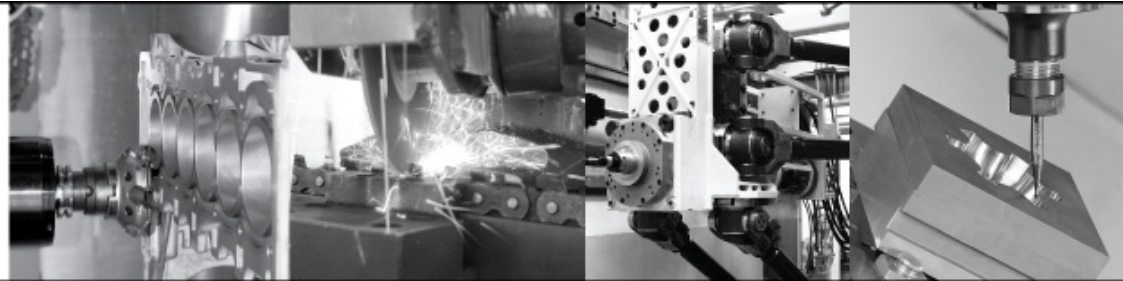


Institut für Fertigungstechnik u. Hochleistungslasertechnik

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



Effizienzsteigerung durch Energiemonitoring

DI Fabian Dür

Lehrstuhl für Spanende Fertigungstechnik
Arbeitsbereich Technologie

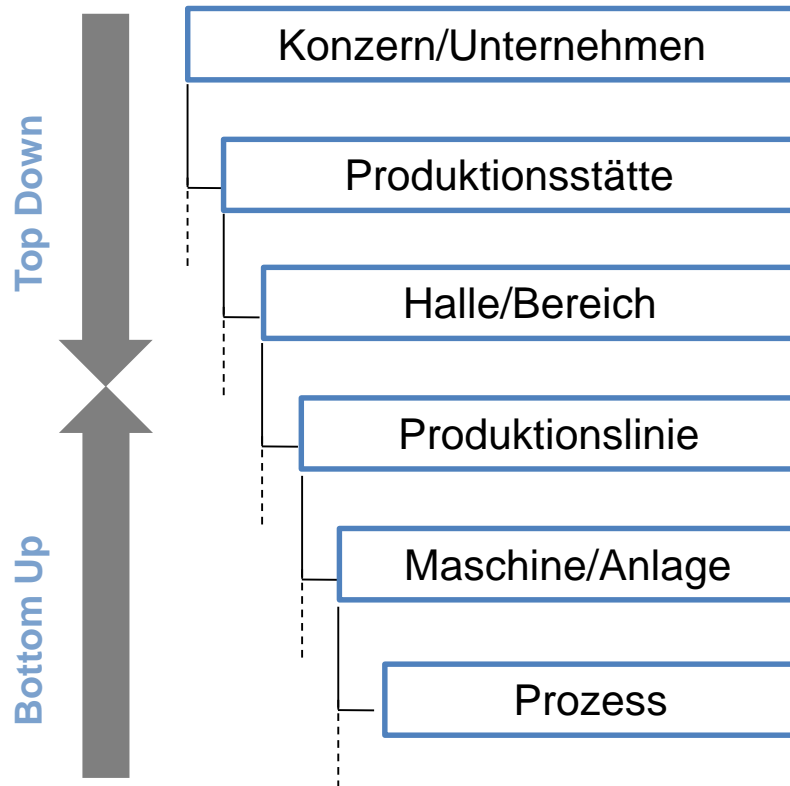
11. Mai 2016

eco **2** production



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology





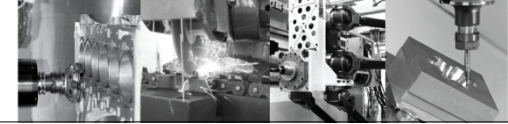
■ Gebäudeebene

- 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

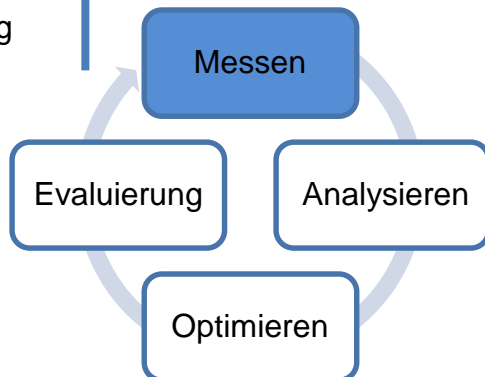


- Software WinCC OA
- Flexibles User Interface
- Verschiedene Kommunikationstreiber
- Berechnung von Kennzahlen, statistischen Werten etc.
- minimale Messauflösung **100 ms**
- Datenbank- und Datenexport-Funktion

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

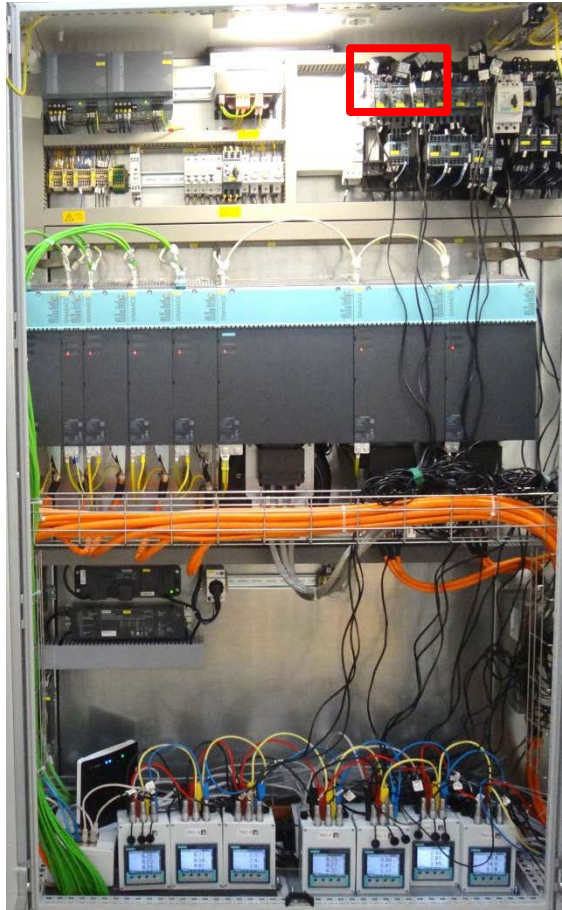


Sensorik

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



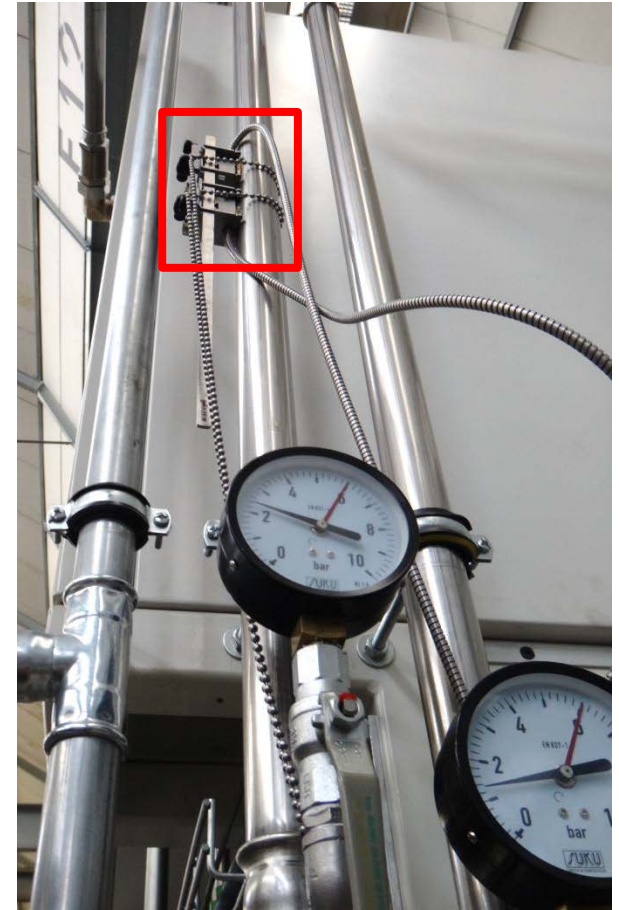
Elektrische Energie Spannung und Strom



Druckluft Volumenstrom und Druck

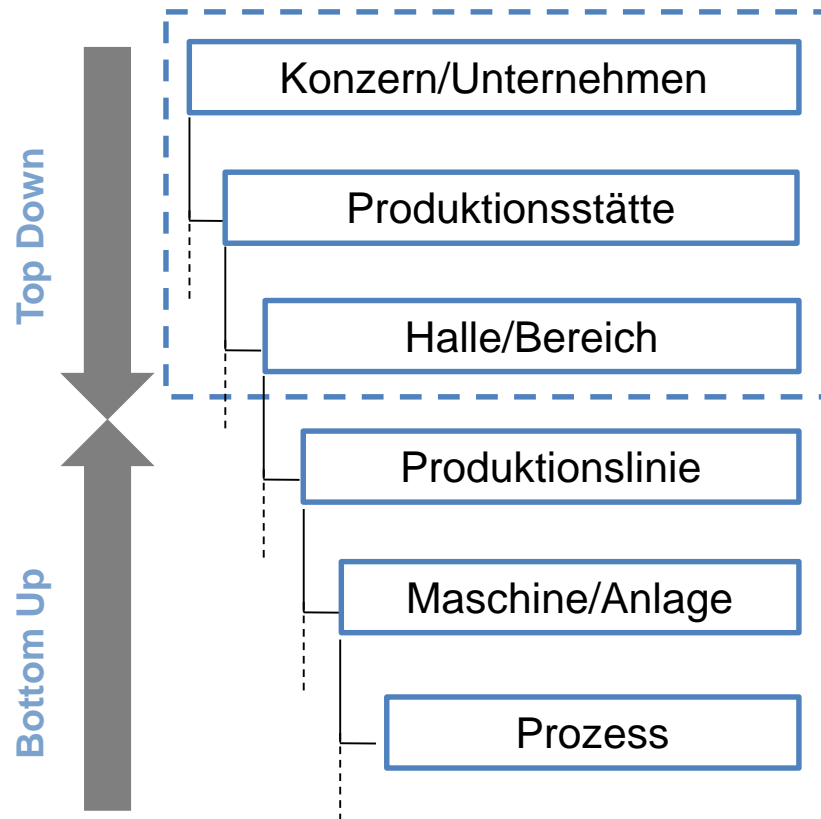


Flüssigkeiten (Wärmeströme) Volumenstrom und Temperatur

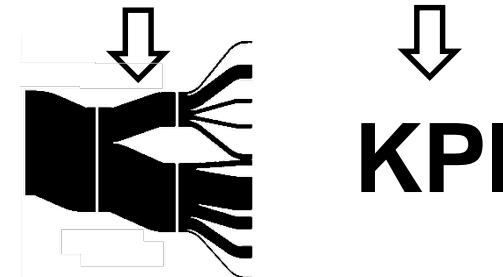
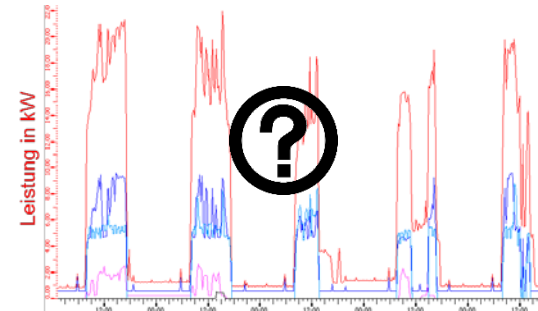




- auf Hallen-/Bereichsebene/Kostenstellen



- Bestimmung und Optimierung von Schwerpunktverbrauchern

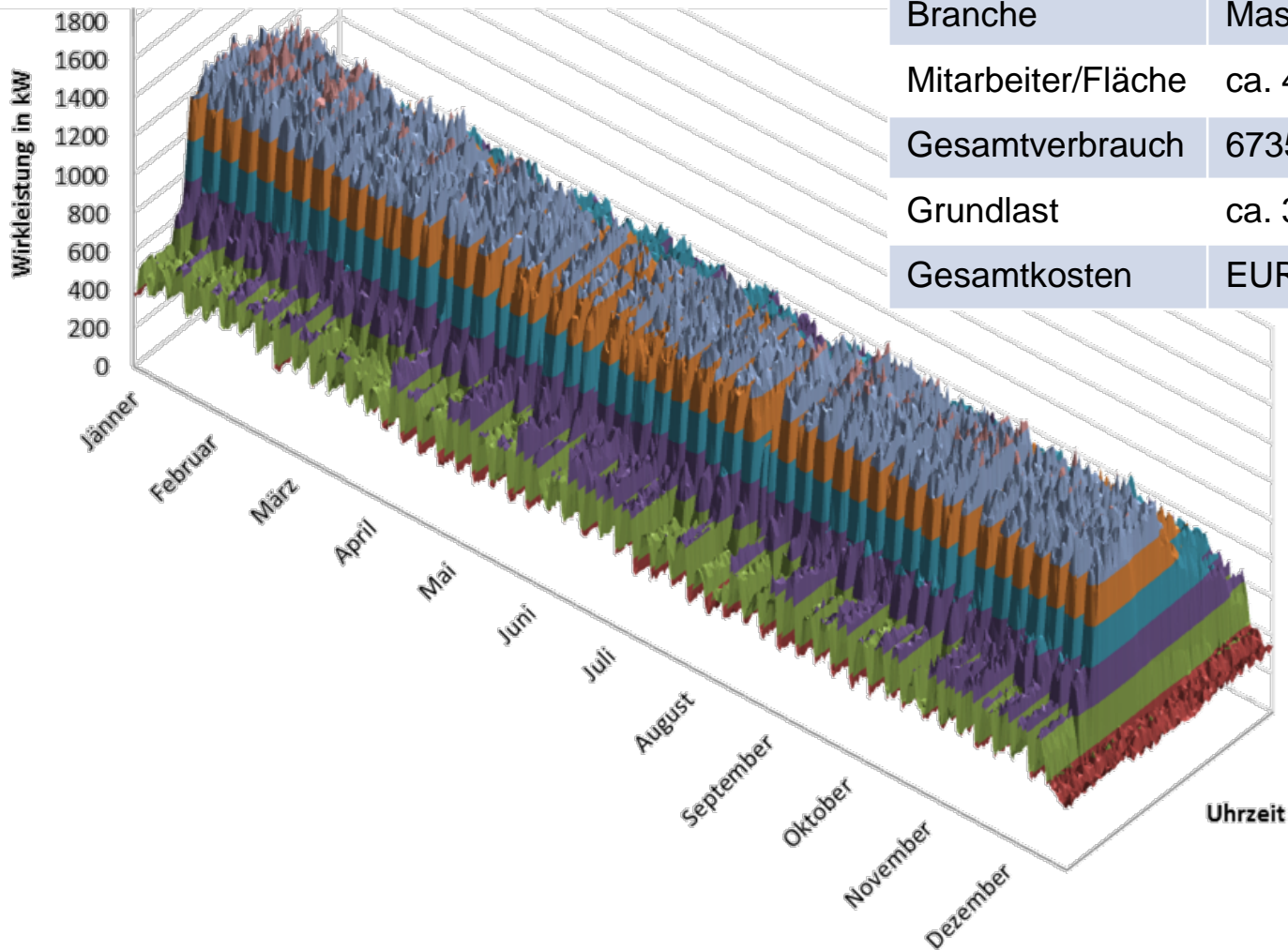


- Ableiten von Optimierungspotentialen
- Entscheidungsgrundlage für Investitionen (ROI)
- Kennzahlen für Energiemanagement (KVP)
- Benchmarking
- Condition-Monitoring von Verteilernetzen

Umsetzungsbeispiel für E-Monitoring

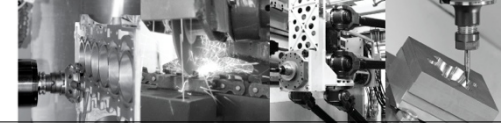


■ Ausgangssituation:



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

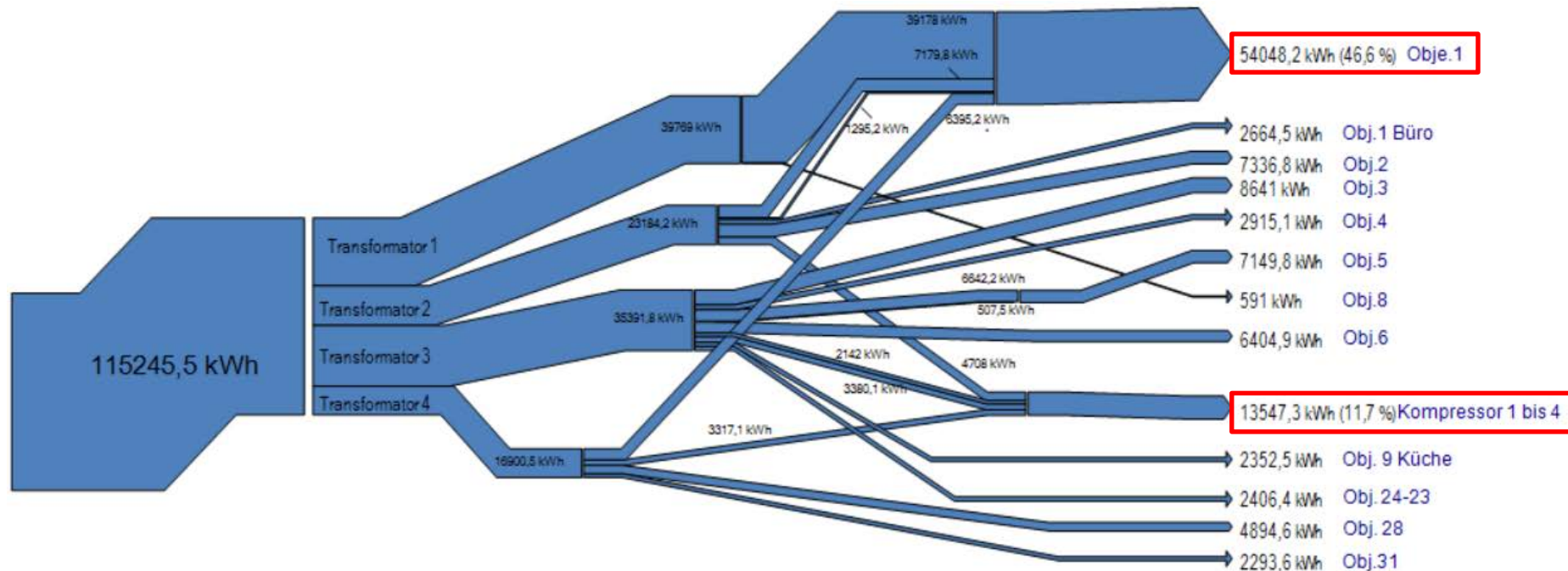
Umsetzungsbeispiel für E-Monitoring

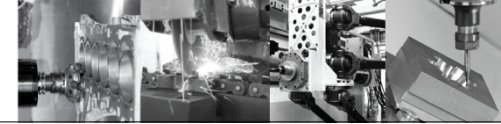


■ Implementierung E-Monitoring

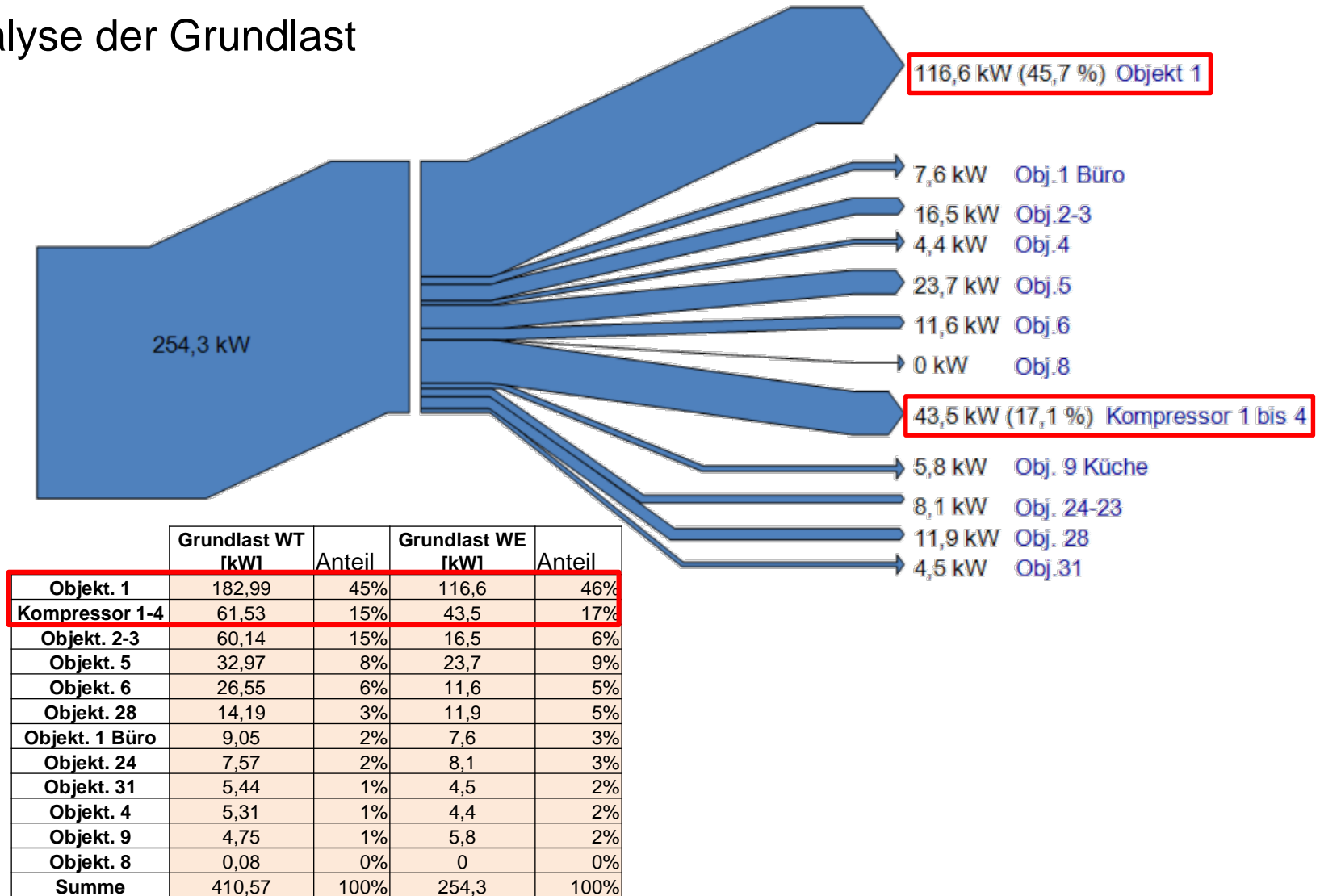
- Energieflüsse auf Hallen/Bereiche eingrenzen
- Schwerpunktverbraucher identifizieren und optimieren

■ Detaillierter elektrischer Verbrauch in einer KW

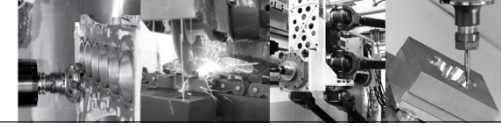




■ Analyse der Grundlast



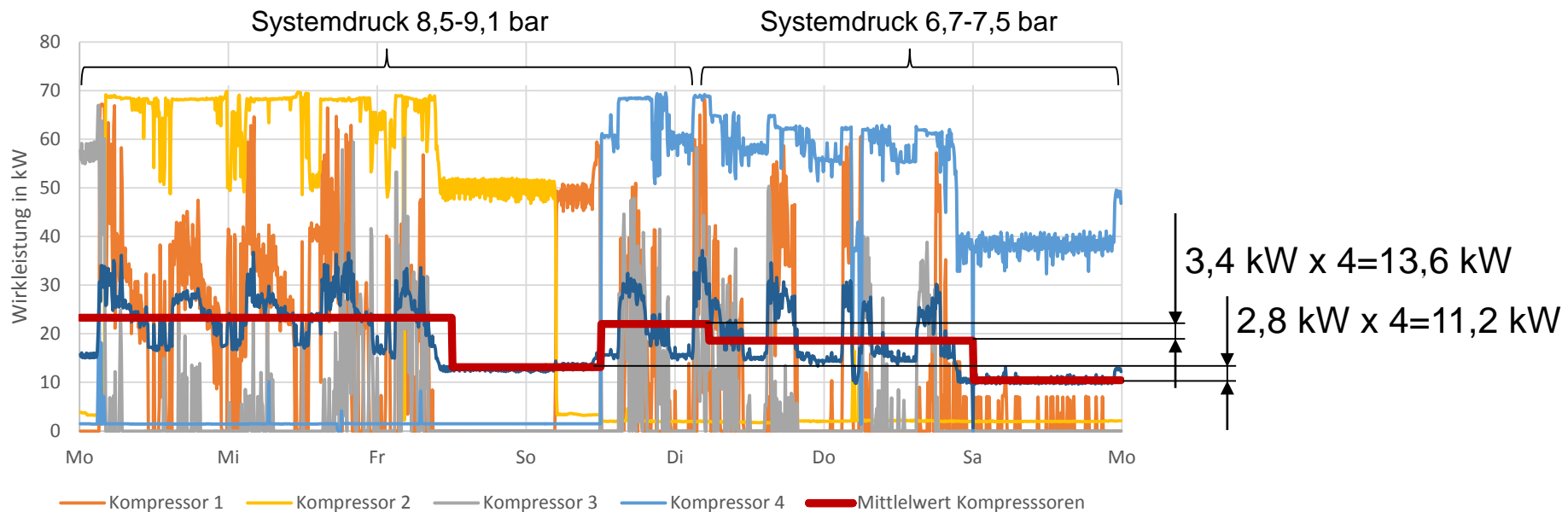
Gefundene „Quick Wins“

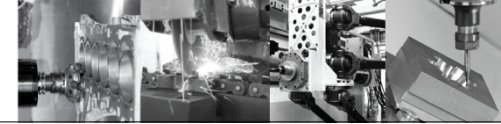


- **4 Maschinen** mit gesamt 56,8 kW nicht ausgeschaltet, was technisch und organisatorisch möglich ist
 - Potential am Wochenende von 405 MWh (6% von Strom gesamt)
- **11 Lüftungsanlagen** (86,9 kW)
 - Reduktion Volumenstrom an arbeitsfreien bringt Zeiten bringt Ersparnis von 284 MWh Strom und 477 MWh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

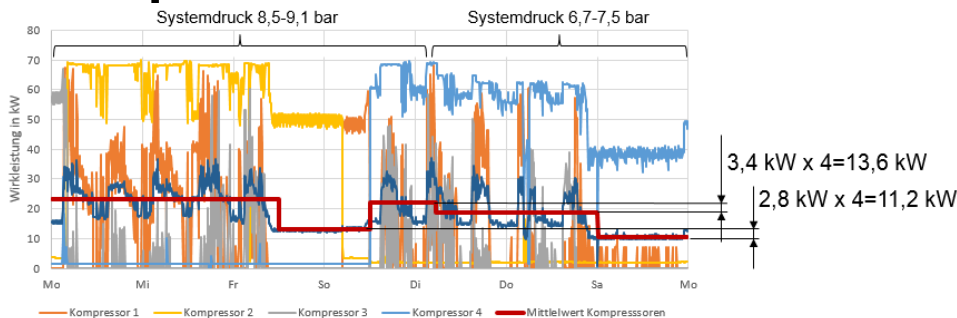
- **11 Lüftungsanlagen** (86,9 kW)

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



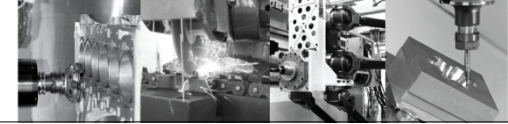
7,9 kW elektrischer Leistung
5 m³/s Luftvolumenstrom

- **4 Kompressoren – Druckband reduziert**

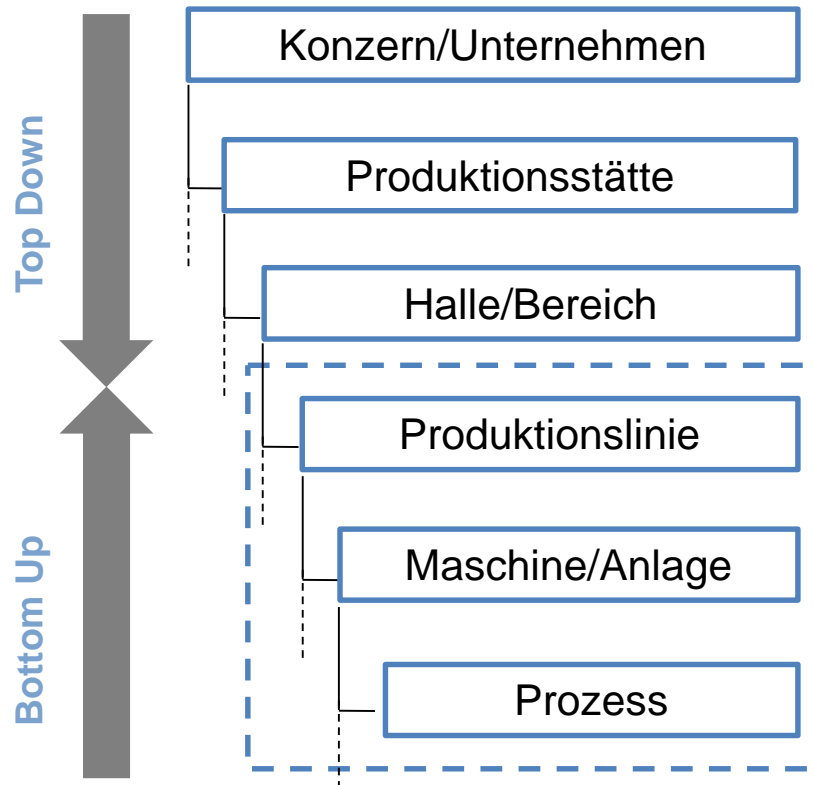


- Optimierungspotential durch Druckabsenkung von 145 MWh (4% Strom gesamt)
- Bei Komplettabschaltung der Kompressoren am WE 74 MWh (1% Strom gesamt)
- 1 bar Druckabsenkung bewirkt ca. 10% Einsparung von Kompressorleistung

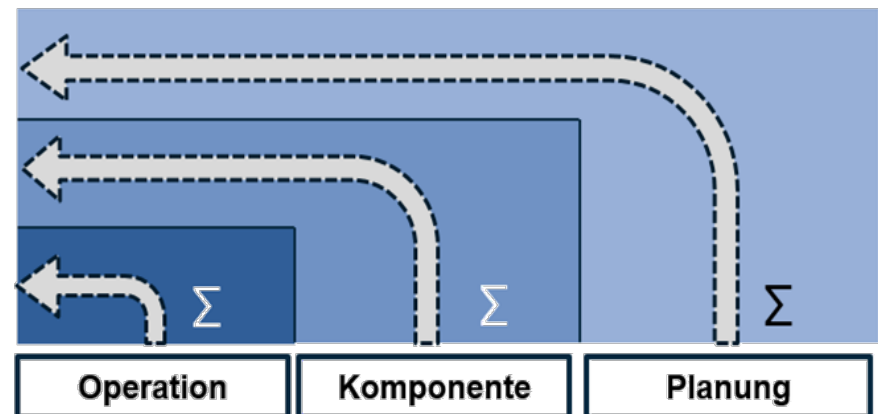
- **Gesamtpotential von 908 MWh Strom und 477 MWh Wärme**



- Auf Linien-, Maschinen- und Prozessebene



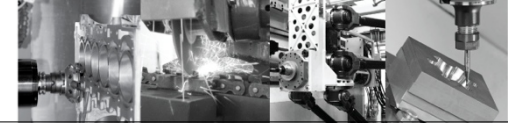
- Darstellung und Überwachung von Produktions-Kennzahlen (KPIs)
 - Optimierung über Betriebszustände
- Optimierung der Effizienz von Maschinen und Anlagen in Fertigung
 - Optimierter Energieeinsatz und Taktzeit
 - Condition-Monitoring von Prozess und Maschine





■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)

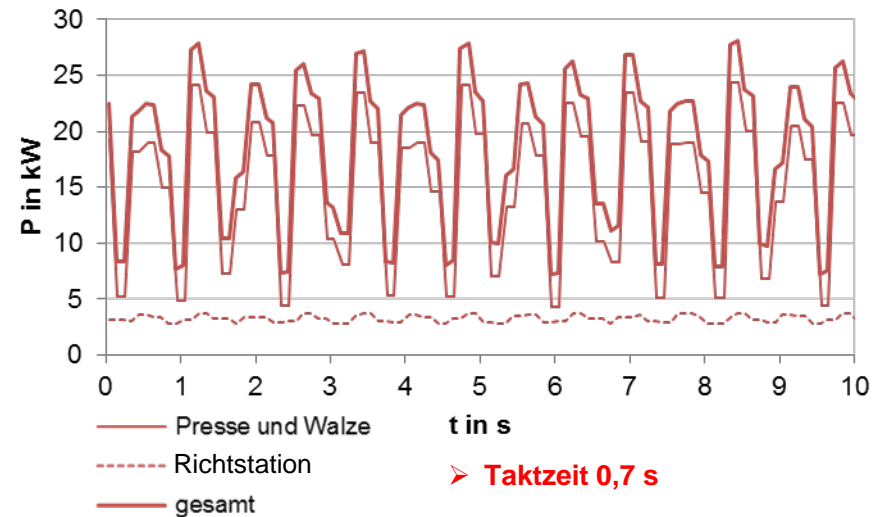
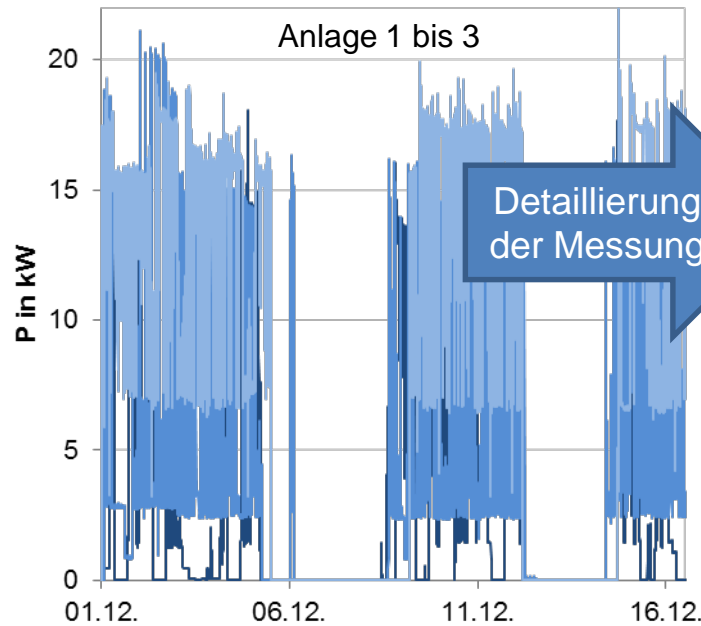




■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)



■ Bestimmung der Taktzeit und Energy per piece

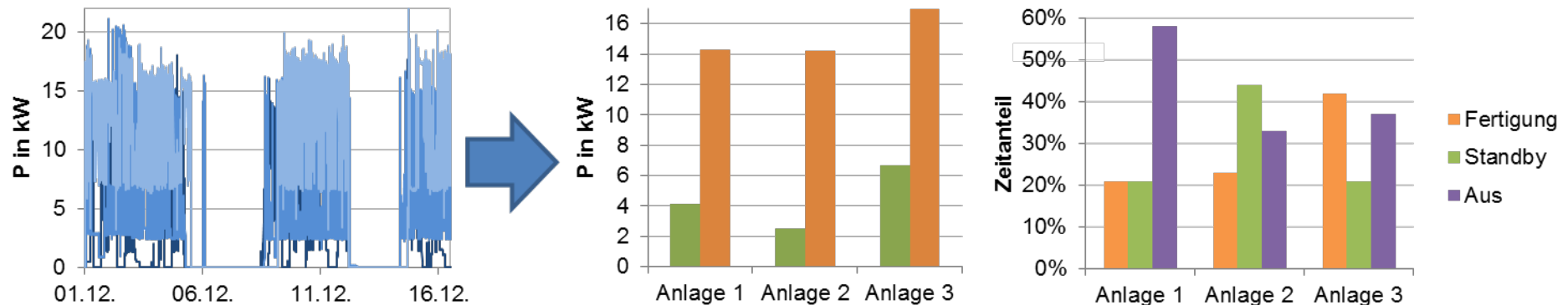




■ Energetische Analyse der Produktionskette (Auslastung und EPP)



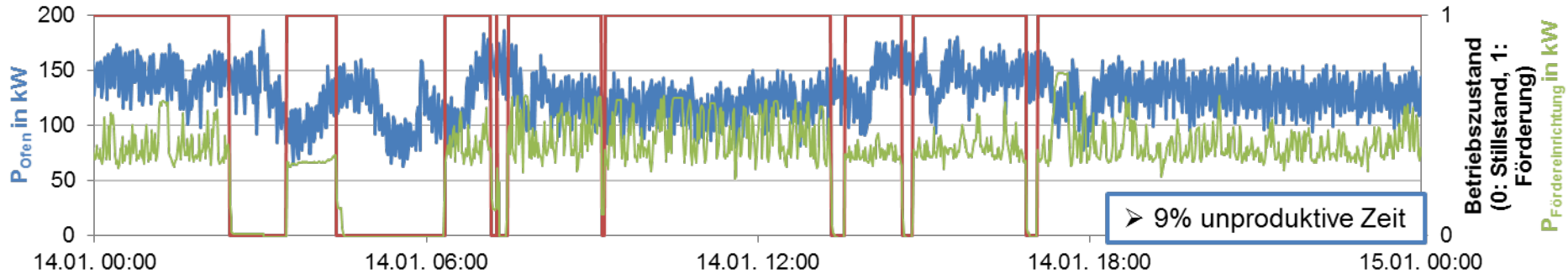
■ Energieverbrauch und der Auslastung von Produktionsanlagen



- 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

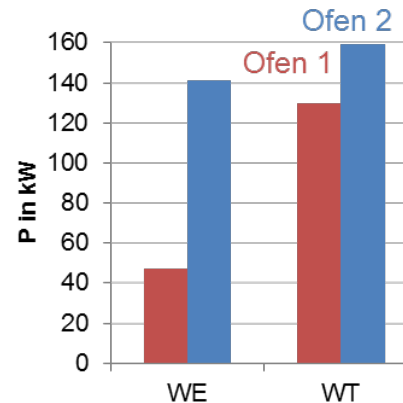
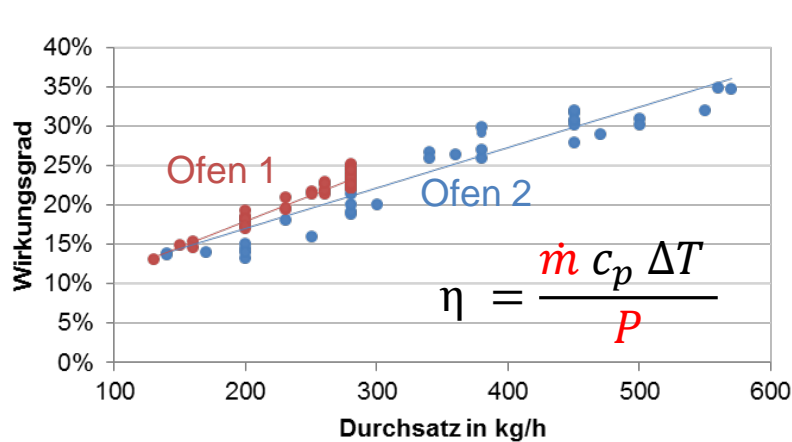


Auslastung und Leistungsaufnahme der elektrischen Durchlauföfen



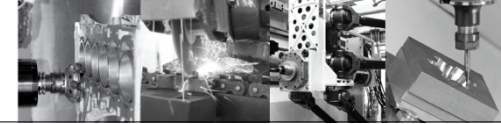
Benchmark der Öfen

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

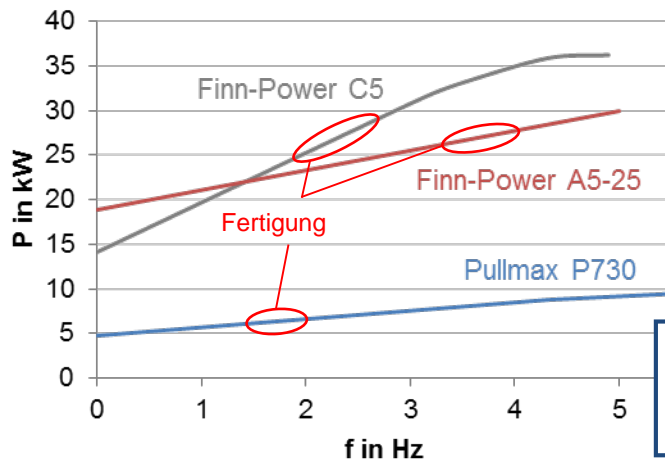


- Auswahl des effizienteren Ofens je nach Fördermenge
- Beschickung optimieren (Produktbatching)
- Ofen 1 auch am Wochenende beschicken (keine Standby-Verluste)
- Wärmerückgewinnung Kühlwasser

Maschinen-/Prozessbenchmark: Nibbler

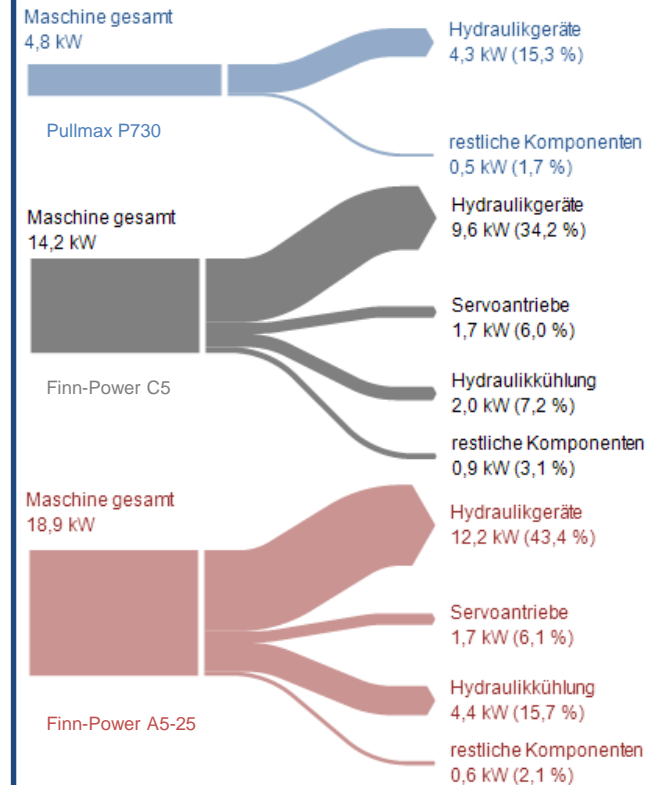


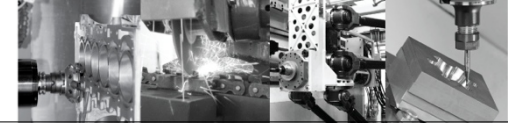
| | Pullmax P730 | Finn-Power C5 | Finn-Power A5-25 |
|-----------------------------------------------------------|--------------|---------------|------------------|
| Nennleistung in kW | 40 | 30 | 20 |
| max. Presskraft in kN | 300 | 300 | 230 |
| max. Schlaggeschwindigkeit in Hübe/Minute (25 mm Abstand) | 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 |



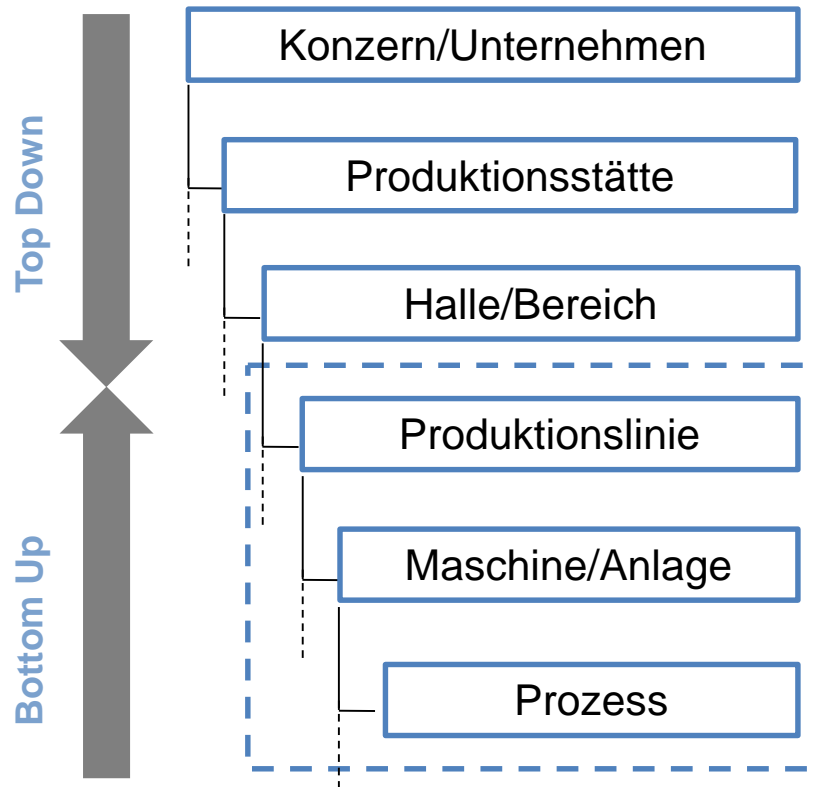
- Anlagen haben stark unterschiedliche Energieeffizienz
- Anlagen werden unter ihren Möglichkeiten betrieben

Leistungsaufnahme im Zustand Betriebsbereit

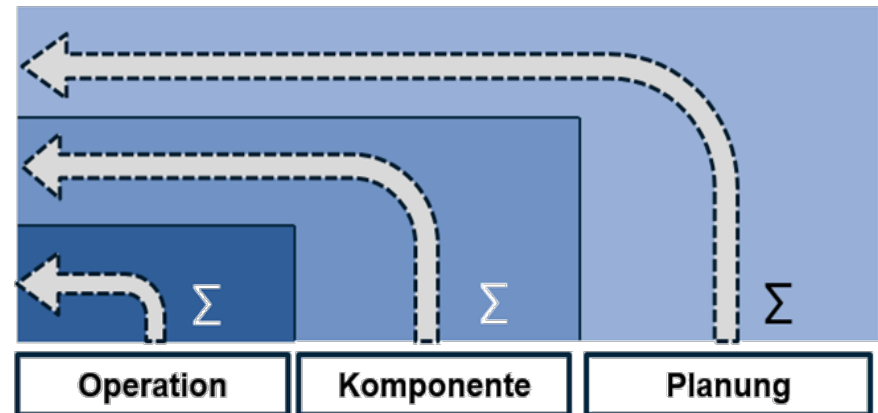




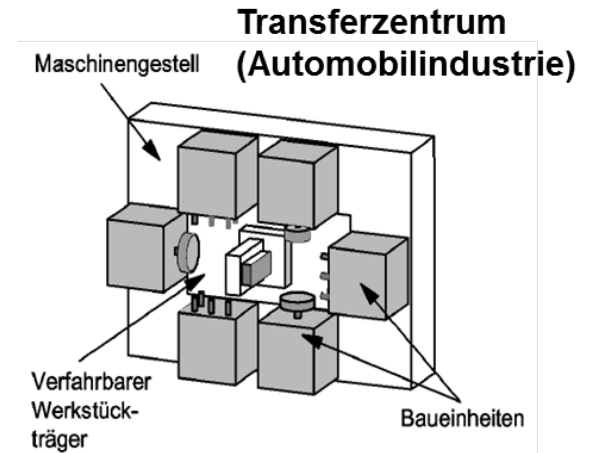
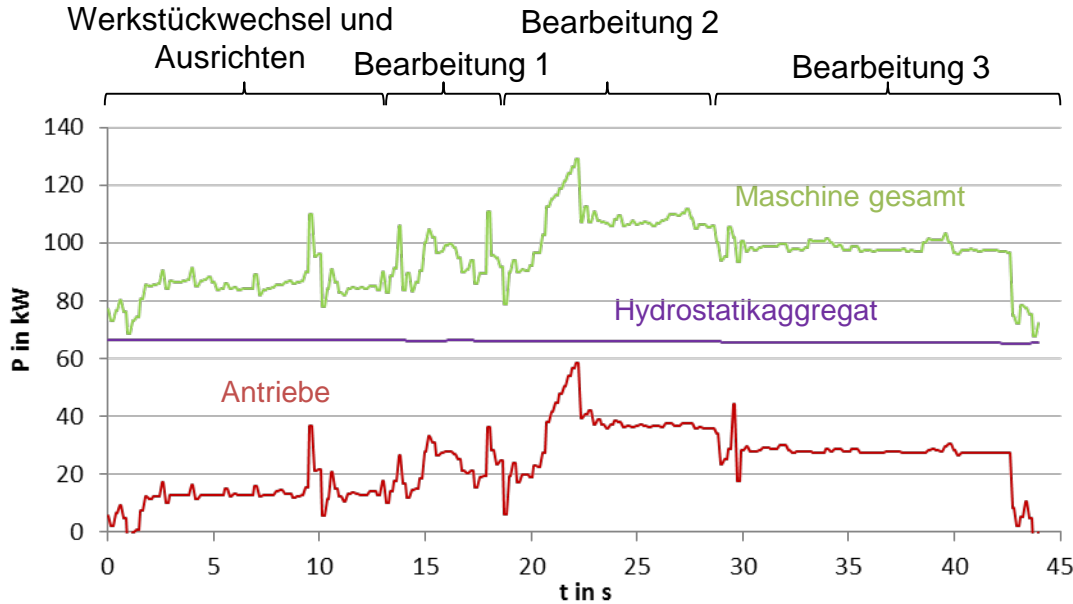
- Auf Linien-, Maschinen- und Prozessebene



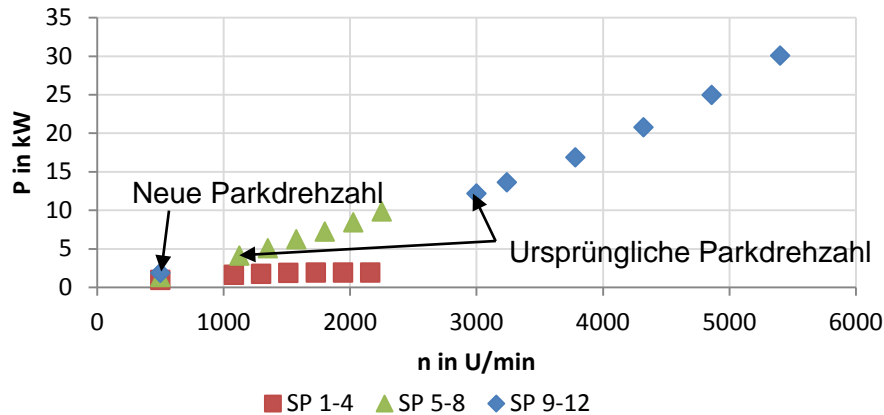
- Darstellung und Überwachung von Produktions-Kennzahlen (KPIs)
 - Optimierung über Betriebszustände
- Optimierung der Effizienz von Maschinen und Anlagen in Fertigung
 - Optimierter Energieeinsatz und Taktzeit
 - Condition-Monitoring von Prozess und Maschine



Optimierung der Effizienz von Maschinen



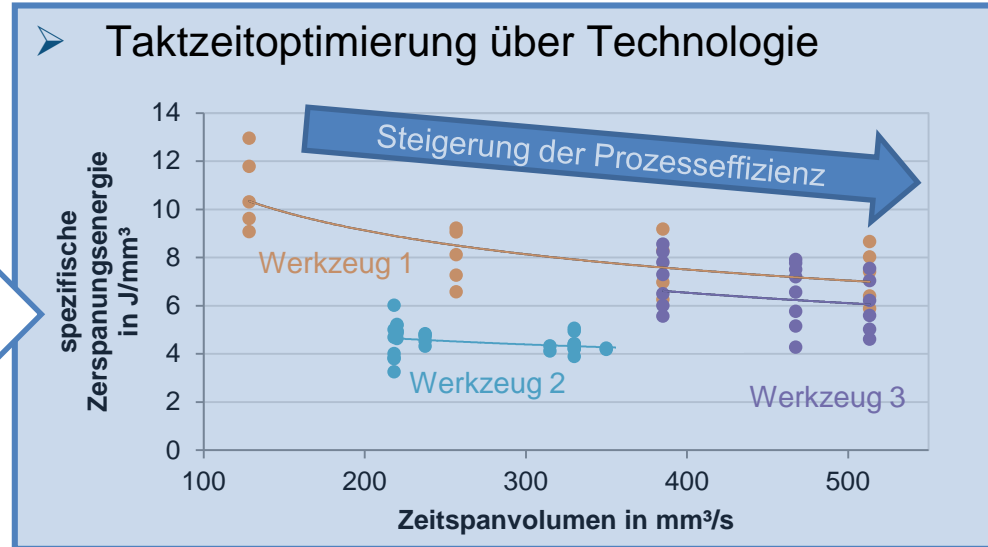
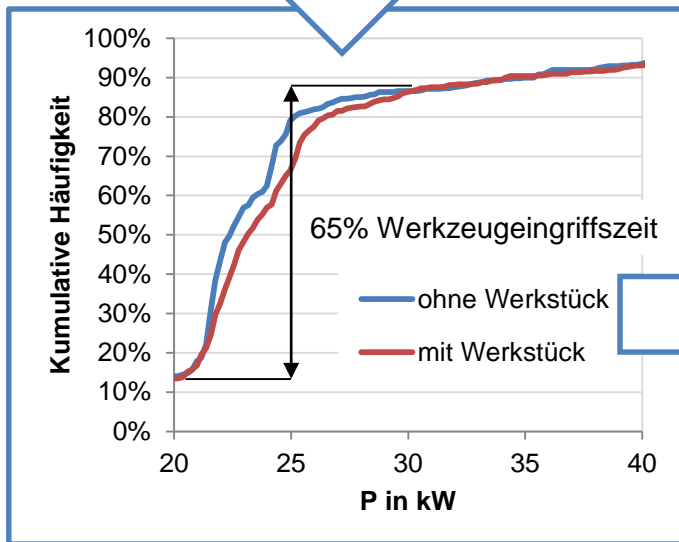
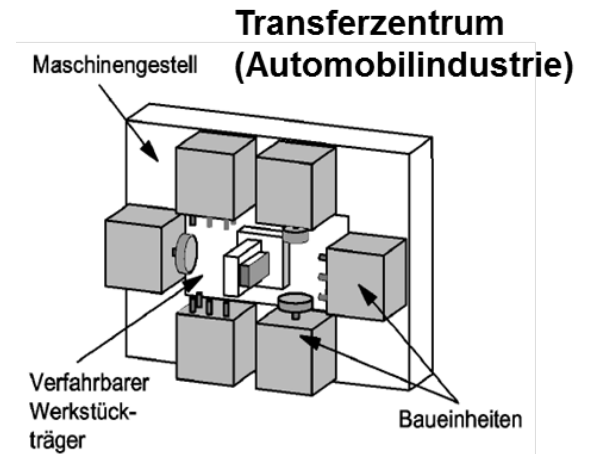
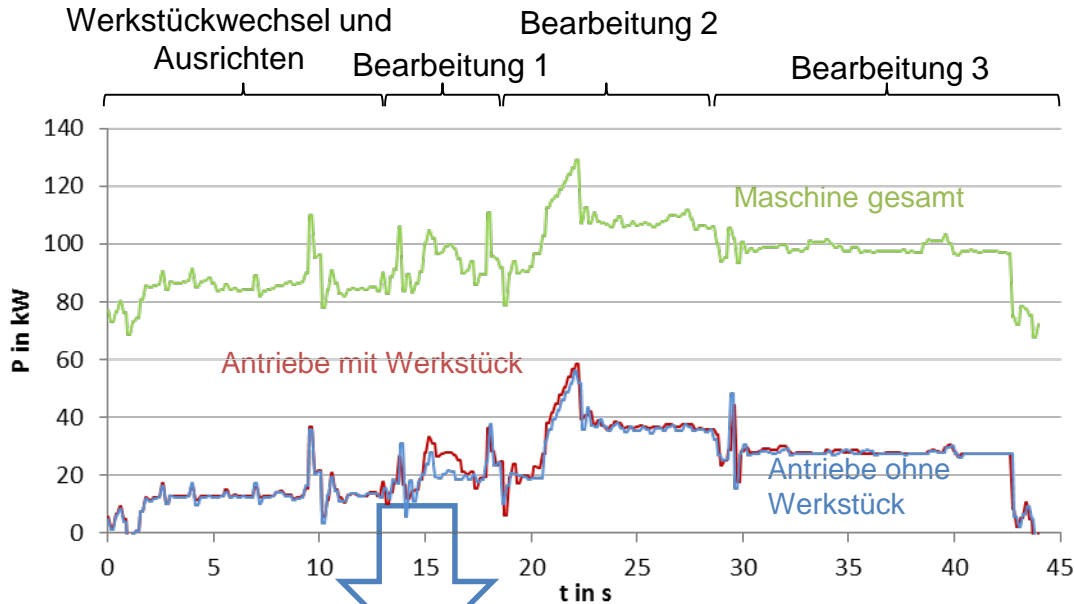
Spindelkennlinien

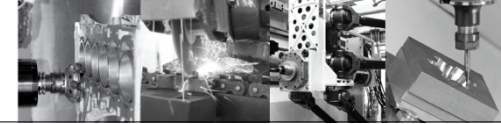


Reduktion Parkdrehzahl auf 500 U/min

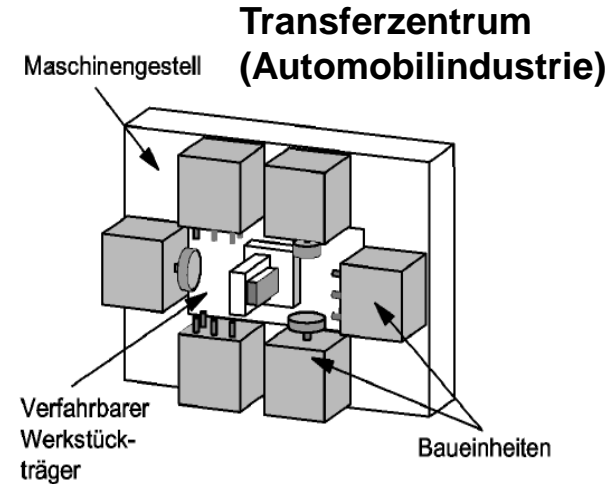
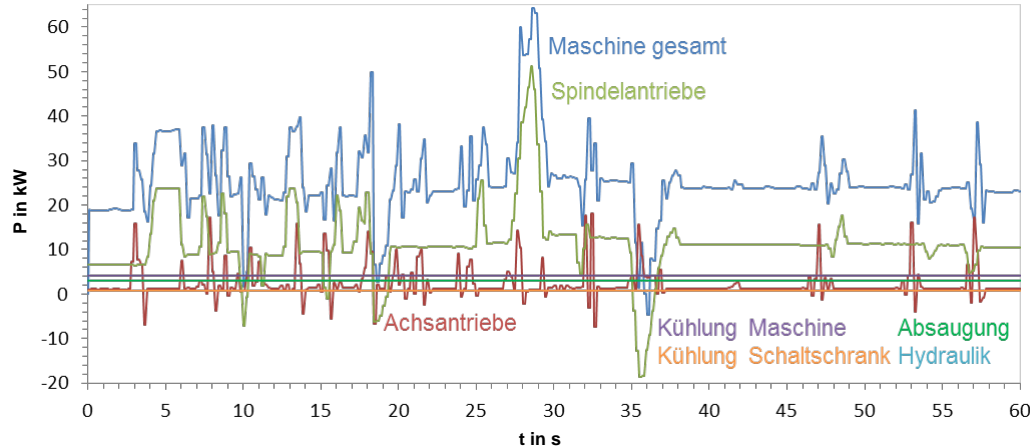
- Reduktion der Leistung um 13,1 kW (entspricht 67 MWh pro Jahr)
- Erhöhte Lebensdauer der Spindeln
- Reduktion Abwärme in den Raum

Taktzeitoptimierung über Technologie

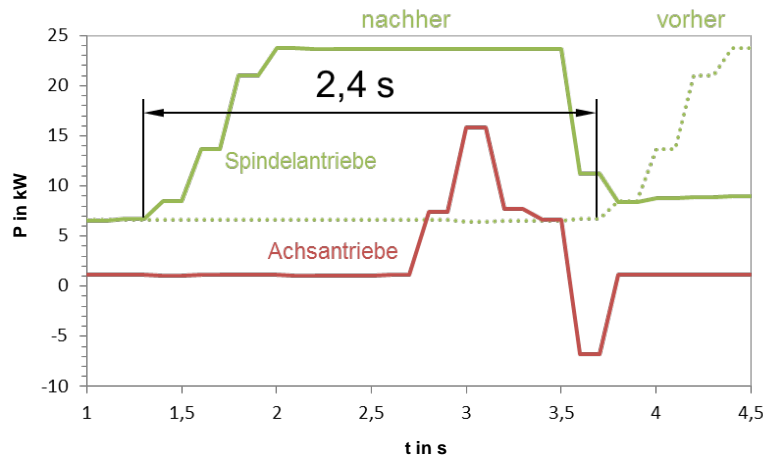




■ Energetische Messung der Bauteilbearbeitung

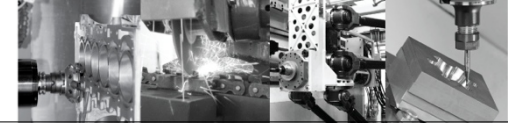


■ Optimierung des Fertigungsablaufes



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

