



Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik

Management von Karosseriebauprozessen unter dem Aspekt von Energie- und Ressourceneffizienz

Prof. Dr.-Ing. Matthias Putz

30.05.2013

Kurzprofil

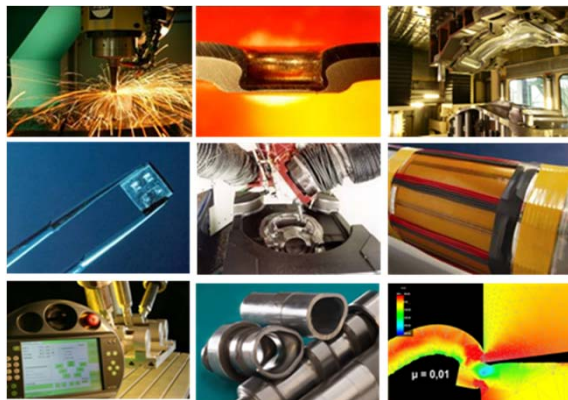
- ~ 520 Mitarbeiter
- 34 Mio. € Forschungsbudget (2013)
- 4 000 m² Versuchsfeld (alt)
- Institutsteile in Chemnitz, Dresden, Augsburg, Zittau



FuE-Kompetenz „**Ressourceneffiziente Produktion**“

Forschungsgebiete

- Werkzeugmaschinen
- Mechatronik
- Funktionsleichtbau
- Spanende Technologien
- Umformtechnologien
- Füge- und Montagetechnologien
- Produktionsmanagement

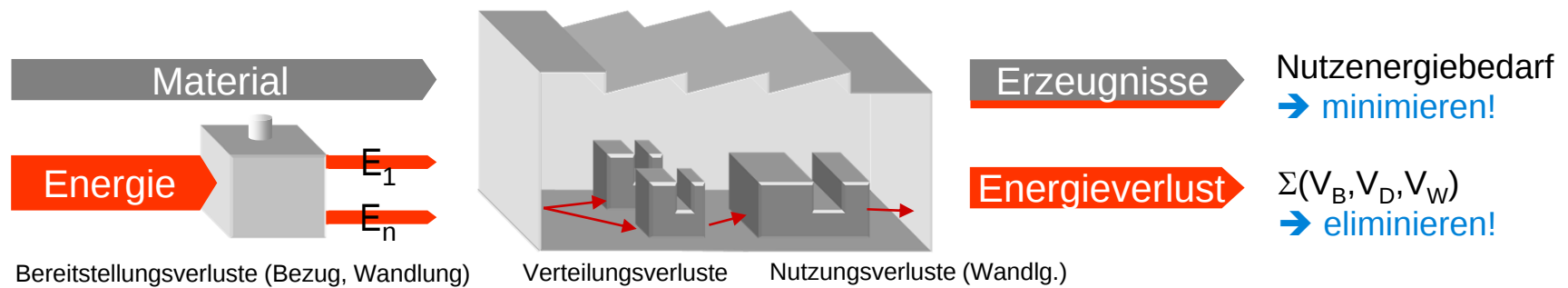


IWU Campus Chemnitz 2012*

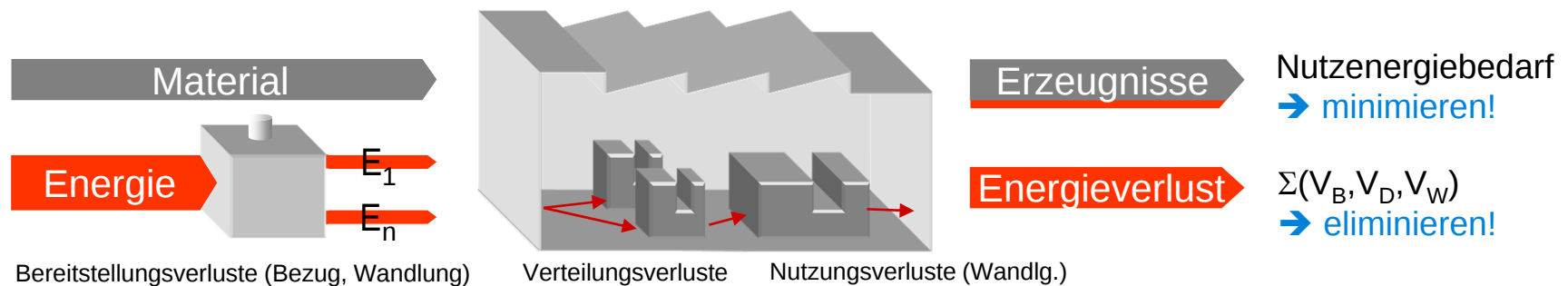
INHALT

1. Produktionsmanagement unter dem Aspekt „Energie und Ressource“
2. Applikation im Themenfeld „Karosseriebau“
3. Leitsysteme – erweiterte und erweiternde Ansätze
4. Neue „Tools“ zur Prozess- und Systemanalyse
5. IWU Referenz – die Forschungsfabrik

Produktionsmanagement für die Energieeffiziente Fabrik



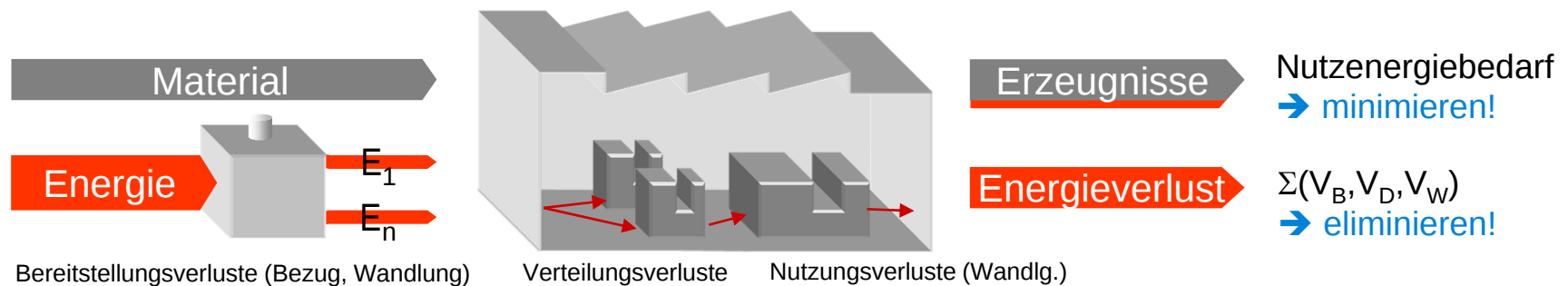
Produktionsmanagement für die Energieeffiziente Fabrik



Informationsmanagement

- **Energieverbrauch**
messen, visualisieren, bewerten
- **Energiedatenbanken + Schnittstellen**
- **e-Services** für webbasierte Auswertung und Steuerung

Produktionsmanagement für die Energieeffiziente Fabrik



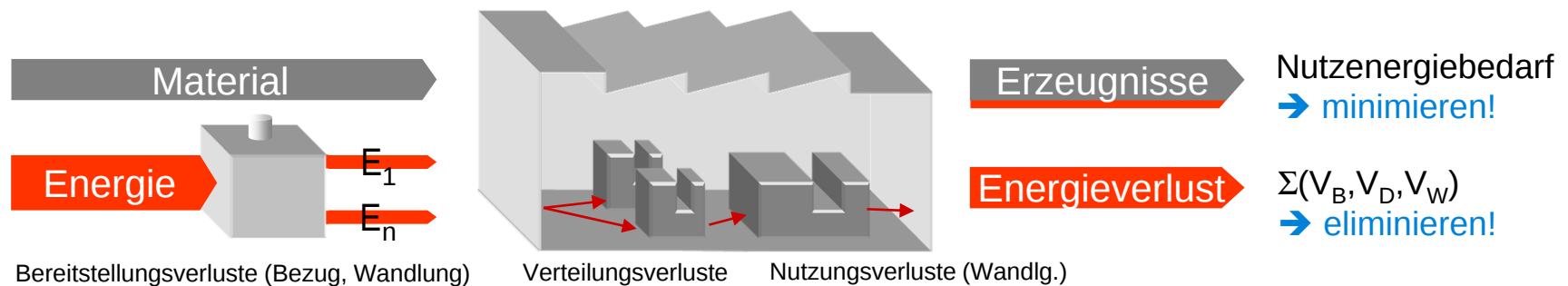
Informationsmanagement

- **Energieverbrauch**
messen, visualisieren, bewerten
- **Energiedatenbanken + Schnittstellen**
- **e-Services** für webbasierte Auswertung und Steuerung

Fabrikplanung

- energieeffiziente **Betriebsmittel**
- flussgerechtes **Anlagenlayout**
- zuverlässige Prognose durch **E-Simulation**

Produktionsmanagement für die Energieeffiziente Fabrik



Informationsmanagement

- **Energieverbrauch**
messen, visualisieren, bewerten
- **Energiedatenbanken + Schnittstellen**
- **e-Services** für webbasierte Auswertung und Steuerung

Fabrikplanung

- energieeffiziente **Betriebsmittel**
- flussgerechtes **Anlagenlayout**
- zuverlässige Prognose durch **E-Simulation**

Fabriksteuerung

- **Lastspitzenorientiert**
Aufträge einplanen
- **Betriebszeitoptimierung**
(Standby, Nebenzeit)
- **Anlagendynamik**
synchron zu Prozesstakt

IWU-Strategie »Ressourceneffiziente Produktion«

Spitzencluster eniPROD

⇒ *energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen*

Innovationsallianz Green Carbody Technologies



⇒ *ressourceneffiziente Optimierung der Prozesskette Lackierte Karosserie (60 Industriepartner)*

Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion

⇒ *Produktionstechnik: Karobau, Werkzeugbau, Powertrain*
⇒ *ICT/Gebäude: Energiemanagement*



5

IWU-Strategie »Ressourceneffiziente Produktion«

Spitzencluster **eniPROD**

⇒ *energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen*

Die Grundlagen zur energieeffizienten Steuerung der Produktion erforschen

Innovationsallianz **Green Carbody Technologies**

⇒ *ressourceneffiziente Optimierung der Prozesskette Lackierte Karosserie (60 Industriepartner)*



Forschungsfabrik **Ressourceneffiziente Produktion**

⇒ *Produktionstechnik: Karobau, Werkzeugbau, Powertrain*
⇒ *ICT/Gebäude: Energiemanagement*



5

IWU-Strategie »Ressourceneffiziente Produktion«

Spitzencluster eniPROD

⇒ **energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen**

Die Grundlagen zur energieeffizienten Steuerung der Produktion erforschen

Energie in digitalen Planungs- und Steuerungstools verankern

Innovationsallianz Green Carbody Technologies



⇒ **ressourceneffiziente Optimierung der Prozesskette Lackierte Karosserie**
(60 Industriepartner)

Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion

⇒ **Produktionstechnik: Karobau, Werkzeugbau, Powertrain**
⇒ **ICT/Gebäude: Energiemanagement**



5

IWU-Strategie »Ressourceneffiziente Produktion«

Spitzencluster eniPROD

⇒ **energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen**

Die Grundlagen zur energieeffizienten Steuerung der Produktion erforschen

Energie in digitalen Planungs- und Steuerungstools verankern

Innovationsallianz Green Carbody Technologies



⇒ **ressourceneffiziente Optimierung der Prozesskette Lackierte Karosserie**
(60 Industriepartner)

Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion

⇒ **Produktionstechnik: Karobau, Werkzeugbau, Powertrain**
⇒ **ICT/Gebäude: Energiemanagement**



Energiewirtschaft u. betriebliches Energiemanagement verknüpfen

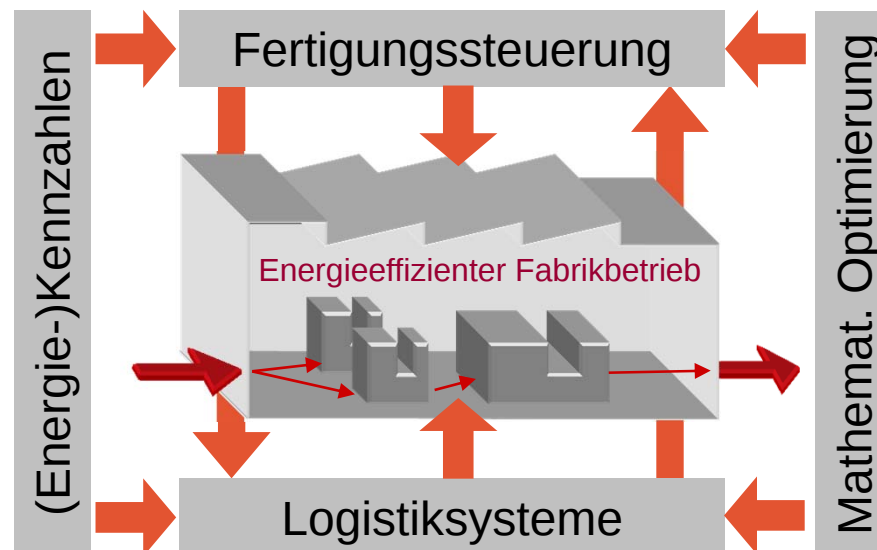
5

■ Energiesensitive Planungs- und Steuerungsstrategien

→ Energieeinsparungen in vorhandenen Fabriken ohne Neuinvestition realisieren!

■ Neue Zielgröße „Energieeffizienz“ für die Fertigungssteuerung

→ zeitgemäße Ergänzung der Kosten-/Leistungsziele (Bestände, DLZ, Auslastung, TT)



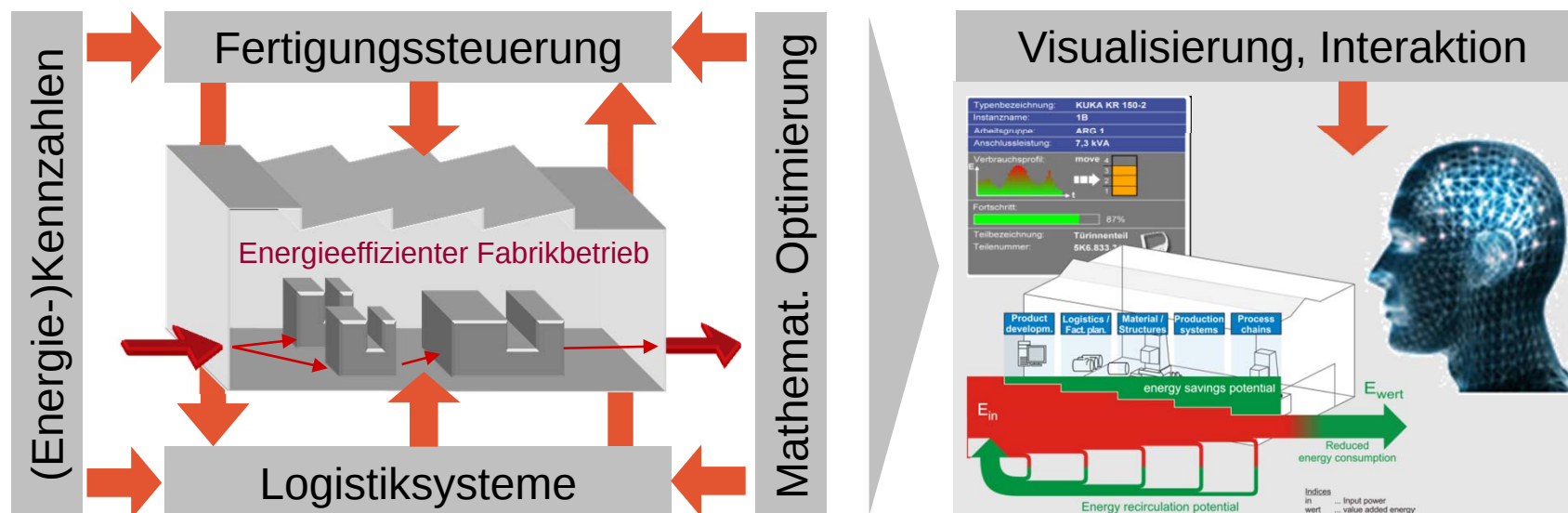
■ Energiesensitive Planungs- und Steuerungsstrategien

→ Energieeinsparungen in vorhandenen Fabriken ohne Neuinvestition realisieren!

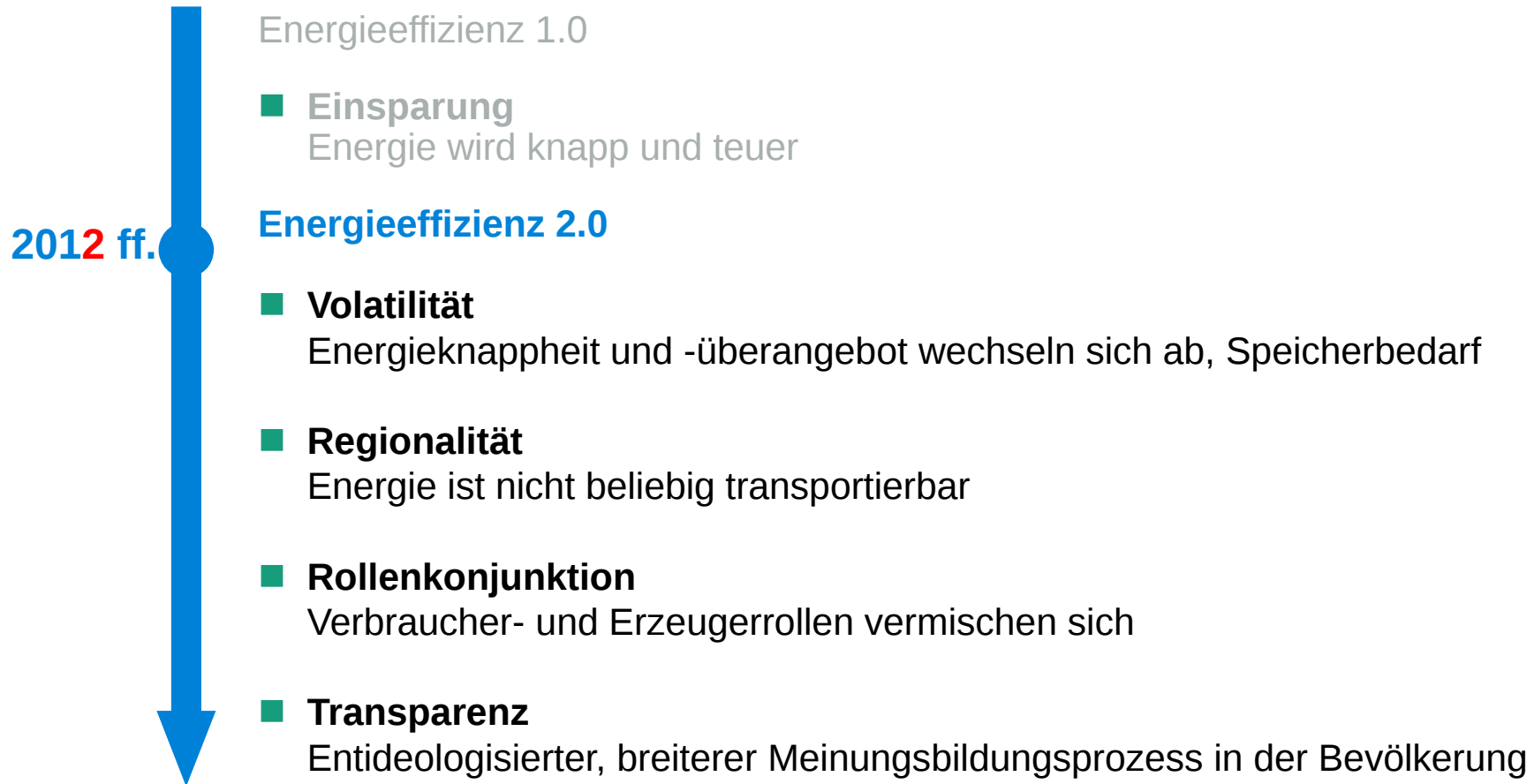
■ Neue Zielgröße „Energieeffizienz“ für die Fertigungssteuerung

→ zeitgemäße Ergänzung der Kosten-/Leistungsziele (Bestände, DLZ, Auslastung, TT)

→ Herausforderung: zusätzliche **Komplexität bewältigen!**



Energieeffizienz 2.0 – Wohlstandssicherung in komplexer Energiewirtschaft



Energieeffizienz 2.0 – im Spiegel der Industrie

Steuerbare Lasten und **Energiespeicher** haben auf einem **Kapazitätsmarkt** adäquate Werte.

- durch entsprechende Steuerung öffnet sich die **Industrieproduktion** selbst als „**Energiespeicher**“
- aus betrieblichen Gründen notwendige Energiespeicher sind **nach außen vermarktbar**
- eigene Energieerzeugung bringt **Zusatzerlöse**
- regionale Märkte benötigen industriellen Energieverbrauch als Gegenpol zum privaten Verbrauch

Vision: „Die Fabrik“ qualifiziert sich vom Verbraucher zum **aktiven** Teilnehmer an den Energiemärkten.



8

Forschungsschwerpunkte für energieeffiziente Fabriken

■ (N) Effiziente Nutzung

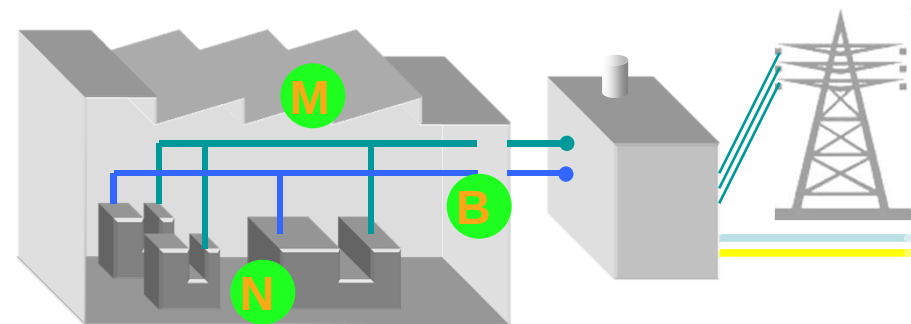
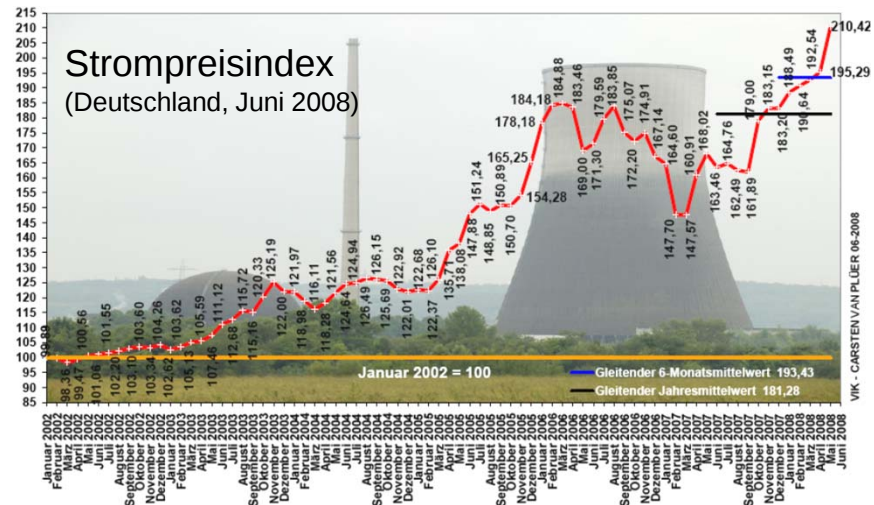
- Fertigungstechnologien
- Prozesskettengestaltung
- Anlagen (Produktion, Logistik)
→ Antriebe, Kompon., Steuerung

■ (M) Sensitives Management

- Digitale Planung der energieeffizienten Produktion / Fabrik
- Integration von **Energie-** und **Fertigungssteuerung**

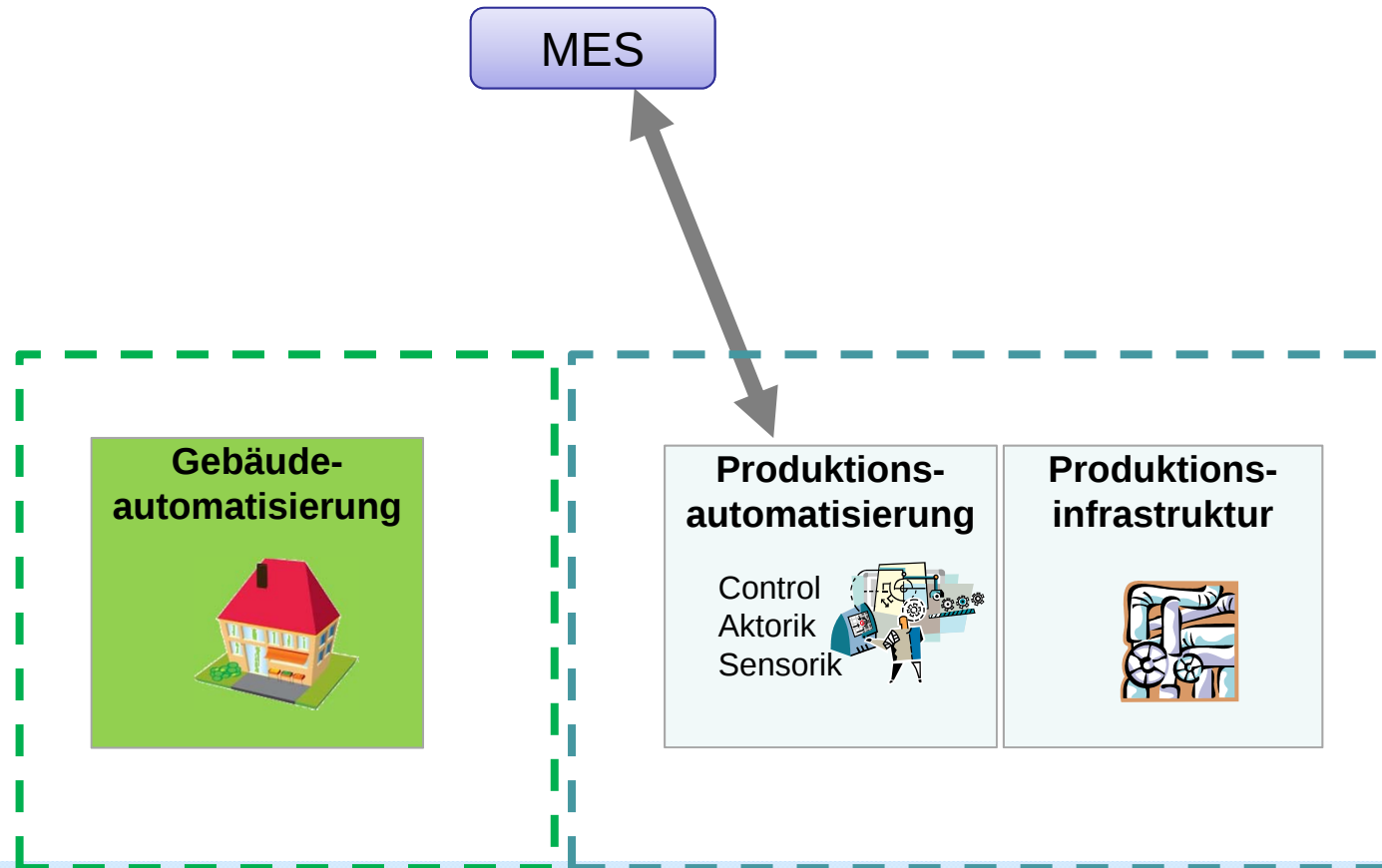
■ (B) Nachhaltige Bereitstellung

- Integration Co- / Polygeneration
- Nutzung regenerativer Energieträger
- Lokale und zentrale Speicherung (Elektro, Wärme, Kälte)



Energienutzung in der Produktionstechnik

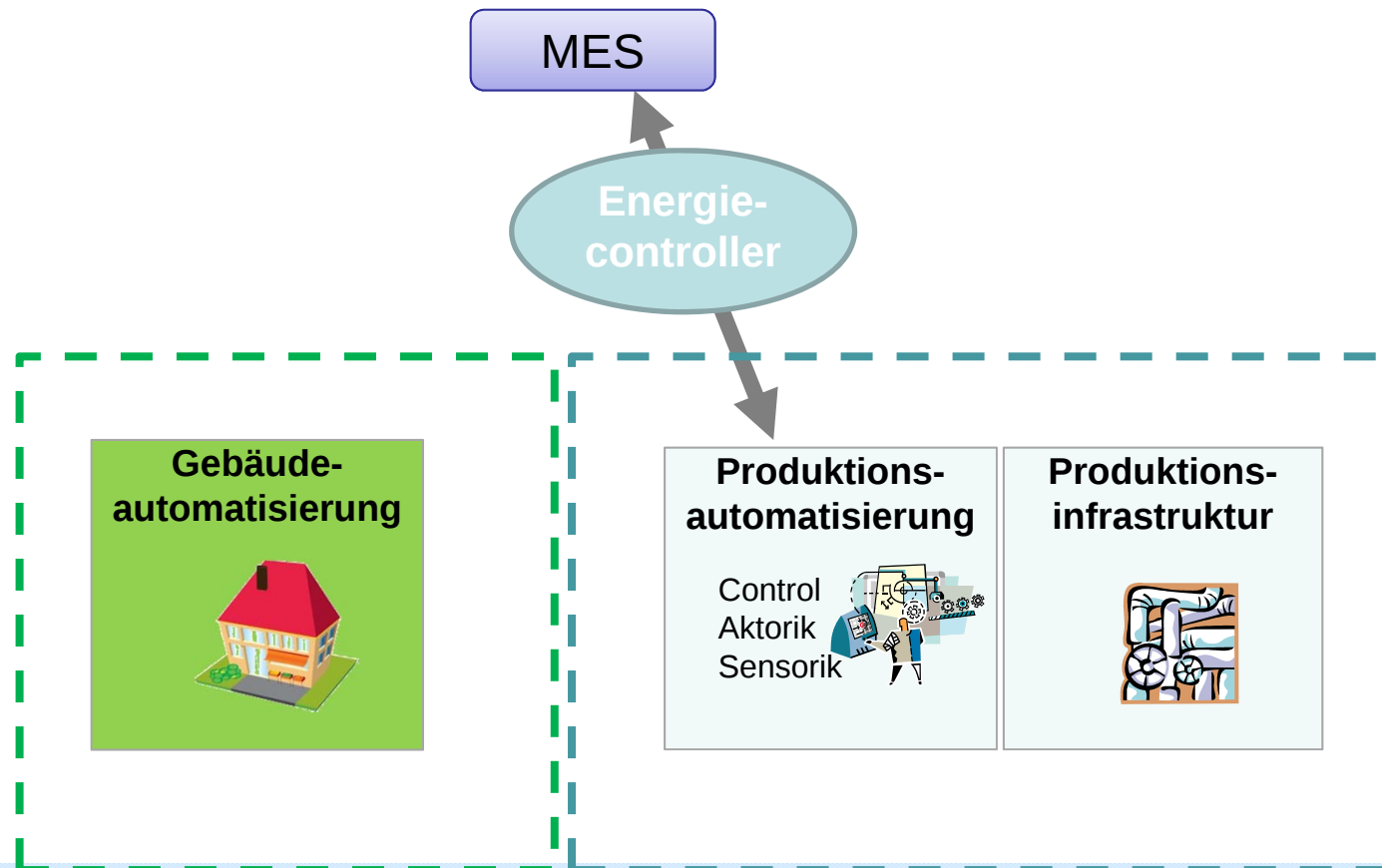
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

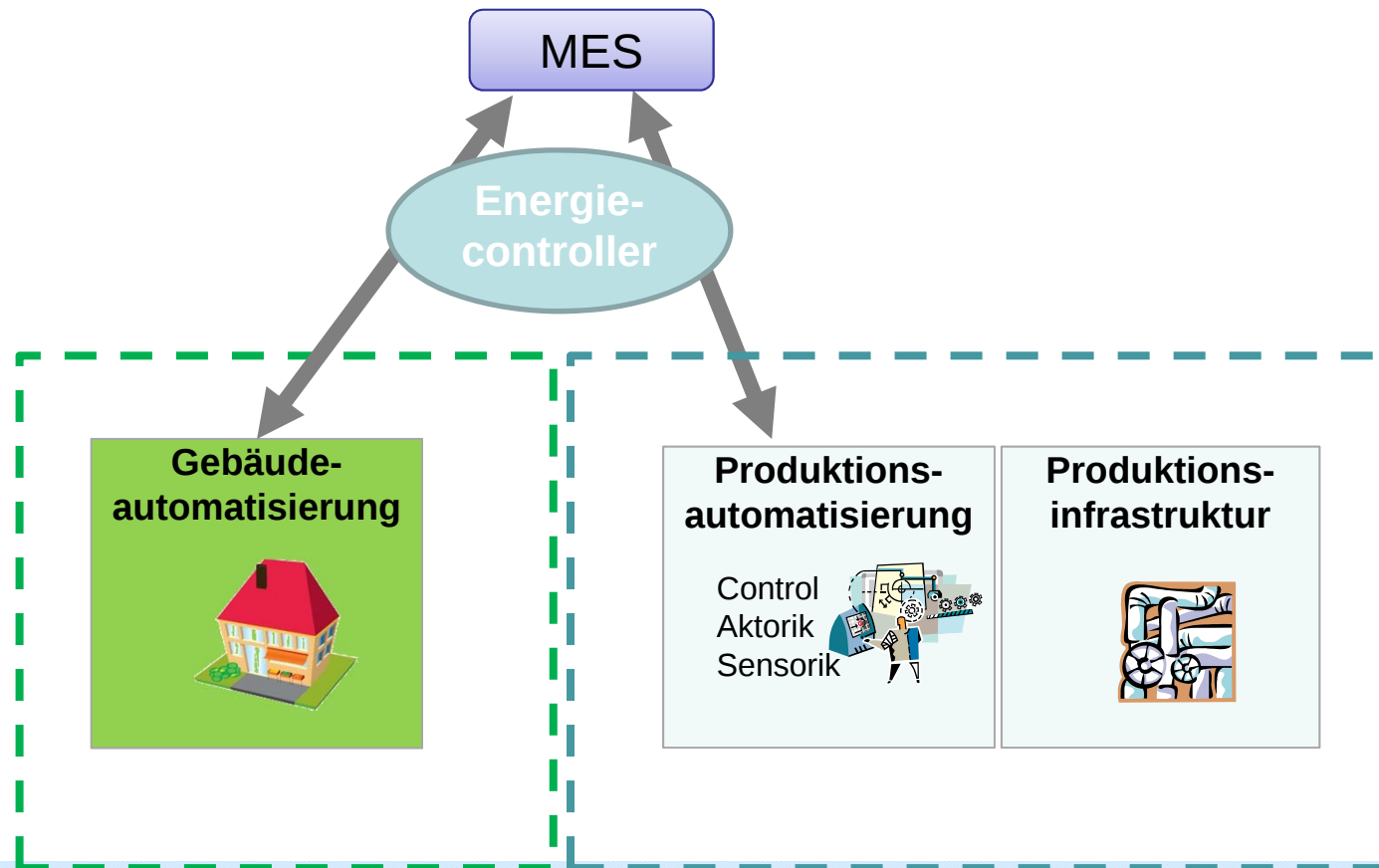
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

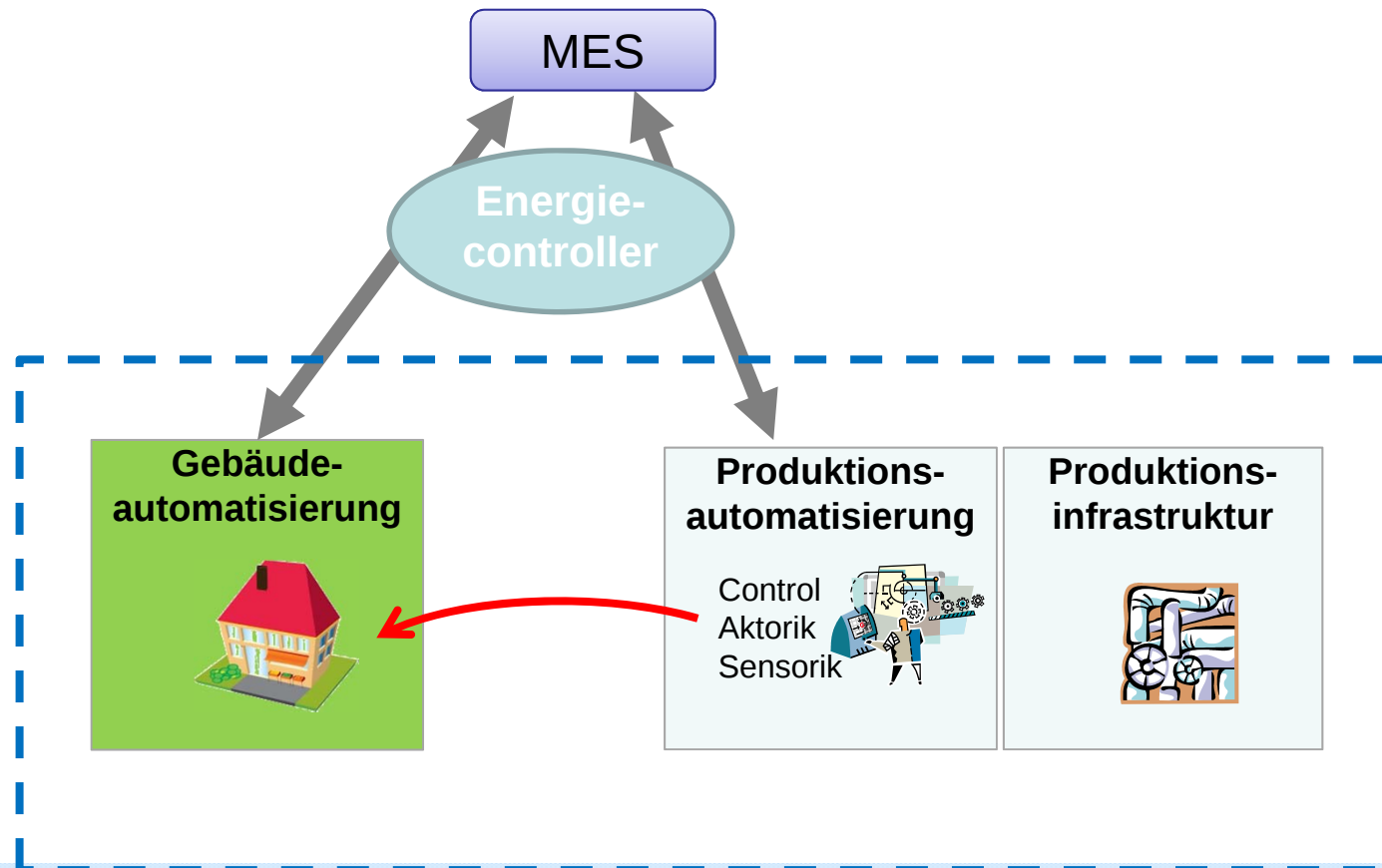
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

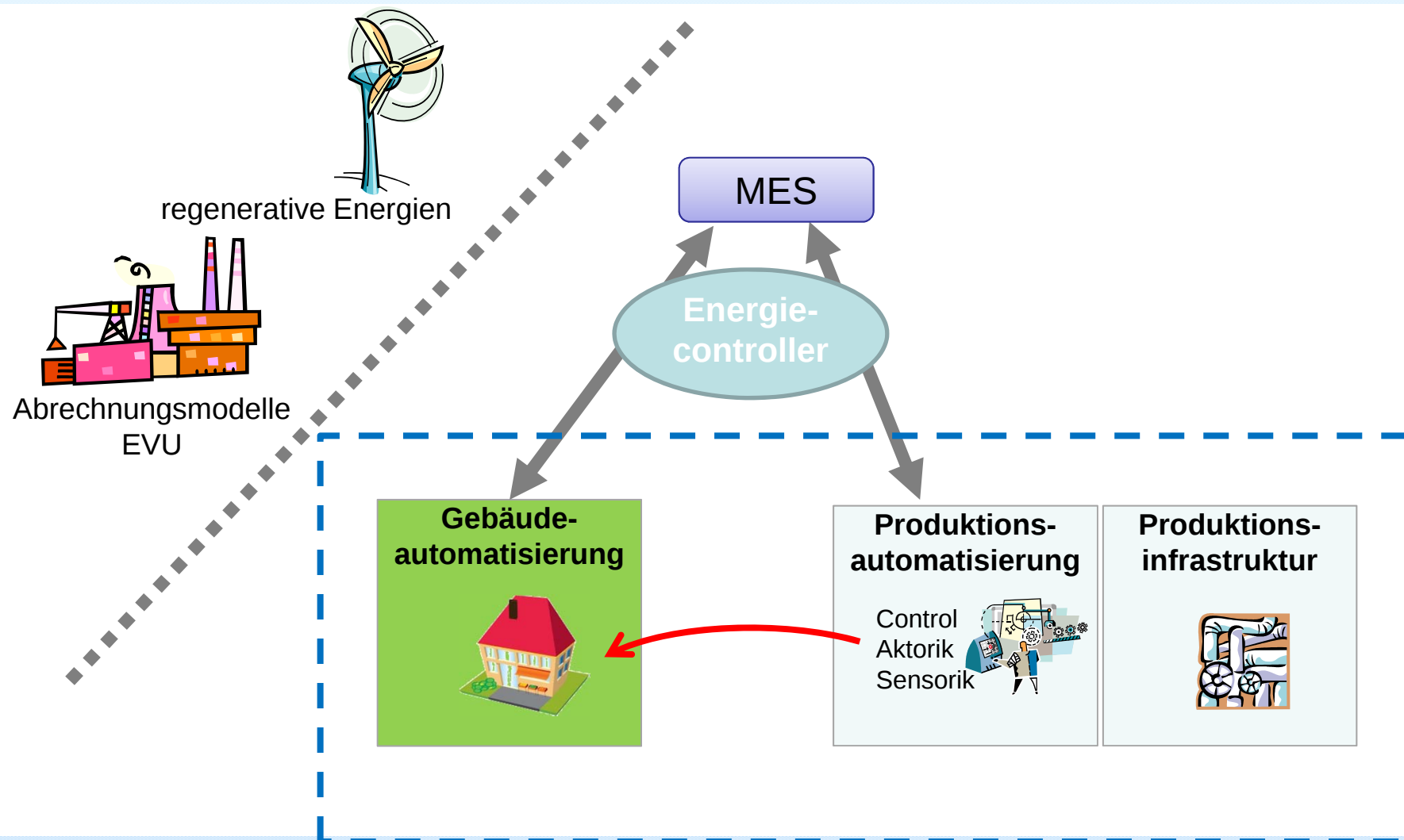
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

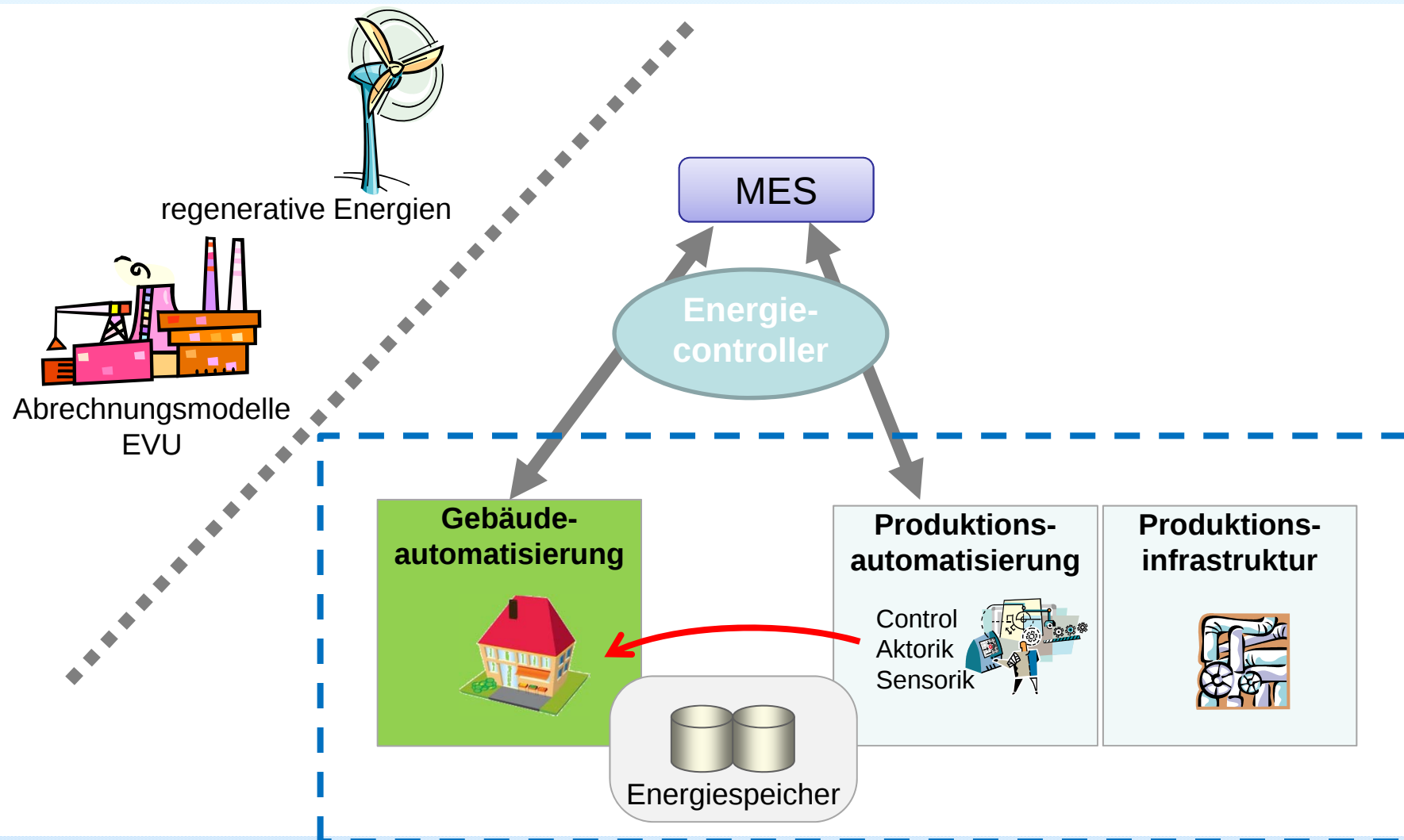
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

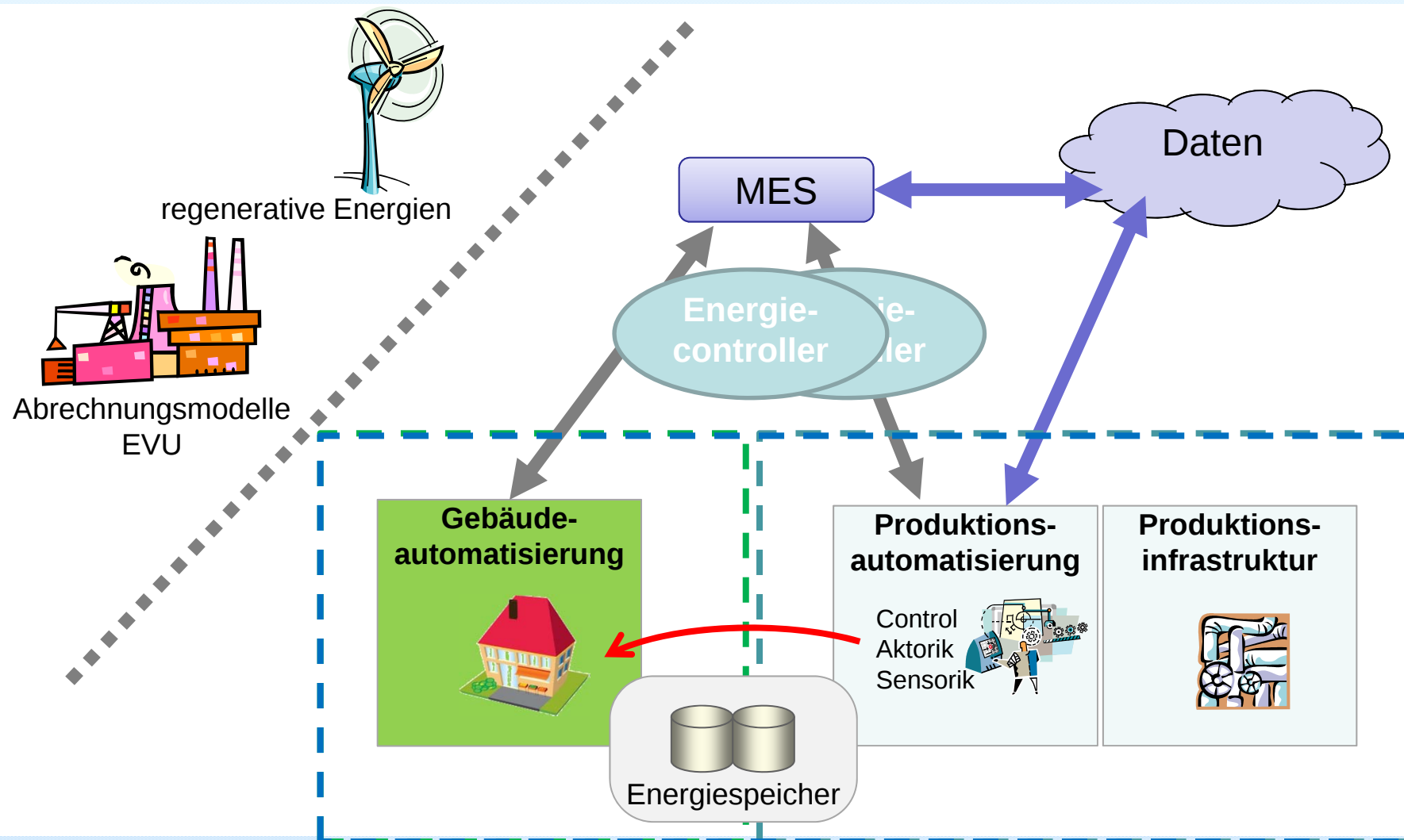
Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

Energienutzung in der Produktionstechnik

Anforderungen - Visionen – Lösungen



10

INHALT

1. Produktionsmanagement unter dem Aspekt „Energie und Ressource“
2. Applikation im Themenfeld „Karosseriebau“
3. Leitsysteme – erweiterte und erweiternde Ansätze
4. Neue „Tools“ zur Prozess- und Systemanalyse
5. IWU Referenz – die Forschungsfabrik

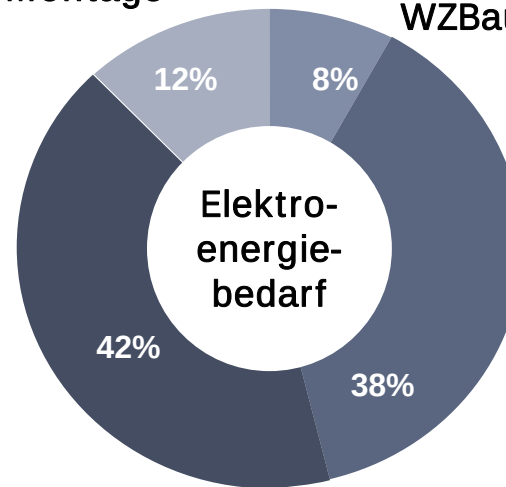
Stand der Technik / Problemlage



Energie maßgeblich in
Materialressourcen
gebunden!

Montage

Presswerk /
WZBau



Lackiererei

Karosseriebau

Hoher **Energiebedarf** für
Technologien/Betriebsmittel!

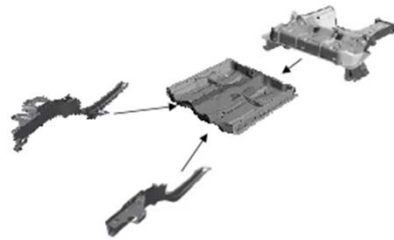


Quelle : VW Sachsen GmbH

12

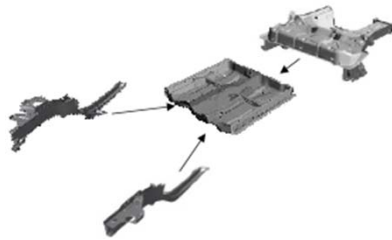
Hauptfügefolge im Karosseriebau

1. Hauptfügefolge: Unterbau 1

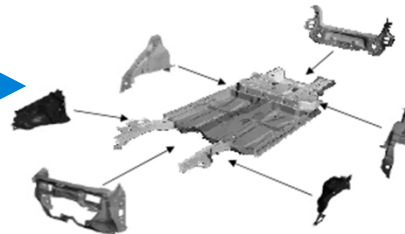


Hauptfügefolge im Karosseriebau

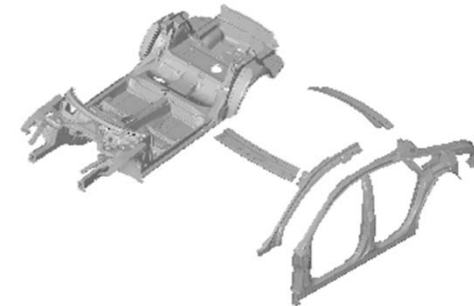
1. Hauptfügefolge: Unterbau 1



2. Hauptfügefolge: Unterbau 2



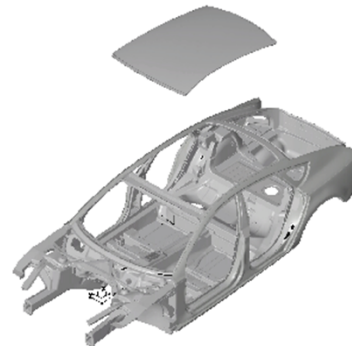
3. Hauptfügefolge: Aufbau I



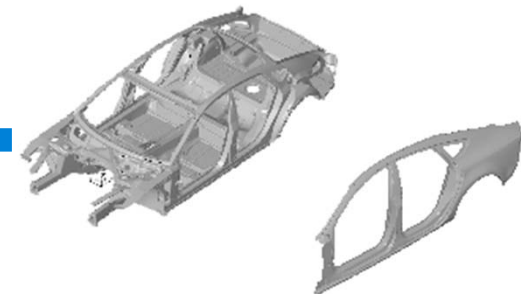
6. Hauptfügefolge: Montage Anbauteile



5. Hauptfügefolge: Aufbau III

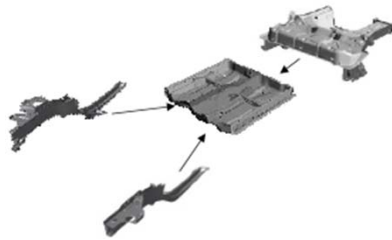


4. Hauptfügefolge: Aufbau II

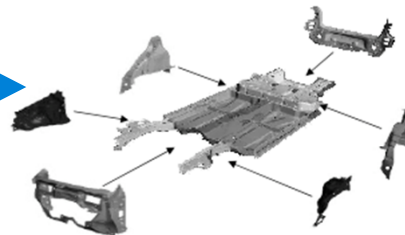


Hauptfügefolge im Karosseriebau

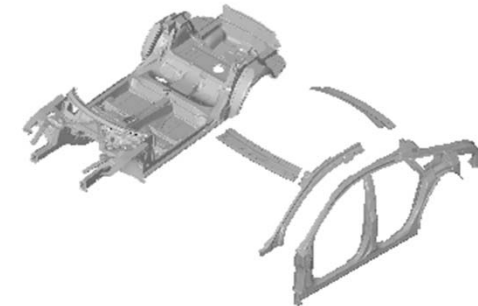
1. Hauptfügefolge: Unterbau 1



2. Hauptfügefolge: Unterbau 2



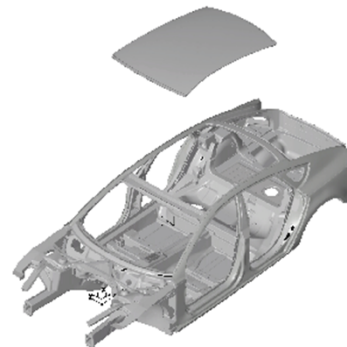
3. Hauptfügefolge: Aufbau I



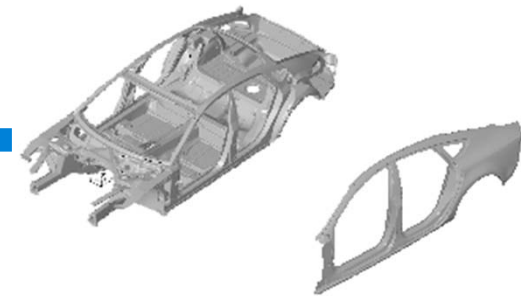
6. Hauptfügefolge: Montage Anbauteile



5. Hauptfügefolge: Aufbau III



4. Hauptfügefolge: Aufbau II



Energieaufwand
für **Ressourcen**

Energiebedarf
Technologien

Energieverbrauch
Betriebsmittel

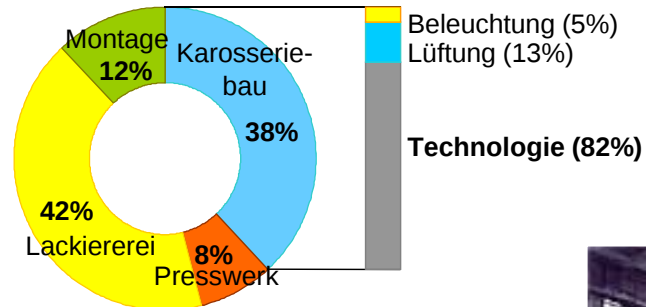
Energiebedarf
Infrastruktur

13

INNOVATION-Alliance “GREEN CARBODY TECHNOLOGIES” - InnoCaT

Elektroenergieverbrauch im Bereich Automotive

(Quelle: "Energieeffizienz in der Produktion", FhG)



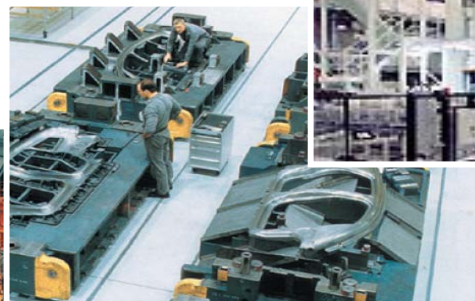
Lackierung



Karosseriebau



Presswerk



Werkzeugbau



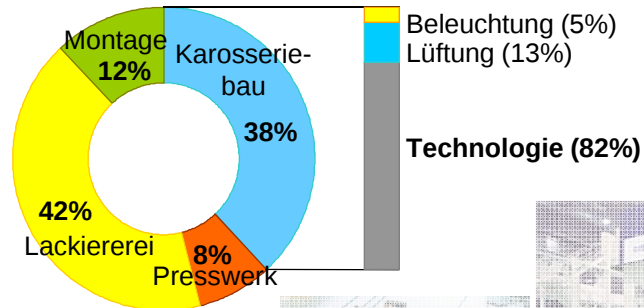
Halbzeug Blech

Innovationsallianz Green Carbody Technologies

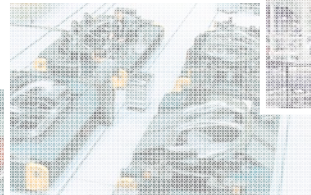
Konfigurierbares Energiemanagementsystem - Projektbeispiel

Elektroenergieverbrauch im Bereich Automotive

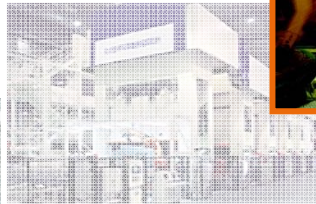
(Quelle: "Energieeffizienz in der Produktion", FhG)



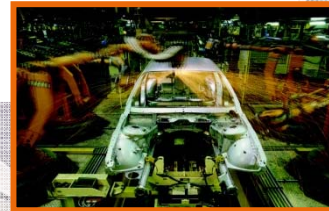
Halbzeug Blech



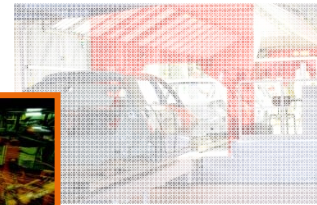
Werkzeugbau



Presswerk



Karosseriebau



Lackierung

InnoCaT 4 – Verbund - Handlungsfelder

4.1 Bewertung und Gestaltung von Karosseriebauprozessen

4.2 Innovative elektrische Komponenten und Steuerungstechnik

4.3 Leichtbaustrategien

4.2.2 Konfigurierbares Energiemanagementsystem

15

TP 4.2.2 Konfigurierbares modulares Energiemanagementsystem

Stanzen

Kleben

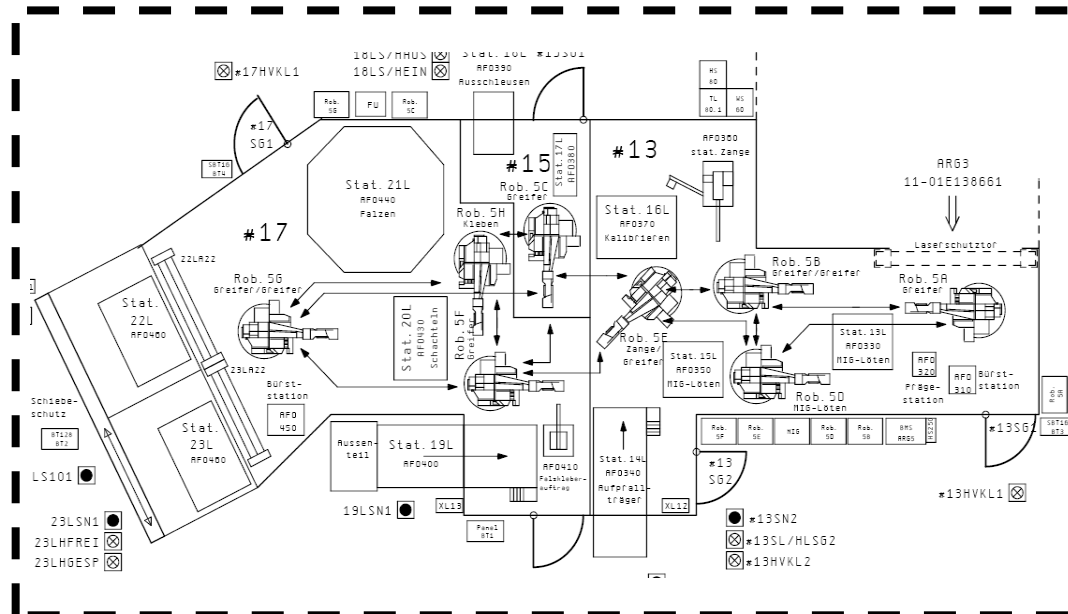
Laser-
schweißen

Punkt-
schweißen

Roboter-
handling

Bürsten

MIG Löten



Prozessfunktionen

Karosseriebaulinie - Golf VI Tür hinten



KUKA

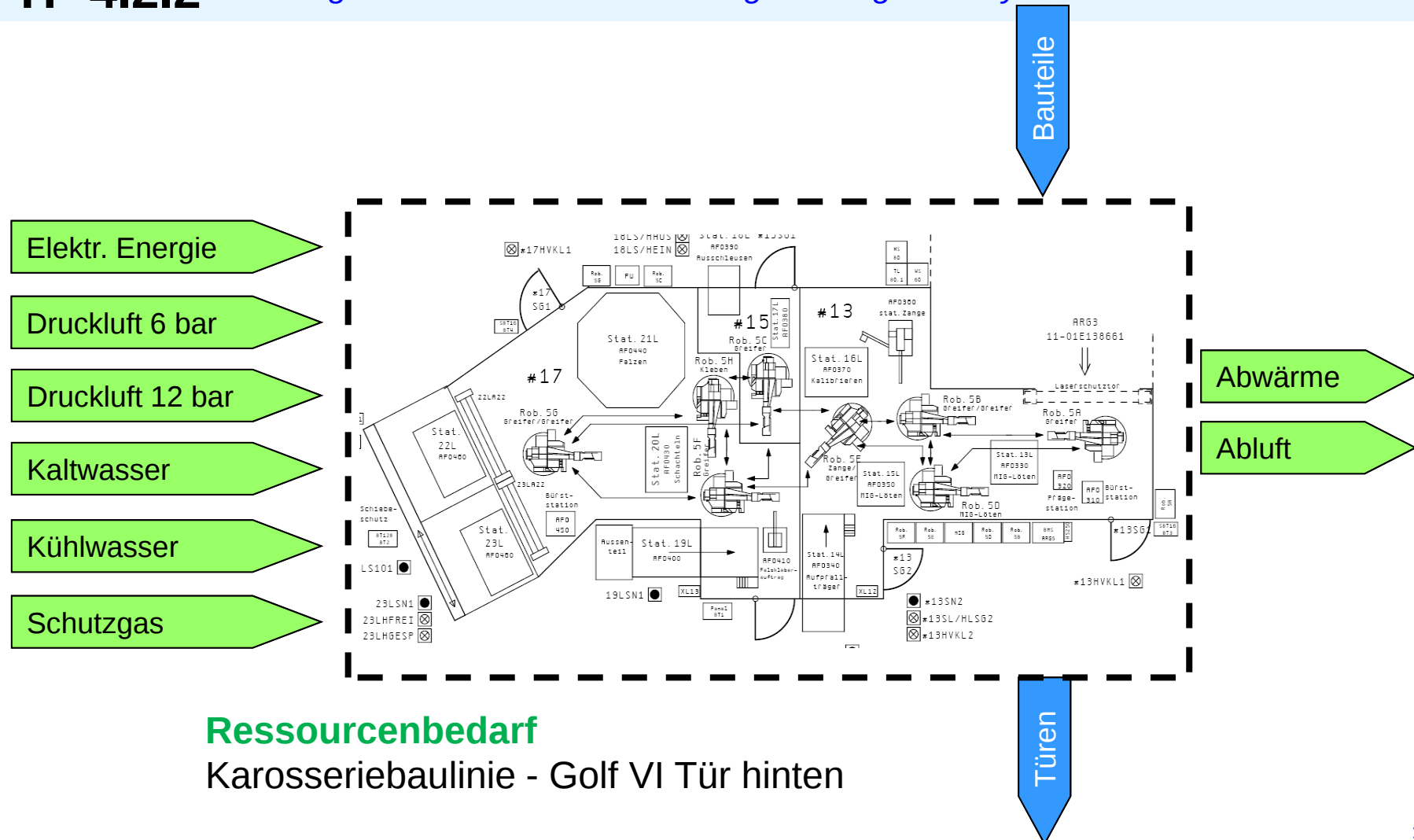
PHENIX CONTACT



SIEMENS



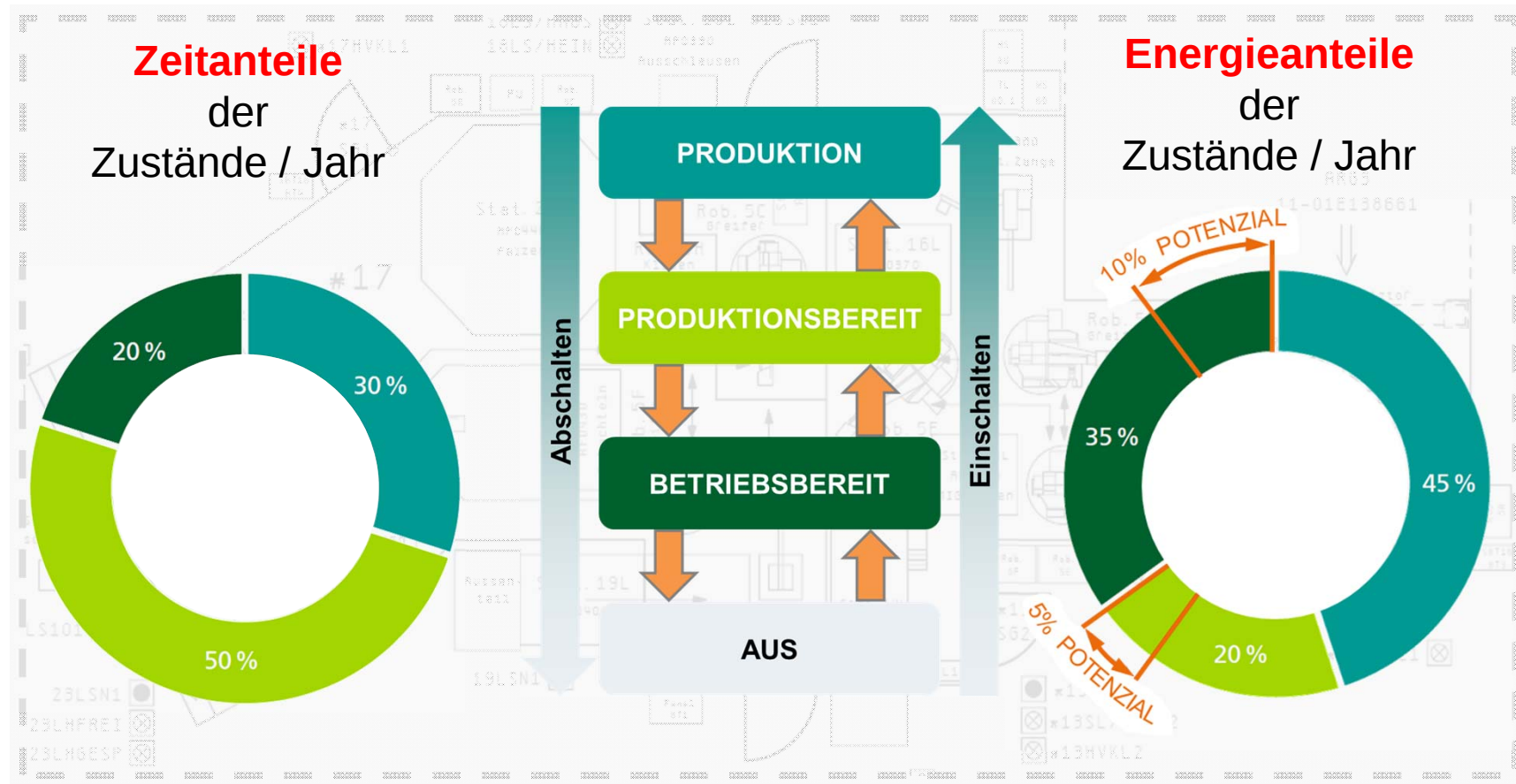
TP 4.2.2 Konfigurierbares modulares Energiemanagementsystem



17

TP 4.2.2 Konfigurierbares modulares Energiemanagementsystem

Ergebnisse



19

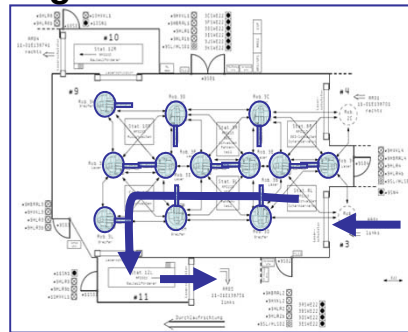
»Planung der Niedrigenergie-Produktion«

- Heute:
- „Energie“ als Planungs- und Steuerungskriterium unterrepräsentiert
 - Bewertung der Energieeffizienz subjektiv geprägt und inhomogen

Forschungsschwerpunkt: „Energiedatensensitivität“

1. Produktionsinformationssysteme → Energiebezogene Effizienzindikatoren
2. Planung vor SOP („Digitale Fabrik“) → Gewerke übergreifende Energiekennwerte
3. Fertigungssteuerung (nach SOP) → Übergreifende Ressourcensteuerung

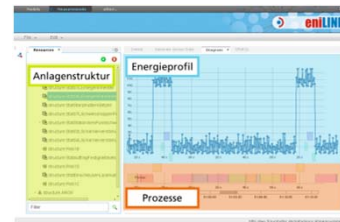
Digitale Fabrik **vor** SOP



Planungswerkzeuge mit
Energieprognosefunktionen

Energie mess- und **bewertbar** machen

Erfassung und
Verwaltung der
Modelle (PPR),
Energiedaten
und Messwerte



Kennzahlen und IT-Basiskomponenten
(Daten-/Modelle, Schnittstellen, Dienste)

Anlagenbetrieb **nach** SOP

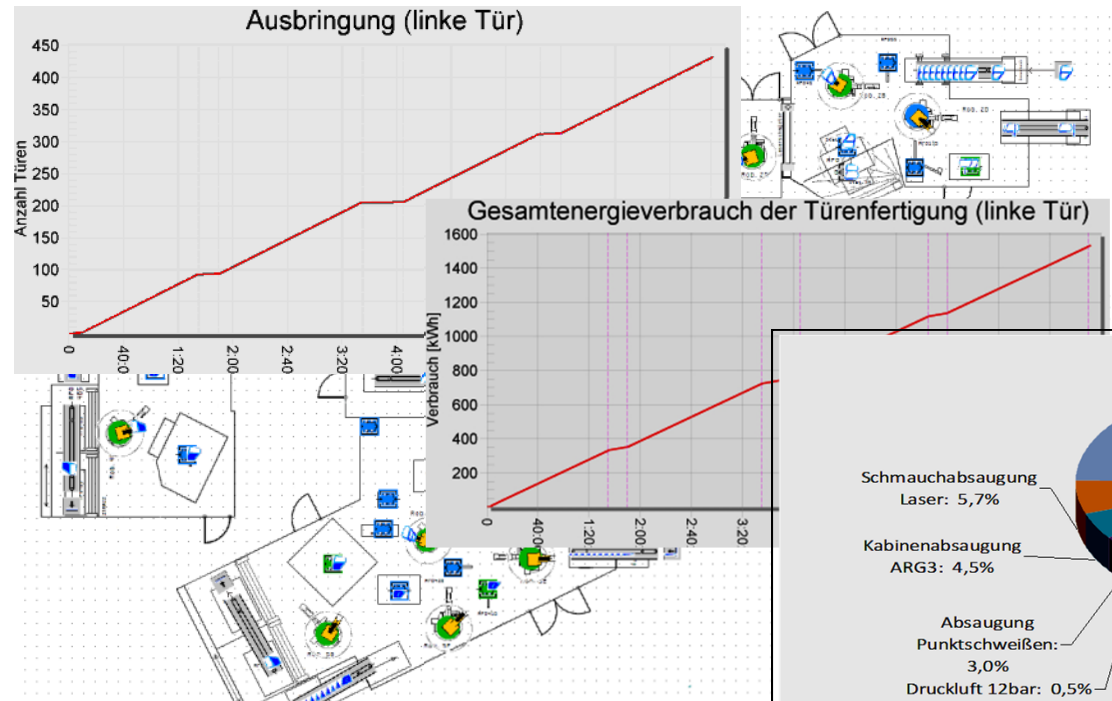


Datenintegration DiFa - MES
zur energiesensitiven Steuerung

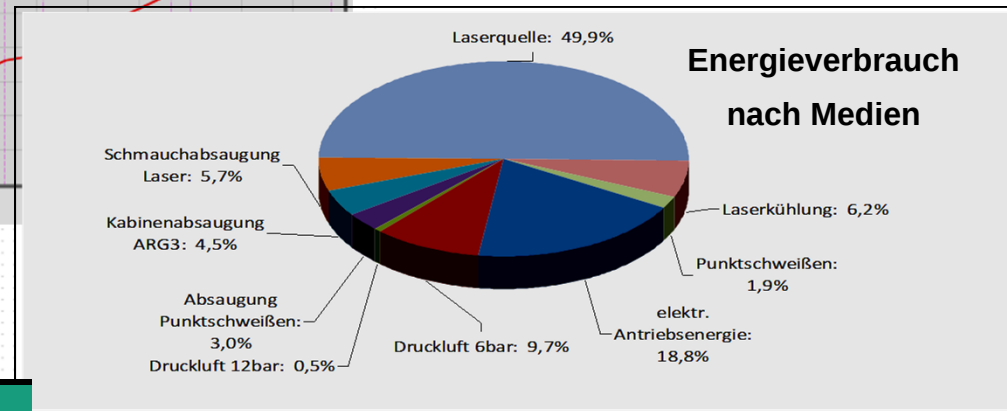
20

TP 1.1.1

Basisanalysen, Modelle und Konzepte zur Repräsentation, Integration und Bewertung von Energiedaten in Produktionssystemen



Anlagengetreue Simulation von
Materialfluss und Energieverbrauch
mit PLANT SIMULATION™



Reduzierung im Ergebnis des Projekts

Elektroenergiereduzierung in der Referenzfabrik durch gezieltes Abschalten der Anlagen

4.837 MWh per anno



TP 1.2.1

Konzepte der Digitalen Fabrik für die gewerkeübergreifende Optimierung des Energiebedarfs

Digitale Planungstools



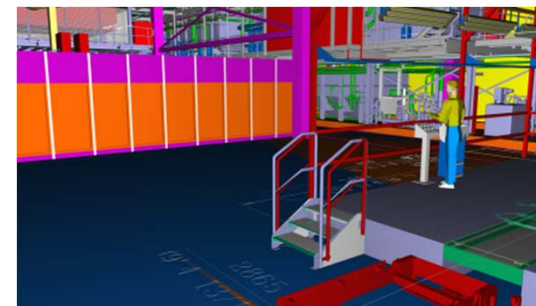
Presswerksplanung

Ablaufsimulation Karosseriebau

Roboter-Energieeffizienz

Reduzierung im Ergebnis des Projekts

Elektroenergiereduzierung in der Referenzfabrik durch <u>energieeffiziente Robotik</u>	2.565 MWh per anno
Materialreduzierung in der Referenzfabrik durch verbesserte <u>Platinentausnutzung</u>	6.143 t per anno

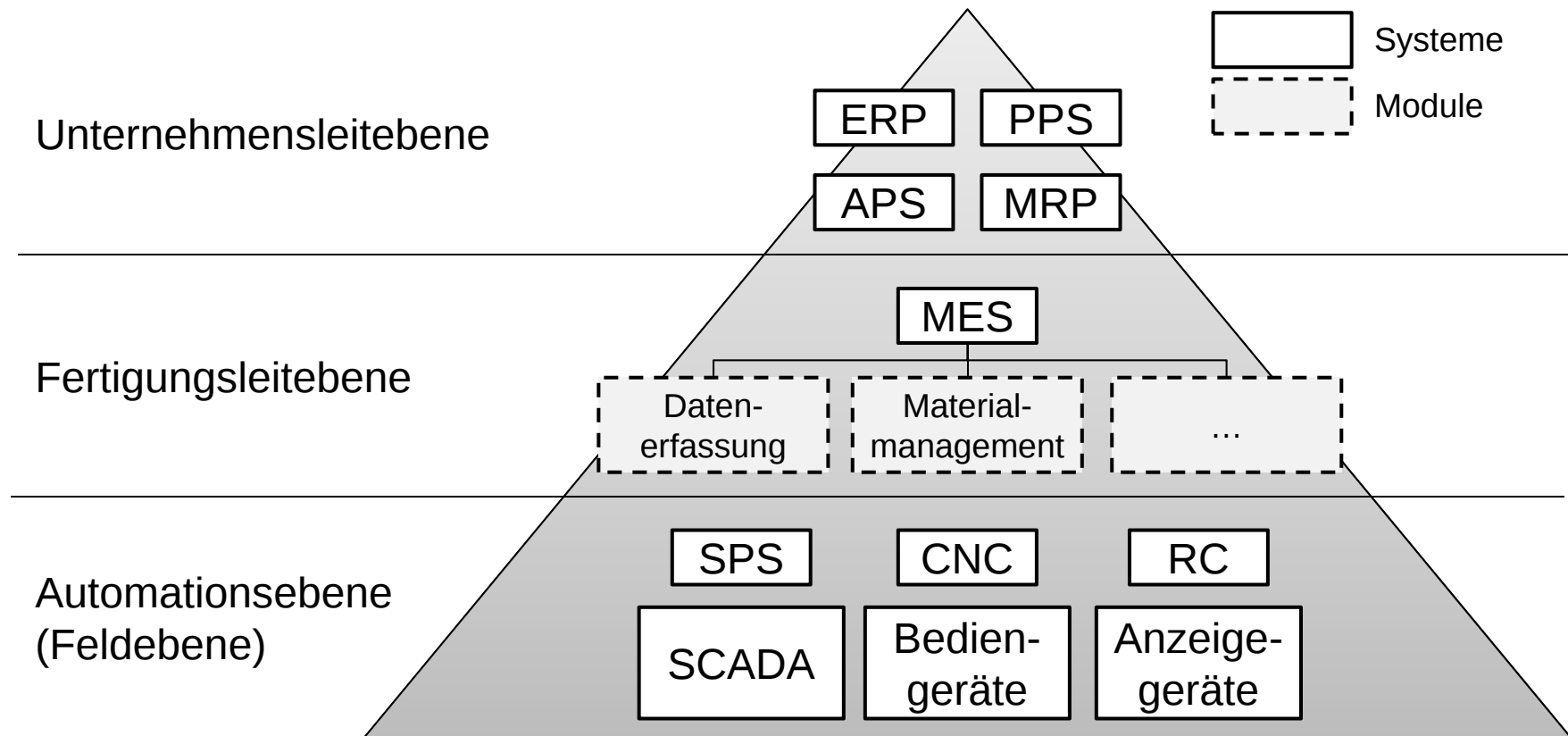


22

INHALT

1. Produktionsmanagement unter dem Aspekt „Energie und Ressource“
2. Applikation im Themenfeld „Karosseriebau“
3. **Leitsysteme – erweiterte und erweiternde Ansätze - eniXXX**
4. Neue „Tools“ zur Prozess- und Systemanalyse
5. IWU Referenz – die Forschungsfabrik

Übersicht der **Leitsysteme** in Automatisierungspyramide



Unternehmensleitebene

- Aufgaben und Funktionen:
 - Auftragsverwaltung
 - PPS
 - Bestandsführung, Nachdisposition
 - Istdatenauswertung
- Reaktionszeiten **< 10s**
- Geräte/Systeme:
 - Workstations/Server
 - Verschiedene Systemtypen (ERP, PPS, APS, MRP, ...)
- **Systemweite, mittel- und längerfristige Entscheidungen**
- Fokus auf **Planung** zukünftiger Produktion und Datenbereitstellung

Quelle: Kropik, 2009

25

Fertigungsleitebene

- Aufgaben und Funktionen:
 - Ist-Datenerfassung
 - Anlagenvisualisierung
 - Datenarchivierung, Stammdatenverwaltung
- Reaktionszeiten **bis < 100 ms**
- Geräte/Systeme:
 - Industrieterminal/Industrie-PC/PC
 - Scanner, BDE-Geräte
 - Typischerweise Sammlungen aufgabenspezifischer Einzelsysteme
- **Lokale, kurz- bis mittelfristige Entscheidungen**
- Fokus auf operativer **Koordination** ganzer Produktionsabschnitte

Quelle: Kropik, 2009

26

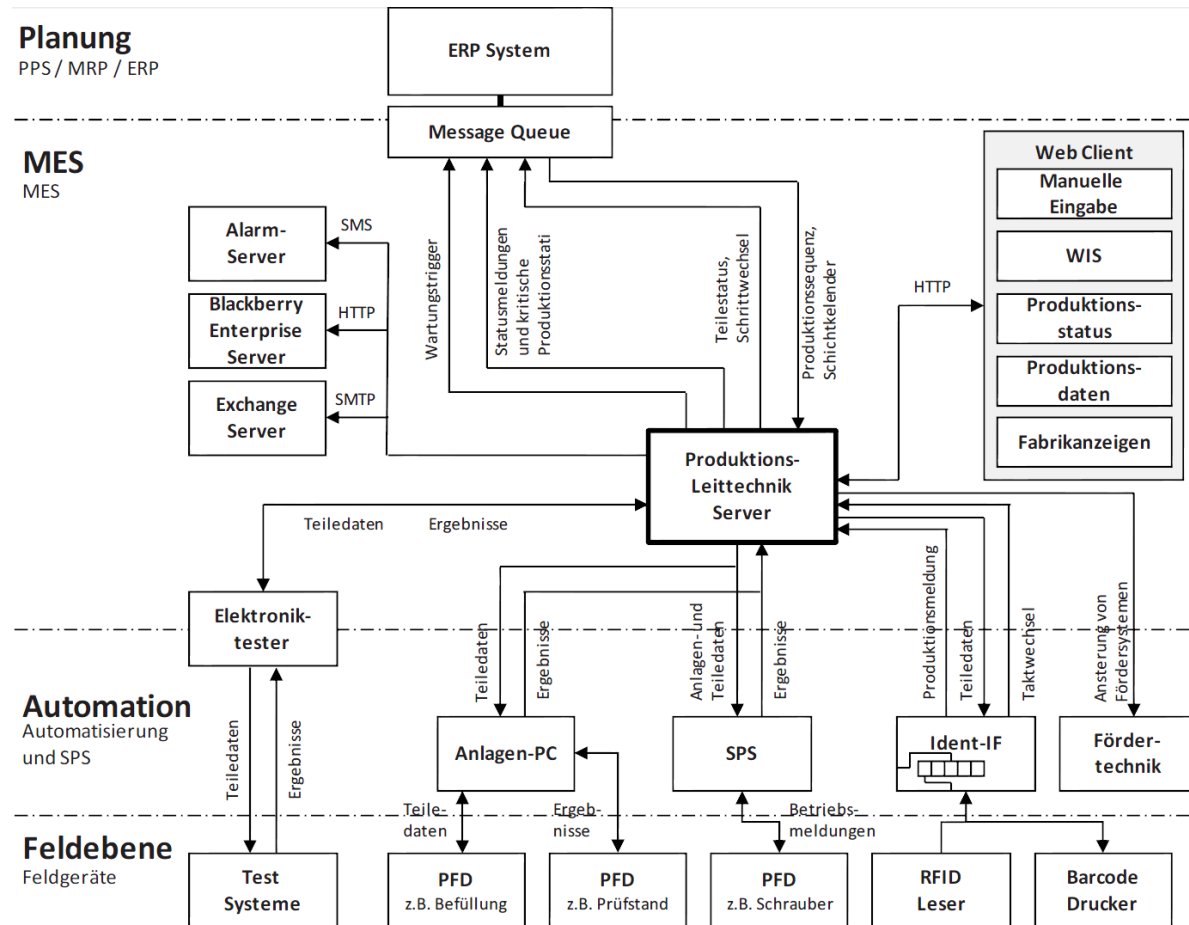
Automationsebene (Feldebene)

- Aufgaben und Funktionen:
 - Erfassen von analogen und digitalen Signalen
 - Steuerung von Einzelmaschinen und Transportanlagen
 - Mess- und Identifikationseinrichtungen
- Reaktionszeit **bis < 10 ms**
- Geräte/Systeme:
 - Binäre/analoge Sensoren/Aktoren, Antriebssteuerungen und -technik
 - Bedien- und Anzeigegeräte
 - Verschiedene Standardsysteme (SPS, CNC, RC, SCADA)
- **Sehr lokale, kurzfristige Entscheidungen**
- Fokus liegt auf der **Realisierung und Überwachung der Produktion**

Quelle: Kropik, 2009

27

Der Aufbau eines Produktionssleitsystems



Quelle: Kropik, 2009

28

Heute:

- **Produktionsmanagement** orientiert sich nur an der **Produktivität**
 - Existierende Leitsysteme steuern nur die Produktion ohne Berücksichtigung von Energieaspekten
- **Reduzierung** des **Energiebedarfs** durch isolierte Betrachtung von Verbrauchern ohne Abhängigkeitsbetrachtungen
 - Keine Nutzung **verbraucherübergreifender Einsparpotentiale**

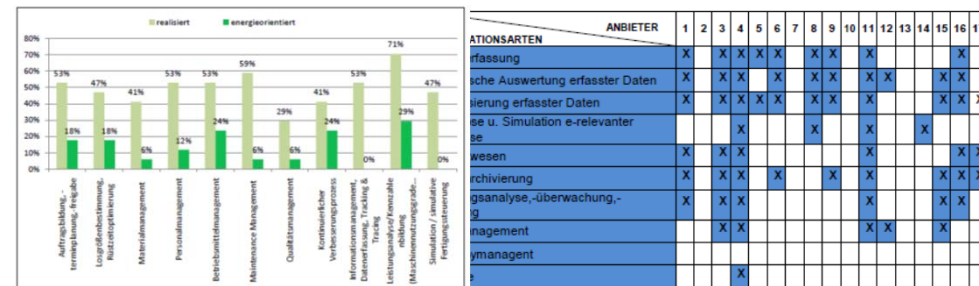
Ziel:

- „**Dynamisch**“ **minimierter Gesamtenergieeinsatz** bei Erreichung eines vorgegebenen Produktionsziels

MES survey



Feldstudie



MES survey

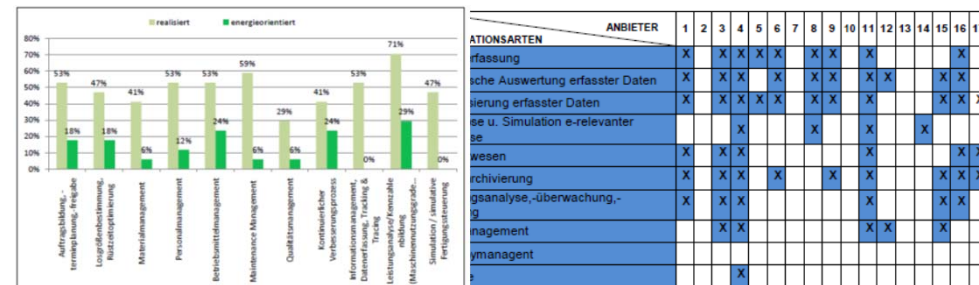
Stand der Technik

- Sammlung von Energiedaten;
- Energie KPI's (Kennzahlen)
- Energie als "Kostenfaktor", und **nicht limitierte Ressource** betrachtet
- Unzureichende Betrachtung von Energie in Planungsmethoden
- Fehlende Verknüpfung zu anderen energiebezogenen Kontrollebenen

➔ Bedarf für neue
'energieintelligente'
Lösungen!



Feldstudie



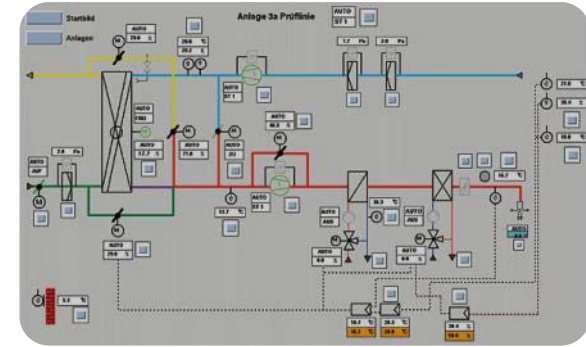
Datenerfassung und Energiemanagement



Produktion (MES)



Energie (EMS)



Infrastruktur, Gebäude (GLT)

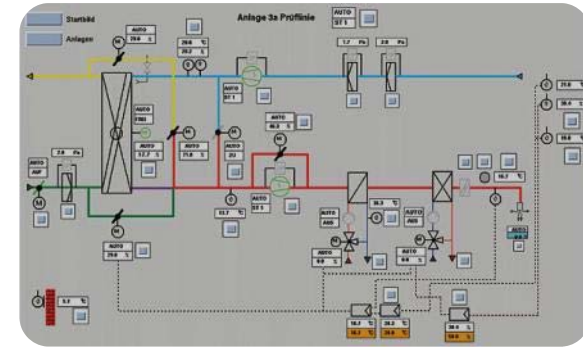
Datenerfassung und Energiemanagement



Produktion (MES)



Energie (EMS)



Infrastruktur, Gebäude (GLT)



Koordinierte Steuerung aller Komponenten aus
Produktion & Infrastruktur (Produktion/Gebäude)

Ressourcenbedarfsoptimierung im Fabrikbetrieb
bei voller Berücksichtigung der **Produktionsziele**

Transparenz zu Ressourcenbedarfen und
-flüssen in der Produktion mittels **Monitoring**

 **eniMES**

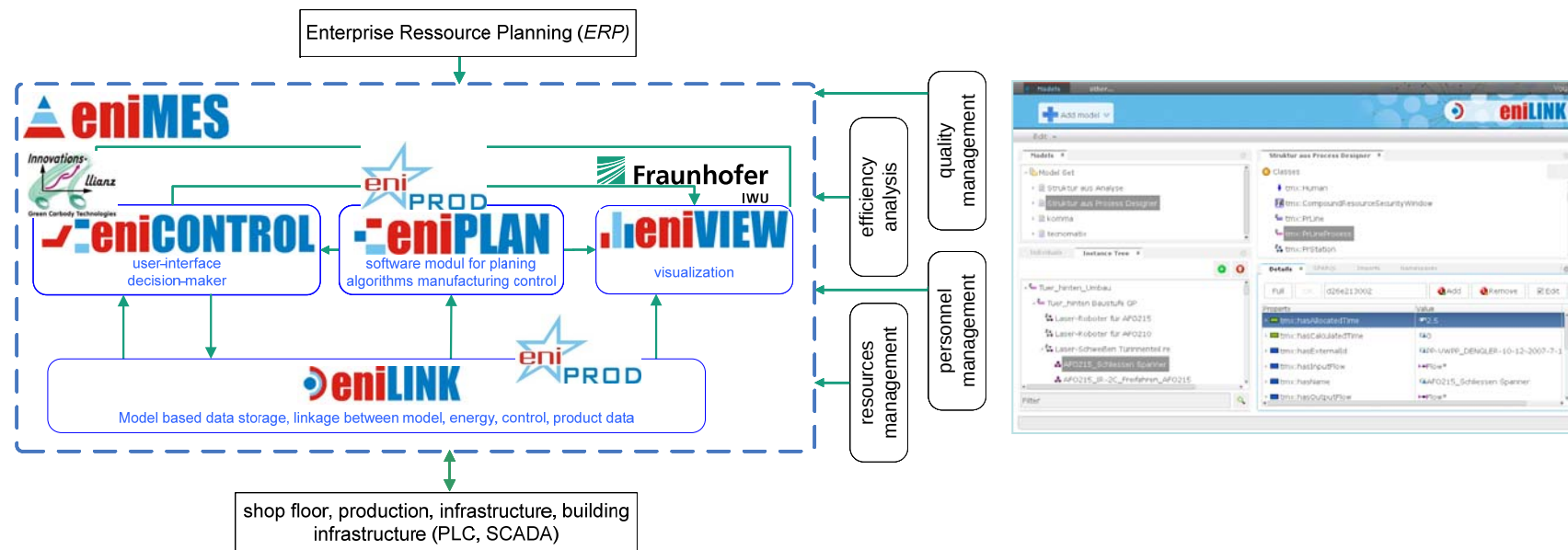


Anforderungen zur Zielerreichung

Zukünftig:

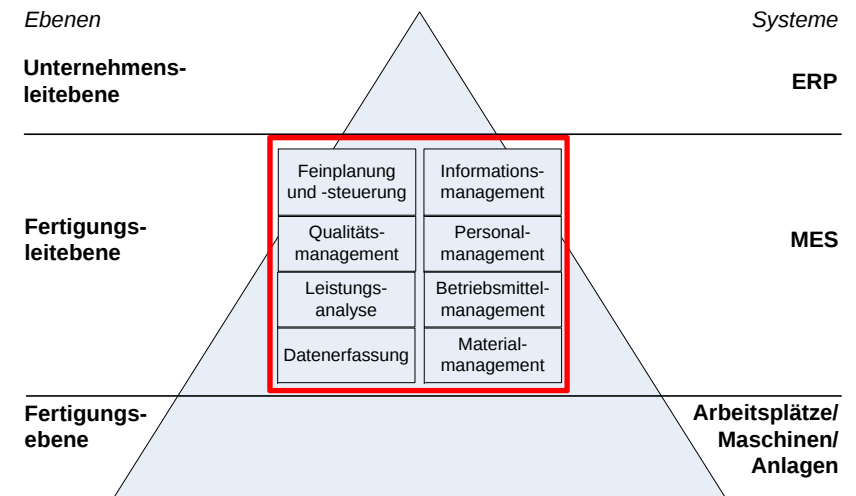
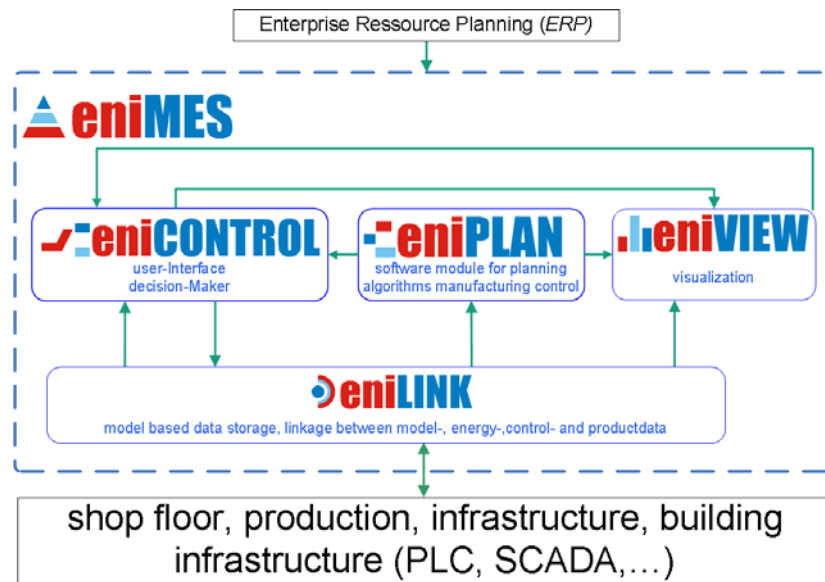
- Schaffung von **Transparenz** zu Ressourcenbedarfen und -flüssen in der Produktion mittels Monitoring
 - Identifikation großer Energie- bzw. Ressourcenverbraucher
- **Gleichzeitige** Berücksichtigung von **Produktionszielen** und **Ressourceneinsatz**
 - Funktionale Erweiterung und Kopplung existierender Leitsysteme um **Ressourcen bedarfsgerecht** bereitzustellen
 - **Koordinierte Steuerung** der Komponenten aus Produktion, Produktionsinfrastruktur und Gebäudeinfrastruktur zur Optimierung des Ressourcenbedarfes im Anlagenbetrieb

Framework eines energie-intelligenten MES



- **eniPLAN** Zentrale Optimierung der Energienachfrage der Anlagen
- **eniCONTROL** Bedarfsgerechte Steuerung der Produktions- und Infrastruktur
- **eniVIEW** Visualisierung von energetischen Informationen
- **eniLINK** „Datenbank“ zur Modell- und Datenverwaltung

Software framework eniMES



34

Stand von Wissenschaft und Technik → Systemansatz

Energetische Handlungsansätze

Substitution
eingesetzter
Energieträger

Energetisch
optimierte
Produktgestaltung

Energetisch
optimierte
Dimensionierung

Energiesparende
Fahrweise

Steigerung des
Wirkungsgrades

Energierück-
gewinnung

Quelle: Müller et al.

Konkrete Lösungsansätze

Reihenfolge
verändern

Abschaltung
bei Lastspitzen

Energieorientierte
Terminierung

Energetisch opti-
mierte Losgrößen

Verlängerung
von Betriebspausen

Belastungs-
verlagerung

Eingesetzte Steuerungsverfahren

Fortschrittszahlen-
steuerung

ConWIP

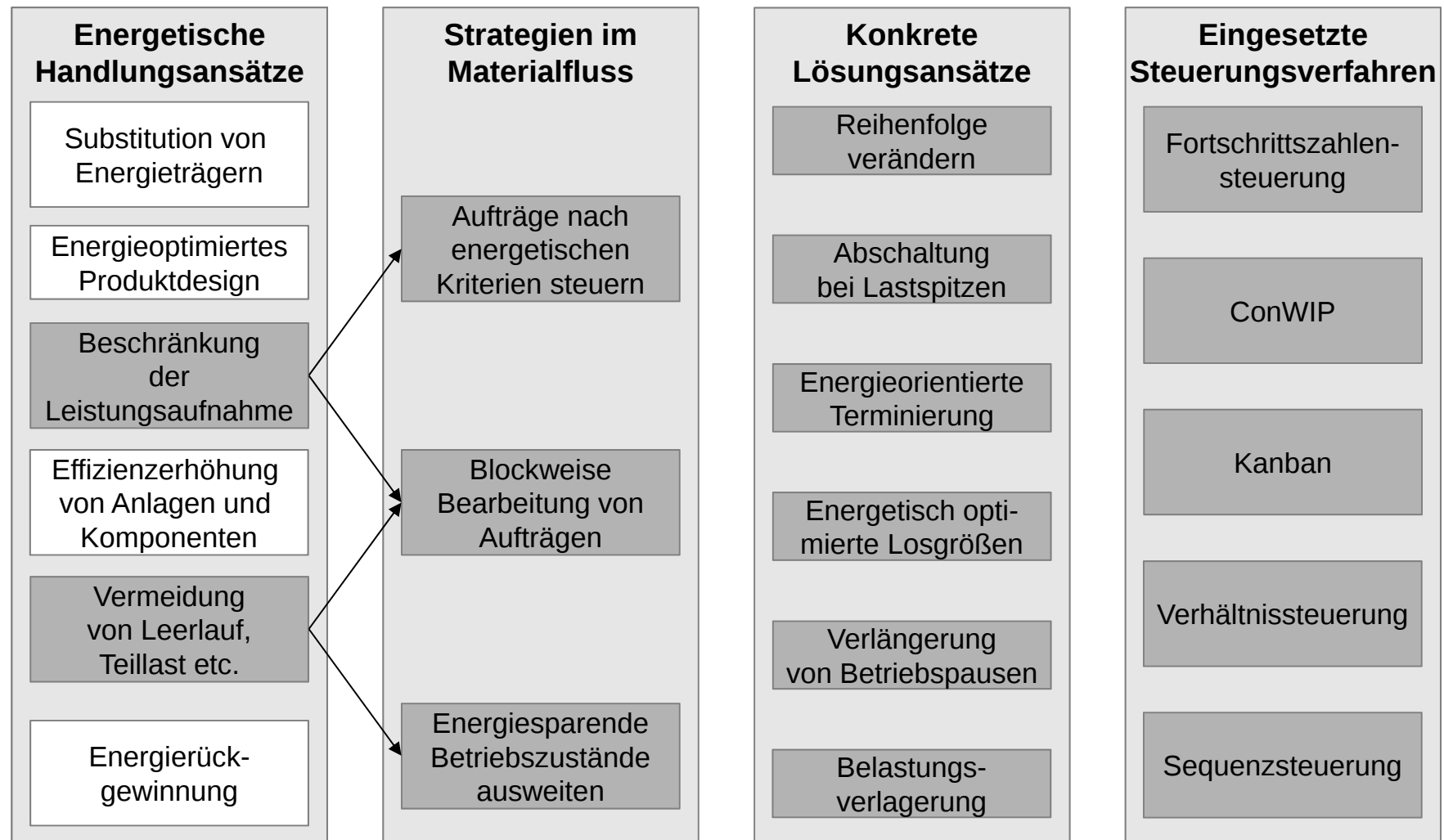
Kanban

Verhältnissteuerung

Sequenzsteuerung

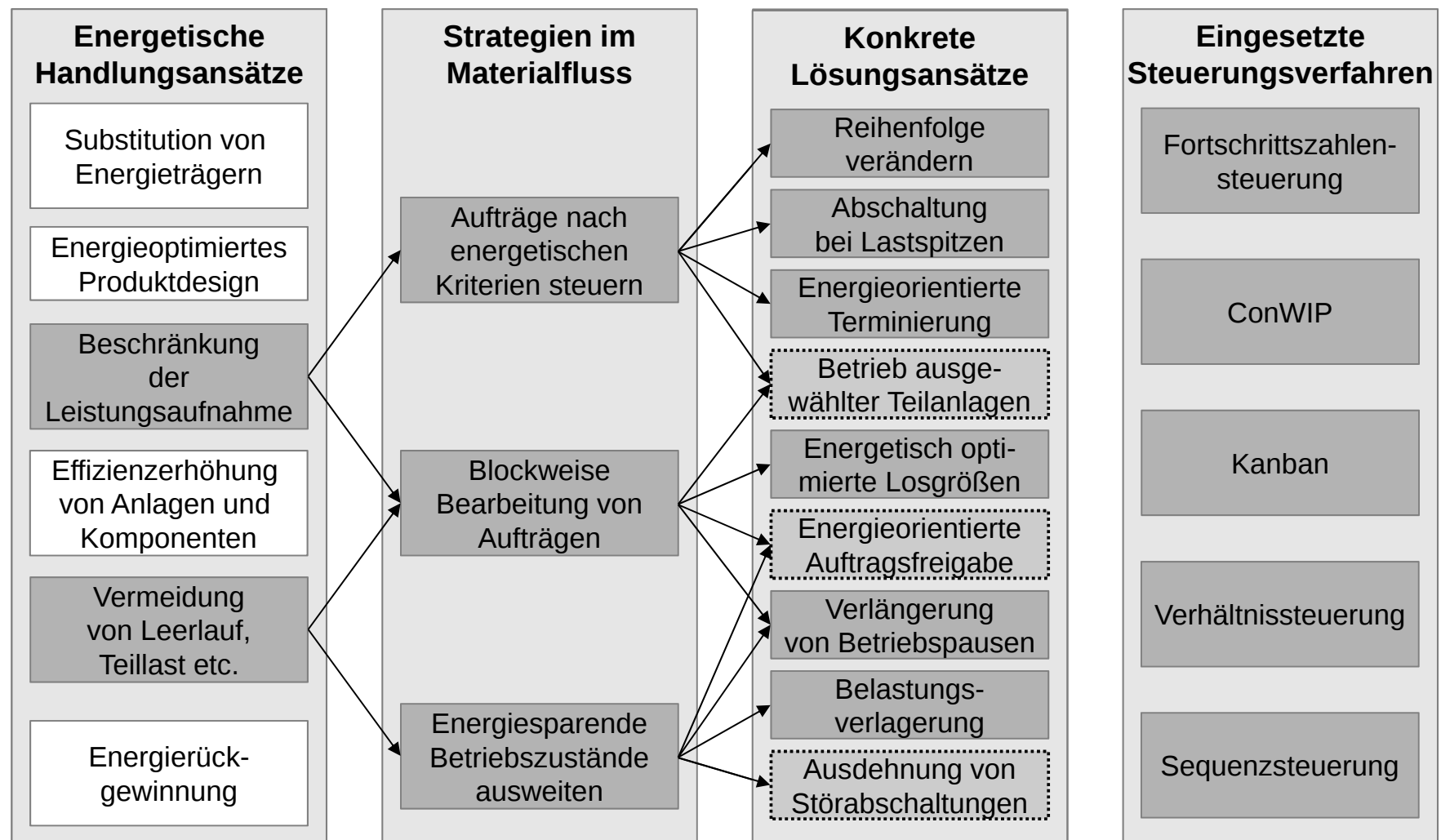
35

Stand von Wissenschaft und Technik → Systemansatz



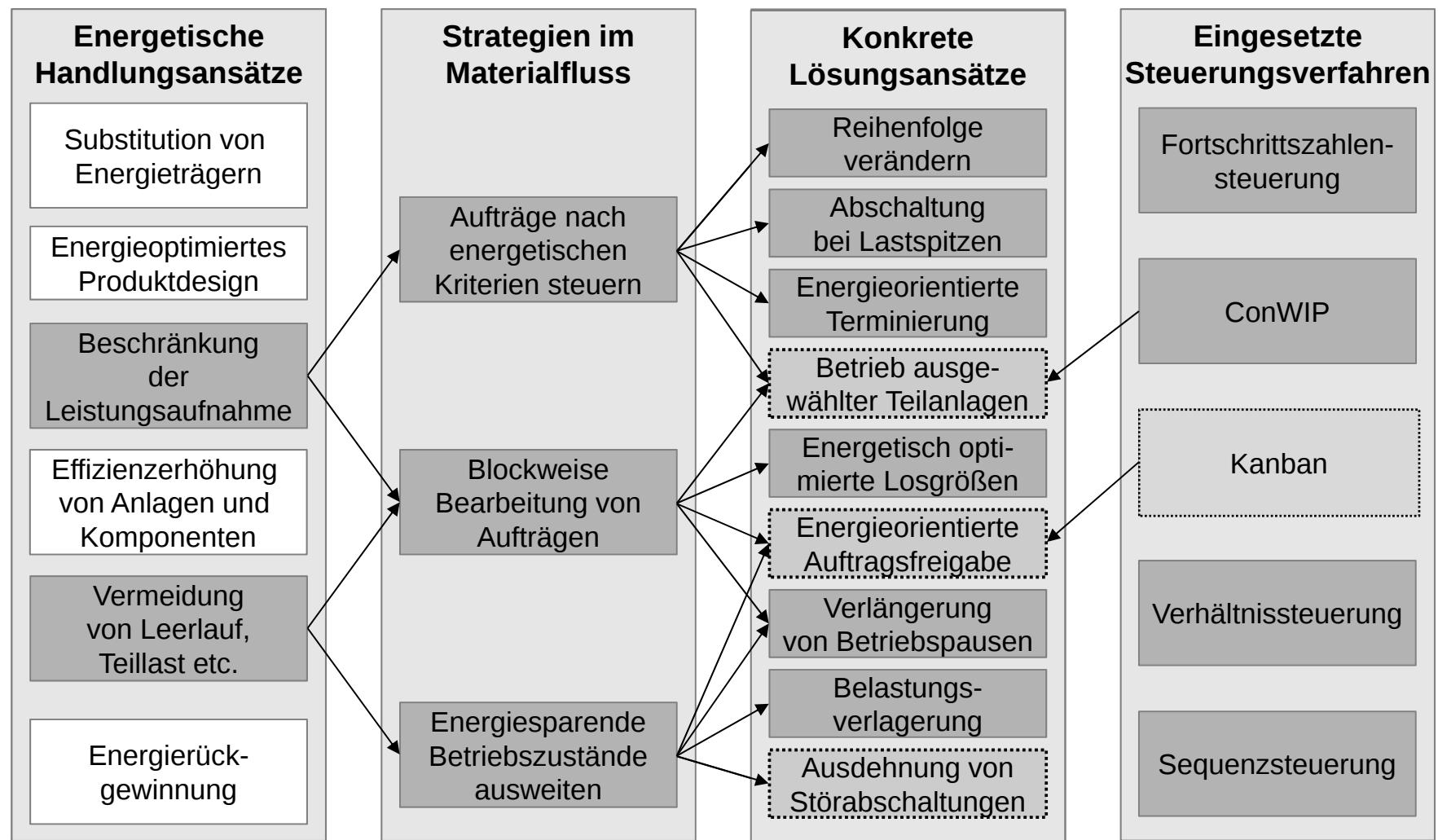
35

Stand von Wissenschaft und Technik → Systemansatz



35

Stand von Wissenschaft und Technik → Systemansatz



35

Betrieb ausgewählter Anlagen: ConEnIP

- Leistungsaufnahme des Systems wird an zentraler Stelle beschränkt
- Aufträge verbrauchsorientiert erzeugt und nach Leistungsangebot freigegeben

Energieorientierte Auftragsfreigabe: EniKanban

- Deutliche Trennung von wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeiten
- Aufträge verbrauchsorientiert erzeugt und Bearbeitung bei Erreichen von Schwelle

Ausdehnung von Störabschaltungen: EniBDControl

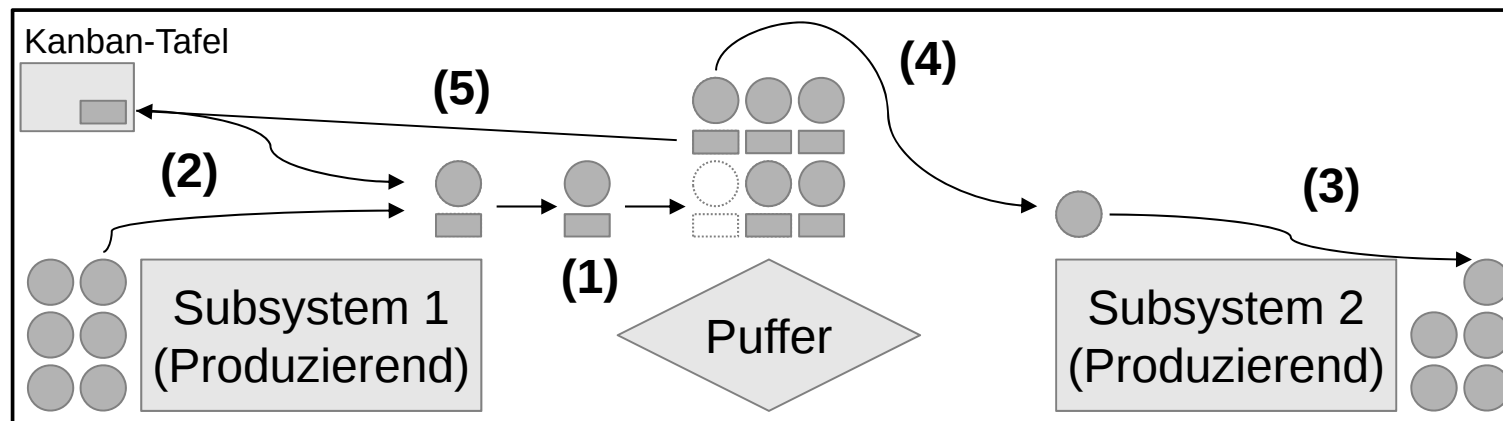
- Abschaltung von (in Fertigungspfad) angrenzenden Teilanlagen bei Störungen

Energieorientierte Auftragsfreigabe: EniKanban

- Trennung von wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeiten
- Aufträge verbrauchsorientiert erzeugt und Bearbeitungsfreigabe bei Erreichen von Schwellwert

Grundlegender Kanban-Prozess

- (1) – (2): Subsystem 1 stellt Teil fertig
- (3) – (5): Subsystem 2 stellt Teil fertig



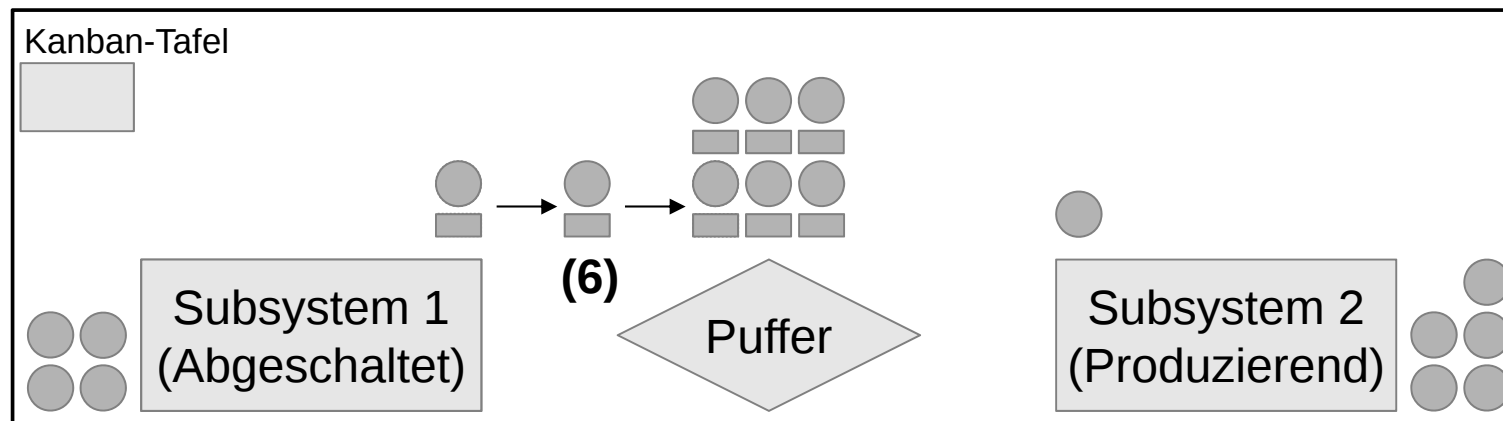
37

Energieorientierte Auftragsfreigabe: EniKanban

- Trennung von wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeiten
- Aufträge bedarfsorientiert erzeugt und Bearbeitungsfreigabe bei Erreichen von Schwellwert

Abschaltung von Subsystem 1

- (6): Subsystem 1 stellt Teil fertig
- Anschließend Abschaltung von Subsystem 1 (keine freien Kanban!)



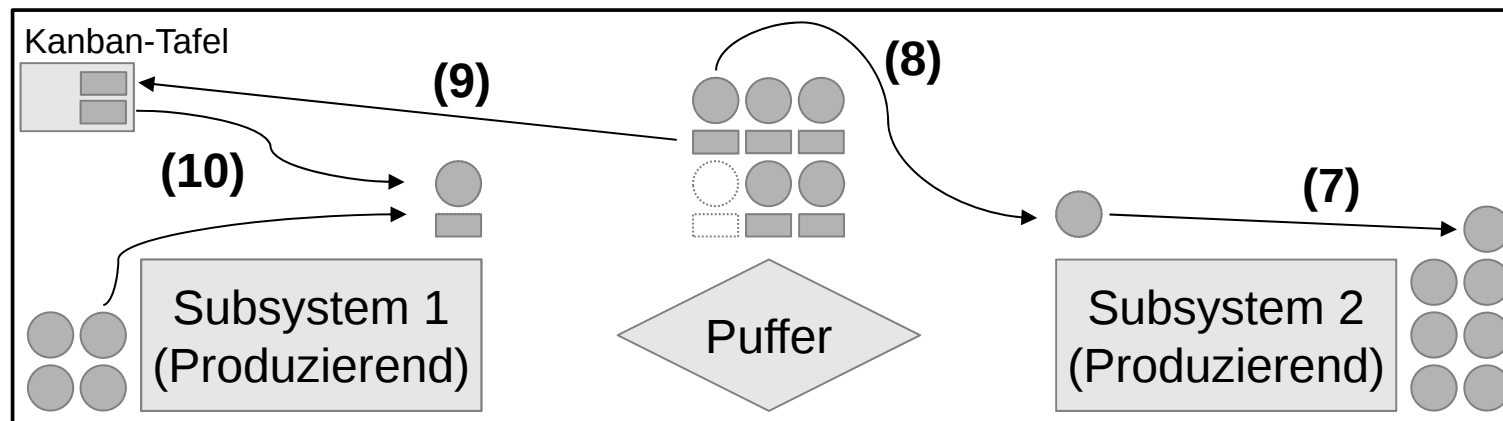
38

Energieorientierte Auftragsfreigabe: EniKanban

- Trennung von wertschöpfenden und nicht-wertschöpfenden Zeiten
- Aufträge bedarfsorientiert erzeugt und Bearbeitungsfreigabe bei Erreichen von Schwellwert

Wiederaanlauf von Subsystem 1

- (7) – (9): Subsystem 2 stellt Teil fertig
- (10): Subsystem 1 setzt Bearbeitung fort



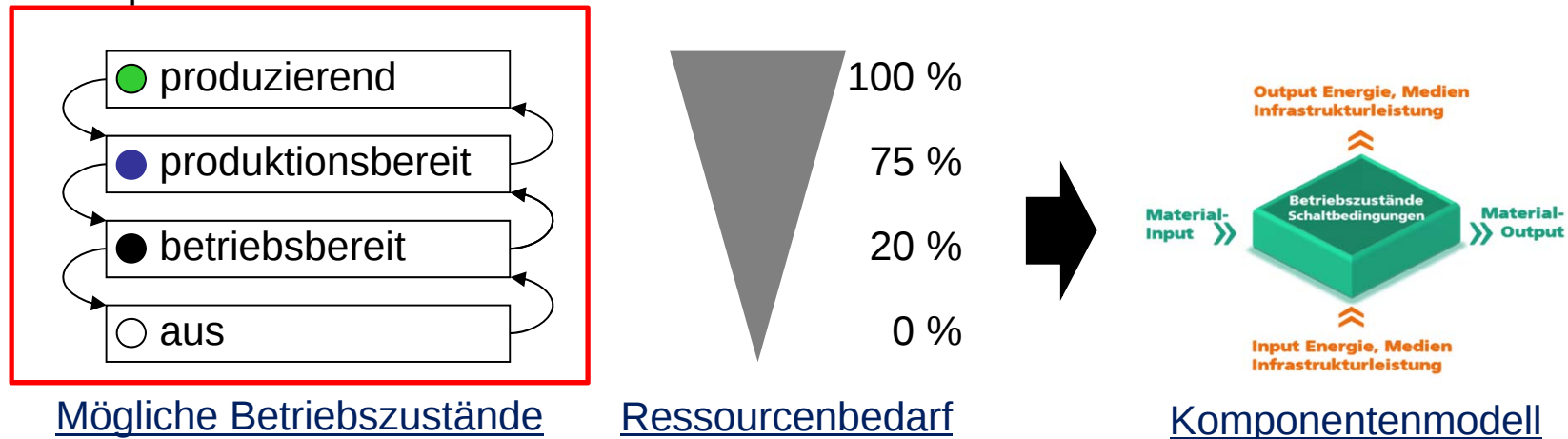
39

INHALT

1. Produktionsmanagement unter dem Aspekt „Energie und Ressource“
2. Applikation im Themenfeld „Karosseriebau“
3. Leitsysteme – erweiterte und erweiternde Ansätze
4. **Neue „Tools“ zur Prozess- und Systemanalyse - Komponentenmodell**
5. IWU Referenz – die Forschungsfabrik

Bedarfsgerechte Steuerung von Komponenten

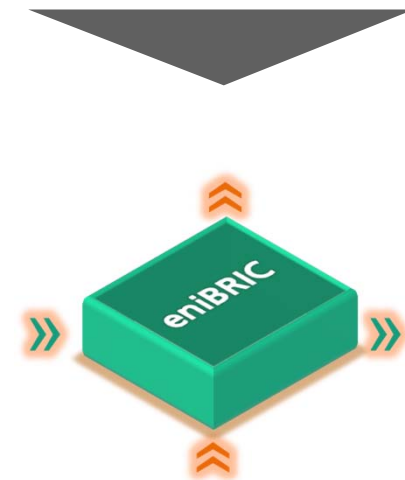
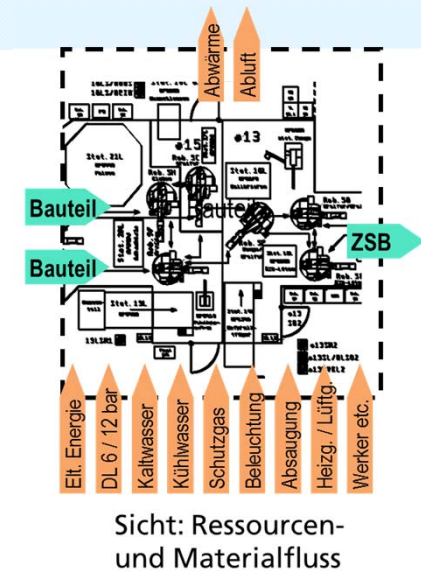
- Energiesensitive Steuerung = bedarfsgerechte Betriebszustände von Komponenten der Produktion, Infrastrukturkomponenten, Gebäudeleittechnik-komponenten



- Voraussetzungen (Prerequisites)
 - Zuordnung bereitgestellter und benötigter Ressourcen zu Betriebszuständen (Assignment of provided and required resources to operating states)
 - Verknüpfung von Modellen für Anlage/Infrastruktur/Gebäudeleittechnik (Linking of models for plant/infrastructure/building management technology)
 - Definition von Abhängigkeiten zwischen den Komponenten der Anlage/Infrastruktur/Gebäudeleittechnik (Definition of dependencies between the components of the plant/infrastructure/building management technology)

Generischer Baustein eniBRIC

- Abbildung von Material- und Ressourcenfluss (Prozessvoraussetzungen)
- Realitätsnahe Betriebszustände BZ (vorgegeben oder getriggert)
- Die BZ beeinflussen:
 - Energie-, Medien, Leistungsbereitstellung
 - Materialfluss, -dynamik
- Ressourcenanforderung und tatsächliche Ressourcennutzung
- Umsetzung der BZ-Vorgaben erfolgt bei Material- und Ressourcenverfügbarkeit
- Übergangszeiten / Übergangsverhalten



Generischer Baustein eniBRIC



Fördertechnik

Beleuchtung

Druckluftstation

Produktionsanlage,
Produktionshalle

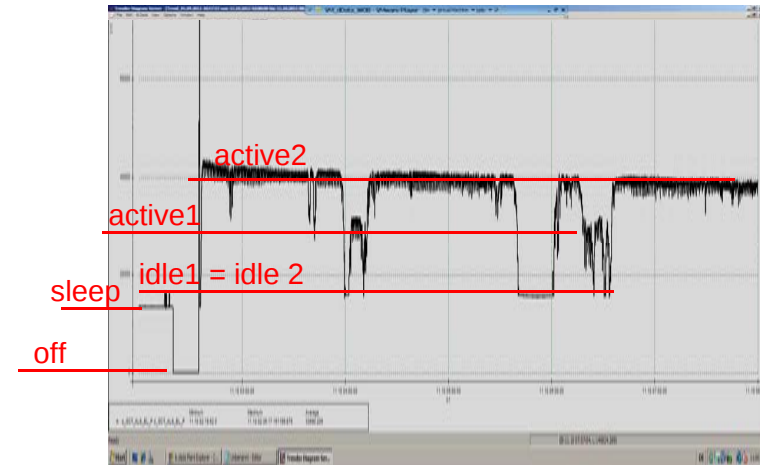
Trafostation

Lüftungsanlage, ...

43

Beispiel Karosseriebauanlage

- Input M:** je ZSB sind 1 Formteil_A und 1 Formteil_B verbaut
- Input E:** Strom, DL 6bar, Kühlwasser, Licht, 2 Werker (spezifische Bedarfe je BZ/SZ)
- BZ / SZ:** siehe Abb. rechts
schaltbare Zustände:
OFF, SLEEP, IDLE1, IDLE2
- Output M:** active1: 45 s/ZSB
active2: 30 s/ZSB
- Output E:** Abwärme, Abluft (spezifisch je eingenommenen BZ/SZ)



Output E: Energie, Medien, Infrastrukturleistungen



44

Beispiel Hallenbeleuchtung

Input M: ./.

Input E: BZ0 0 kW
 → Strom BZ1 6,24 kW
 BZ2 12,48 kW
 BZ3 18,72 kW

BZ / SZ: BZ0, BZ1, BZ2, BZ3

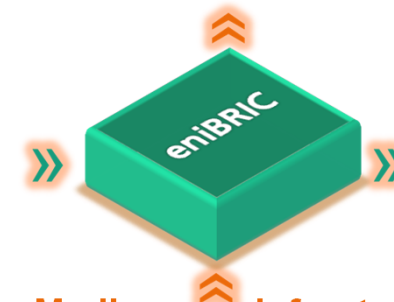
Output M: ./.

Output E:

BZ	Strom	Licht
BZ0	0 kW	Aus
BZ1	6,24 kW	Pause
BZ2	12,48 kW	Arbeit (1)
BZ3	18,72 kW	Arbeit (2)



Output Energie, Medien, IS-Lstg.



Input Energie, Medien,

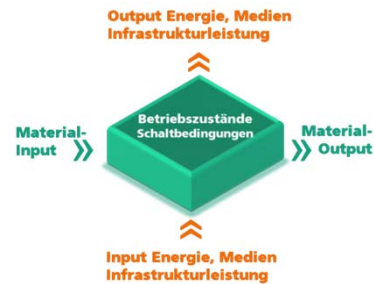
Infrastr.leistung

45

Validierung durch Materialflusssimulation

Generischer Energiebaustein „eniBRIC“

- Energiesimulation für Produktionsanlagen **UND** Gebäude- sowie Versorgungstechnik
- **orientiert am Standard** der deutschen OEM (VDA Automotive Bausteinkasten)
- Entwicklungsziel: **Virtuelle** Inbetriebnahme **realer** Energie-Steuerungssysteme

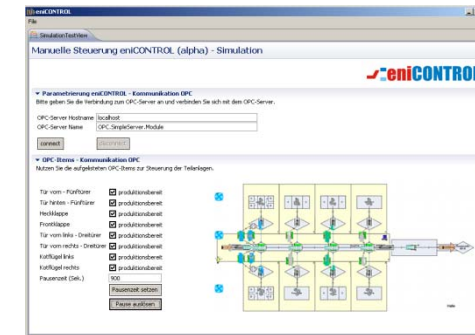


„Generischer Energiebaustein“



Freie Parametrierung

Produktionstechnik, Infrastrukturtechnik und Gebäude sind hiermit universell abbildbar.

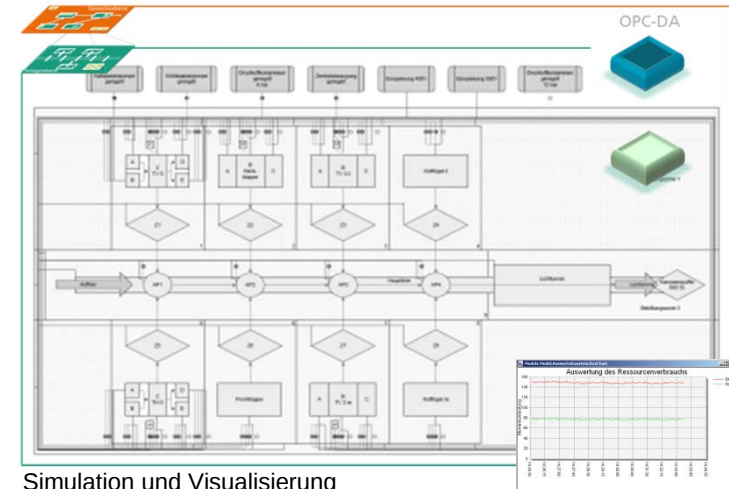


MES

ERP

OPC-UA
OPC-DA

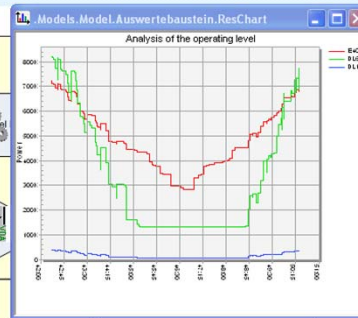
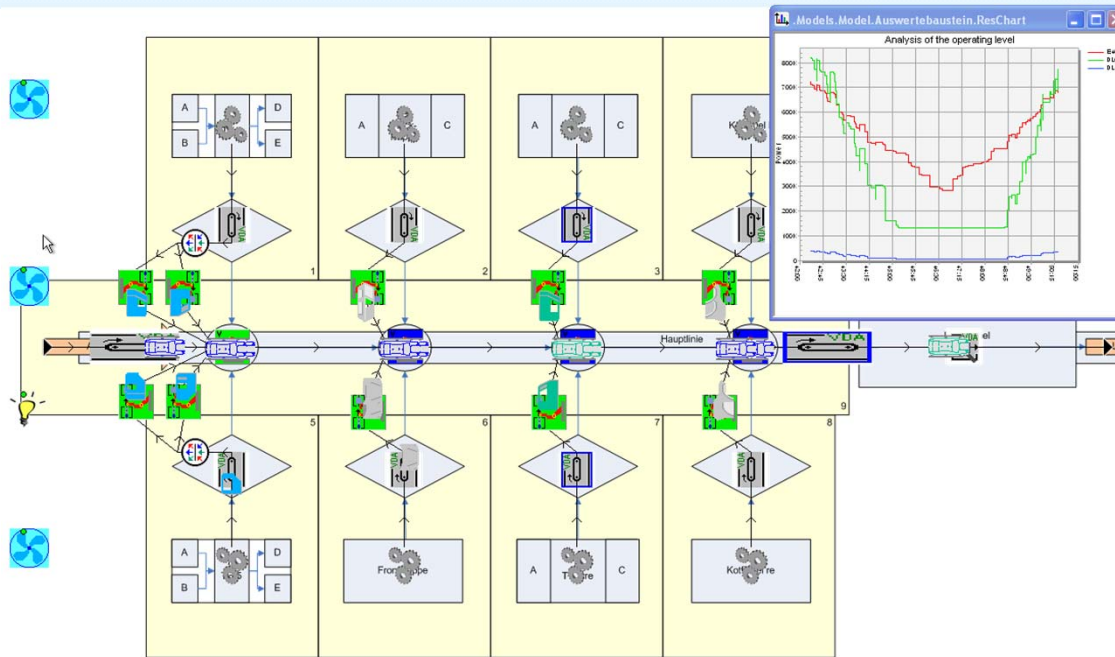
Anbindung Fabriksteuerung



Simulation und Visualisierung

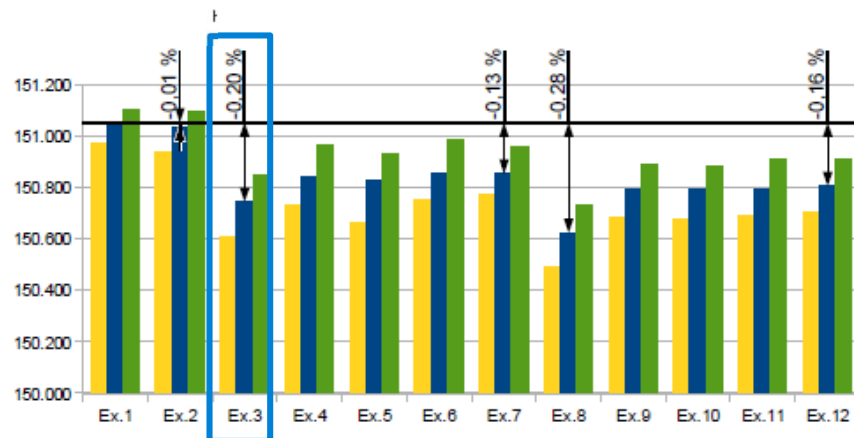
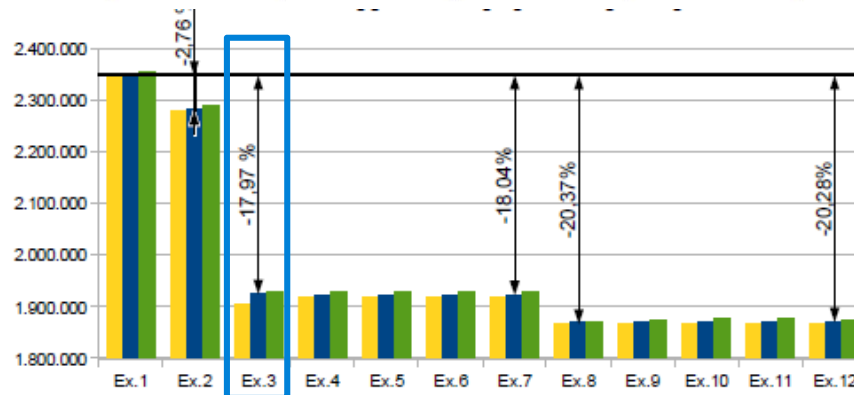
46

Simulationsmodell "Virtuelle Finishlinie"



Ergebnisse

- Energieverbrauch wurde signifikant reduziert (~ 20 %)
- Output sinkt nur geringfügig (~ 0.5 %)



47

Fazit

- Energiebilanz kann durch Fertigungssteuerungsstrategien beeinflusst werden
 - Große Einsparungen ohne signifikante Produktivitätsminderung möglich
 - Einsparungen werden durch zusätzliche Puffer „erkauft“
 - Technologien für den Betriebszustandswechsel von Anlagen sind notwendig

Fazit

- Energiebilanz kann durch Fertigungssteuerungsstrategien beeinflusst werden
 - Große Einsparungen ohne signifikante Produktivitätsminderung möglich
 - Einsparungen werden durch zusätzliche Puffer „erkauft“
 - Technologien für den Betriebszustandswechsel von Anlagen sind notwendig

Ausblick

- Analyse des Einflusses der einzelnen Verfahrensparameter (Faktoranalyse)
- Wirksamkeit der Verfahren in anderen Produktionssystemen prüfen und/oder erweitern

INHALT

1. Produktionsmanagement unter dem Aspekt „Energie und Ressource“
2. Applikation im Themenfeld „Karosseriebau“
3. Leitsysteme – erweiterte und erweiternde Ansätze
4. Neue „Tools“ zur Prozess- und Systemanalyse
5. **IWU Referenz – die Forschungsfabrik**

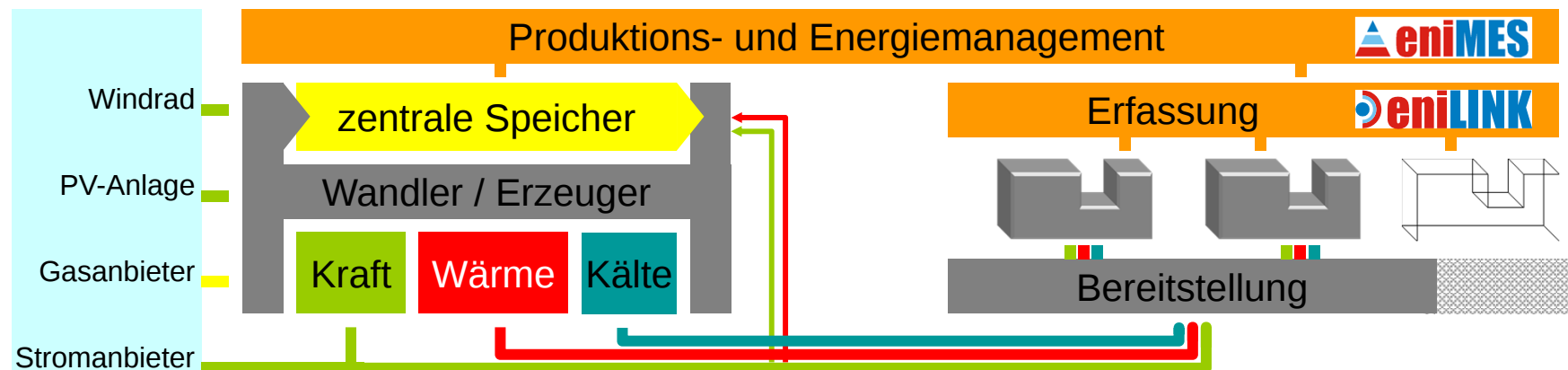
Forschungsfabrik »Ressourceneffiziente Produktion«



Dezentrale **Energie- & Medienerzeugung** unter Nutzung regenerativer Energieträger.

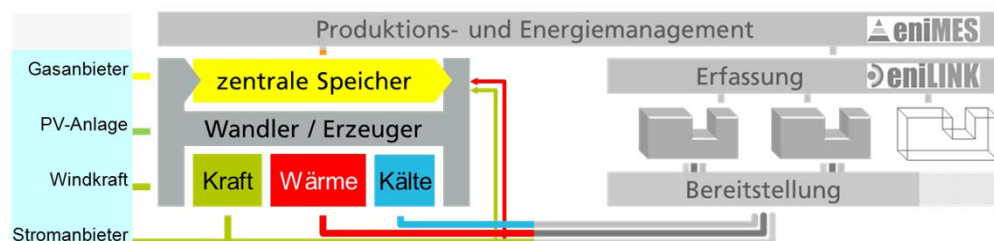
Energiespeicher (Kurz, Mittel-, Langfrist) zur Glättung von Spitzen, Rückführung von Verlustenergien und zum autarken Betrieb.

Energiesensitives Management zur vollständigen Erfassung und Synchronisation aller Auftrags-, Material- und Energieflüsse.



50

Energieversorgungskonzept



VAWT als Demonstrator von IWU-Kompetenzen (u.a. Hydroforming von Metall-Rotorblätter).



Ein Systemdemonstrator Photovoltaik ($58,5\text{kW}_{\text{peak}}$) ist bauseitig eingebunden.



Kraft, Wärme und Kälte werden mittels BHKW ($238\text{kW}_{\text{el}}/363\text{kW}_{\text{th}}$) und Absorptions-Kältemaschine (210kW_{th}) gekoppelt erzeugt.

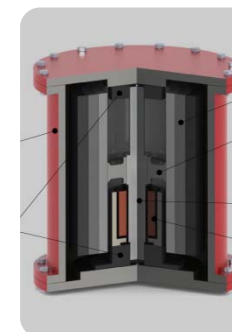
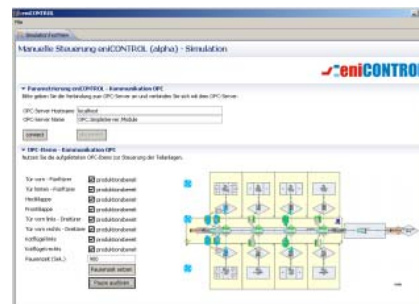
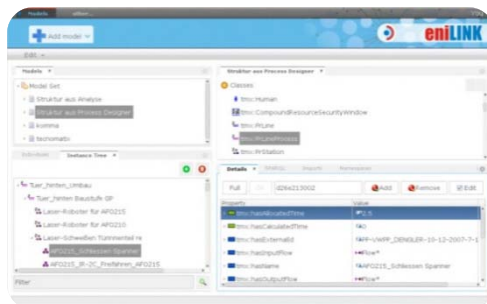


Bild: Wikipedia

Flywheel ($500\text{kW} \cdot 14\text{s}$) nimmt überschüssige Energie auf und gibt sie bei Bedarf ab (Lastspitzenglättung)

51

Energiemanagementkonzept



Semantic-Web-basiertes Informationssystem

Energiemesswerte automatisiert mit Planungs- und Betriebsdaten zu Anlagen (Struktur, Verhalten, Zustand) verknüpfen und damit neues Wissen generieren.

Energiesensitives Leitsystem

Alle Ressourcenbedarfe bei voller Berücksichtigung der Produktionsziele durch koordinierte Steuerung (Produktion, Infrastruktur, Gebäudetechnik) optimieren.

Interaktion und Visualisierung

Webservice zur interaktiven Visualisierung simulierter und realer Energiedaten auf jedem standardkonformen Webbrowser als Basis für mobile-IT Assistenzsysteme.

52

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dieses Projekt wird gefördert von der Europäischen Union aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie aus Landesmitteln des Freistaats Sachsen.



Gefördert aus Mitteln
der Europäischen Union

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST

Europa fördert Sachsen.

EFRE

Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



Freistaat
SACHSEN

53

Gefördert aus Mitteln
der Europäischen Union

Europa fördert Sachsen.

EFRE

Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

