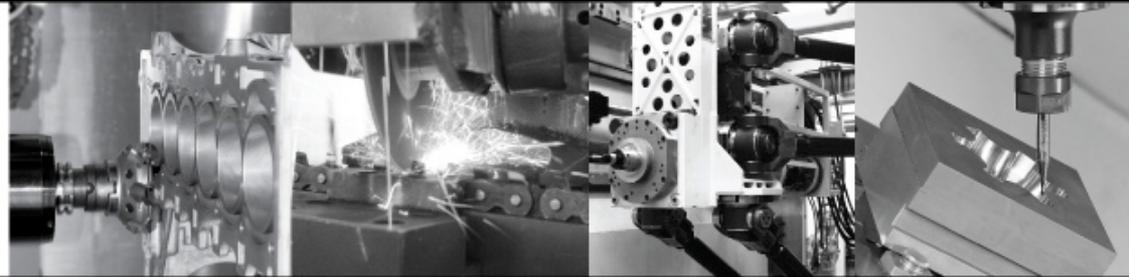


Institut für Fertigungstechnik u. Hochleistungslasertechnik

Vorstand: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Friedrich Bleicher



Effizienzsteigerung durch Energiemonitoring

DI Fabian Dür

Lehrstuhl für Spanende Fertigungstechnik
Arbeitsbereich Technologie

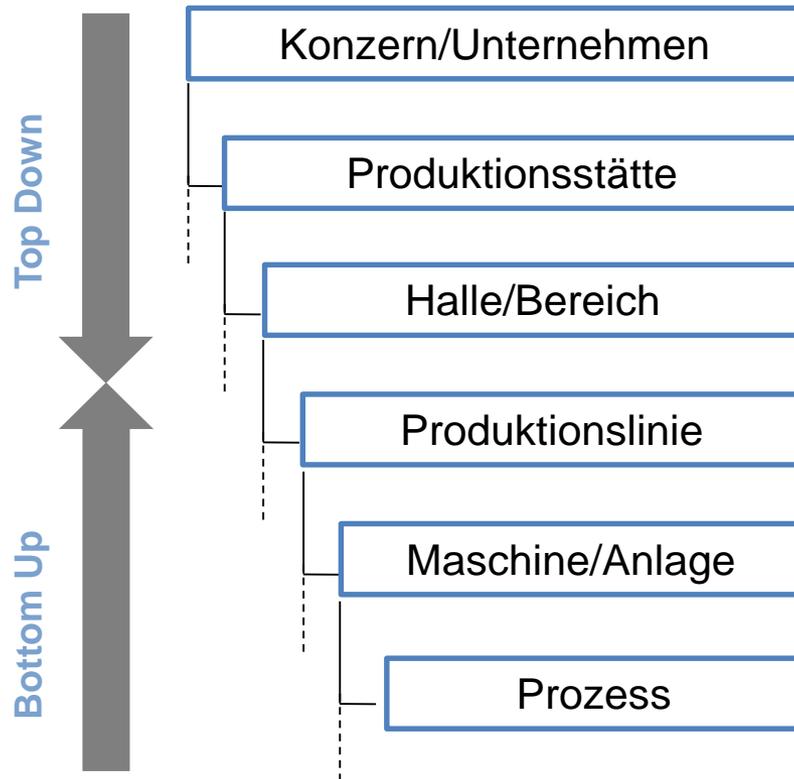
11. Mai 2016

eco²production



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology





■ Gebäudeebene

- Entwicklung und **Implementierung von Energiemonitoring-Lösungen** für komplexe Produktionssysteme
- **Lastganganalyse** und Guideline für die Erhebung von Energieströmen
- **Implementierung von Optimierungsmaßnahmen**

■ Maschinen-/Prozessebene

- Standardisierte Maschinenvermessung und **Bewertung der Maschineneffizienz**
- Standardisierte Bewertung der **Prozesseffizienz** über energetische Messungen
- **Energetische Analyse produktionsplanerischer Einflüsse über Simulationen**





Messrechner

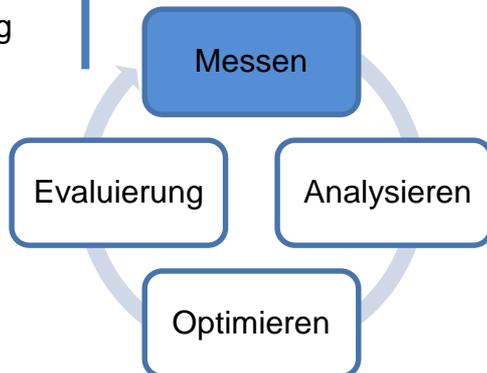


- Software WinCC OA
- Flexibles User Interface
- Verschiedene Kommunikationstreiber
- Berechnung von Kennzahlen, statistischen Werten etc.
- minimale Messauflösung **100 ms**
- Datenbank- und Datenexport-Funktion

Kommunikation



Industrial Ethernet Switch
SCALANCE XF208



Messtechnik



Multifunktions-Messgerät
SENTRON PAC 3200/4200
für U, I, P, Q, S, $\cos(\varphi)$



Stromwandler

- 50/5 A
- 60/1 A
- 75/1 A
- 100/1 A
- 125/1 A
- 250/1 A
- 400/1 A
- 600/1 A
- 1000/1 A



SIMATIC S7-1200 SPS



FESTO CPX-CEC
SPS/Ventilinsel

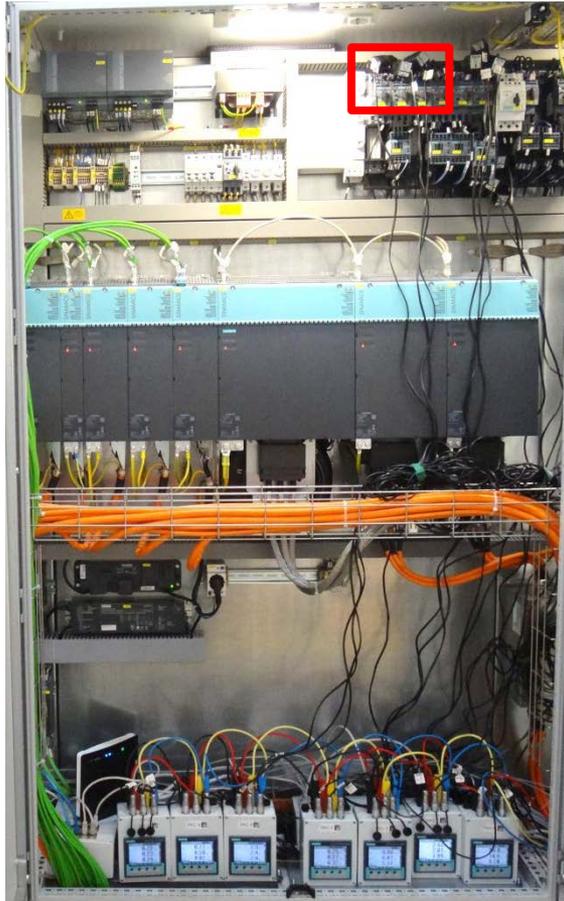


Sensorik

- Druckluft (Volumenstrom und Druck)
- Kühlkreisläufe (Volumenstrom und Temperatur)



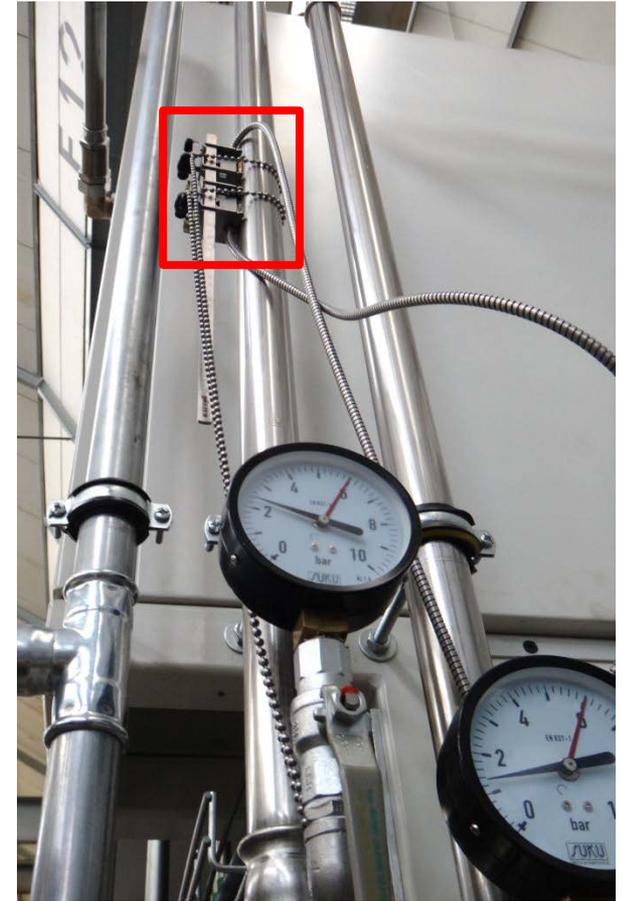
Elektrische Energie Spannung und Strom



Druckluft Volumenstrom und Druck

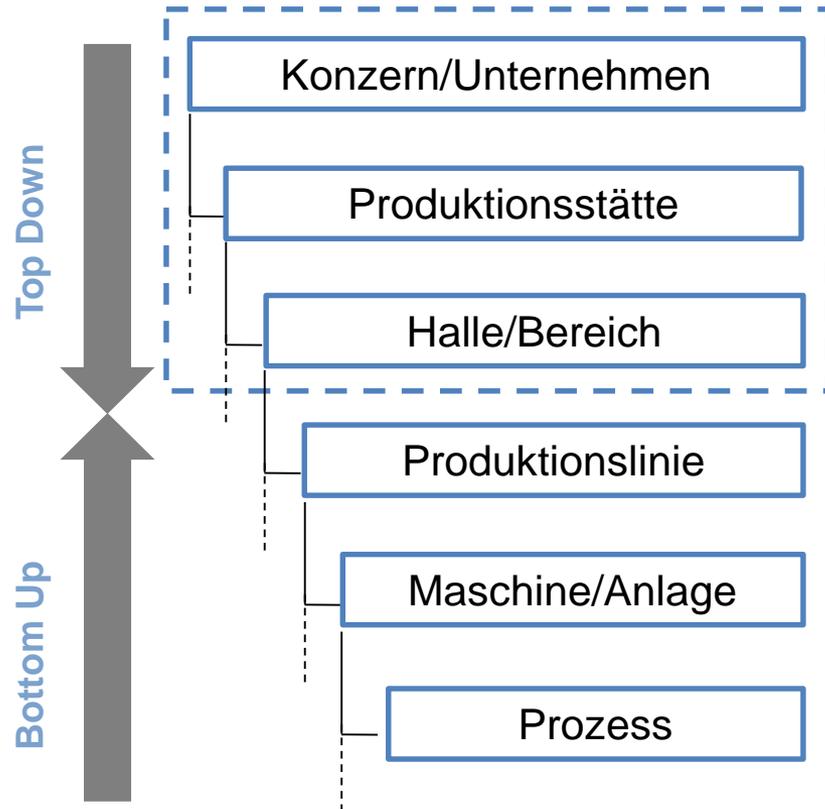


Flüssigkeiten (Wärmeströme) Volumenstrom und Temperatur

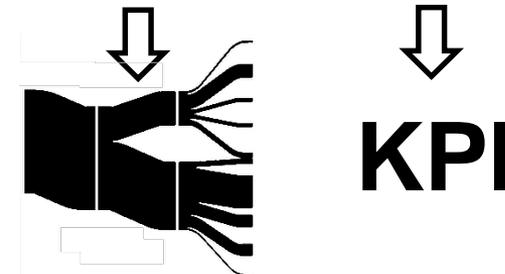
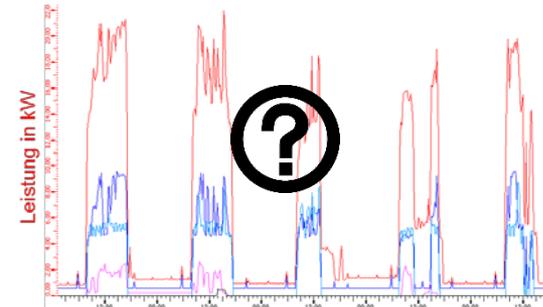




- auf Hallen-/Bereichsebene/Kostenstellen



- Bestimmung und Optimierung von Schwerpunktverbrauchern

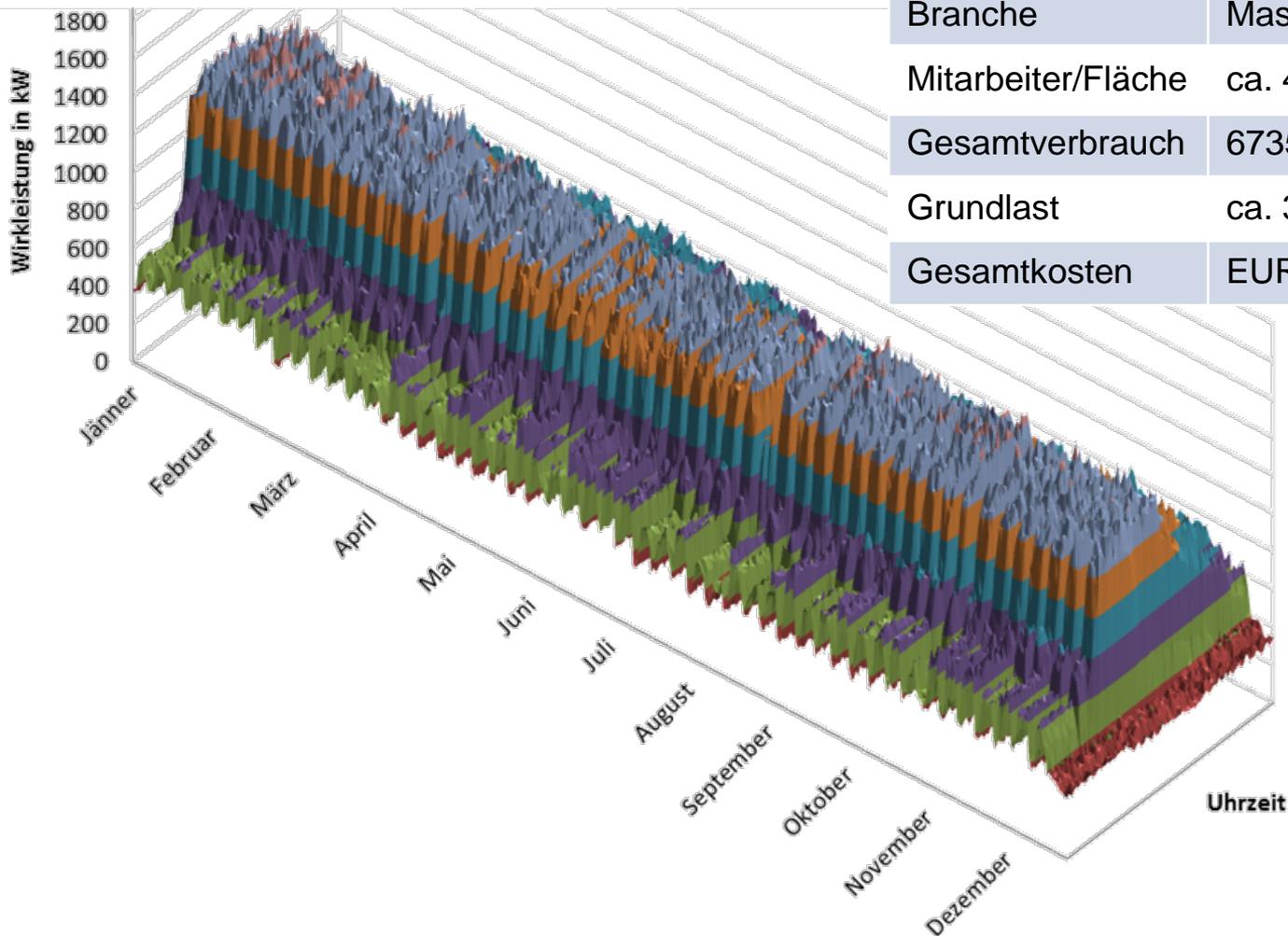


- Ableiten von Optimierungspotentialen
- Entscheidungsgrundlage für Investitionen (ROI)
- Kennzahlen für Energiemanagement (KVP)
- Benchmarking
- Condition-Monitoring von Verteilernetzen

Umsetzungsbeispiel für E-Monitoring



■ Ausgangssituation:

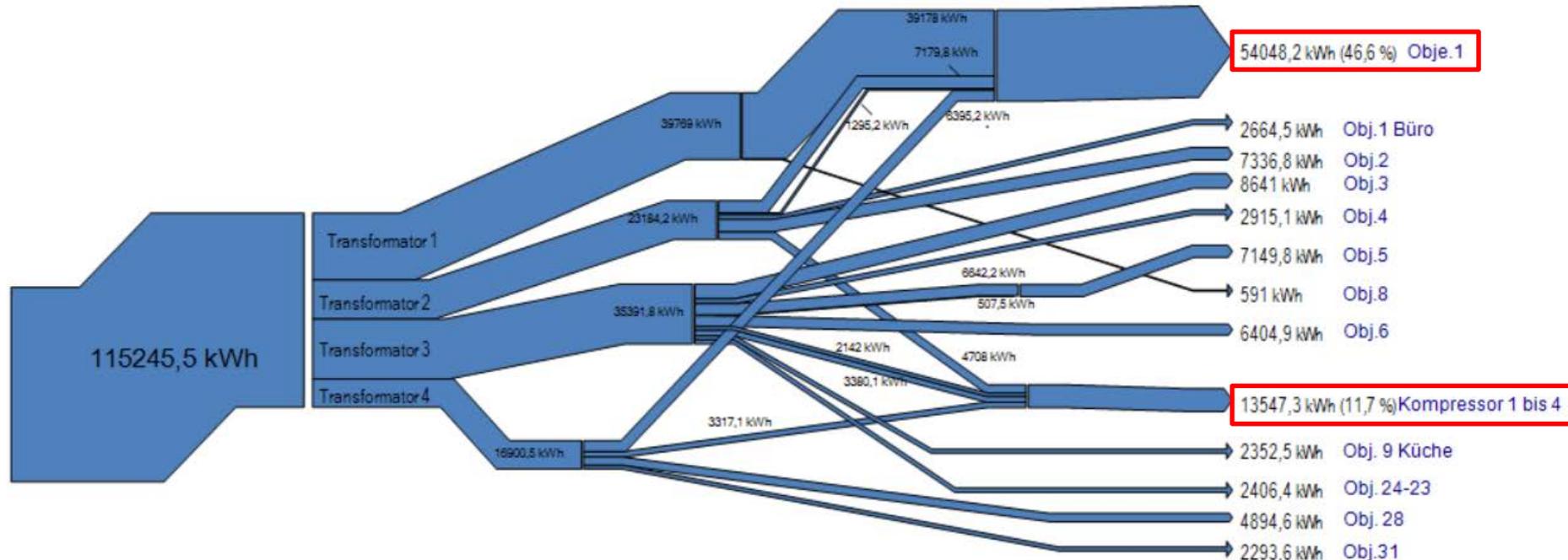


Branche	Maschinen und Anlagenbau
Mitarbeiter/Fläche	ca. 450 MA / 25000m ²
Gesamtverbrauch	6735 MWh
Grundlast	ca. 3500 MWh (ca. 400 kW)
Gesamtkosten	EUR 671000,-

Umsetzungsbeispiel für E-Monitoring

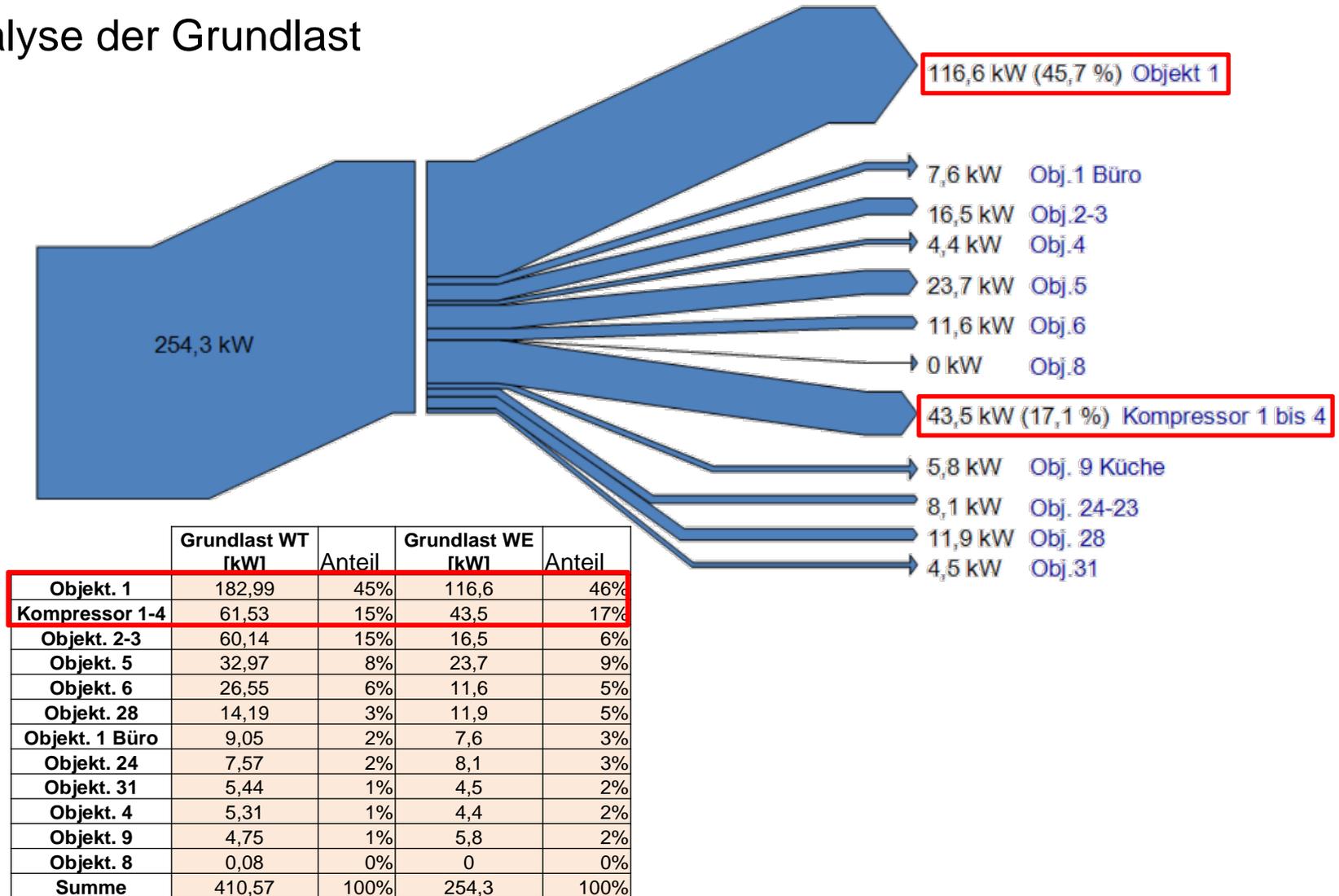


- Implementierung E-Monitoring
 - Energieflüsse auf Hallen/Bereiche eingrenzen
 - Schwerpunktverbraucher identifizieren und optimieren
- Detaillierter elektrischer Verbrauch in einer KW





■ Analyse der Grundlast



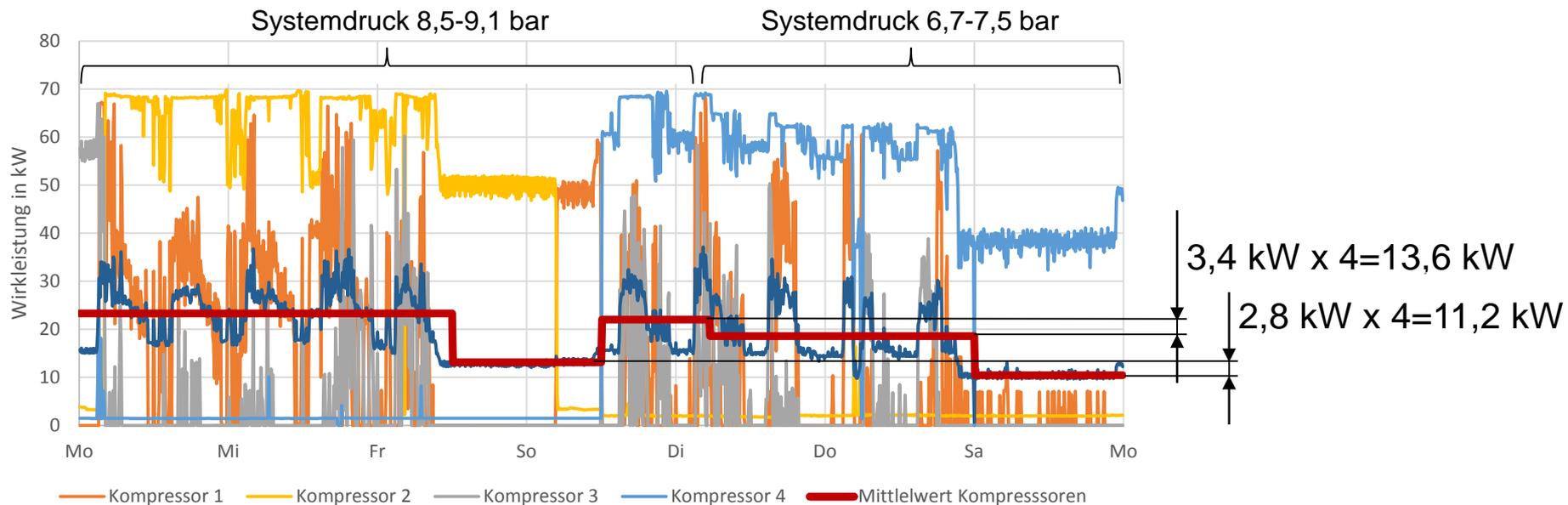
Gefundene „Quick Wins“



- **4 Maschinen** mit gesamt 56,8 kW nicht ausgeschaltet, was technisch und organisatorisch möglich ist
 - Potential am Wochenende von 405 MWh (6% von Strom gesamt)
- **11 Lüftungsanlagen** (86,9 kW)
 - Reduktion Volumenstrom an arbeitsfreien bringt Zeiten bringt Ersparnis von 284 MWh Strom und 477 MWh an Wärme (4% von Strom gesamt und 8% Wärme gesamt)
- **4 Kompressoren** – Reduzierung des Systemdrucks



7,9 kW elektrischer Leistung
5 m³/s Luftvolumenstrom





- **4 Maschinen** mit gesamt 56,8 kW nicht ausgeschaltet, was aber technisch und organisatorisch möglich ist

- Ausschalten am Wochenende bringt 405 MWh (6% von Strom gesamt)

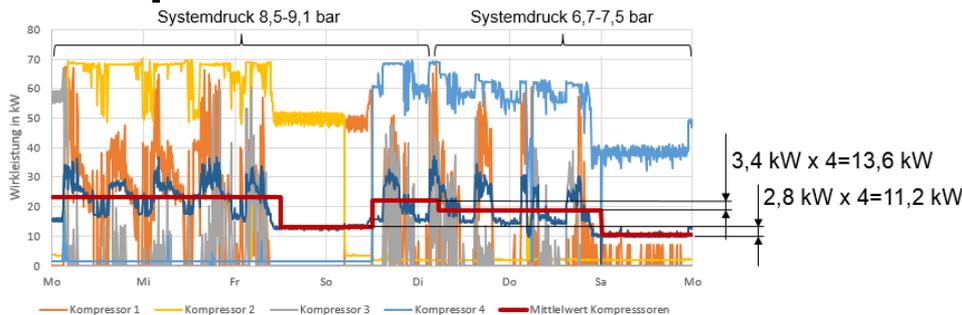
- **11 Lüftungsanlagen** (86,9 kW)

- Reduktion Drehzahl und Frischluftanteil an arbeitsfreien Zeiten bringt 284 MWh Strom und 477 MWh an Wärme (4% von Strom gesamt und 8% Wärme gesamt)



7,9 kW elektrischer Leistung
5 m³/s Luftvolumenstrom

- **4 Kompressoren – Druckband reduziert**

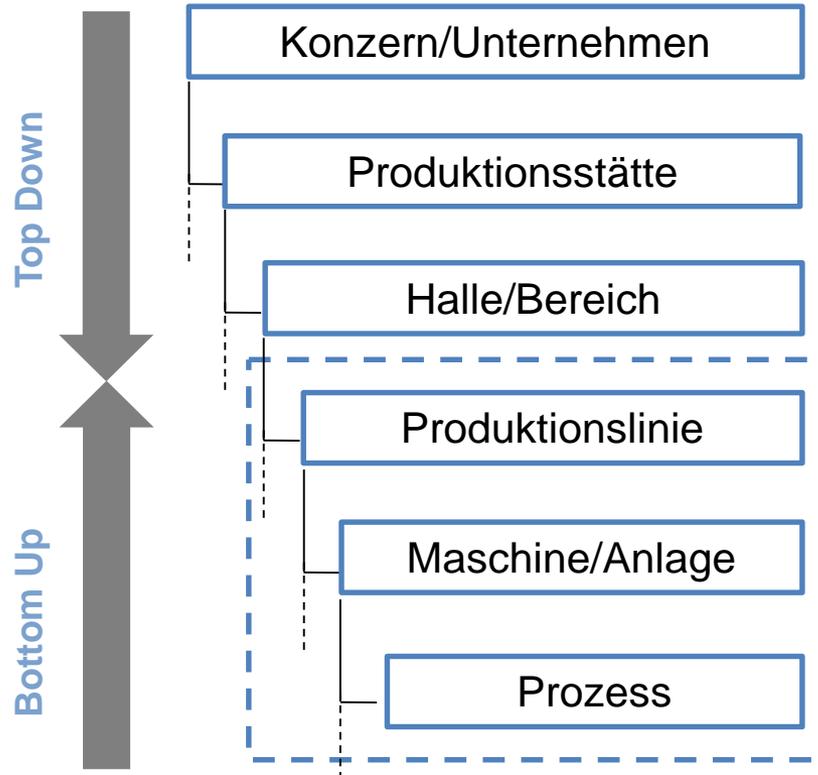


- Optimierungspotential durch Druckabsenkung von 145 MWh (4% Strom gesamt)
- Bei Komplettabschaltung der Kompressoren am WE 74 MWh (1% Strom gesamt)
- 1 bar Druckabsenkung bewirkt ca. 10% Einsparung von Kompressorleistung

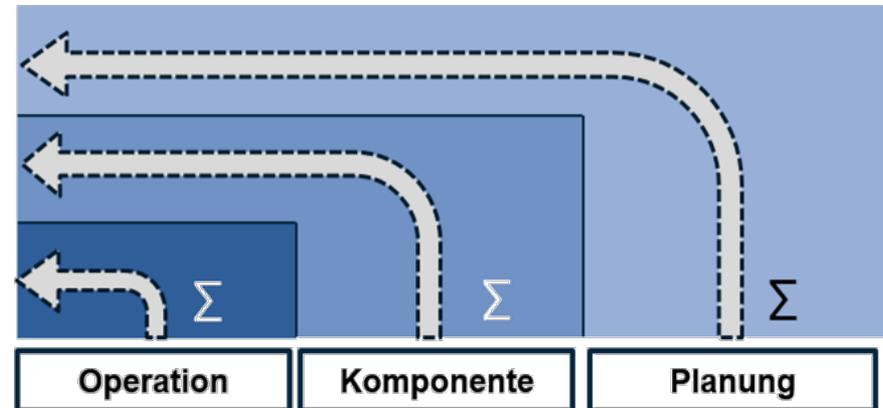
- **Gesamtpotential von 908 MWh Strom und 477 MWh Wärme**



- Auf Linien-, Maschinen- und Prozessebene



- Darstellung und Überwachung von Produktions-Kennzahlen (KPIs)
 - Optimierung über Betriebszustände
- Optimierung der Effizienz von Maschinen und Anlagen in Fertigung
 - Optimierter Energieeinsatz und Taktzeit
 - Condition-Monitoring von Prozess und Maschine





■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)

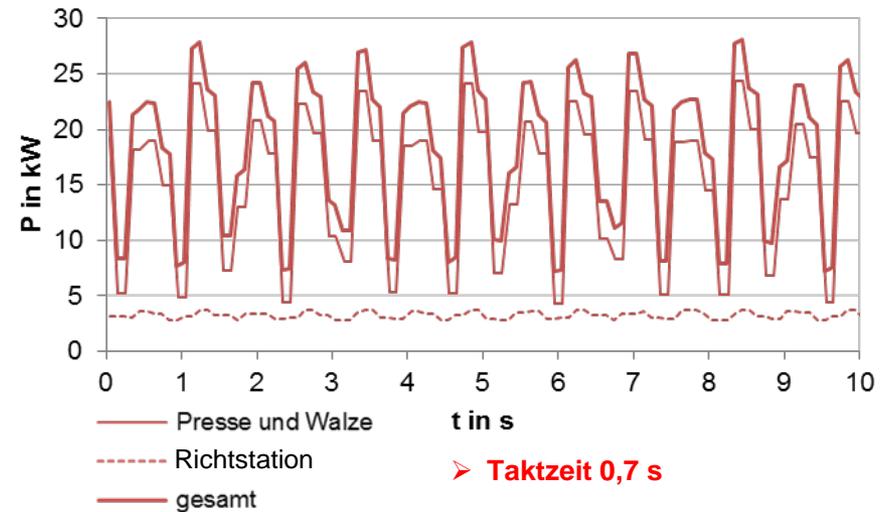
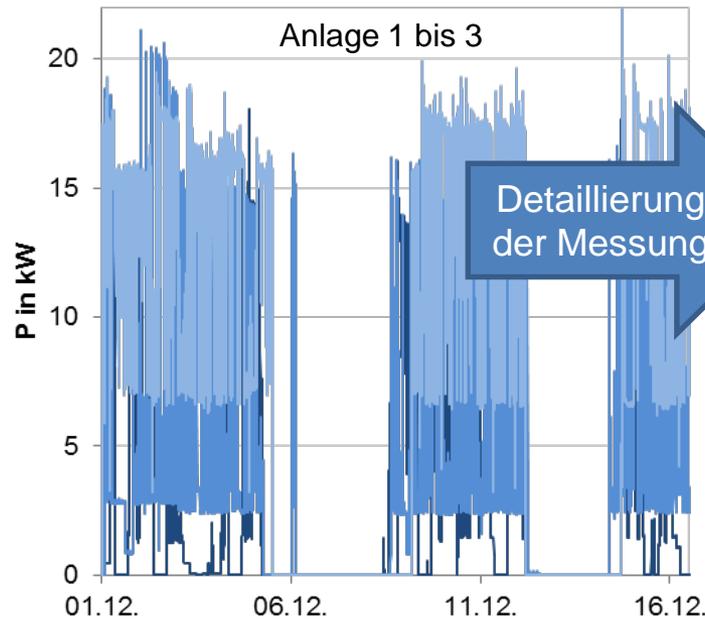




■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)



■ Bestimmung der Taktzeit und Energy per piece

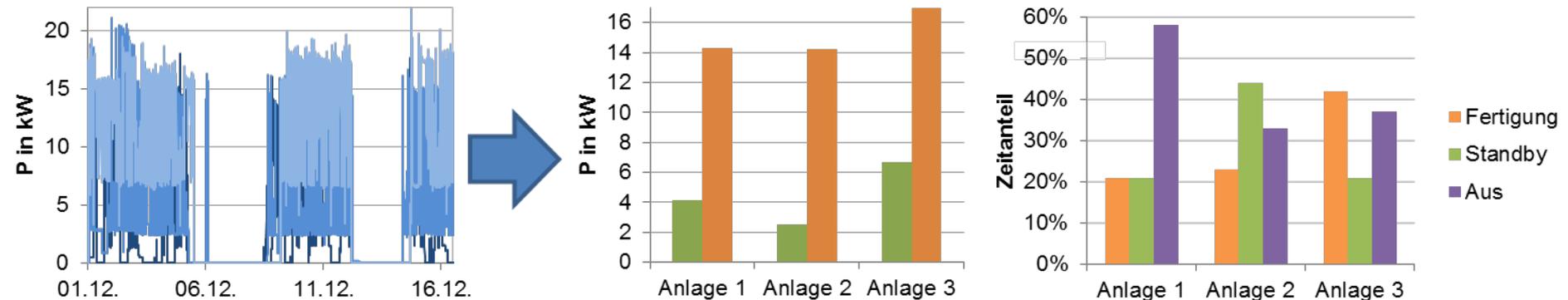




■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)



■ Energieverbrauch und der Auslastung von Produktionsanlagen



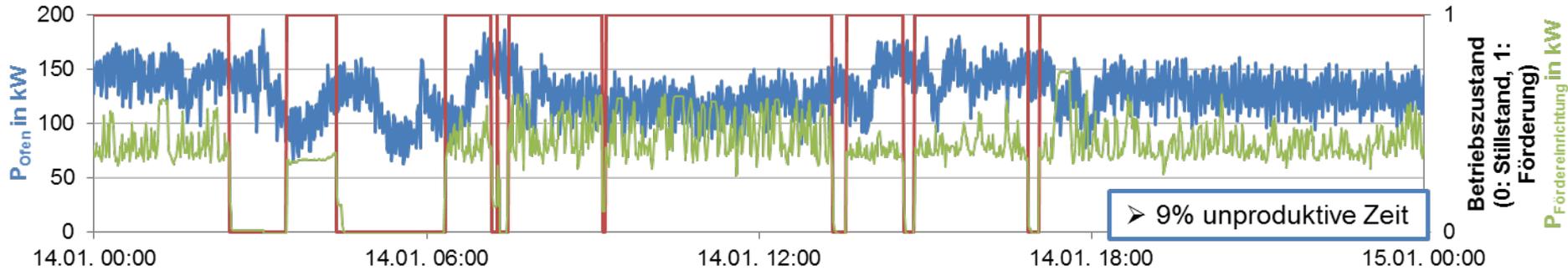
■ Anlagen durchschnittlich 29% der Zeit in MZ Fertigung

■ Anlagen durchschnittlich 28% der Zeit in MZ Betriebsbereit

➤ Leistungsaufnahme in Betriebsbereit durchschnittlich 30% der Leistungsaufnahme während Fertigung

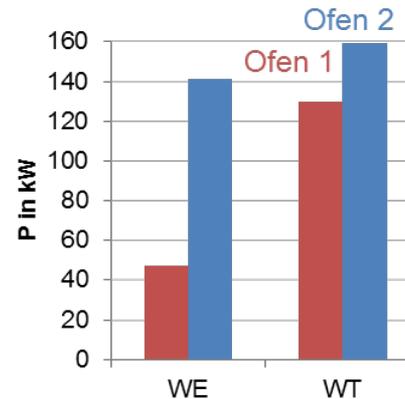
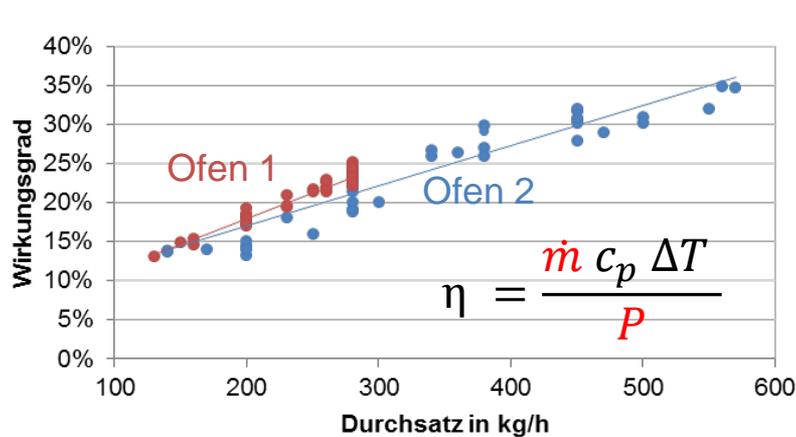


Auslastung und Leistungsaufnahme der elektrischen Durchlauföfen



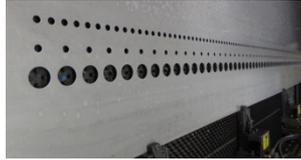
Benchmark der Öfen

➤ Ofen Schilde erst ab ca. 300 kg/h effizienter

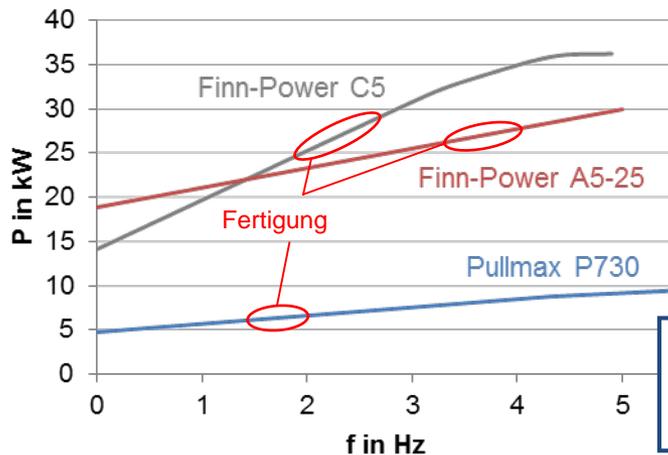


- Auswahl des effizienteren Ofens je nach Fördermenge
- Beschickung optimieren (Produktbatching)
- Ofen 1 auch am Wochenende beschicken (keine Standby-Verluste)
- Wärmerückgewinnung Kühlwasser

Maschinen-/Prozessbenchmark: Nibbler

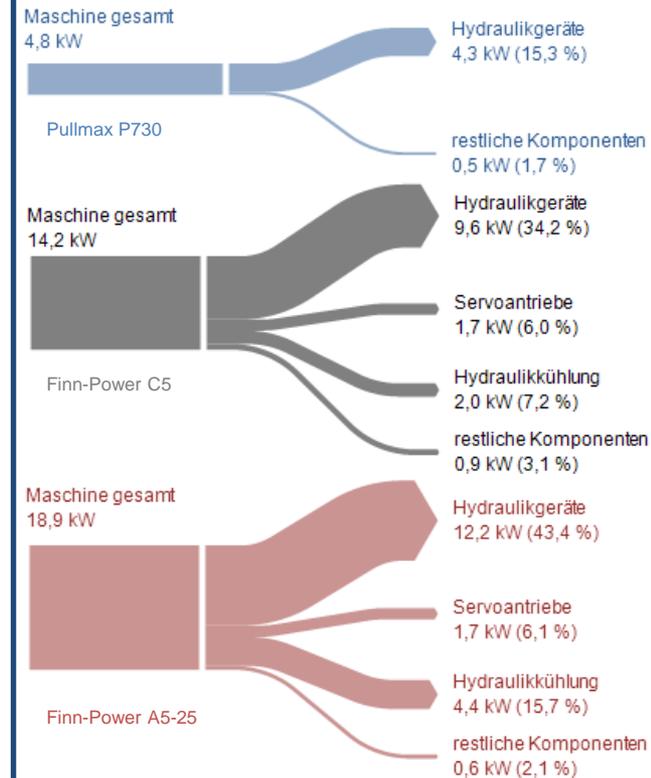


	Pullmax P730	Finn-Power C5	Finn-Power A5-25
Nennleistung in kW	40	30	20
max. Presskraft in kN	300	300	230
max. Schlaggeschwindigkeit in Hübe/Minute (25 mm Abstand)	508	420	320
max. Verfahrgeschwindigkeit in m/min	128	108	100
max. Blechdicke in mm	8	8	8
max. Blechgröße in mm ²	3000 x 1500	2530 x 1270	2530 x 1270
Dauer Werkzeugwechsel in s	0,2 - 5,5	1 - 3	1 - 3
Arbeitsdruck in bar	6	6	6
max. Druckluftverbrauch in l/min	33	5	5



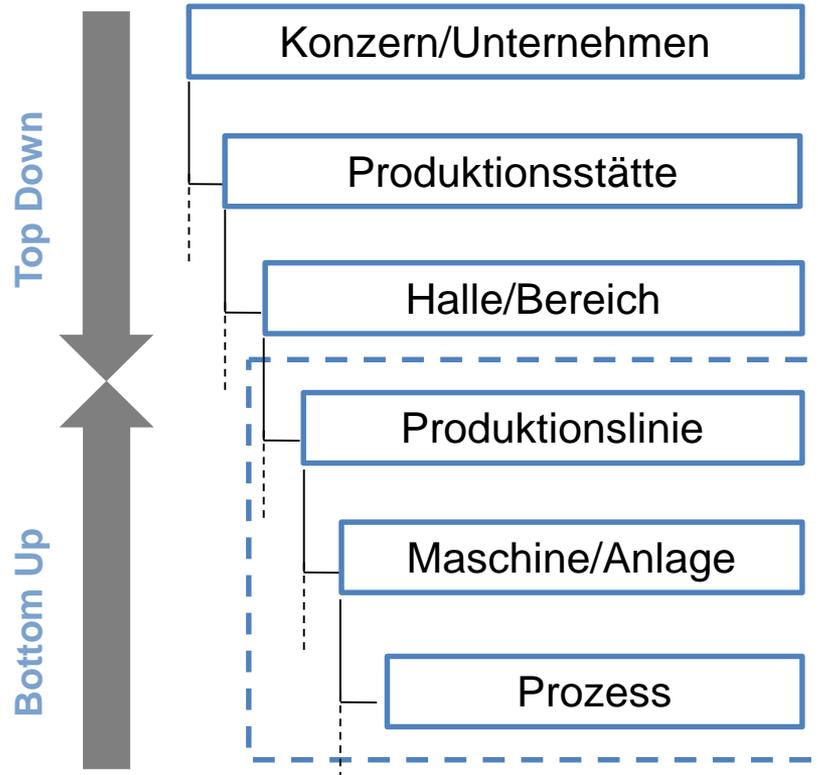
- Anlagen haben stark unterschiedliche Energieeffizienz
- Anlagen werden unter ihren Möglichkeiten betrieben

Leistungsaufnahme im Zustand Betriebsbereit

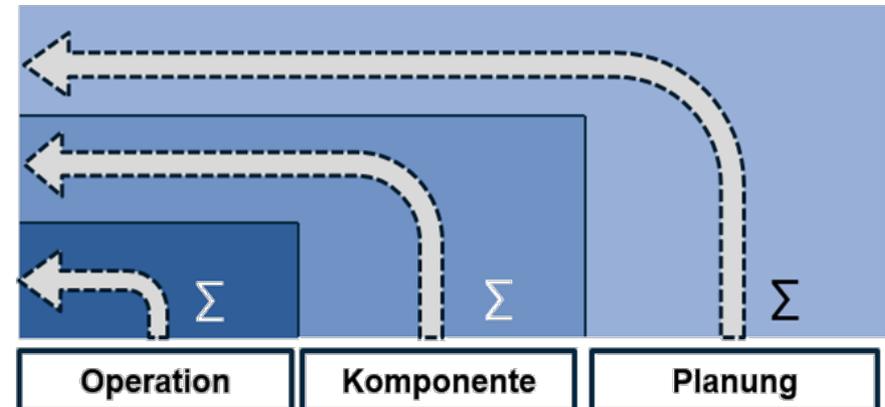




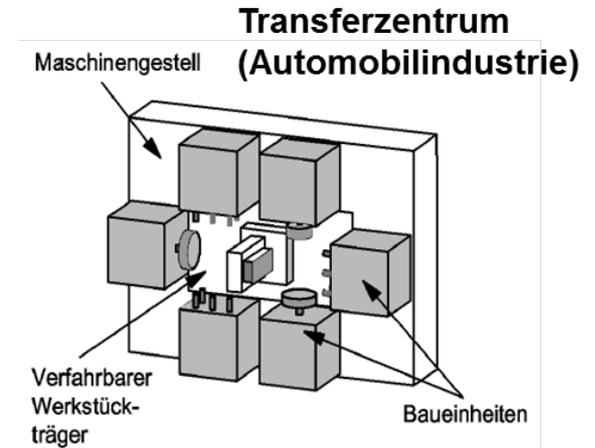
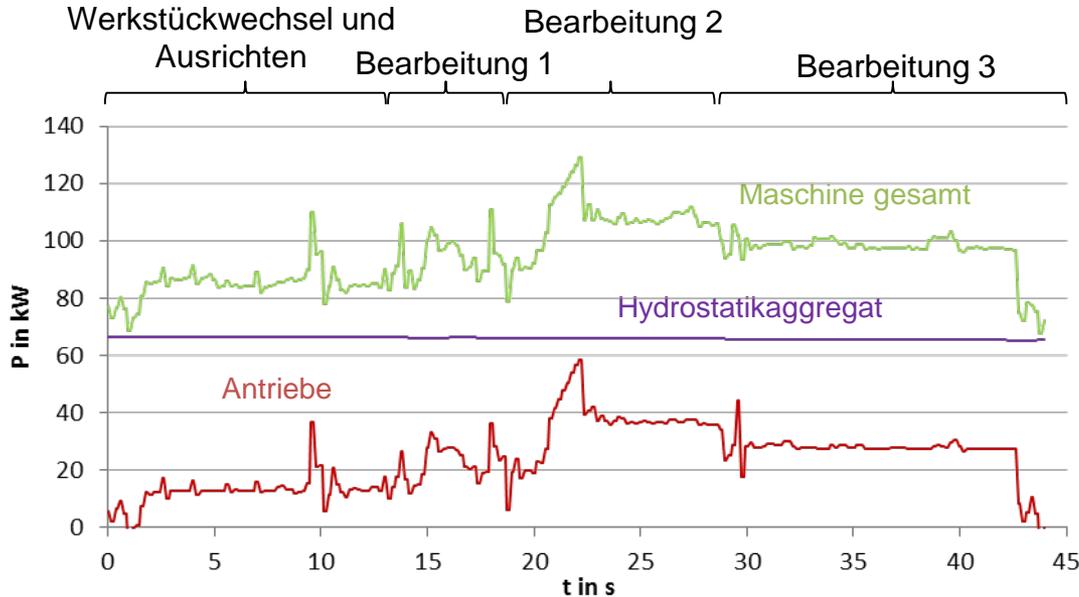
- Auf Linien-, Maschinen- und Prozessebene



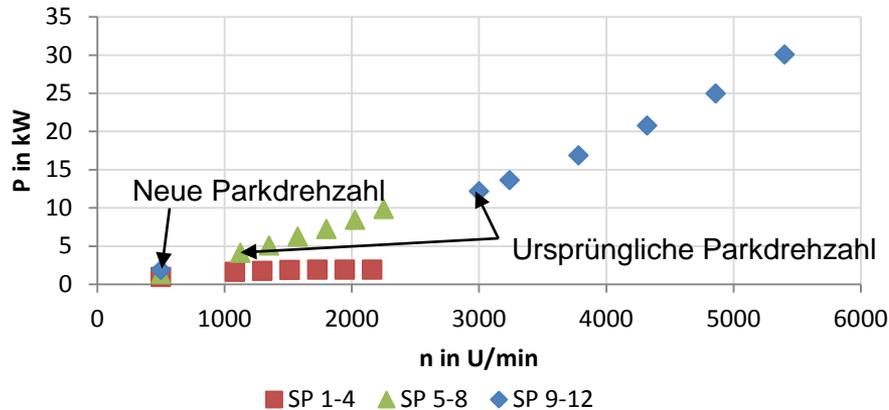
- Darstellung und Überwachung von Produktions-Kennzahlen (KPIs)
 - Optimierung über Betriebszustände
- Optimierung der Effizienz von Maschinen und Anlagen in Fertigung
 - Optimierter Energieeinsatz und Taktzeit
 - Condition-Monitoring von Prozess und Maschine



Optimierung der Effizienz von Maschinen



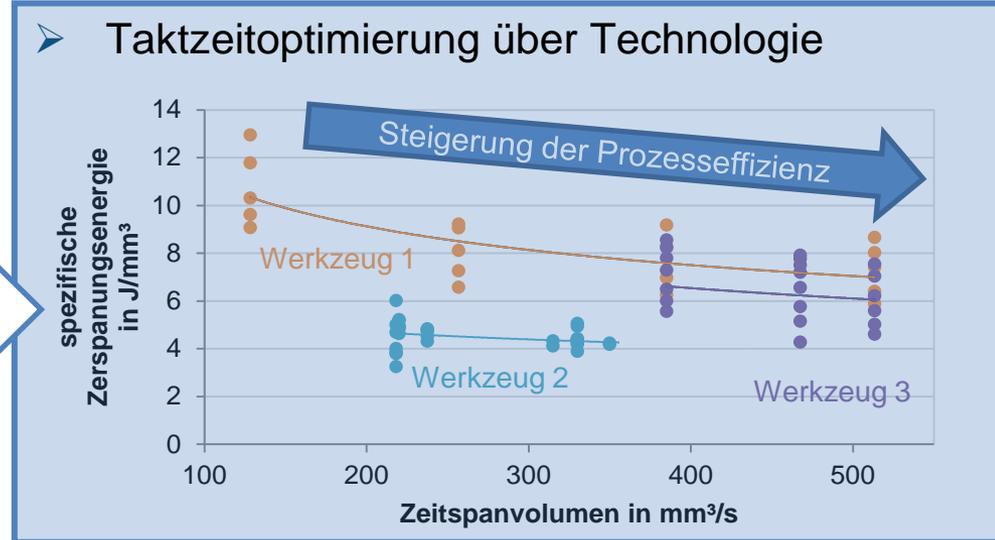
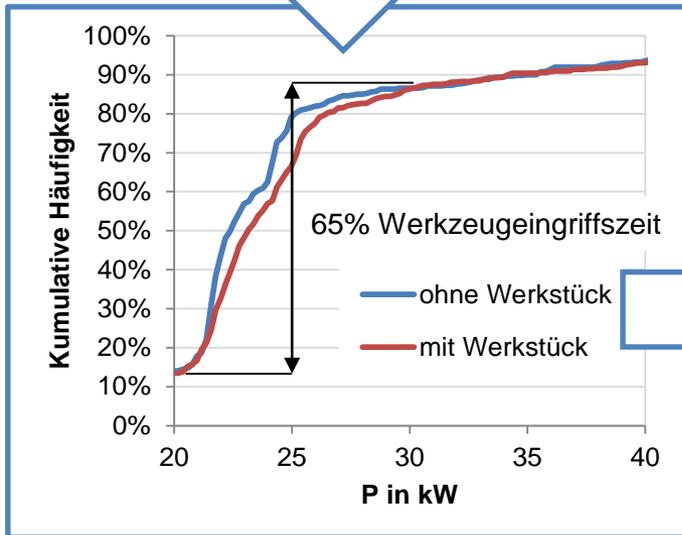
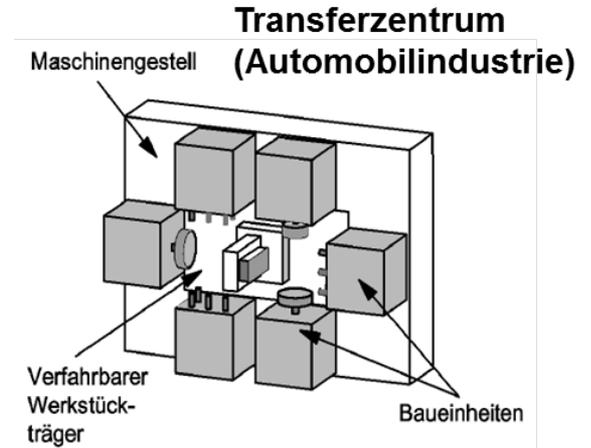
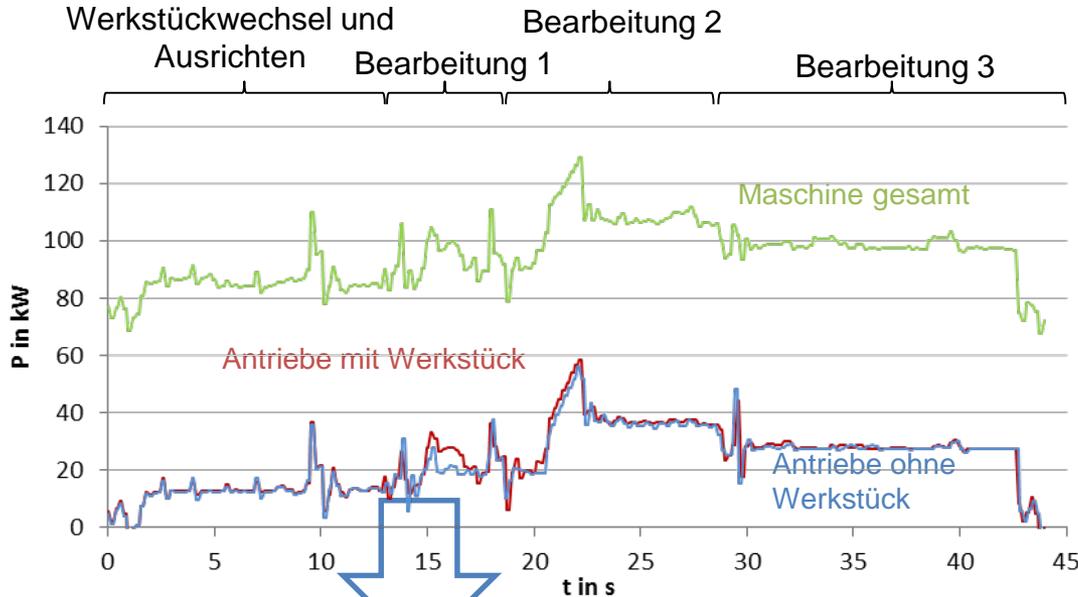
Spindelkennlinien



Reduktion Parkdrehzahl auf 500 U/min

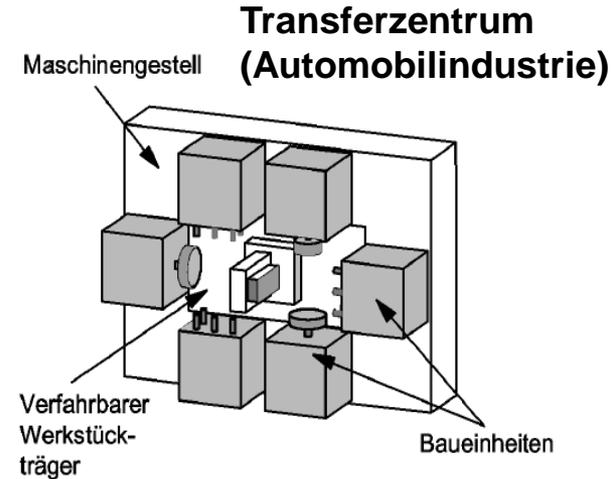
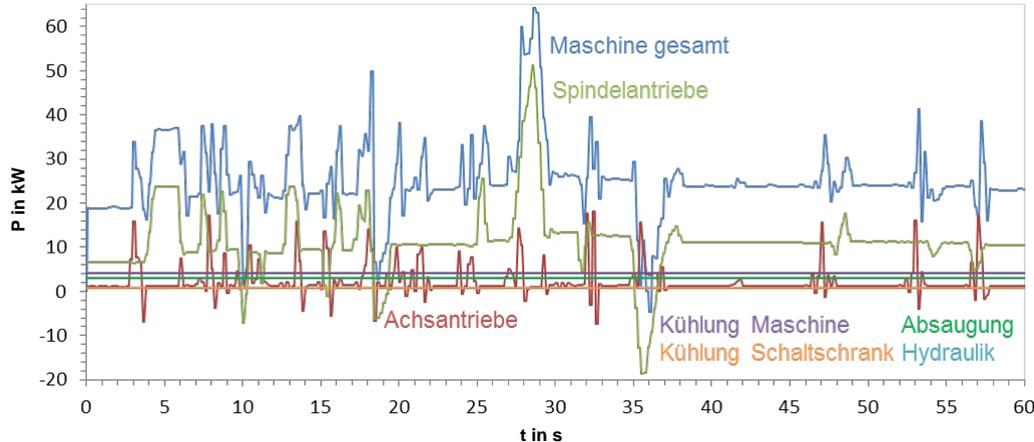
- Reduktion der Leistung um 13,1 kW (entspricht 67 MWh pro Jahr)
- Erhöhte Lebensdauer der Spindeln
- Reduktion Abwärme in den Raum

Taktzeitoptimierung über Technologie

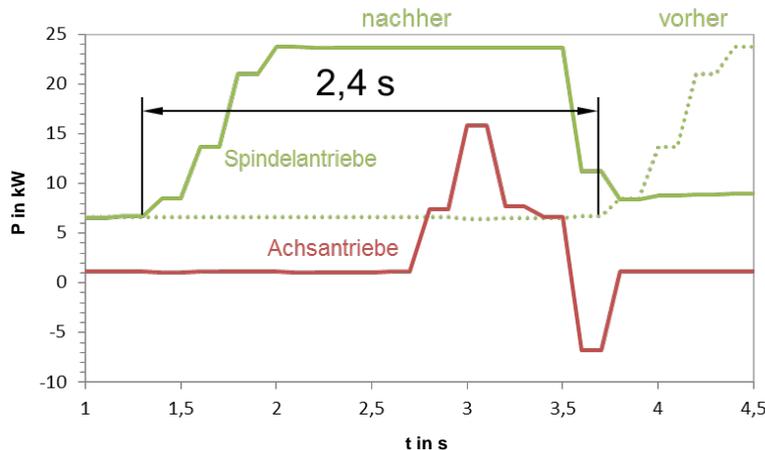




■ Energetische Messung der Bauteilbearbeitung



■ Optimierung des Fertigungsablaufes



2,4 s früherer Spindelhochlauf möglich

- **Reduktion der Taktzeit um 5%**
- Ergibt bei gleichbleibender Stückzahl eine jährliche Energieeinsparung von ca. **10 MWh pro Maschine**
- Ergibt bei gleichbleibender Produktionszeit bzw. gleichem Energieeinsatz einen um **14.200 Stück** höheren Output



- **Energiemonitoring**
 - Visualisierung von Energieflüssen zur Identifikation von Grundlast- bzw. Schwerpunktverbrauchern → Quick Wins
 - Überwachung von Anlagen zur Sekundärressourcenbereitstellung (wie etwa Kompressoren oder Kälteanlagen)
 - Energiekennzahlen als Basis fürs Energiemanagement (KVP)
- **Energetische Maschinen-/Prozessanalyse**
 - Überwachung der Betriebszustände über energetische Messungen
 - Detaillierte energetische Prozessanalyse über hochaufgelöste Messdaten → z.B. Taktzeitoptimierung
 - Condition Monitoring zum Rückschluss auf die Produktqualität oder zur Vorbeugung von Werkzeug- oder Maschinendefekten
- Bestimmung und Vergleich der Effizienz von Produktionsprozessen als Basis für Taktzeit- oder Technologieoptimierungen
- Analyse und Überwachung der Produktivität von Produktionsanlagen, etwa zur Koppelung an ein Produktionsleitsystem



Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn Friedrich Bleicher

Institutszentrale
Getreidemarkt 9/311
1060 Wien
www.ift.at

DI Fabian Dür
duer@ift.at
+43-(0)1-58801-31125

DI Matthias Hacksteiner
hacksteiner@ift.at
+43-(0)1-58801-31120

