

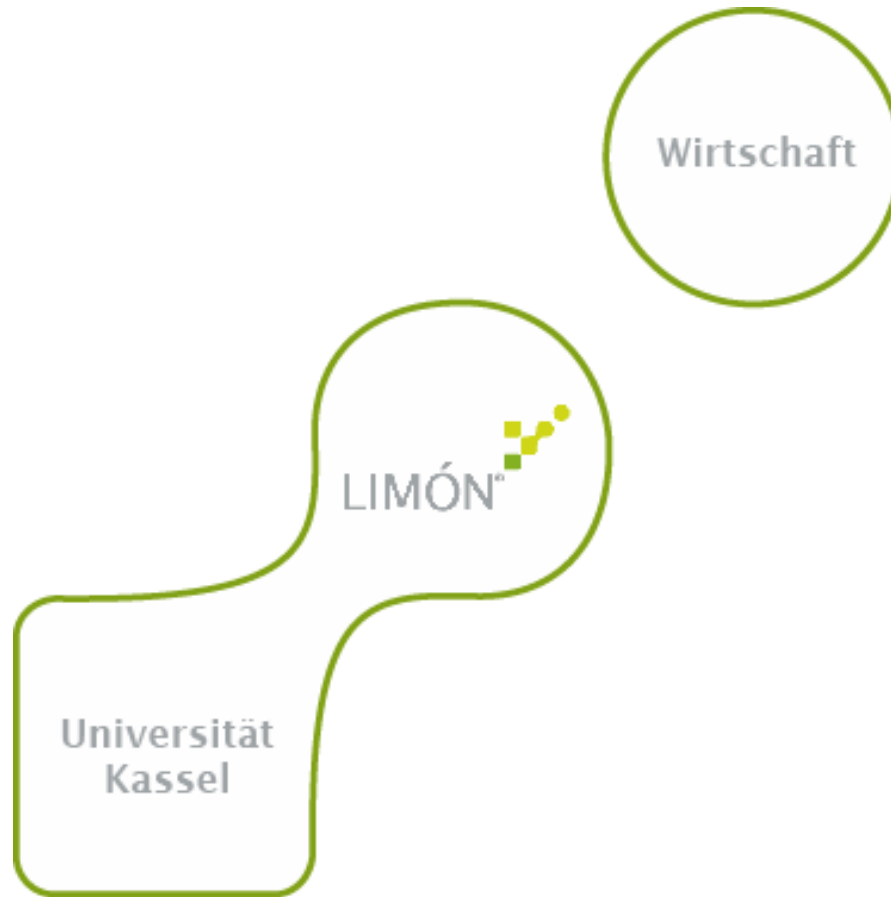
# **Erhöhung der Energieeffizienz durch ganzheitliche Betrachtungsweise von Anlagen und Produktionsstätten und die schrittweise Umsetzung von Maßnahmen**

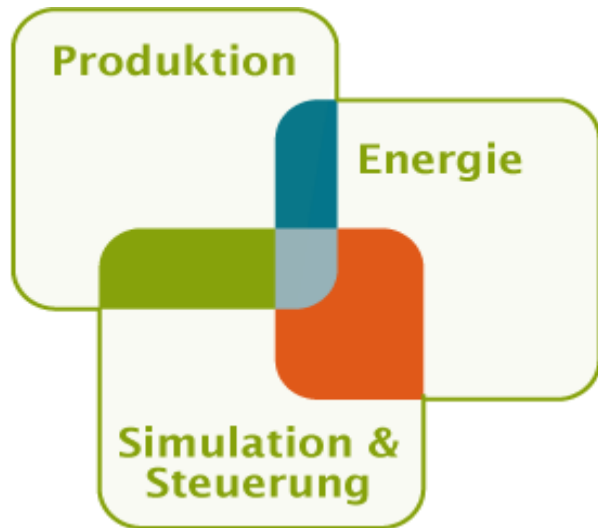
**Rockwell Automation  
Steigern Sie die Energieeffizienz Ihrer Produktion  
23. September 2009, Feldkirchen a. d. Donau**



Frisches Denken für Produktion und Energie

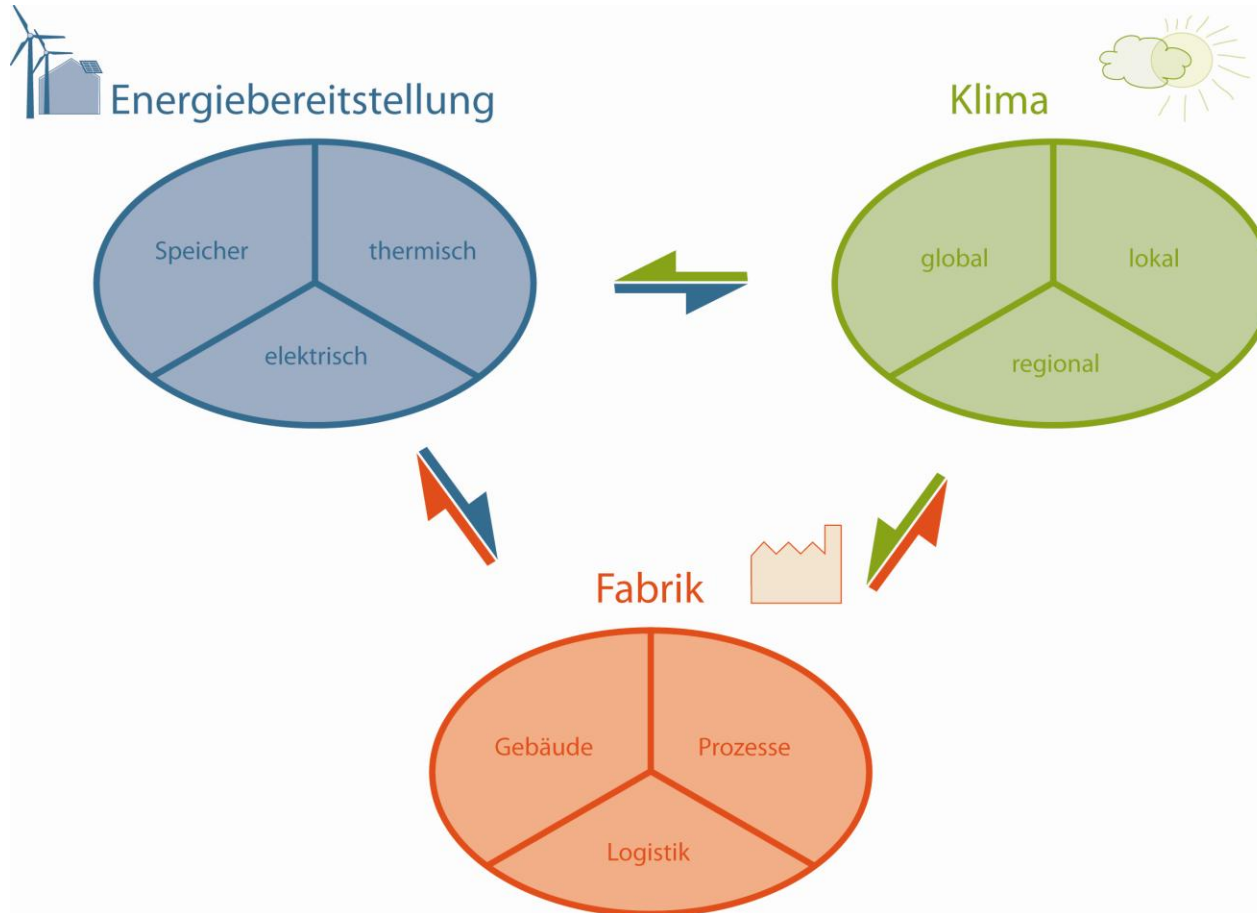
Dr.-Ing. Mark Junge  
Limón GmbH  
[www.limon-gmbh.de](http://www.limon-gmbh.de)





- Energieeffizienz in der Produktion
- Simulation von Fabrik- und Energiesystemen
- Steuerung von Produktions- und Energieanlagen
- Mess- und Prüfsysteme für Stoff- und Energieflüsse

# Neue Rahmenbedingungen für Industrie



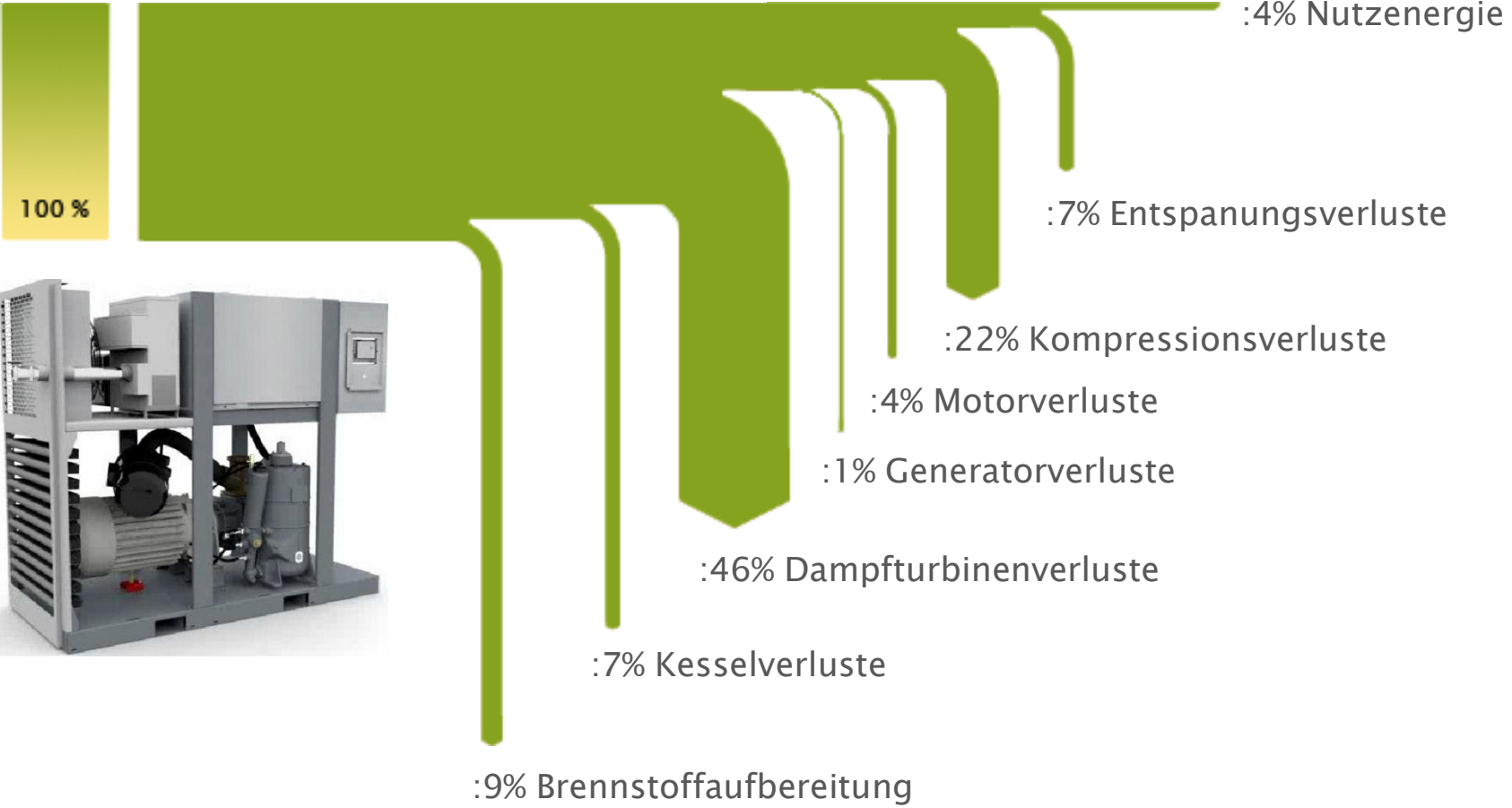
# Wandlungsverluste Elektromotor

## Kinetische Energie (Elektromotor)



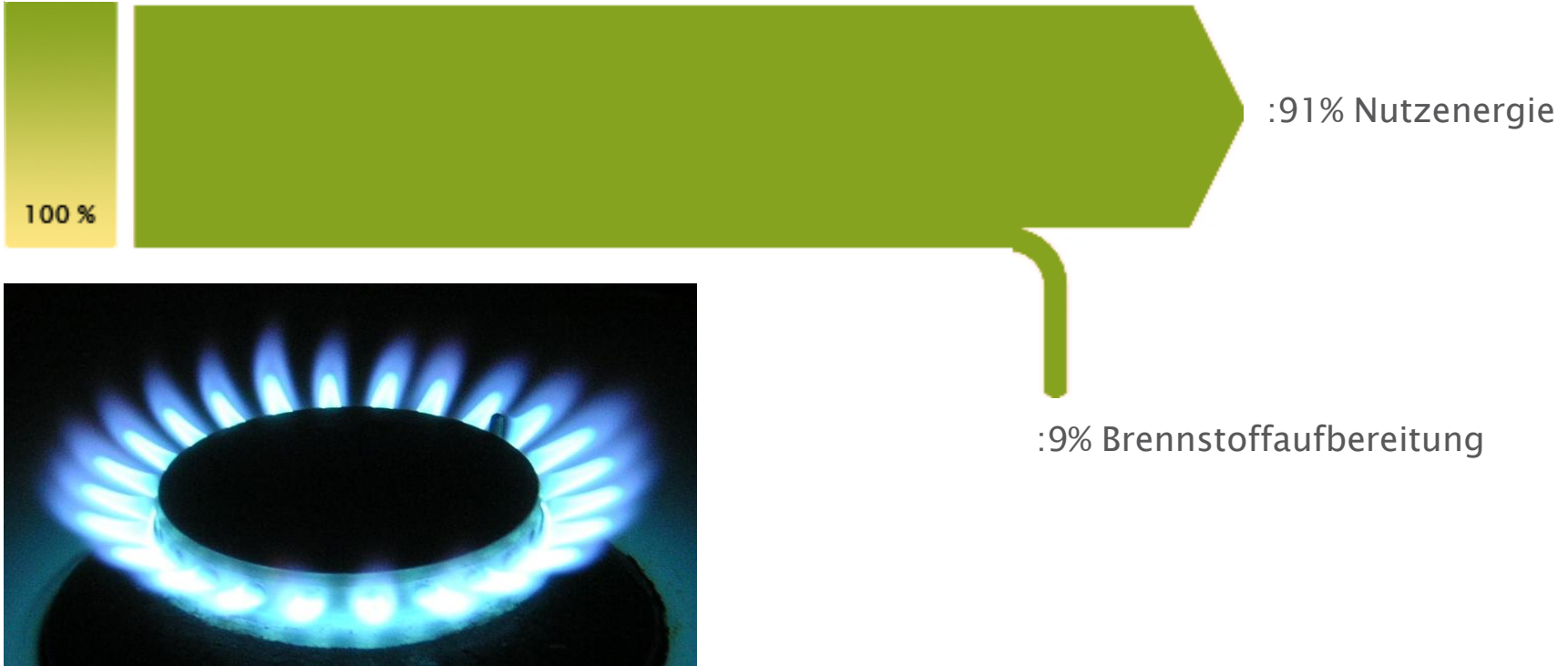
# Wandlungsverluste Druckluft

## Kinetische Energie (Druckluft)



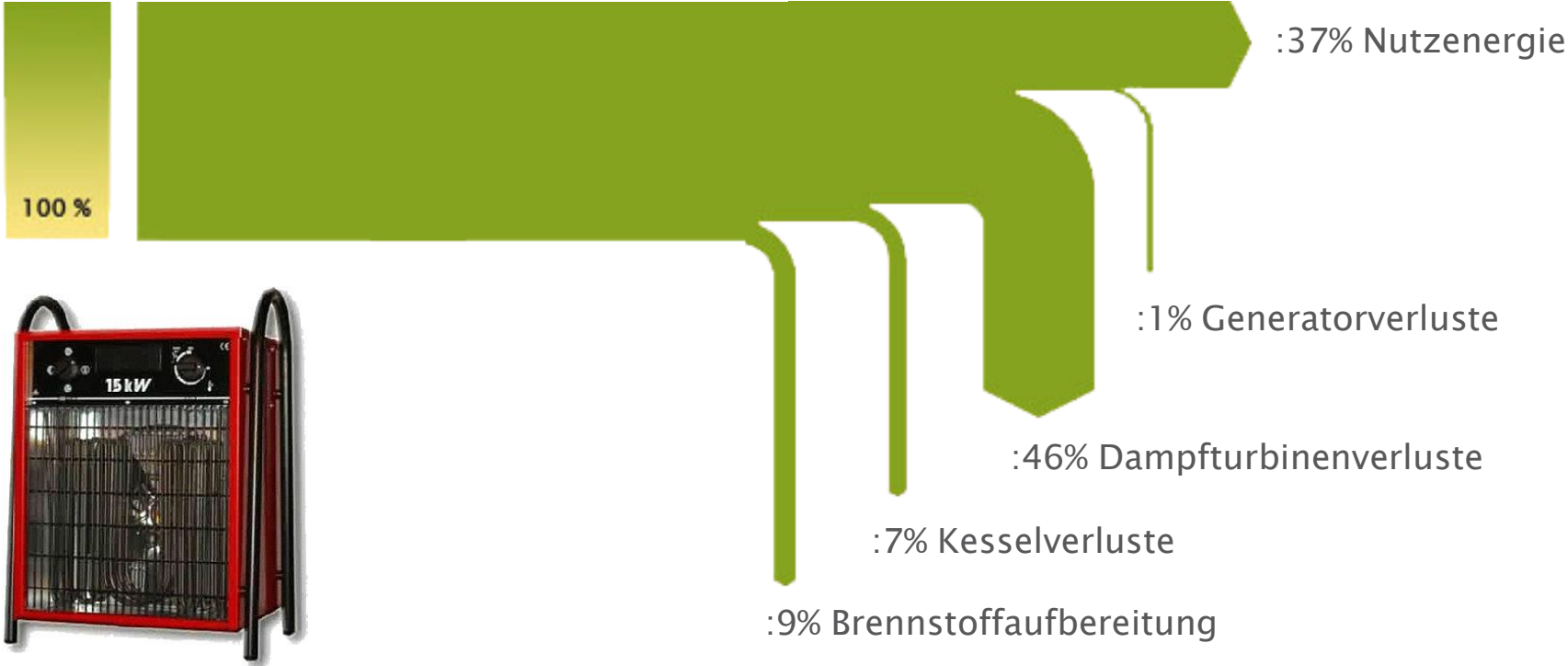
# Wandlungsverluste Direktbefeuerung

## Thermische Energie (Direktbefeuerung)



# Wandlungsverluste Heizung mit elektrischer Energie

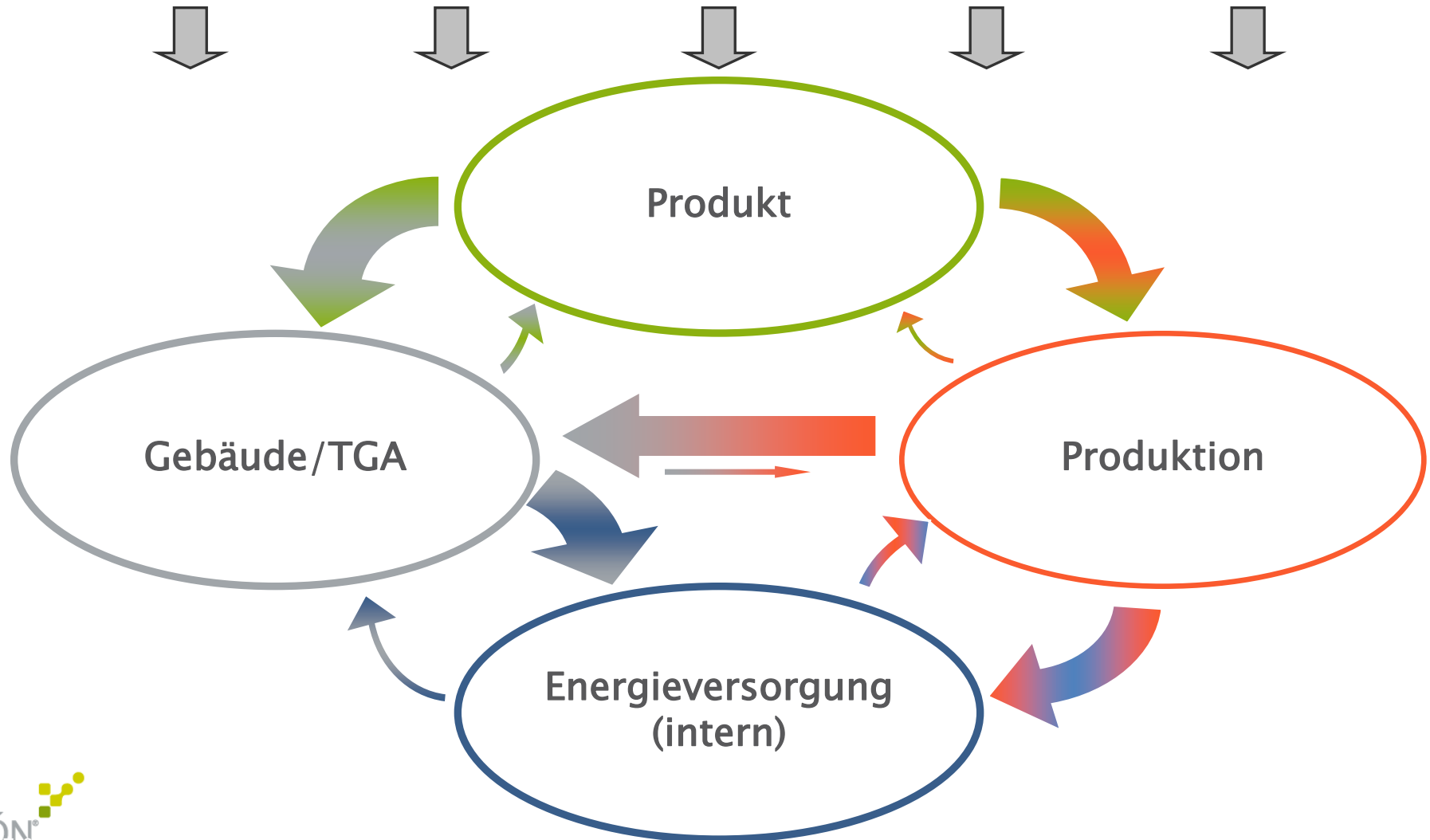
## Thermische Energie (Heizung mit elektrischer Energie)



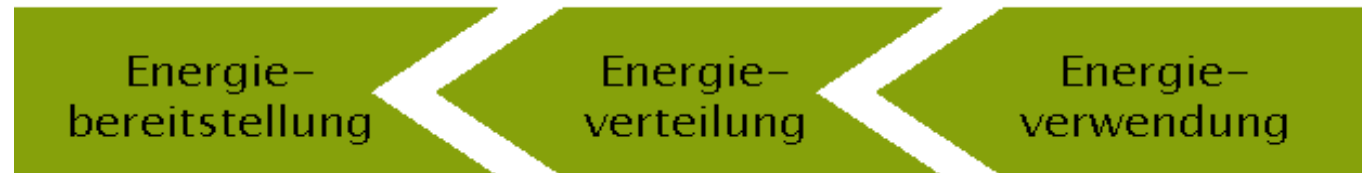


# Externe Randbedingungen

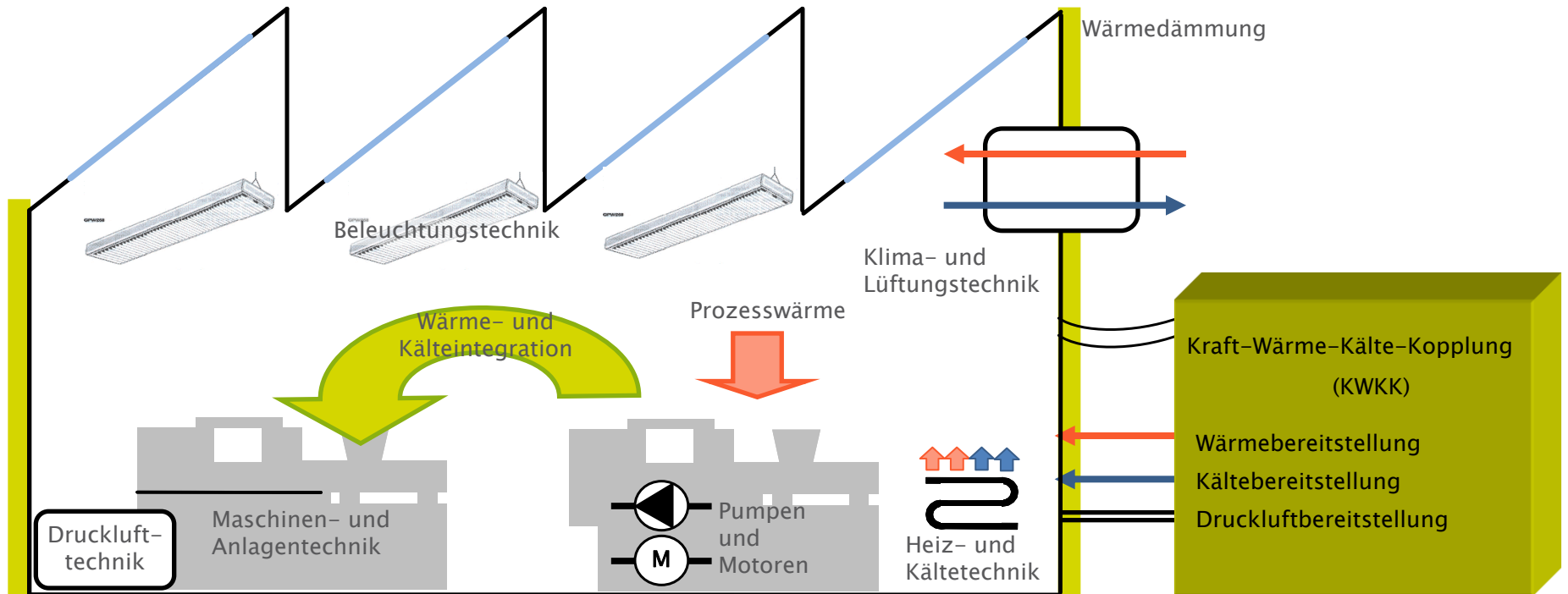
Klima/Wetter, Politik, Energieversorgung (extern), Standort, Logistik



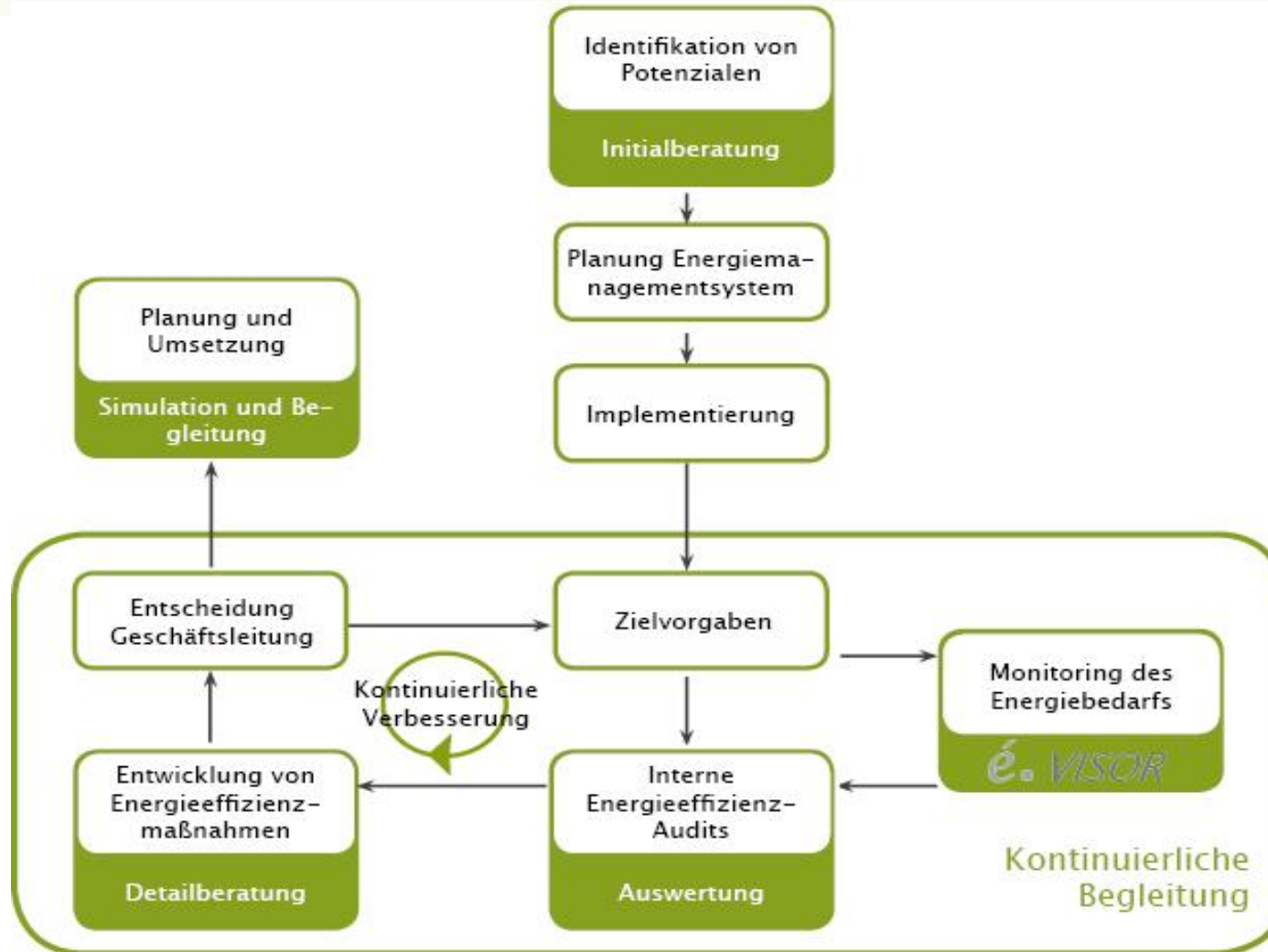
- Kundenspezifische, individuelle Lösungen
- prozessorientierte Betrachtungsweise
- Ausgangsbasis sind Prozessanforderungen an die Energiemedien



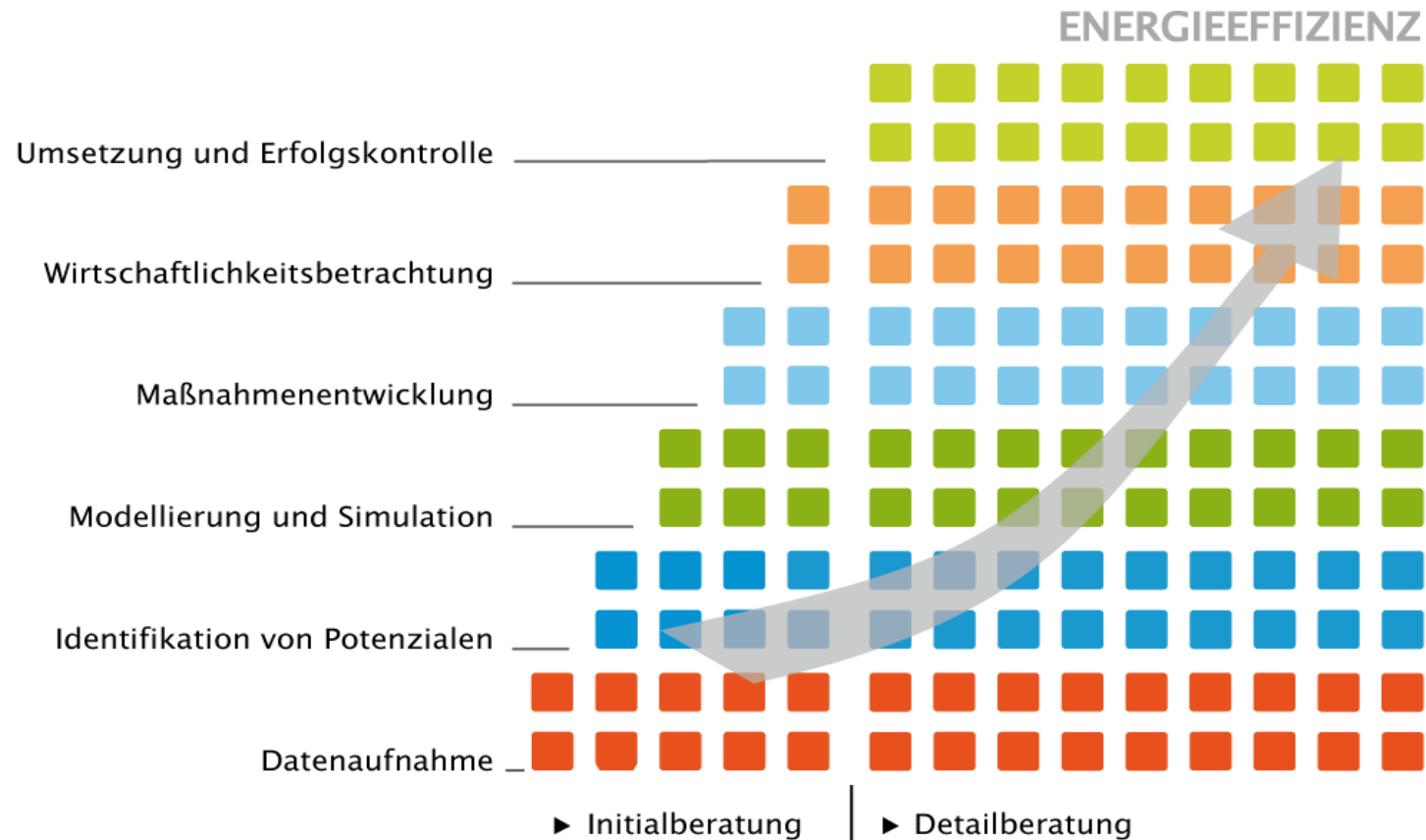
# Themenbereiche



# Vorgehensweise



# Vorgehensweise

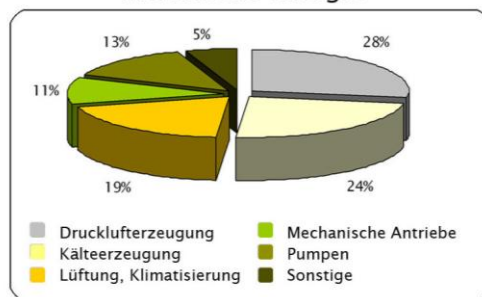


# Datenaufnahme

- Datenaufnahme mit bestehenden Unterlagen bzw. Messdaten
- Bei Bedarf eigene Messungen  
(Volumenstrom, Temperatur, Leistung)
- Detaillierte Darstellung der Energieverbraucher nach Bereichen und Medien

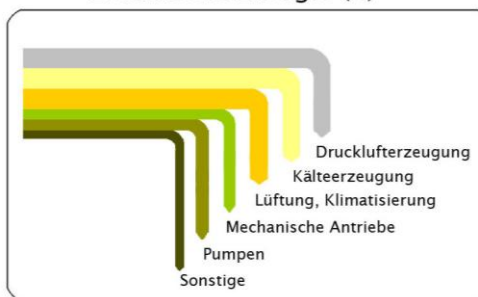
## Kreisdiagramm

Elektrische Energie



## Sankey-Diagramm

Elektrische Energie (%)

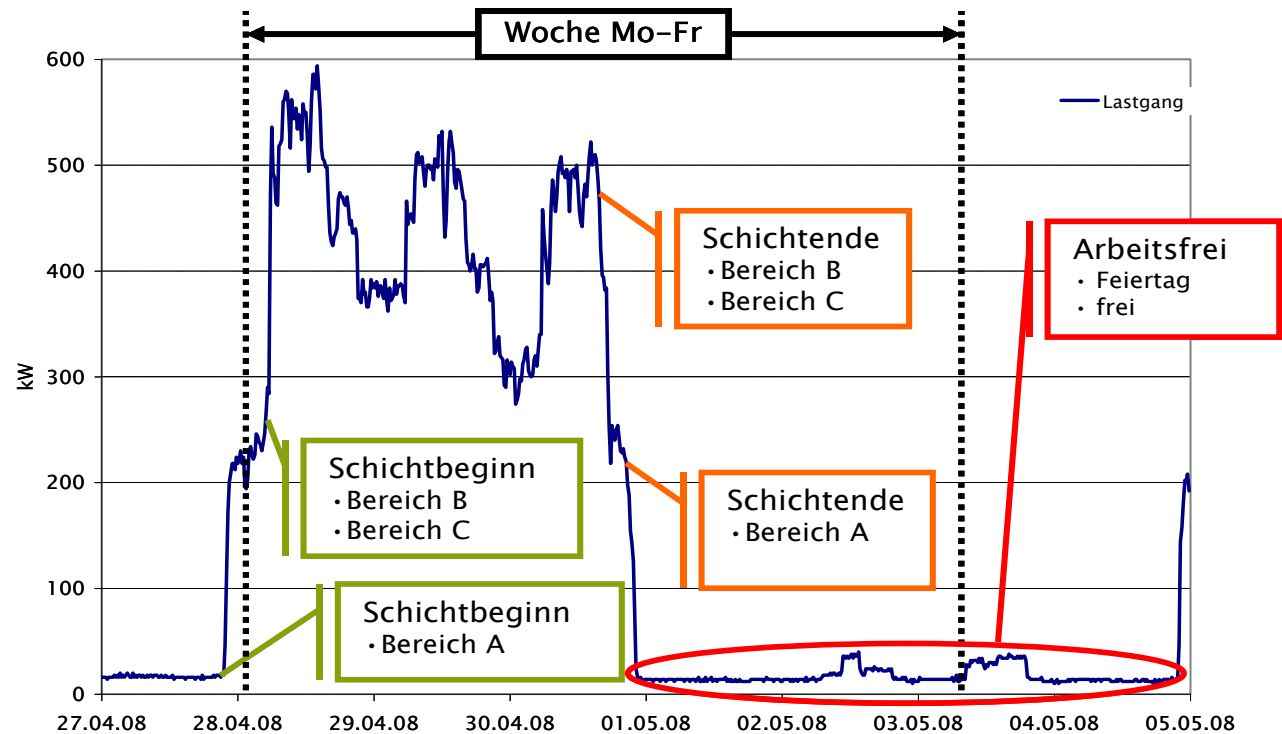


## Hitliste

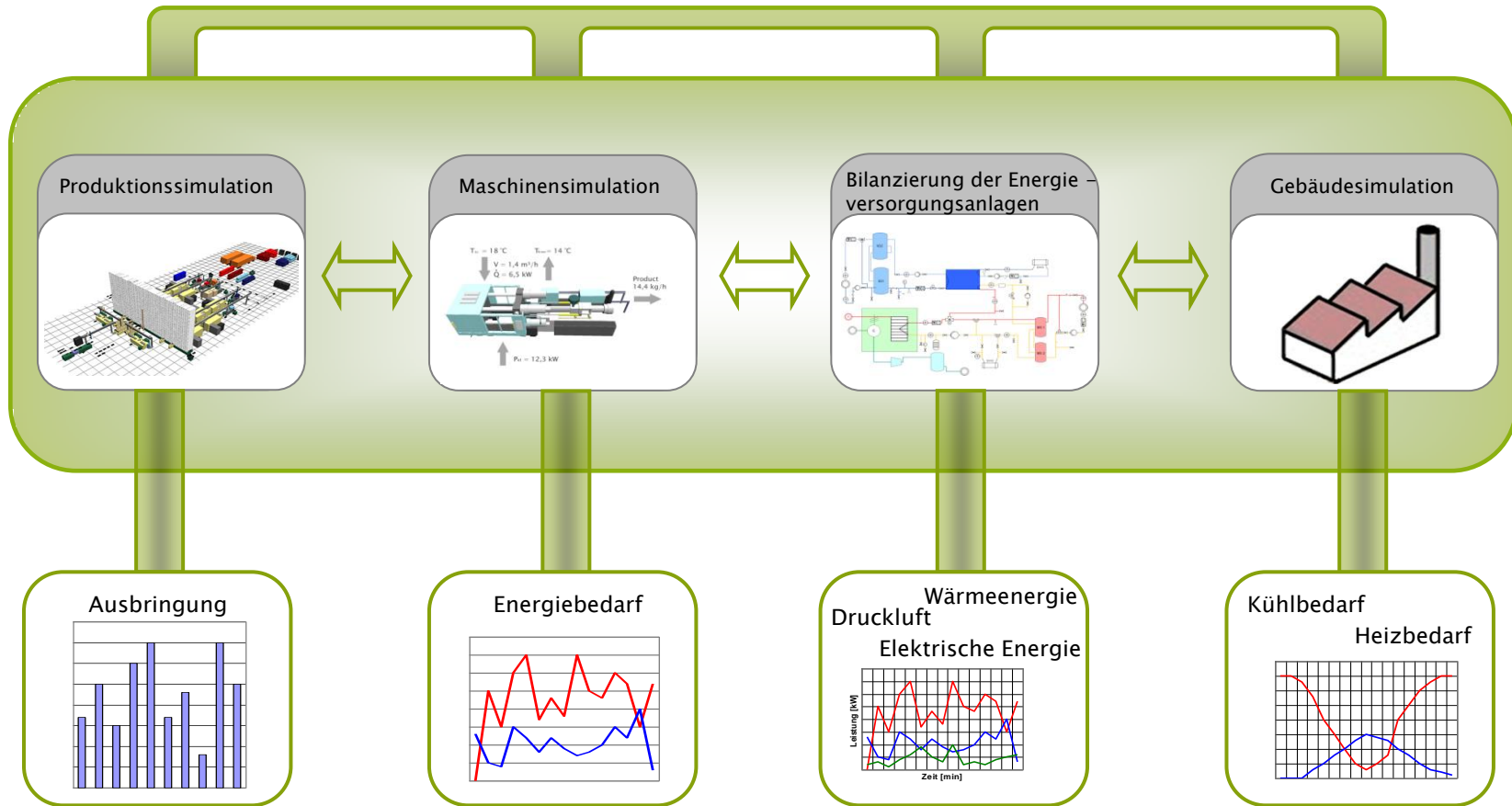
Elektrischer Verbraucher	Leistung [kW]	Anteil [%]
Druckluftzeugung	10.500	28
Kälteerzeugung	8.900	24
Lüftung, Klimatisierung	7.360	19
Mechanische Antriebe	4.000	11
Pumpen	5.040	13
Sonstige	2.000	5

# Identifikation von Potenzialen

- Identifizierung von Einsparpotenzialen
  - Bildung von Kennwerten
  - Erstellung physikalischer Modelle
- Analysemethoden (z.B. Pinch-Analyse)
- Lastganganalysen
- Bedarfsgerechter Energieeinsatz



## Verknüpfungsschematik der Einzelsimulationen

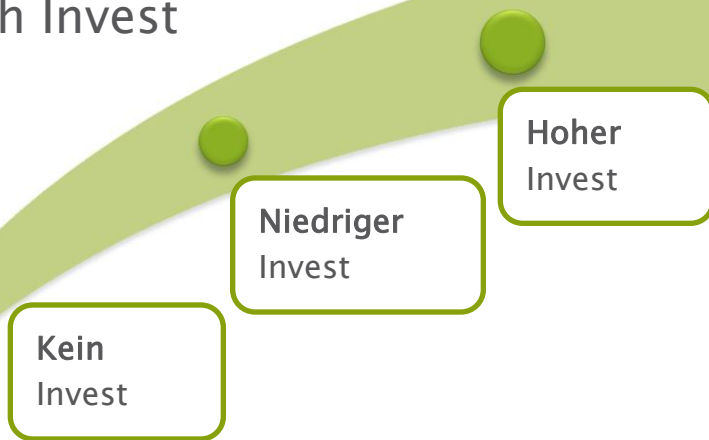




# Maßnahmenentwicklung

Maßnahmenentwicklung  
nach Invest

Reduzierung der  
Energiekosten



## Maßnahmenkategorisierung

A-Maßnahmen	
B-Maßnahmen	
C-Maßnahmen	

# Vorgehensweise

1

• Vermeidung von Energienutzung

2

• Verringerung des Energiebedarfs

3

• Reduktion von Wandlungsverlusten

4

• Anpassung der Temperaturniveaus

5

• Steigerung von Wirkungsgraden

6

• Vernetzung & Integration von Energieströmen

# Simulation von Energiesystemen

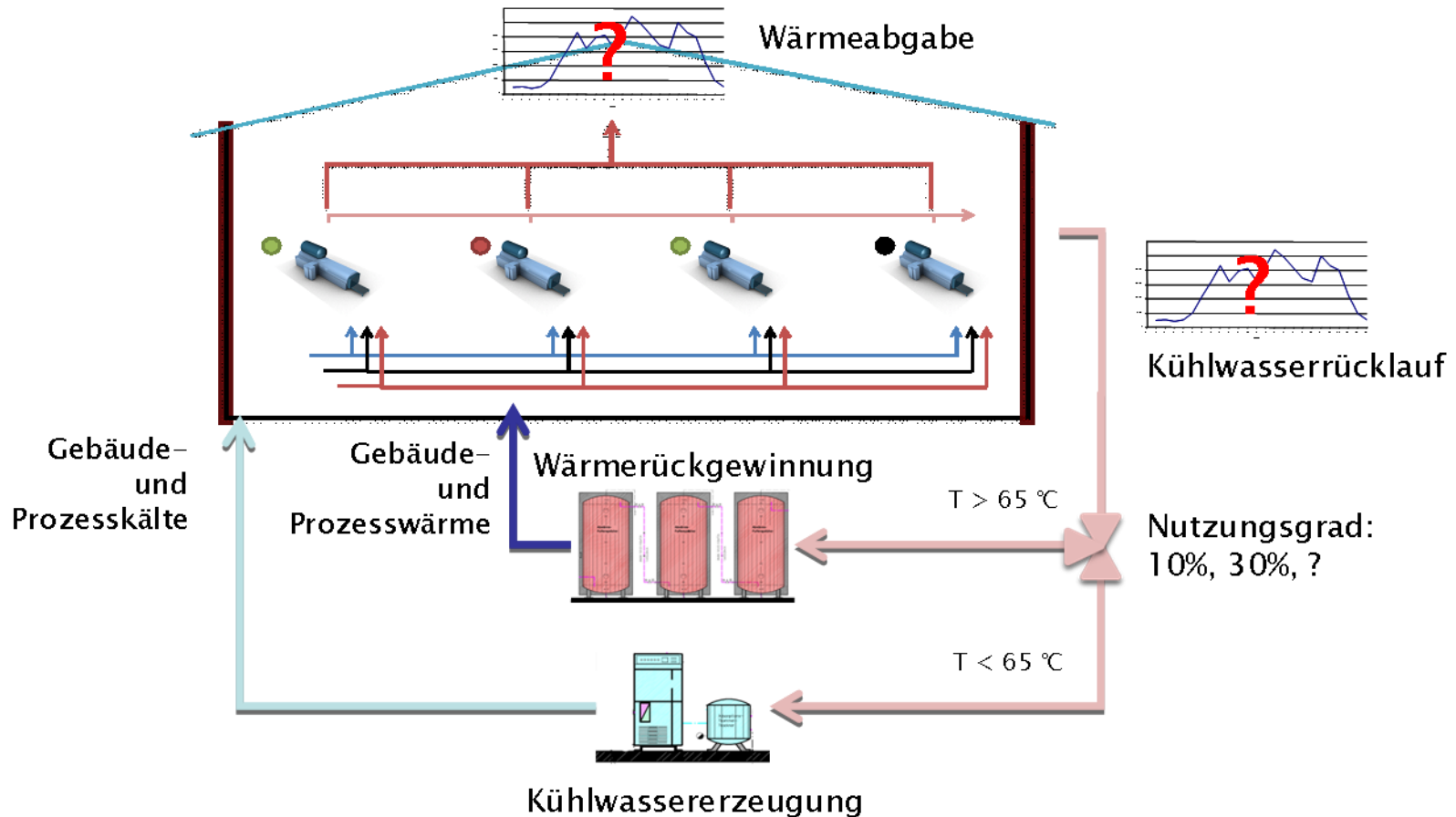


Frisches Denken für Produktion und Energie

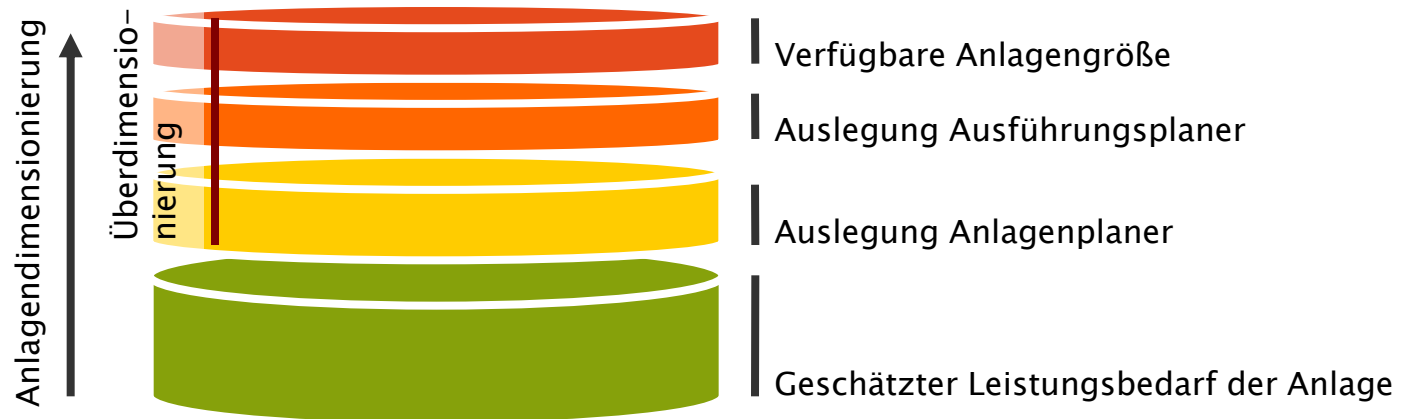
[www.limon-gmbh.de](http://www.limon-gmbh.de)

# Ausgangssituation

## Hohe Vernetzung von Energieströmen in der Fabrik

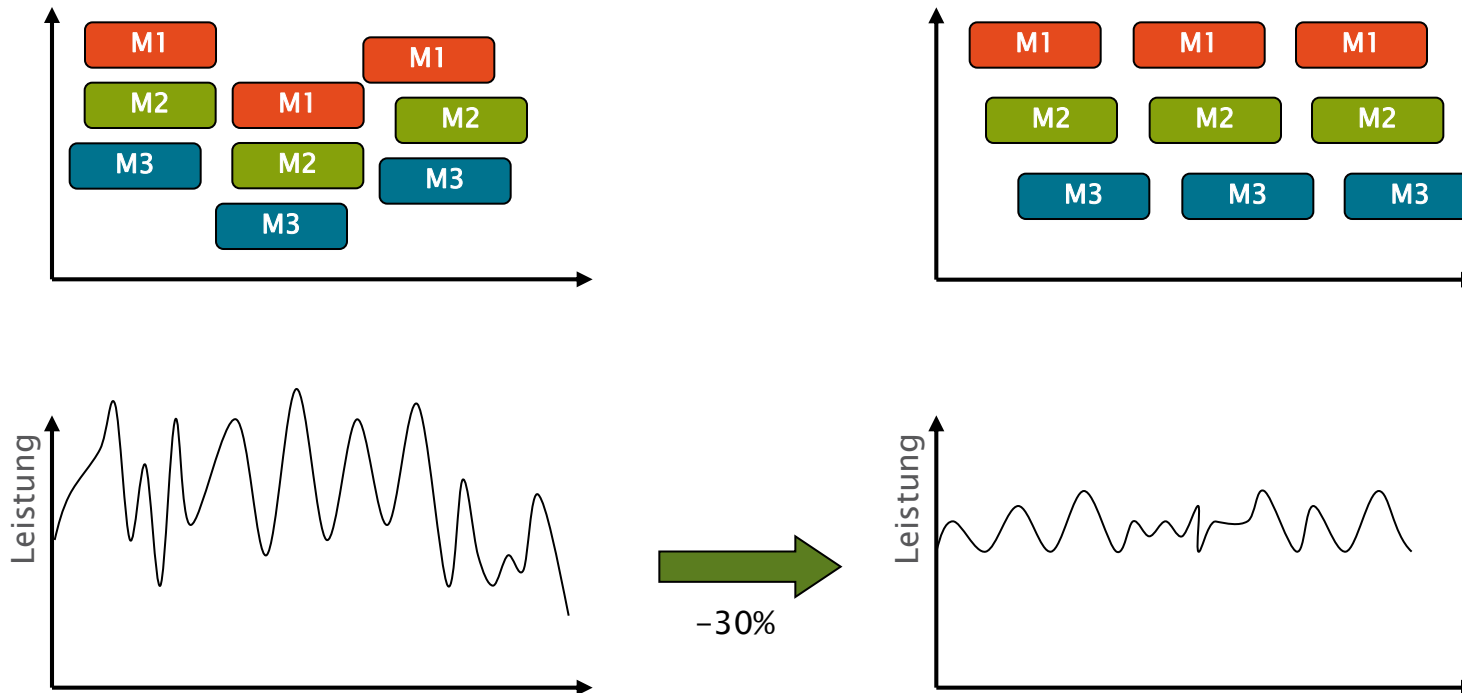


## Überdimensionierung im Planungsprozess aufgrund von Unsicherheiten



# Ausgangssituation

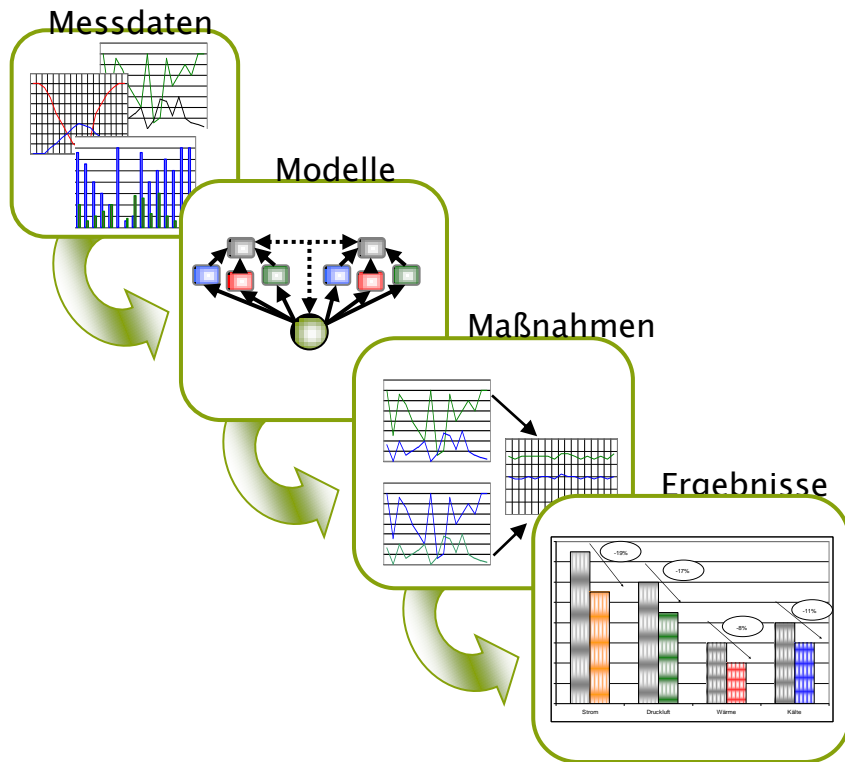
## Ineffiziente Energiebereitstellung aufgrund nicht abgestimmtem Produktionsbetrieb



# Anwendungsgebiete

- Einsatz zur Lösung individueller Problemstellungen
  - Neuplanung von Anlagen bzw. Neubauten &
  - Erweiterung eines bestehenden Betriebes
- Richtige Dimensionierung der Prozess- bzw. Anlagenparameter
- Abbildung und Analyse von Wechselwirkungen
- Analyse der Auswirkungen verschiedener Energieeffizienzmaßnahmen

# Simulation zur Energieeffizienzsteigerung

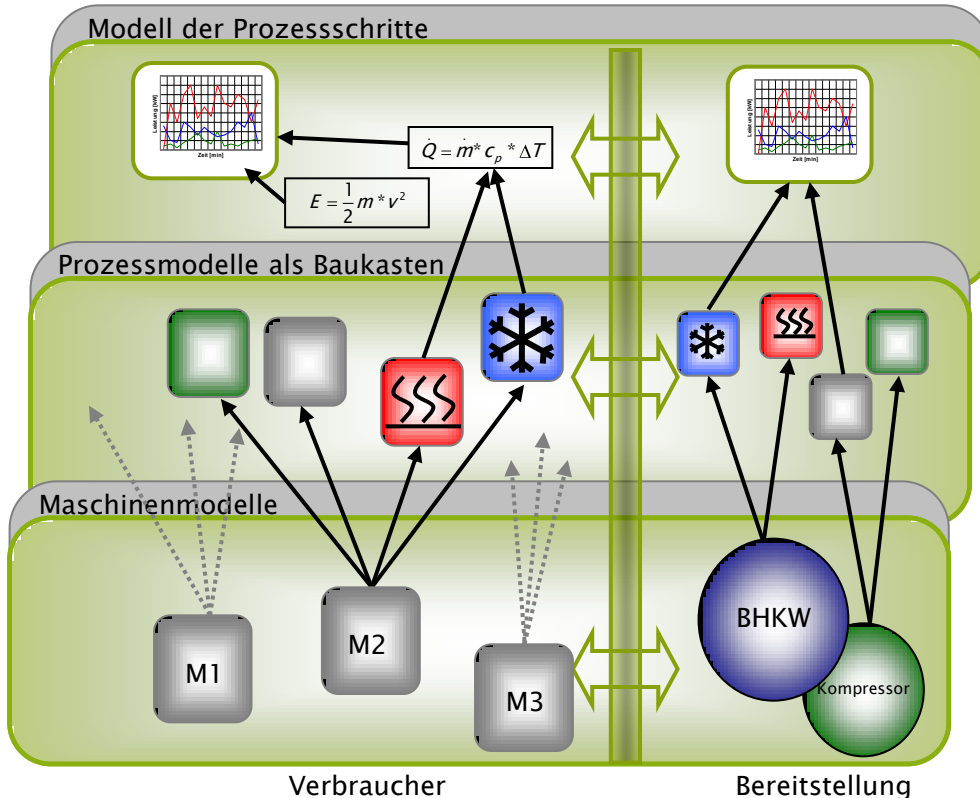


## Mögliche Ziele:

- Auf die Produktion abgestimmte Energiebereitstellung durch intelligente Steuerung
- Abstimmung geeigneter Steuerungsstrategien
- Entwicklung von Energieeffizienzmaßnahmen unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen



# Simulation zur Planung

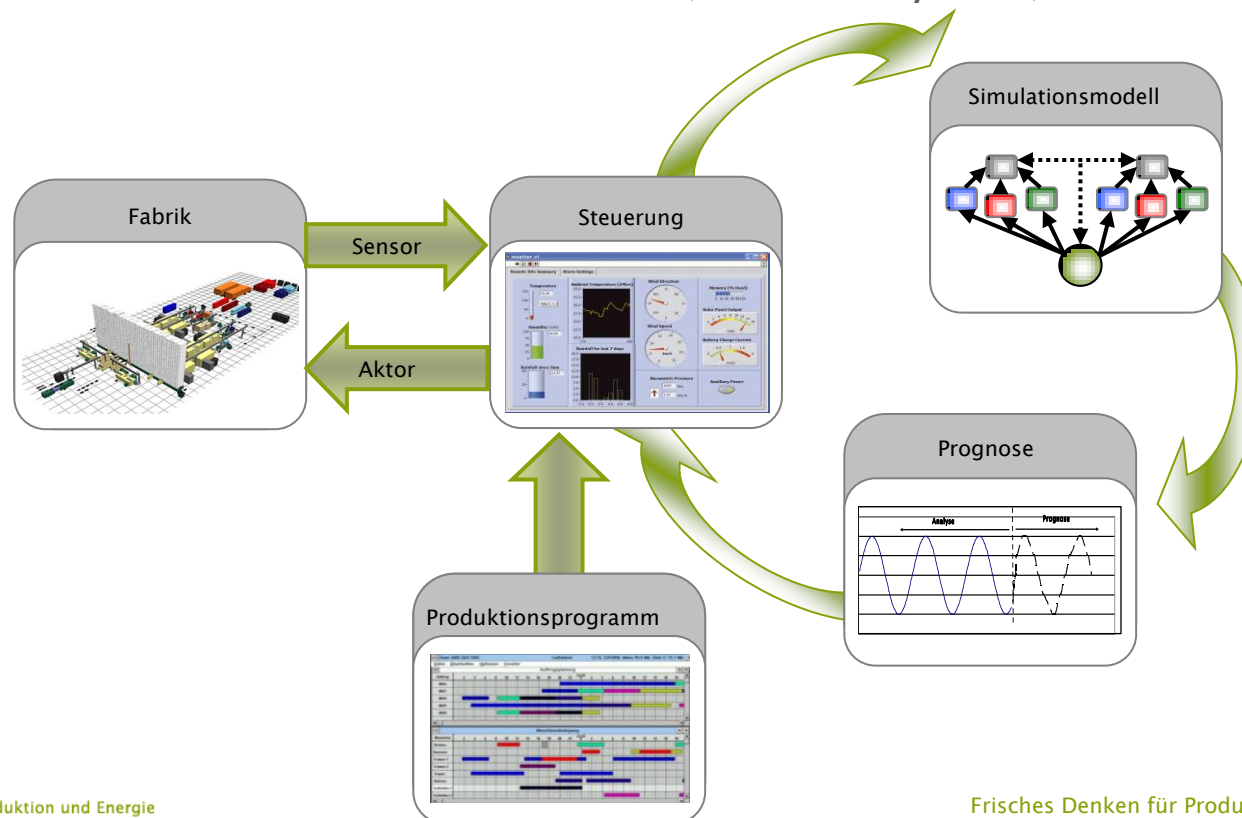


## Modellierung mittels Baukastensystem

- Maschinenmodelle einzelner Prozessschritte (z.B. Kühlen, Heizen)
- Physikalische Modelle für die jeweiligen Bausteine
- Elemente werden dem Gesamtprozess zugeordnet und mit Mengen, Zeiten u.ä. entsprechend parametrisiert

# Ausblick: Betriebsbegleitende Simulation

- Die durch die Simulation prognostizierten Energieverläufe werden an die jeweiligen Steuerungen zurückgegeben
  - Bessere Abstimmung zwischen Bedarf und Bereitstellung
  - Durch Bildung von Kennzahlen werden zudem Unstimmigkeiten und Fehler im Prozess schneller erkannt (Frühwarnsystem)



*é. VISOR*

# Energiemonitoring und Bewertung der Energieeffizienz

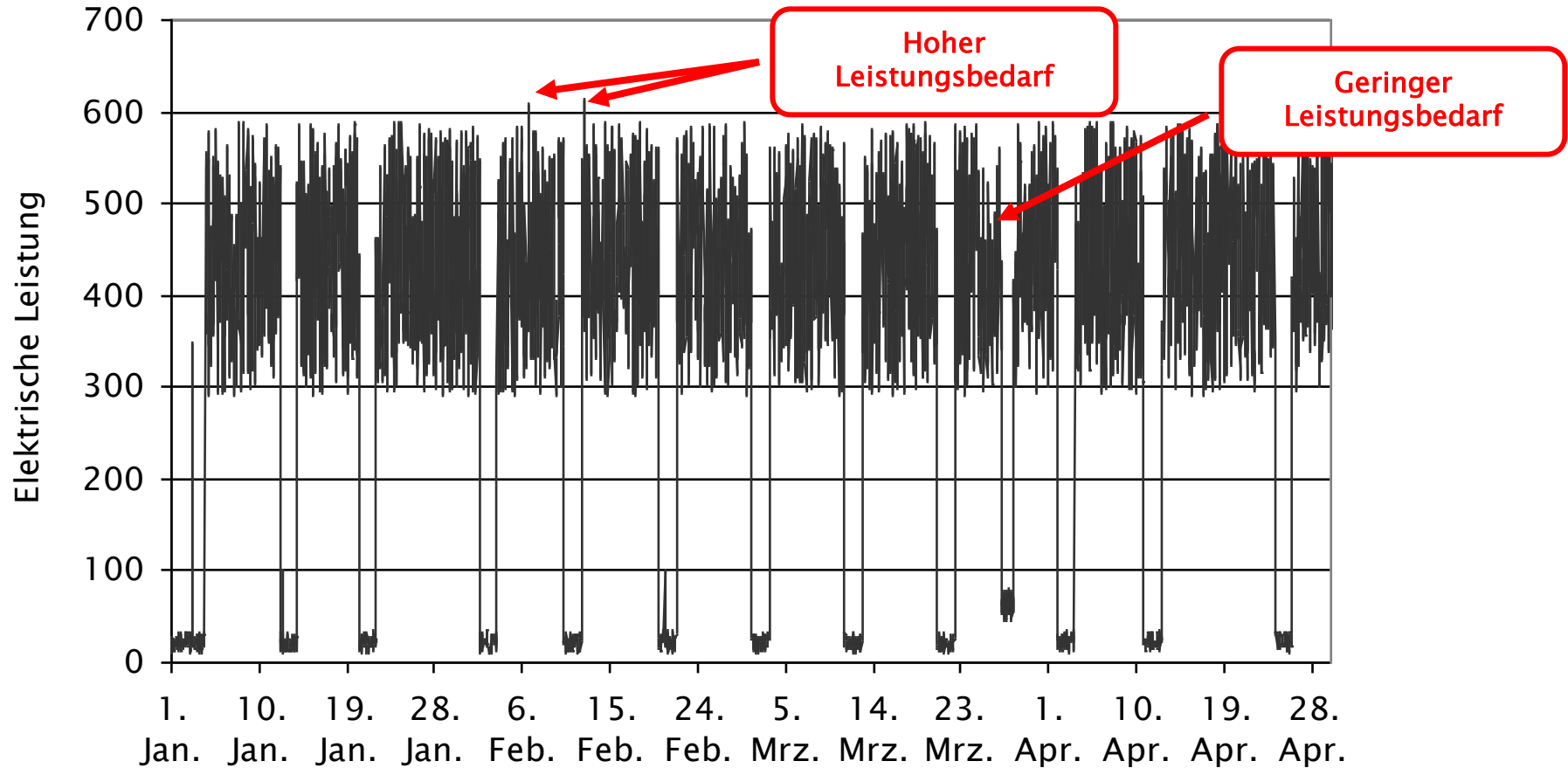


Frisches Denken für Produktion und Energie

[www.limon-gmbh.de](http://www.limon-gmbh.de)

# Ausgangssituation

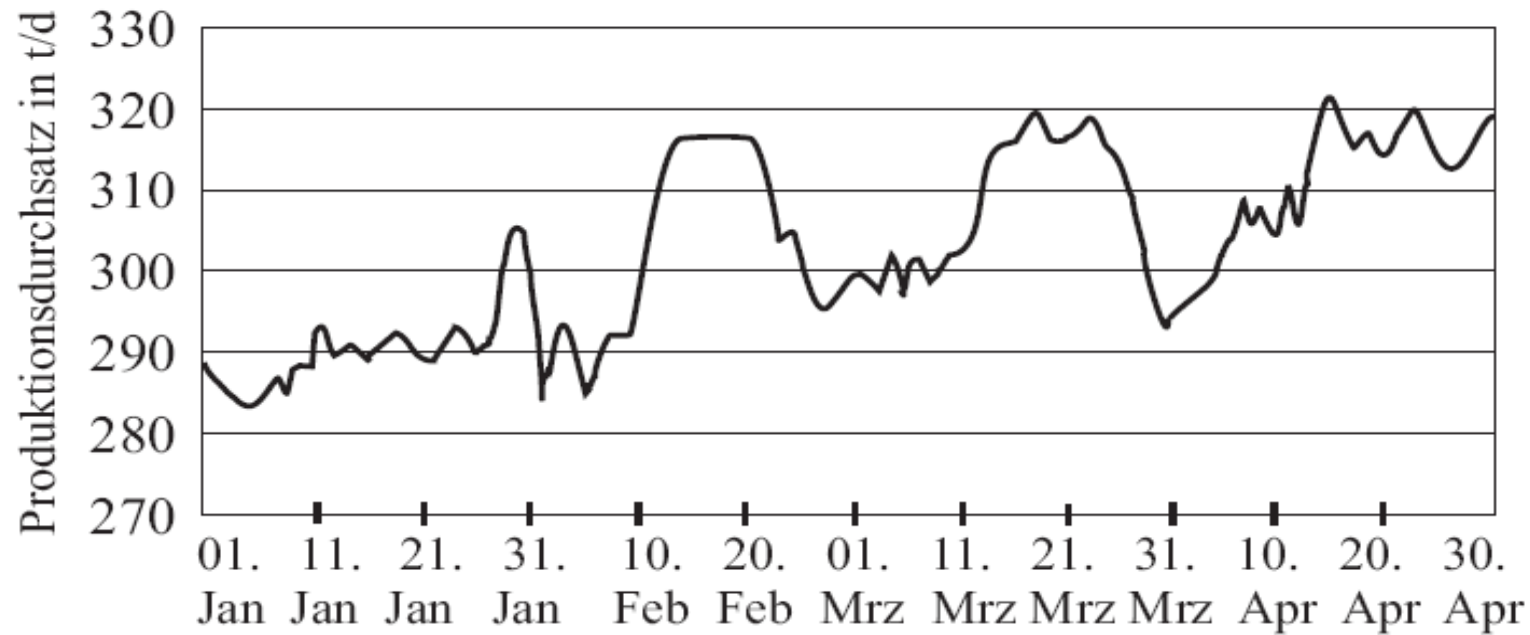
## Erfassung und Darstellung von Energiedaten



→ Keine Aussage zu Energieeffizienz möglich

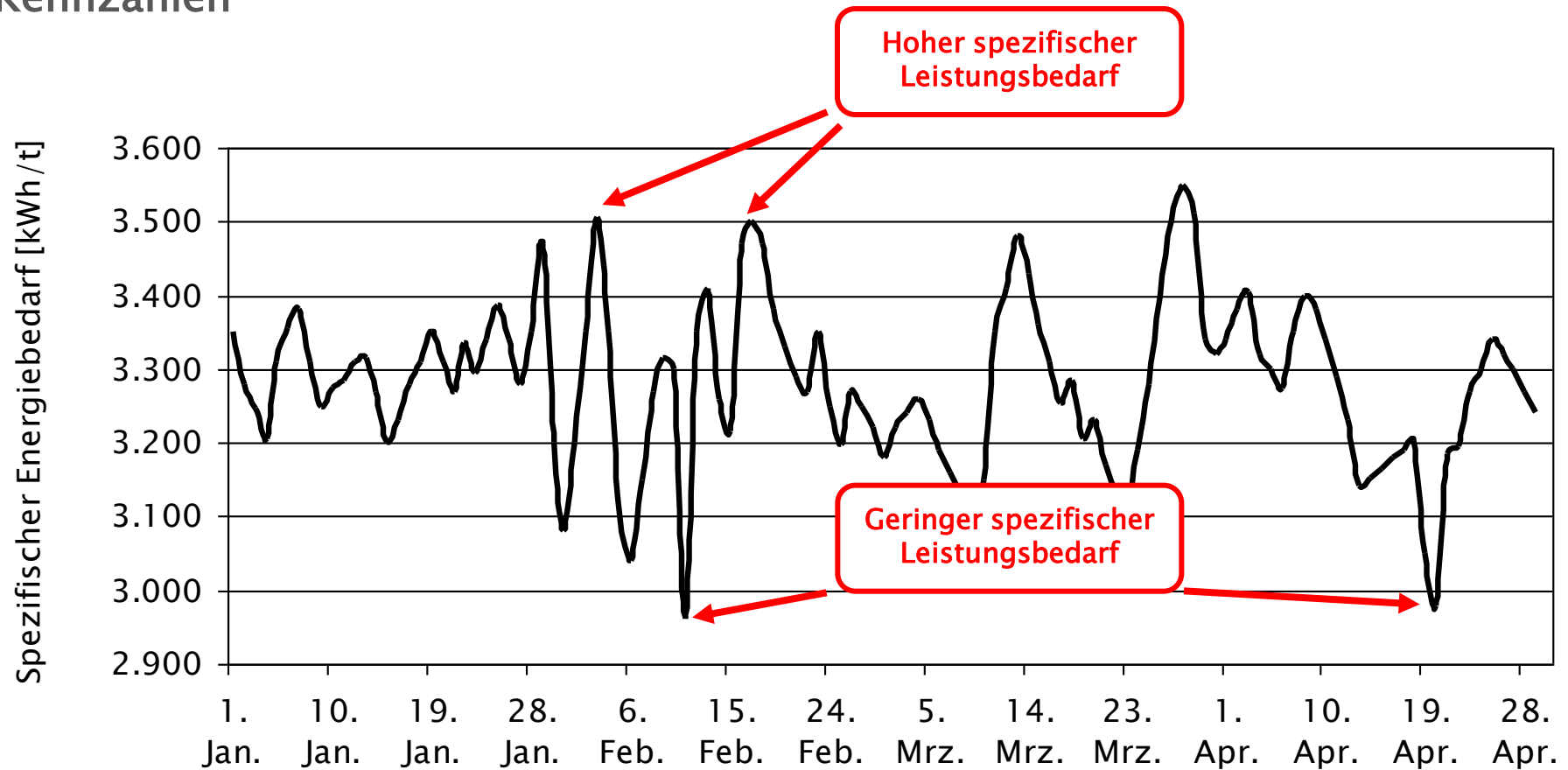
# 1. Schritt

## Zusätzliche Erfassung von Produktionsdaten

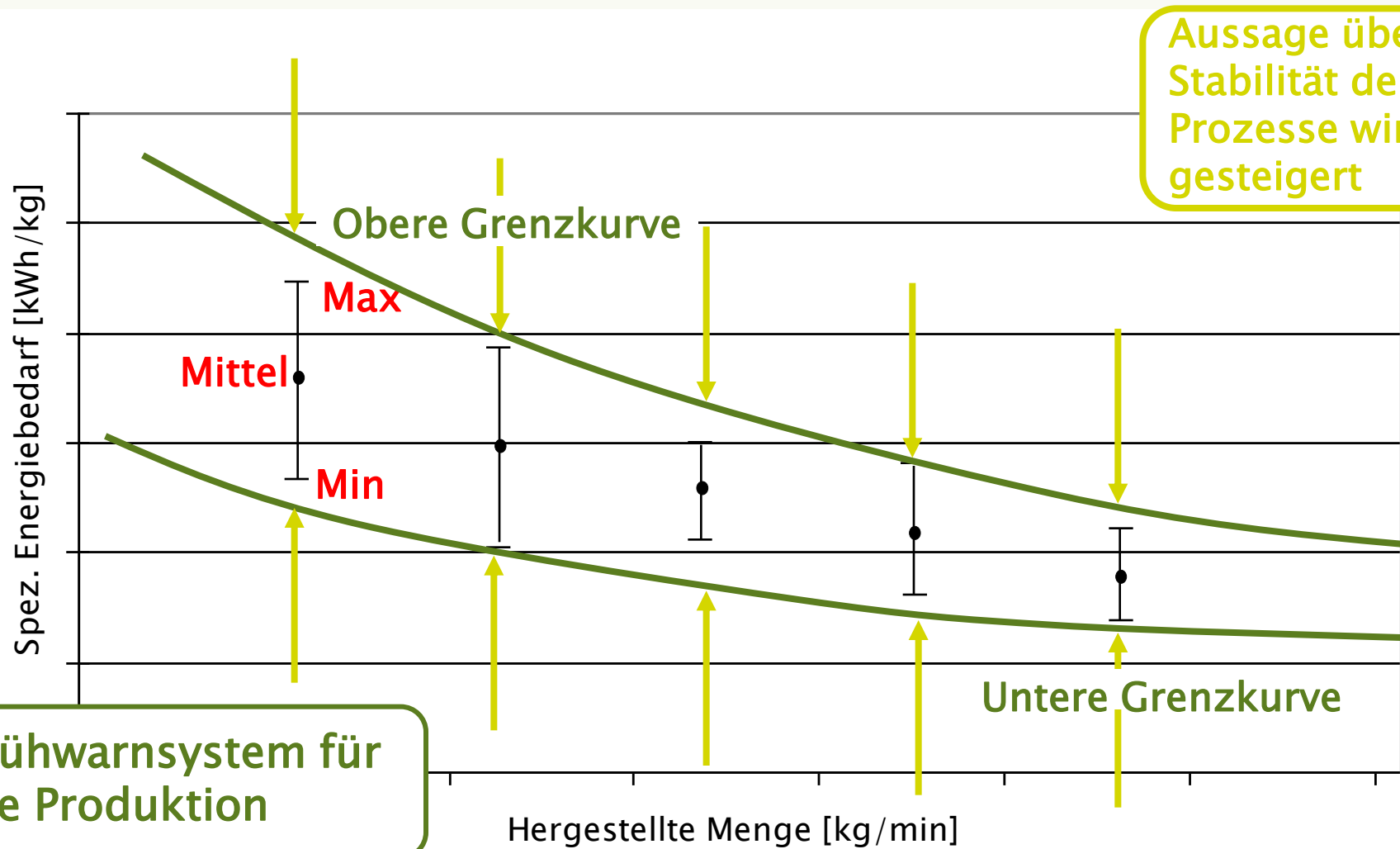


## 2. Schritt

### Kombination von Energie- und Produktionsdaten zu spezifischen Kennzahlen



→ Nur geringe Aussagekraft, da Betriebspunkt nicht berücksichtigt



Frühwarnsystem für die Produktion

Aussage über Stabilität der Prozesse wird gesteigert

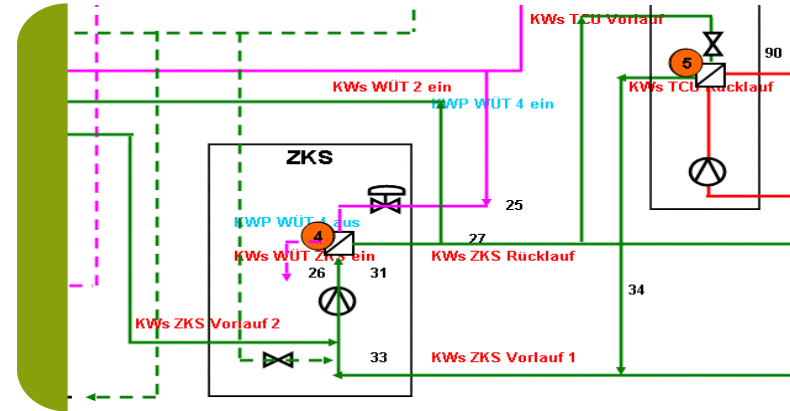
# Praxisbeispiel

- Branche:                    Reifenproduktion inkl. Rohmaterialbereitstellung, Halbzeugfertigung und Vulkanisation
  - Arbeitnehmerzahl:    1.800 Mitarbeiter
  - Projekt:                    Initialberatung, In Zusammenarbeit mit dem Energieversorger
- 
- Energieanalyse der Reifenproduktion durch Erfassung, Auswertung und Darstellung aller relevanten Stoff- und Energieströme
  - Aufzeigen möglicher Bereiche zur Detailuntersuchung
  - Maßnahmenentwicklung zu Einsparpotenzialen im Bereich
    - Kühlung einer Fertigungslinie Halbzeuge
    - Vulkanisation



# Kühlung einer Fertigungslinie Halbzeuge

- Modellierung der bisherigen Kältebereitstellung
  - Berechnung unterschiedlicher Lösungsansätze zur effizienten Kühlung
  - Prüfung der Prozessvorgaben
- ↪ Temperaturprüfung des Materials anstatt des Kühlwassers
  - ↪ Verlängerung der Kühlstrecke



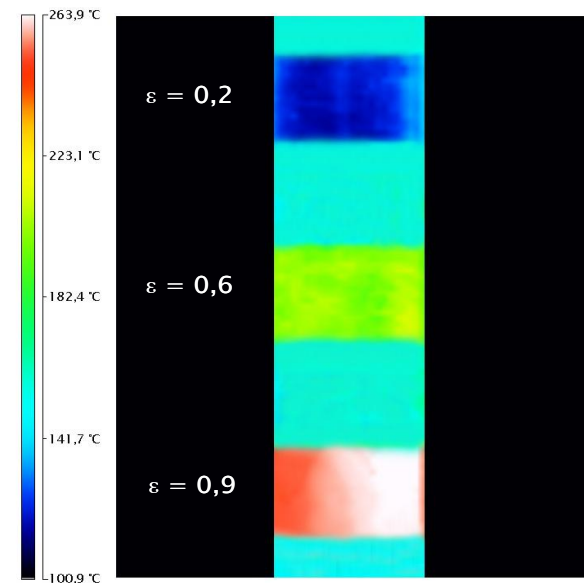
- ↪ Umstellung von Kompressionskälte auf Absorptionskälte

# Vulkanisation

- Reduzierung des Dampfbedarfs der Vulkanisationspressen
- ↳ Minderung der Strahlungsverluste an der Presse durch niedrig emittierende Beschichtung
- Verifizierung der Einsparpotenziale

Verlustrechnung			
Mantelfläche/Container	m <sup>2</sup>	<input type="text" value="2,43"/>	
Maße Container	Radius	<input type="text" value="0,775"/>	Höhe <input type="text" value="0,500"/>
Variation Emissionskoeffizient		Referenz	Low-E-Lack
Gesamtwärmeverlust	W/m <sup>2</sup>	1.586,42	1.165,77
Anteil Strahlung		48,51%	24,63%
Oberflächentemperatur	°C	146,69	155,52
Wärmeverlust/Container	W	3.862,50	2.838,34
<b>Differenz</b>		W	<b>1.024,16</b>
Produktionszeit/Jahr	<input type="text" value="8.400"/>		
Anzahl Pressen	Stck <input type="text" value="138"/>		
Anteil Backzeit	<input type="text" value="0,75"/>		
Anzahl Container/ Presse	<input type="text" value="2"/>		
Auslastung	<input type="text" value="88%"/>		
<b>Differenz im Jahr</b>		kWh	<b>1.567.109</b>
Preis/kWh thermisch	<input type="text" value="0,06 €"/>		
<b>Einsparung in €/a</b>			<b>94.027 €</b>

- Laborversuch

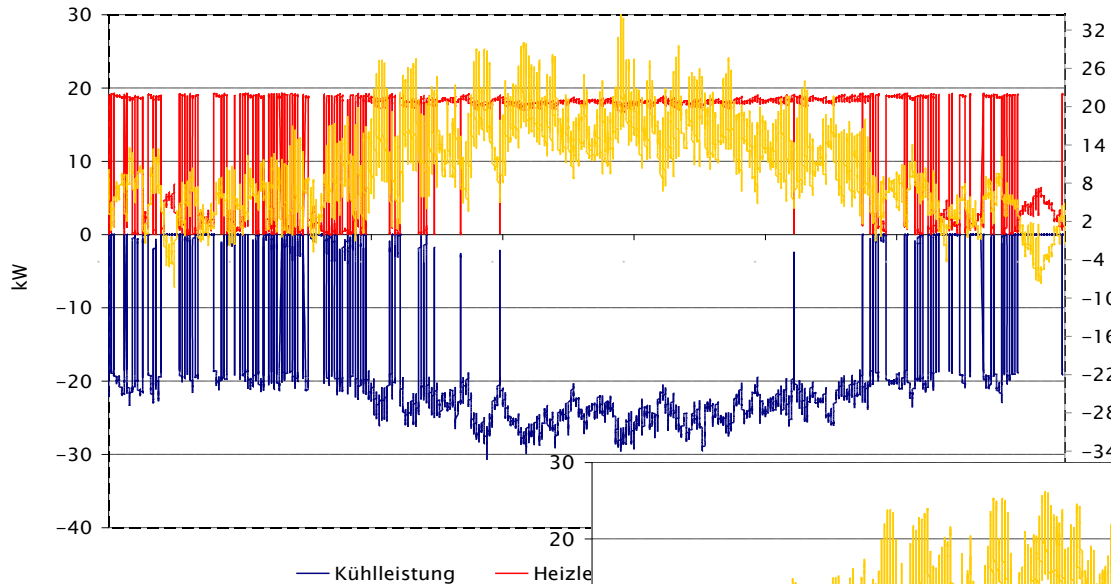


- Kühlung
  - Reduktion des Strombedarfs im Bereich Kühlung um 125 MWh bzw. 12.500 €
  - Basis zur Vergabe von internen Projekten zum Thema Kühlung
  
- Vulkanisation
  - Reduktion des thermischen Energiebedarfs im Bereich Vulkanisation um 1.560 MWh bzw. 93.000 € bei einem Invest von 8.400 €
  - Lieferung von *é.TERMICO* zur Beschichtung der Reifencontainer

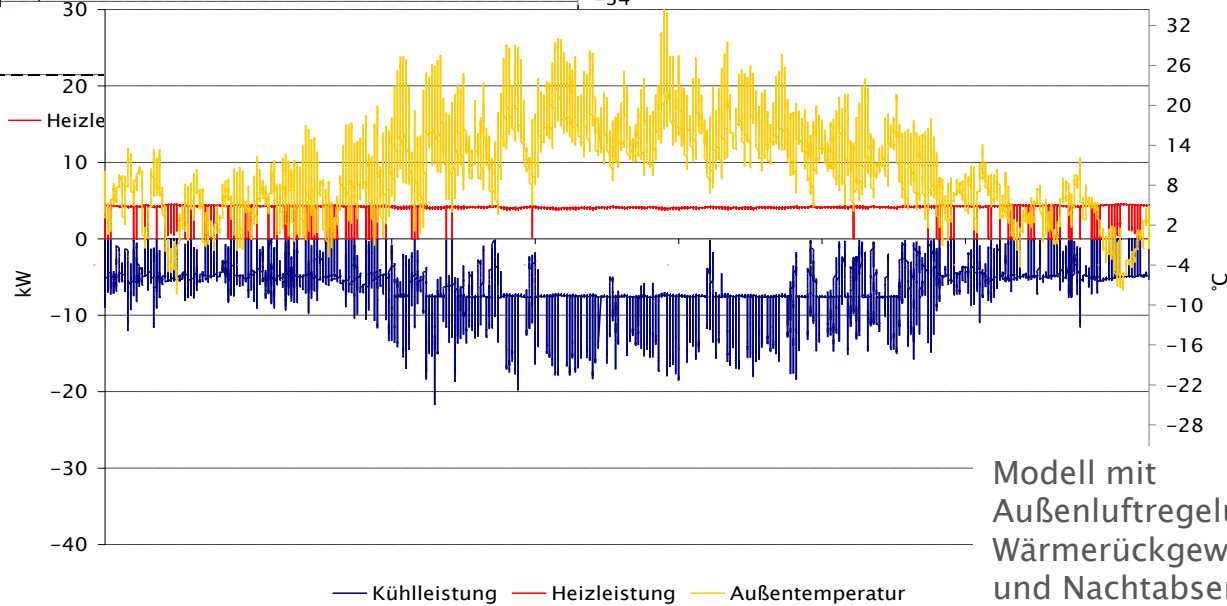
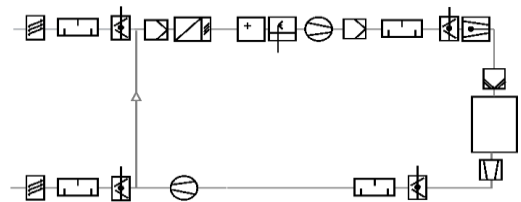
# Praxisbeispiel

- Branche : Biotechnologie- und Pharmaunternehmen
- Arbeitnehmerzahl : 900 Mitarbeiter
- Projekt: Energiebilanzierung der Impfstoffproduktion
  
- Besonderheiten:
  - Genehmigungsbedürftiger Prozess
  - Reinraumtechnik (Verhinderung von Kontamination der Luft durch Partikel)
  - Aufwendige Klimatisierung
  - Medien: PUW, WFI, Reinstdampf
  
- Schwerpunkte:
  - Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Lüftungstechnik
  - Identifikation von Potenzialen in den Bereichen Kältetechnik, Reinstmedienerzeugung und Energiebereitstellung

# Modellierung und Simulation der Klimatisierungsanlagen

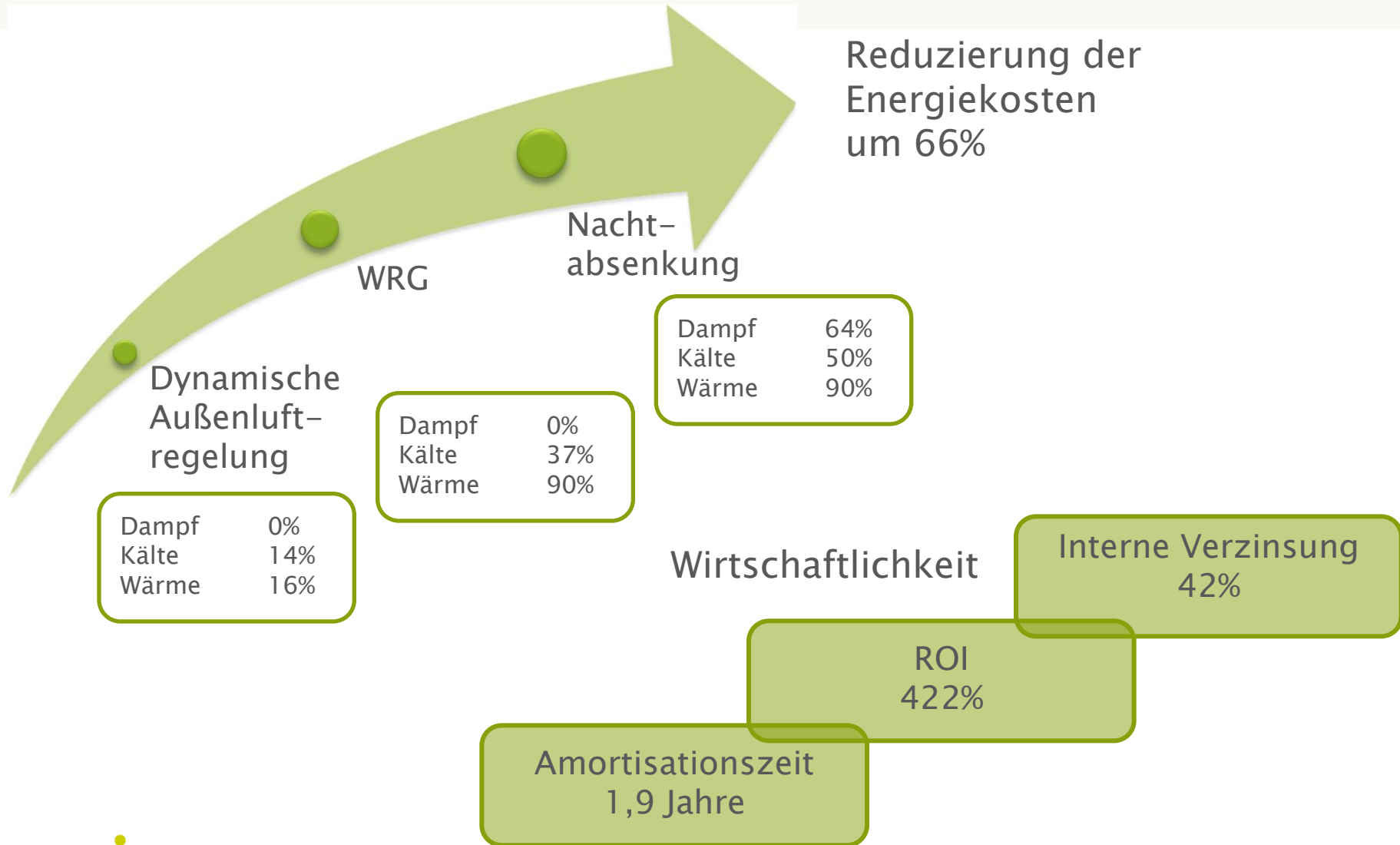


- Verbesserte Wärmerückgewinnung und Außenluftregelung reduziert den Heiz- und Kühlbedarf
- Absenkung der Luftwechsel-rate in nicht-produzierenden Zeiten (Nacht) reduziert den elektrischen Energiebedarf



Modell mit Außenluftregelung, Wärmerückgewinnung und Nachtabsenkung

# Einsparpotenziale in der Lüftungstechnik



- Energieeffizienz hat bei steigenden Energiepreisen hohe Bedeutung
- Detaillierte, prozessorientierte Analyse notwendig
- Branchenunabhängige und spezifische Lösungsansätze vorhanden
- Ganzheitliche Betrachtung sinnvoll
- Häufig hohe Wirtschaftlichkeit gegeben

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Limón GmbH  
Untere Königsstraße 86  
D-34117 Kassel

[www.limon-gmbh.de](http://www.limon-gmbh.de)

t +49.561.220 701-30  
f +49.561.220 701-49