden	Presse	Drehen/ Fräsen	Reflow SMD	Drucken	Abtragen
					
Spritzgießen	Kugelstrahlen	Schleifen	Montage	Galvanisieren	Verpacken

Energieeffiziente Maschinen und Anlagen

Anwendungsbeispiele



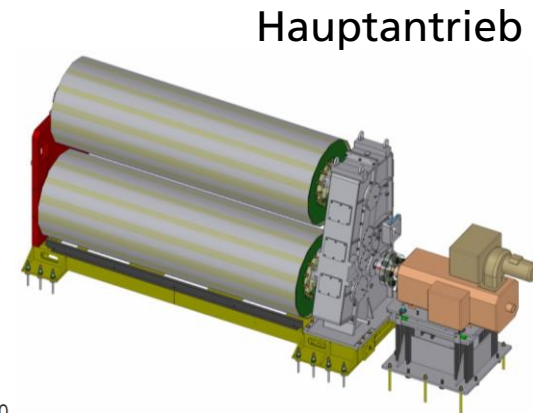
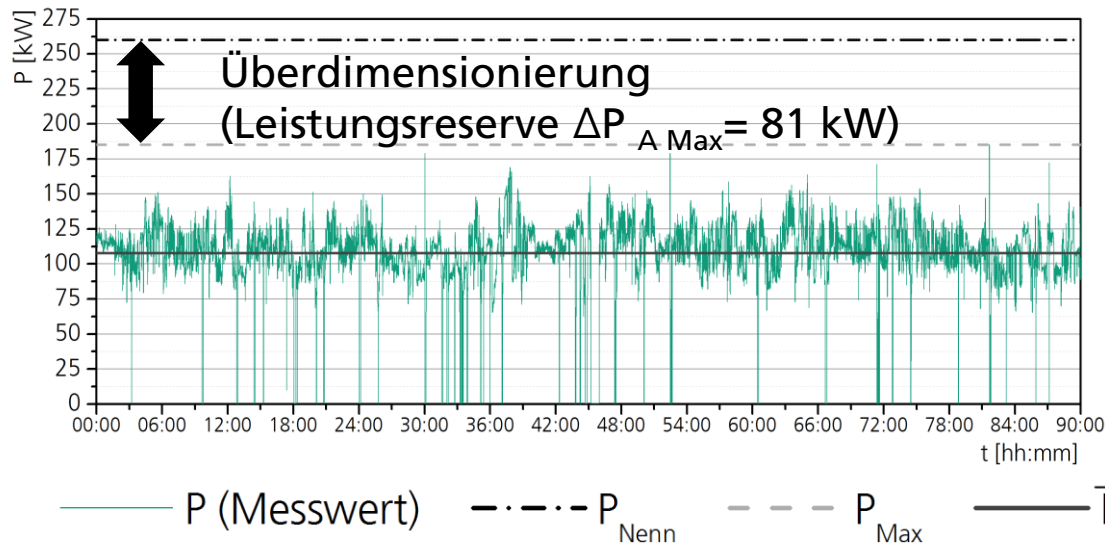
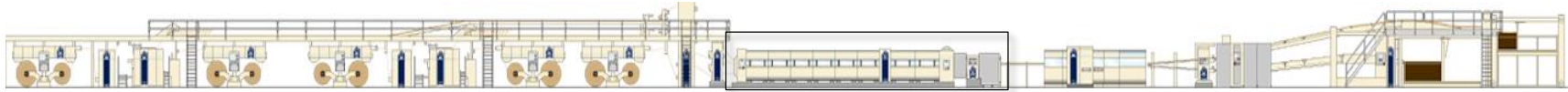
- Übrige el. Verbraucher
- Hydrostatikpumpe
- Rückpumpe
- Pumpe für Motorkühlung
- ER-Modul Leistungsteil
- Kaltwasser
- Schleiföl
- Druckluft
- Sperrluft

Erzielte Energieeinsparung je Anlage

■ 2016 (90 % Auslastung): 6.300 € (-25 %); 10.000 kg CO₂

Energieeffiziente Maschinen und Anlagen

Anwendungsbeispiele



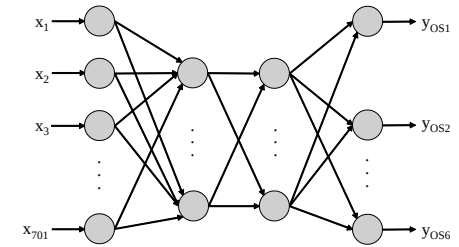
Option	Motortyp	P [kW]	K _E [€/a]	ΔK _E [€/a]	K _A [€]	ΔK _A [€]
IST	DC1	260	114.682		43.750	
SOLL	AC2 Torque	2x100	100.819	13.863	30.400	13.350

- Reduktion der Energiekosten um 12% und der Anschaffungskosten um 30%

Quelle: Böhner (2013)

Digitalisierung

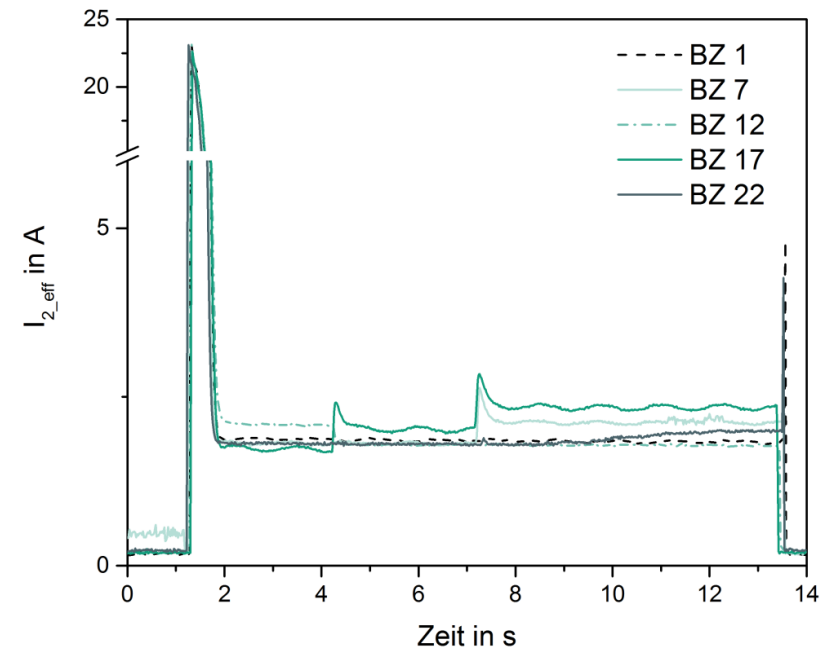
Klassifizierung von Betriebszuständen



- Analyse von Stromprofilen in der Hauptstromversorgung eines Motorantriebs
- Untersuchung 26 definierter Betriebszustände von drei verschiedenen Drehstrommotoren mit unterschiedlichen elektrischen Lasten
- Hohe korrekte Klassifizierung (auch bei geringen Trainingsdaten)
- Geringer Speicherplatzbedarf



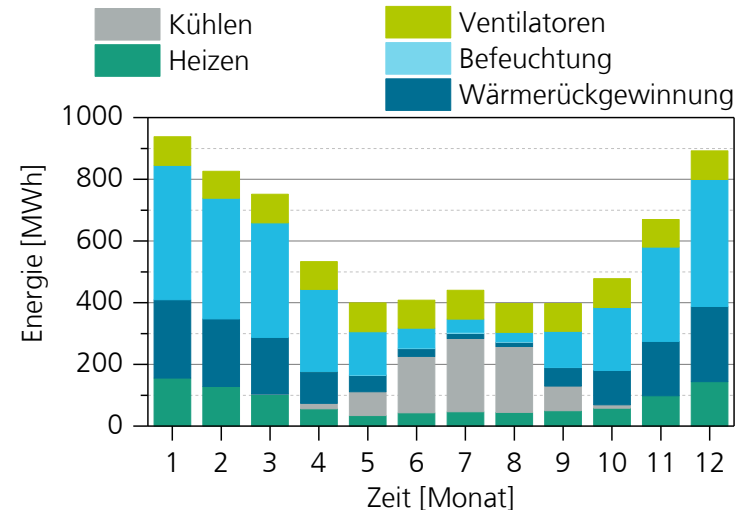
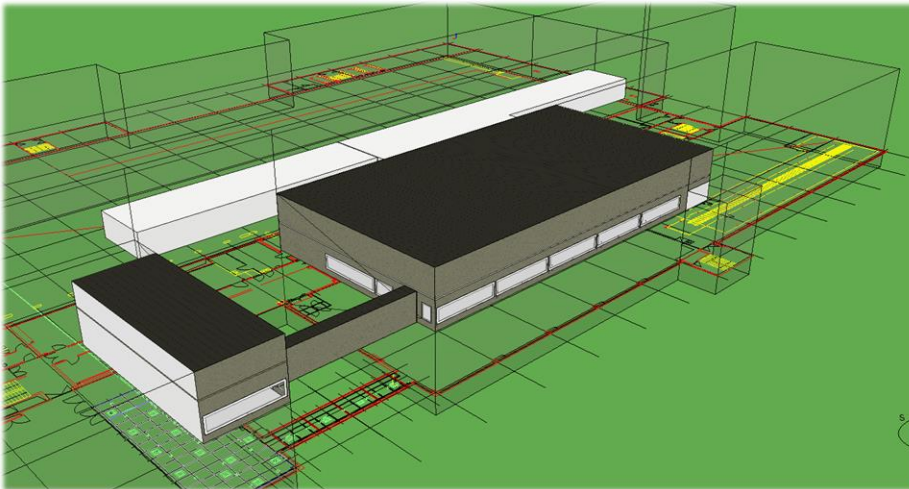
MODELL	TRAININGS-SAMPLES		DURCHSCHN. ERKENNUNGS-RATE	KORREKTKLASSIFIZIERUNGSRATE
	gesamt	pro BZ		
MLP 7 (BZ 1-26)	1950	75	92,44 %	95,23 %
MLP 8 (BZ 1-26)	1924	74	92,39 %	94,83 %



Energieeffiziente Technische Gebäudeausrüstung (TGA)

Ziel: Reduktion der Energieverbräuche für Gebäudeklimatisierung

Handlungsansätze	Anpassung der Regelung für Umluftbetrieb	
Einsparung	Elektrische Energie, Thermische Energie	
Einsparpotential	17 % zum Ist	36.070 €/Jahr
Amortisationszeit	Regelungsanpassung	< 1 Jahr



Energieeffiziente Prozessinfrastruktur

Ziel: Reduktion des Energieverbrauchs im zentralen Kühlwassersystem

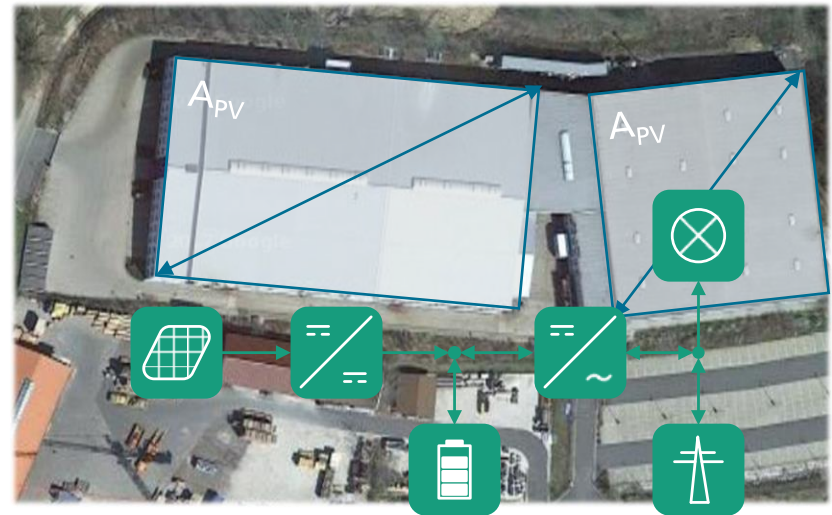
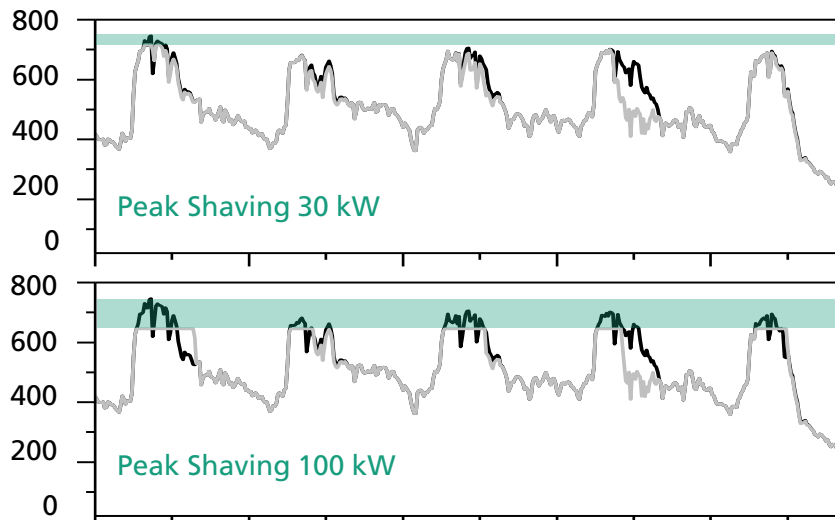
Handlungsansätze	Synchronisieren der Systemparameter mit den Bedarfen in den Haupt (HP)- und Nebenzeiten (NZ)	
Einsparung	Elektrische Energie	
Einsparpotential	HZ: 80 % zum Ist	3.450 €/Jahr
	NZ: 20 % zum Ist	24.000 €/Jahr
Amortisationszeit	Installation (Schlechtpunkt-)Regelung < 1 Jahr	



Regenerative Energieversorgungskonzepte für Fabriken

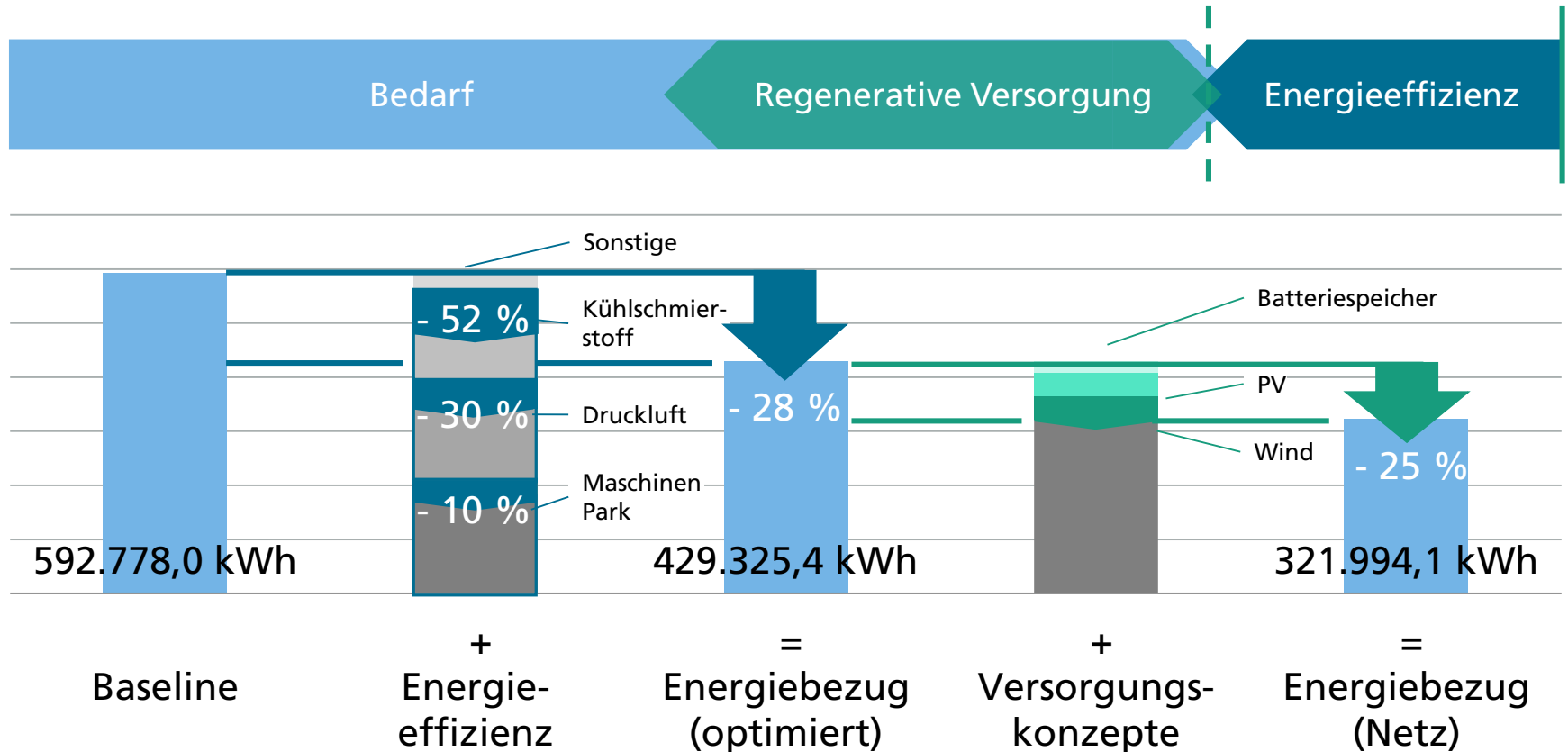
Ziel: Erhöhung der Eigenverbrauchsquote aus regenerativen Energiequellen

Handlungsansätze	Einsatz von Speichertechnologien
Einsparung	Energiebezugskosten
Einsparpotential	12 % zum Ist
Kapitalwert	Photovoltaik inkl. 30 kW _p (Peak-Shaving) 65.000 €



Ergebnis

Total Energy Planning



Energiemanagement in der Produktion

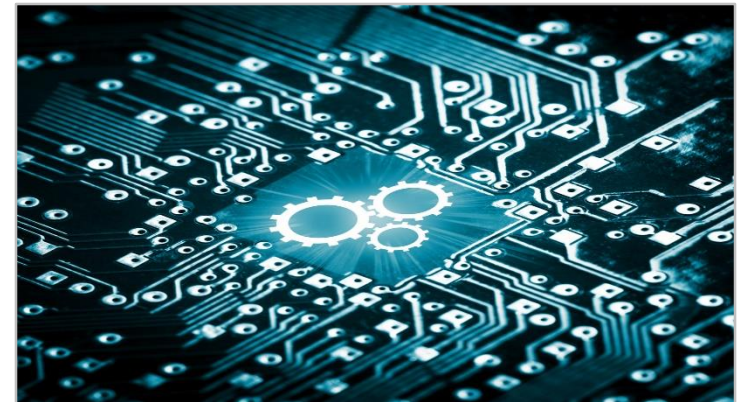
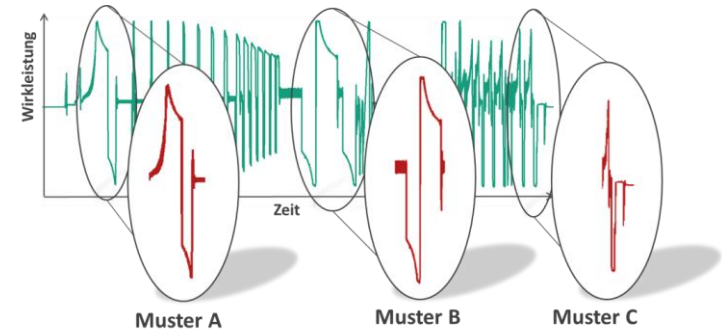
Neue Chancen und Herausforderungen

- 1 Das Fraunhofer IPA
- 2 Evolution von Energiemanagementsystemen durch Digitalisierung
- 3 Ganzheitliche Energieplanung
- 4 Finanzierung von Energieeffizienz
- 5 Anwendungsbeispiele aus der industriellen Praxis
- 6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

Next Generation EnMS

- Digitalisierung als Enabler für Energiemanagement-Maßnahmen
- Daten erfassen – analysieren – nutzen
- Mitarbeiterintegration durch SmartDevices
- Effizienzmaßnahmen durch:
 - Prozessoptimierung
 - Kopplung Prozesse-TGA-Gebäude
 - Integrierte Planung
- Weitere Zielgrößen:
 - Flexibilisierung
 - Integration erneuerbarer Energien
 - Zertifizierung



Forschungskooperationen

Fraunhofer IPA – Stuttgart

■ Methoden und Werkzeuge zur Steigerung der Energieeffizienz



ULTRAEFFIZIENZFABRIK



ACE Asset Class
Energieeffizienz



■ Methoden und Werkzeuge für die energieadaptive Produktionstechnik



SynErgie

■ Effizienztechnologien



Forschungsk Kooperationen

Fraunhofer IPA – Projektgruppe Prozessinnovation – Bayreuth

■ Methoden und Werkzeuge zur Steigerung der Energieeffizienz

ENER↻SYNC



■ Methoden und Werkzeuge zur Digitalisierung in der Produktion

BIG↻ATA



EmoPro⚙️



Fraunhofer IPA

Ihre Ansprechpartner

Max Weeber

Fraunhofer IPA – Stuttgart
Telefon +49 711 970-1017
max.weeber@ipa.fraunhofer.de

Gerald Lothes

Fraunhofer IPA – Bayreuth
Telefon +49 921 78516-324
gerald.lothes@ipa.fraunhofer.de

Wir produzieren Zukunft

Nachhaltig. Personalisiert. Smart.

Sie bleiben wettbewerbsfähig

Nachhaltig. Flexibel. Wirtschaftlich.

www.ipa.fraunhofer.de