



Technische
Universität
Braunschweig



Die Lernfabrik
Forschung · Ausbildung · Anwendung

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **IWF**



Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion

IVF- / SWF-Veranstaltung bei den Stadtwerken Fellbach, 09. Juli 2014

Dr. Sebastian Thiede

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF), Professur Nachhaltige Produktion
und Life Cycle Engineering

Gliederung

- Vorstellung
- Handlungsfelder
- Vorgehensweise Energieeffizienz mit ausgewählte Methoden und Werkzeugen
- Die Lernfabrik



Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) | Forschungsschwerpunkte

		Prof. Dröder Fertigungstechnologien & Prozessautomatisierung		Prof. Herrmann Nachhaltige Produktion & Life Cycle Engineering	
		Fertigungstechnik <i>Dr. Hoffmeister</i>	Montage & Fertigungsautomatisierung <i>Dr. Dietrich</i>	Nachhaltige Produktion <i>Dr. Thiede</i>	Life Cycle Engineering <i>Dr. Dettmer</i>
Lab Factories					
Open Hybrid LabFactory		<ul style="list-style-type: none"> Spanende Fertigungsverfahren Präzisionsbearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> Handhabungs- und Montageprozesse Robotertechnik und Montagezellen 	<ul style="list-style-type: none"> Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion Industrie 4.0 Urbane Fabriken 	<ul style="list-style-type: none"> Zielgruppengerechte Lebensweganalysen – „Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing for everyone“
Battery LabFactory		<ul style="list-style-type: none"> Holz- und Faser-verbundwerkstoffe Werkzeugentwicklung und Simulation 	<ul style="list-style-type: none"> Maschinen- und Steuerungskonzepte 	<ul style="list-style-type: none"> Flexible und skalierbare Fabrikssysteme - von der Maschine bis zum Gesamtsystem 	<ul style="list-style-type: none"> Nachhaltige Produkt (&) Service Systeme End-of-Life-Management
Lernfabrik		⋮	⋮	⋮	⋮
					



Nachhaltige Produktion

Ausgewählte Projekte – Verbundforschung

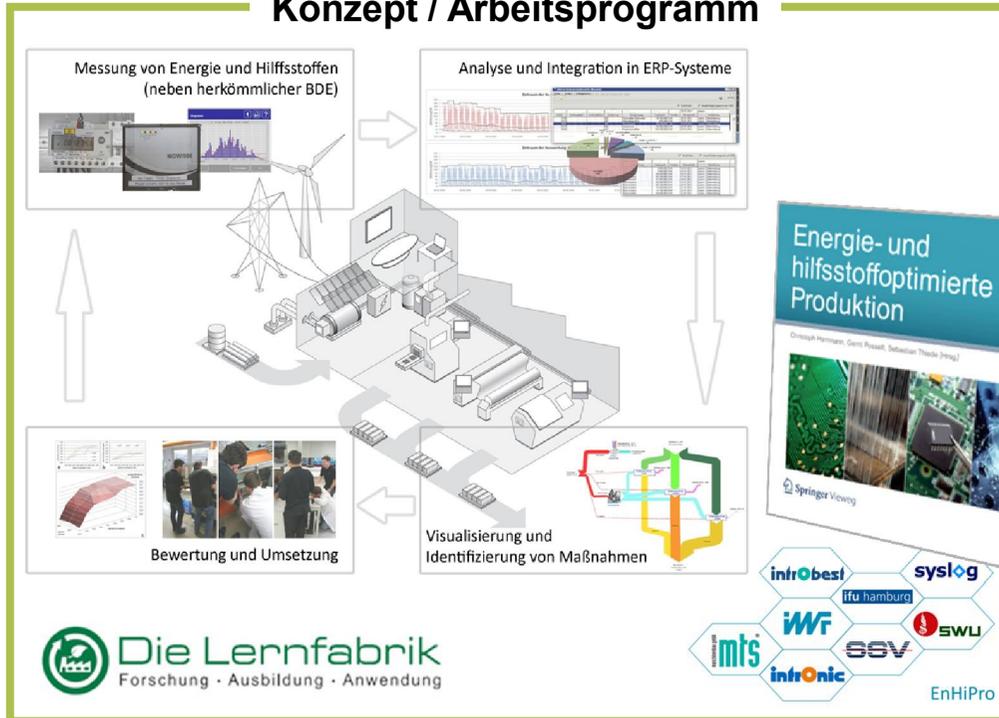
- **EMC²-Factory** - Eco Manufactured transportation means from Clean and Competitive Factory (EU FP7 FoF, 2011-2014)
- Joint German-Australian Research Group „**Sustainable Manufacturing and Life Cycle Management**“, mit University of New South Wales (UNSW), Sydney, BMBF
- **ESIMA** – Mehr Energieeffizienz durch energieautarke Sensorik und Interaktion mit mobilen Anwendern (BMBF)
- **EnHiPro** - Energie- und Hilfsstoffoptimierte Produktion (BMBF)
- **ExtREMe** - Energy and Resource Efficiency in Manufacturing (EUREKA E!5398)
- **ProGress** - Gestaltung ressourceneffizienter Prozessketten am Beispiel Aluminiumdruckguss (BMBF)
- **EnoPA** - Energieeffizienz durch optimierte Abstimmung von Produktion und technischer Gebäudeausrüstung (TGA) (BMWi)
- **LPSN** (Lean Production System Network, gegründet vom IWF)
- **Lean & Green** – „Efficiency and Effectiveness in Production“ (DAAD, BITS Pilani, India)
- **Sustainable Manufacturing through Ubiquitous System Engineering** (DAAD, mit POSTECH Südkorea)
- **Sustainability Cockpit**: An Integrated Tool for Assessment and Improvement of Sustainability in Manufacturing (ARC Linkage Australia)
- verschiedene Industrieprojekte zum Thema Energieeffizienz (Spritzguss, Gießerei, Werkzeugmaschinen)



Projektsteckbrief: EnHiPro

➔ Energie- und Hilfsstoffoptimierte Produktion

Konzept / Arbeitsprogramm



Teilziele

- Entwicklung einer KMU-geeigneten Methodik zur kontinuierlichen Ableitung von Maßnahmen zur Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz
- Erfassung und Zielgruppen-gerechte Aufbereitung relevanter Energie- und Hilfsstoffflüsse als Entscheidungsunterstützung für Unternehmensplanung und -steuerung (z.B. ERP)
- Definition von Messstrategien und Vorgehen zur Datenerfassung
- Integration in die vorhandene betriebliche Datenwelt von KMU

Kooperationspartner



Projektrahmen

06/2009 – 05/2012

PTKA Projektträger Karlsruhe im Karlsruher Institut für Technologie

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

www.enhipro.de

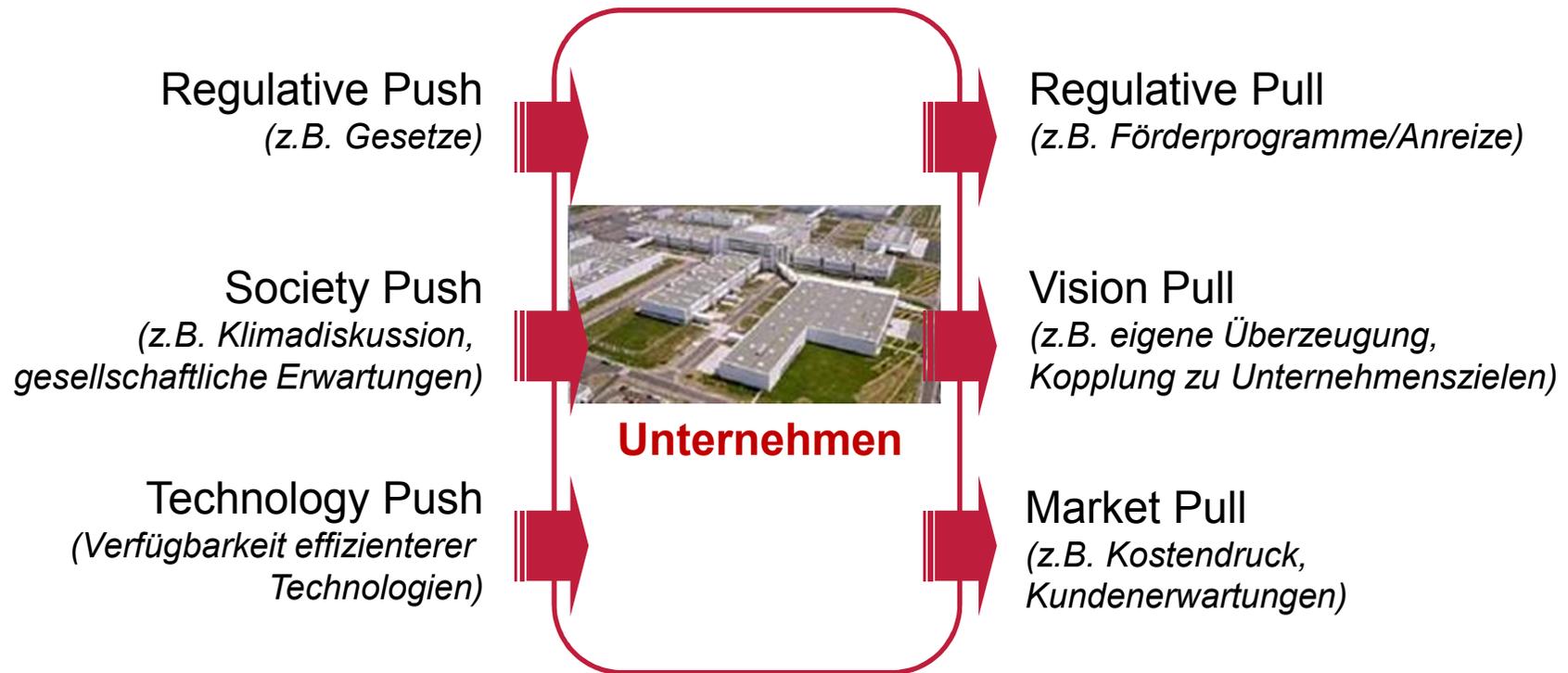
Gliederung

- Vorstellung
- Handlungsfelder
- Vorgehensweise Energieeffizienz mit ausgewählte Methoden und Werkzeugen
- Die Lernfabrik



Motivation

Steigende Relevanz des Themas Nachhaltigkeit in der Produktion

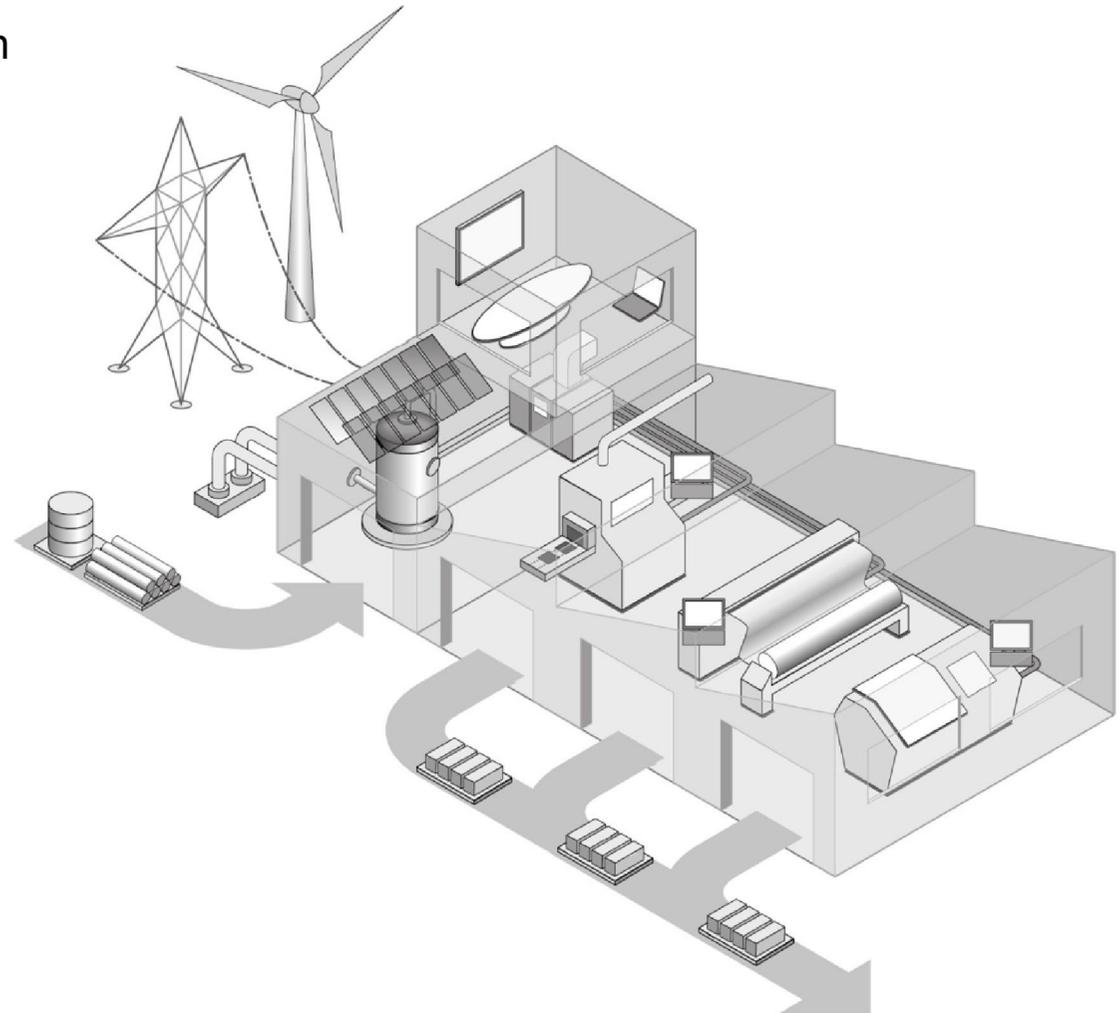


Treiber Nachhaltigkeit in der Produktion

[Fichter 2005]

Ganzheitlicher Ansatz

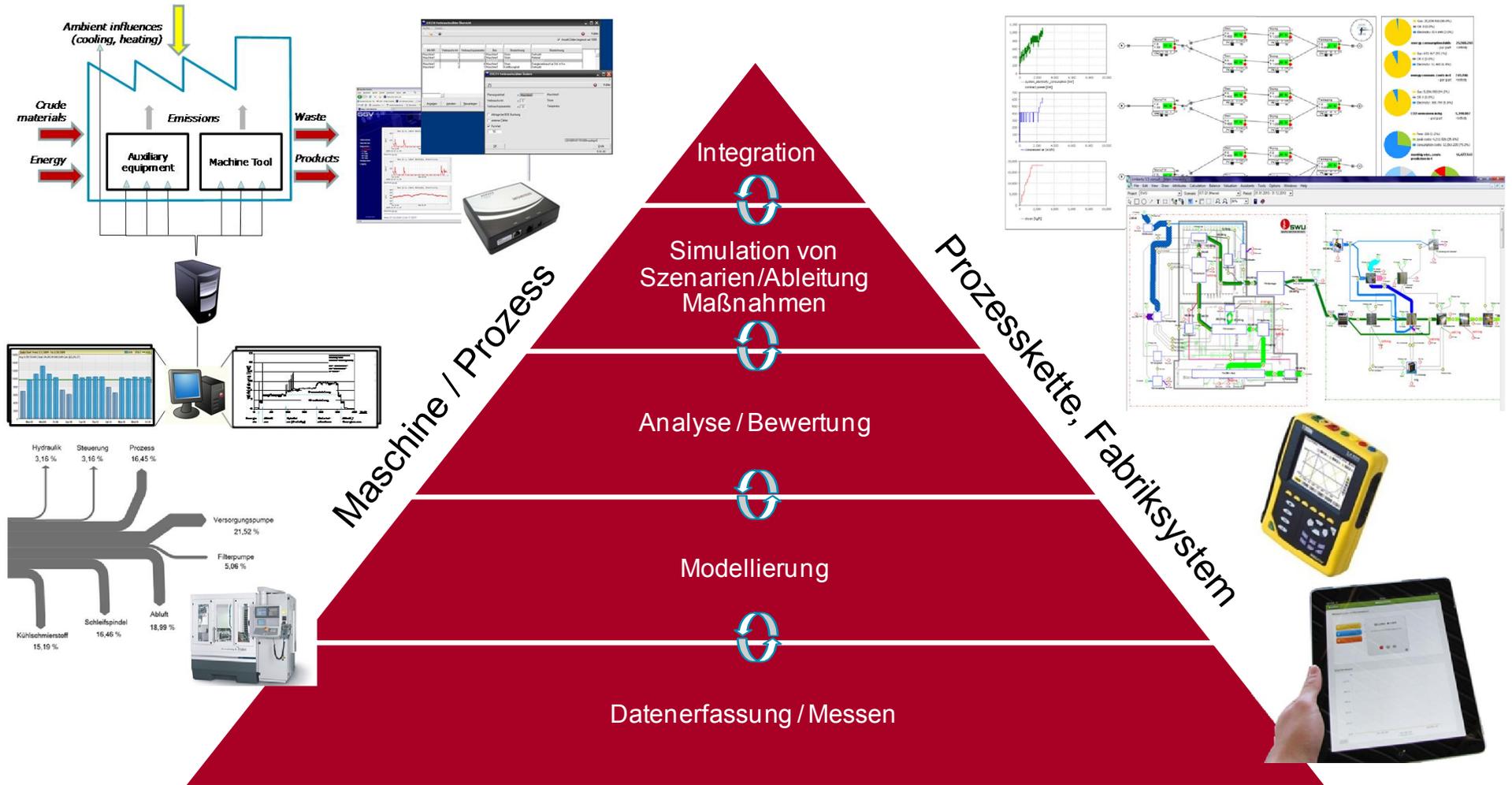
- Energie- und Ressourcenverbrauch von Fabriken durch Vielzahl von Einzelverbraucher bestimmt
- ganzheitliche Perspektive notwendig
 - Produktion - Einzelprozesse, Maschinen, Prozessketten
 - technische Gebäudeausrüstung (TGA) - z.B. Druckluft, erneuerbare Energien
 - Gebäudehülle
- Berücksichtigung aller relevanten Energie- und Stoffflüsse und derer dynamischen Wechselwirkungen



Quelle: eigene Darstellung

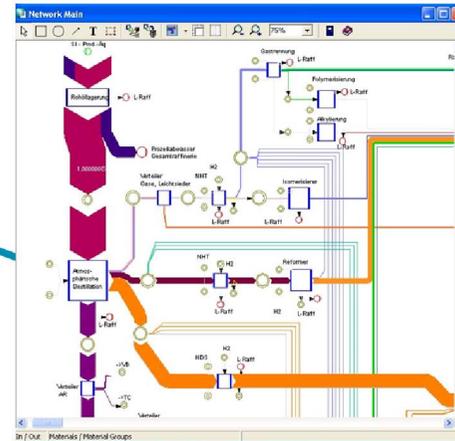
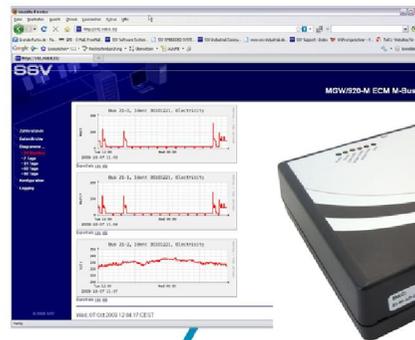
Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion

Generelle Vorgehensweise



[Herrmann, Thiede, Heinemann 2010: A Holistic Framework for Increasing Energy and Resource Efficiency in Manufacturing, in: Global Conference on Sustainable Manufacturing, Abu Dhabi]

Etablierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses



Messung von Energie
und Hilfsstoffen
(neben herkömmlicher BDE)

Analyse

Umsetzung

Identifikation
von Maßnahmen

Bewertung
(ökologisch, wirtschaftlich,
technisch)

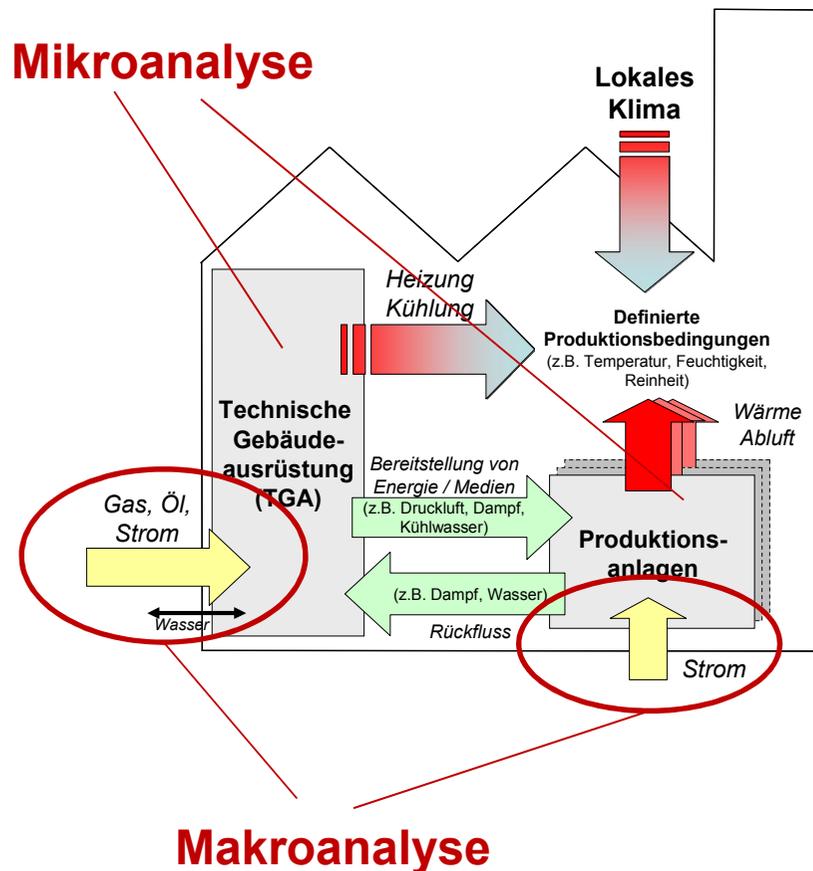


Gliederung

- Vorstellung
- Handlungsfelder
- Vorgehensweise Energieeffizienz mit ausgewählte Methoden und Werkzeugen
- Die Lernfabrik

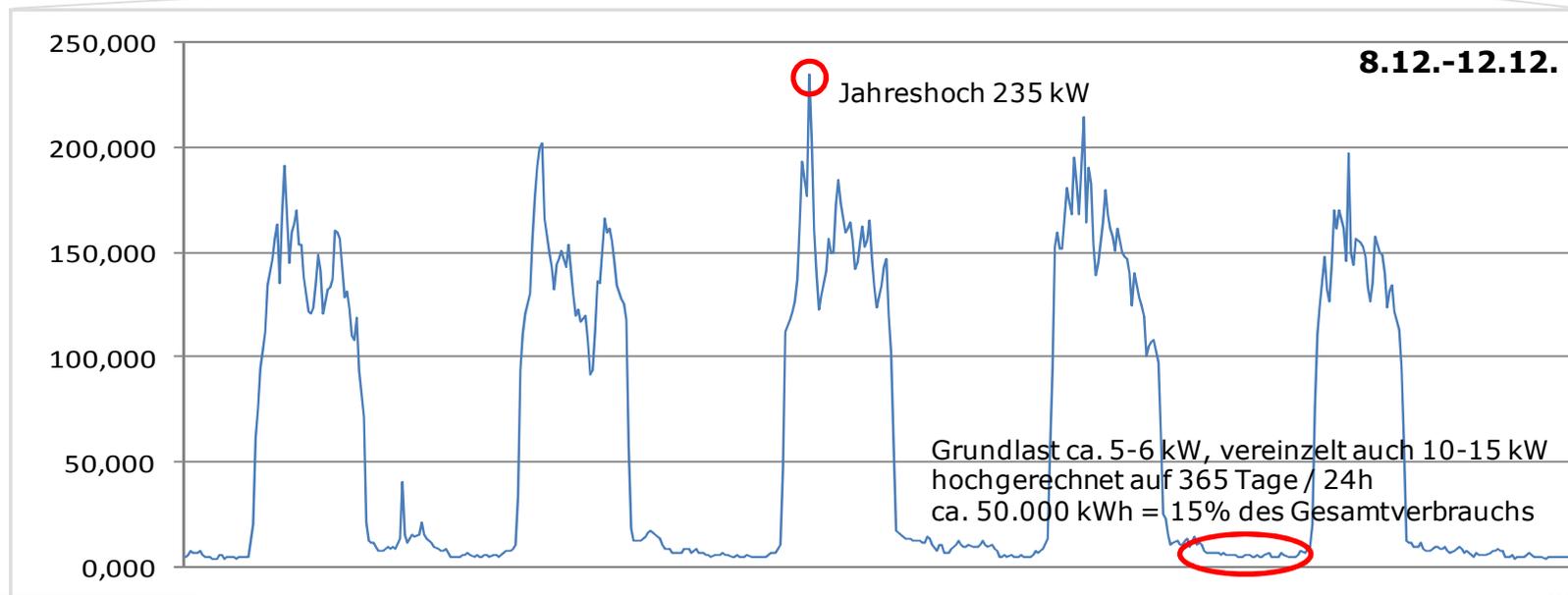
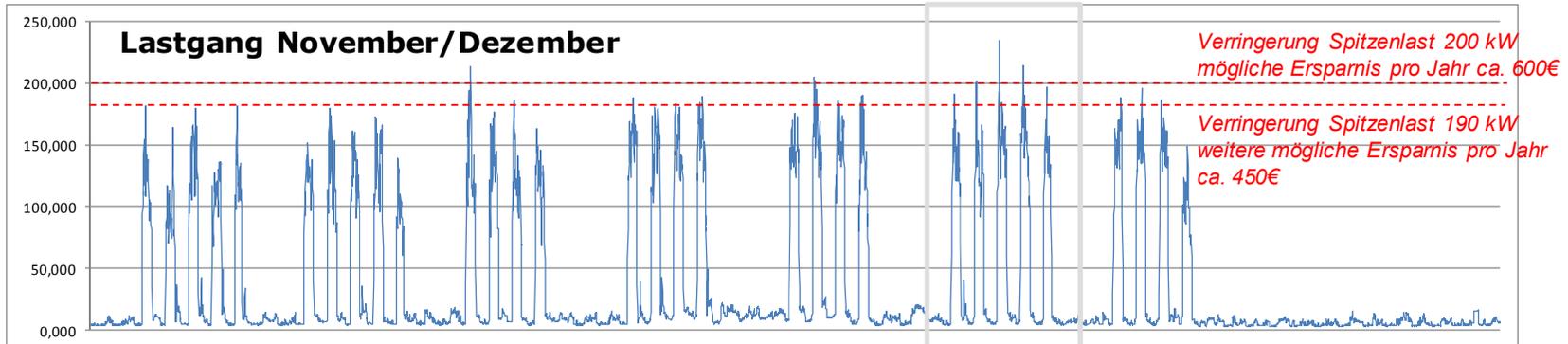


Vorgehen zur energetischen Analyse



- Makroanalyse („top-down“)
 - was geht in das Unternehmen, was wird tatsächlich bezahlt
 - kumulierte Verbräuche, Max-Min-Betrachtungen, zeitliche Betrachtung
 - Kostenbewertung / Vertragsmodelle
 - Ableitung von grundsätzlichen Prioritäten und Handlungsfeldern
- Mikroanalyse („bottom-up“)
 - zeitliche Betrachtung der Verbräuche einzelner Maschinen/Anlagen
 - Berücksichtigung interner Energieflüsse
 - Priorisierung von Verbrauchern in Abgleich mit Makroanalyse
 - Ableitung konkreter Verbesserungsansätze

Makroanalyse – Energetisches Lastprofil



[ivVF 2010]



Priorisierung von Verbrauchern über Energie-Portfolio



[IWF 2011]

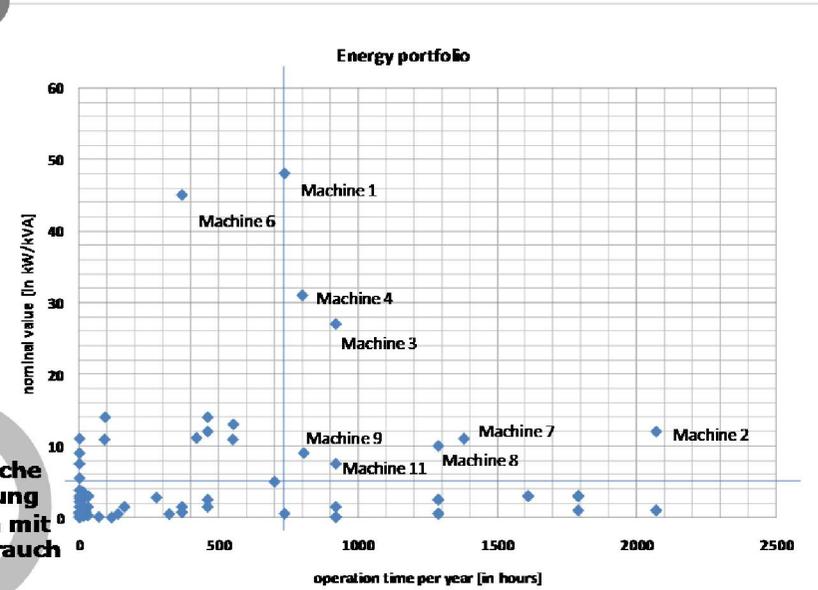
Zusammenspiel Makro- und Mikroanalyse

1

Typ	manufacturer	operation time	nominal value	estimated consumption
		h/a	kW	kWh/a
Machine 1	XY	736	48	35328
Machine 2	ABC	2070	12	24840
Machine 3	CY	920	27	24840
Machine 4	XZ	800	31	24800
Machine 5	XY	8200	2,2	18040
Machine 6	Z	368	45	16560
Machine n

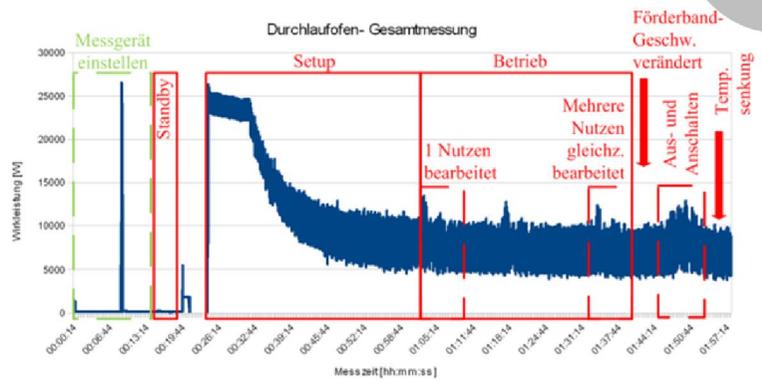
Maschinenliste

2

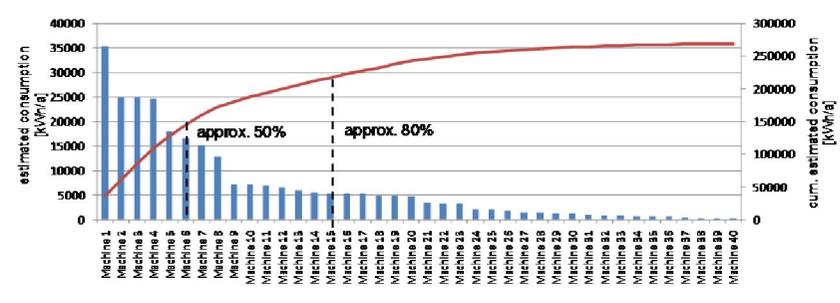


kontinuierliche Aktualisierung und Abgleich mit Gesamtverbrauch

3



Messungen (Mikroanalyse)

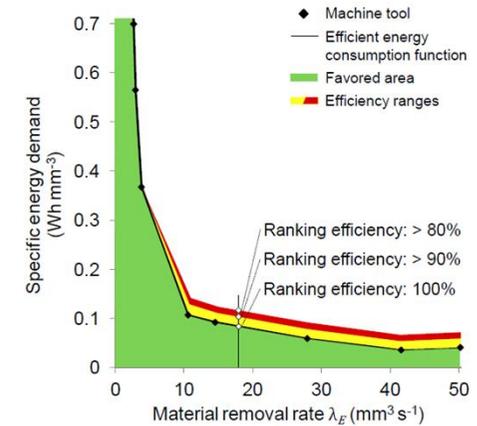
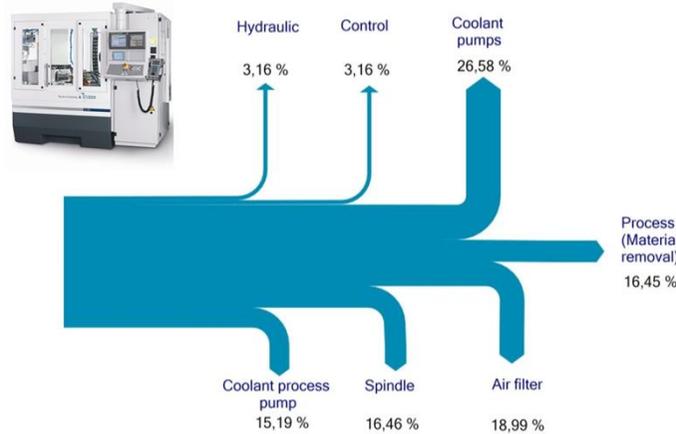
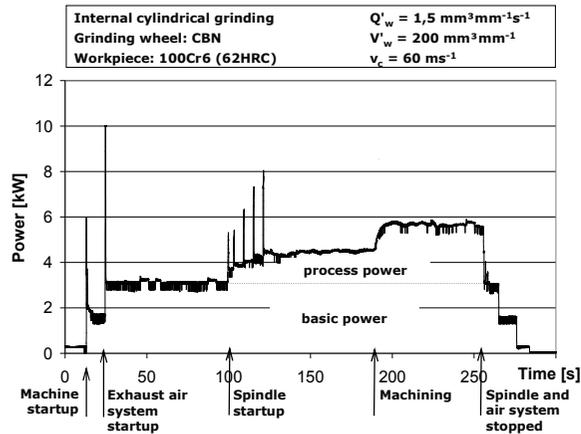


Identifikation von Verbrauchstreibern/ Priorisierung

[IWF 2011]

Energetische Betrachtung von Produktionsmaschinen

Bsp. Werkzeugmaschine



Messen

Analyse/Modellierung

Benchmarking

- Messen von Lastprofilen, Zuordnung von Maschinenzuständen – wertschöpfende Verbrauchsanteile relativ klein, hoher Anteil Standby
- Ableitung von Parametermodellen für Maschinen zur energetischen Beschreibung
- Bewertung der Prozess- bzw. Maschineneffizienz und Benchmarking
- Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen

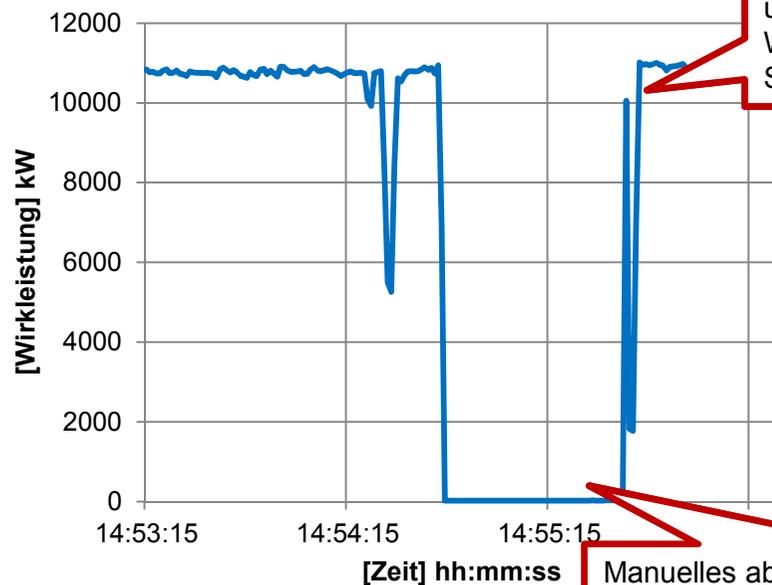
[IWF 2010, Zein 2012]

Mitarbeiterworkshops zum Thema Energieeffizienz

Beispiel einer Sofortmaßnahme im Schwerpunkt Energieeffizienz

EHT CNC 3000 PS – Abkant-Biegemaschine - 180 t

Lösung: Reduzierung des Leistungsbedarfes in Nebenzeiten von 10,8 auf 0,2 kW durch Änderung des Benutzerverhaltens



Technisch unproblematisches Wiederanfahren in wenigen Sekunden

Hinweisschild zum Energiebewussten Bedienerverhalten

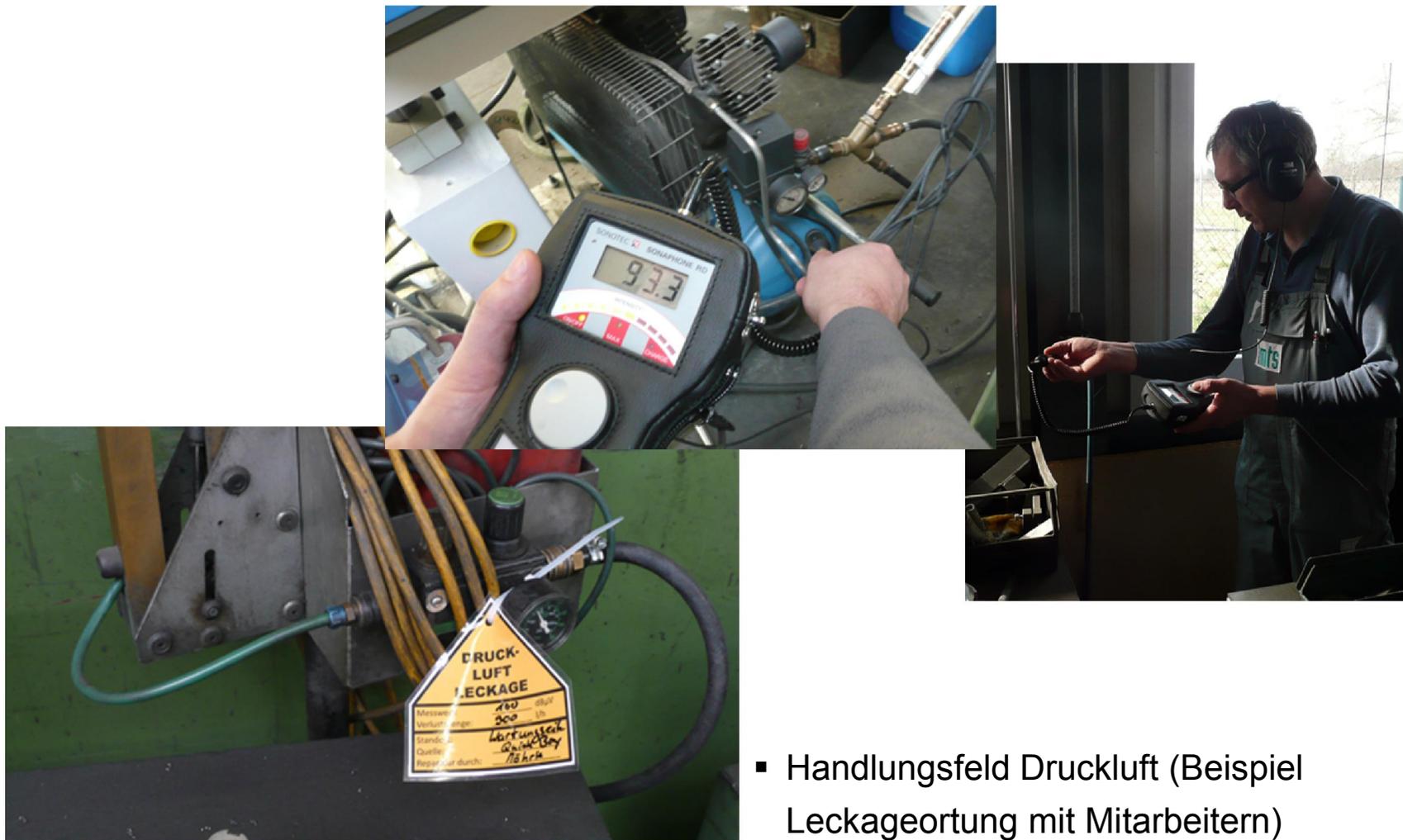
Neuer, leicht erreichbarer Hydraulik-Hauptschalter

Manuelles abschalten der Hydraulik während der Nebenzeiten

SEHR HOHE STANDBY LEISTUNG
Standby-Leistung: _____ kW
Maschine abschalten während:
- Arbeitspausen
- Werkstückwechsel



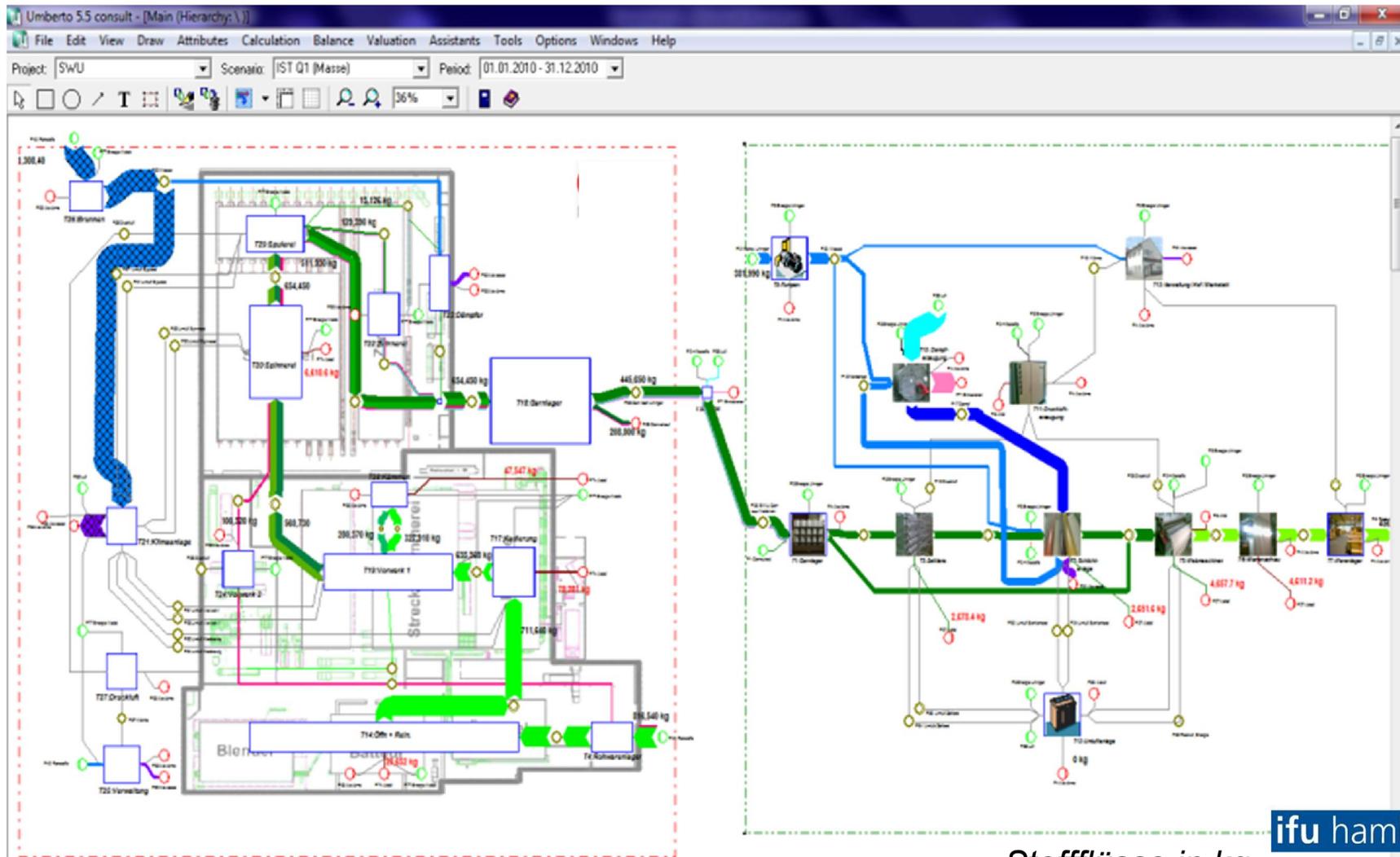
Mitarbeiterworkshops zum Thema Energieeffizienz



- Handlungsfeld Druckluft (Beispiel Leckageortung mit Mitarbeitern)

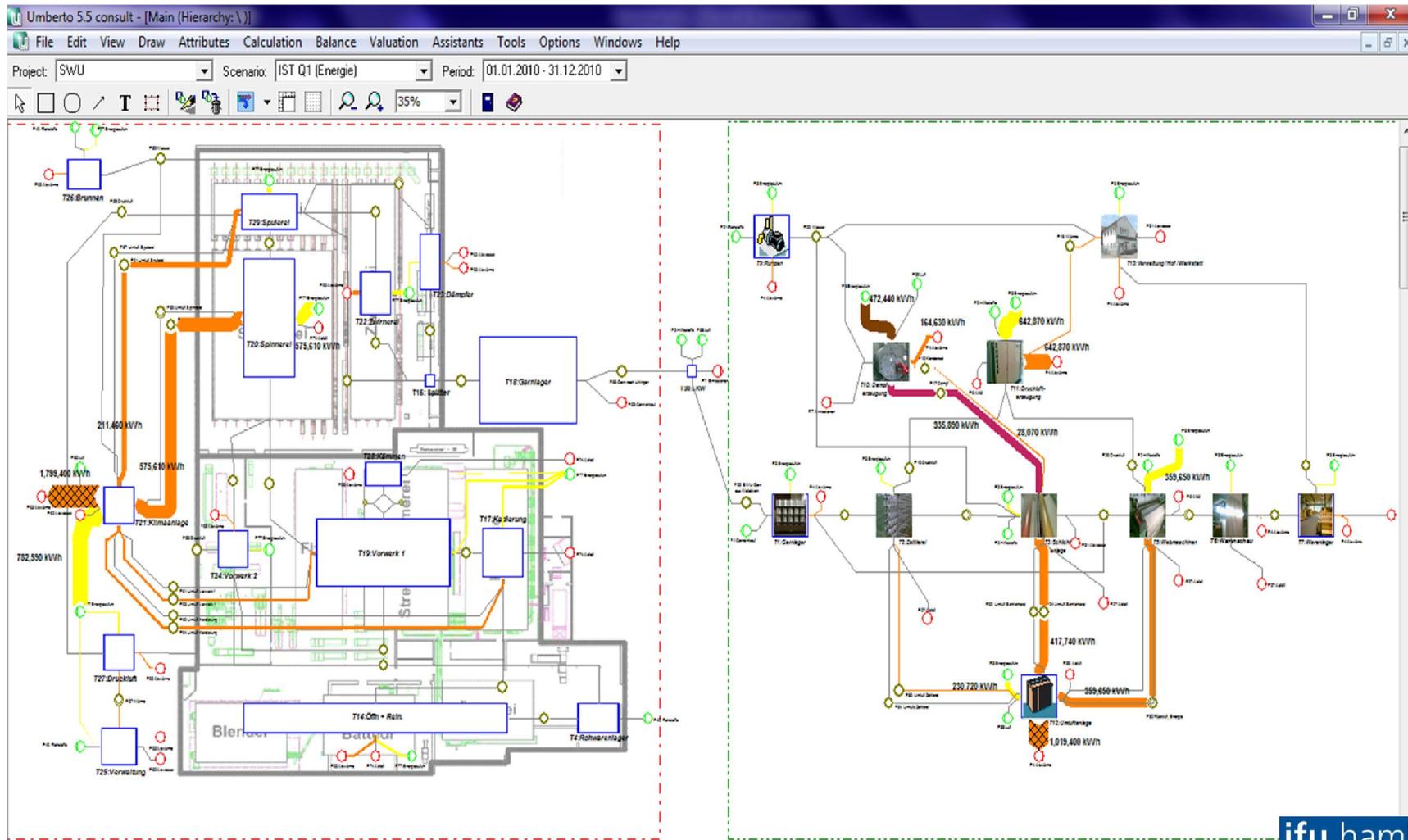


Modellierung und Bewertung der Stoff- und Energieflüsse auf Systemebene



Stoffflüsse in kg **ifu** hamburg [EnHiPro 2011]

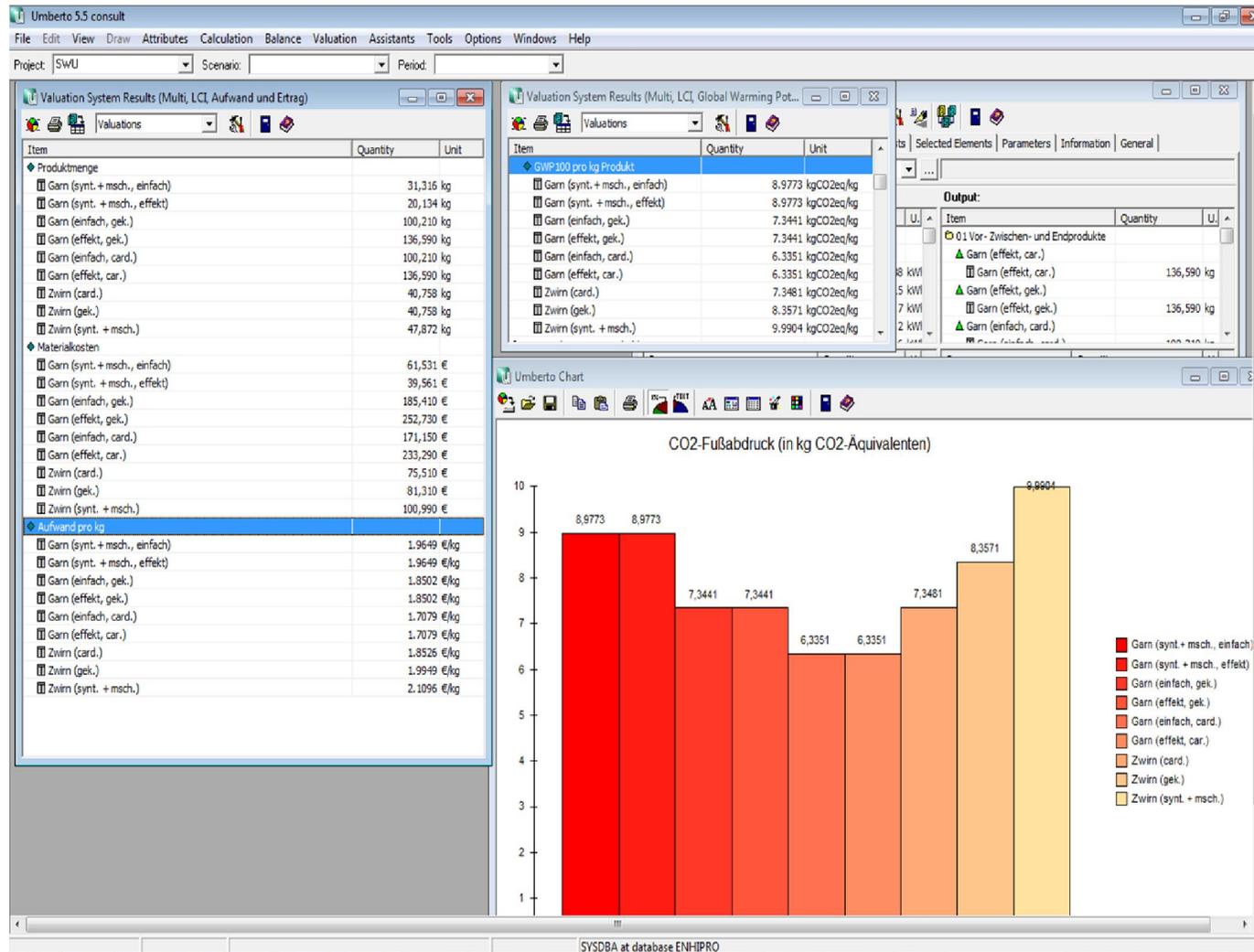
Modellierung und Bewertung der Stoff- und Energieflüsse auf Systemebene



ifu hamburg
[EnHiPro 2011]

Energieflüsse in kWh

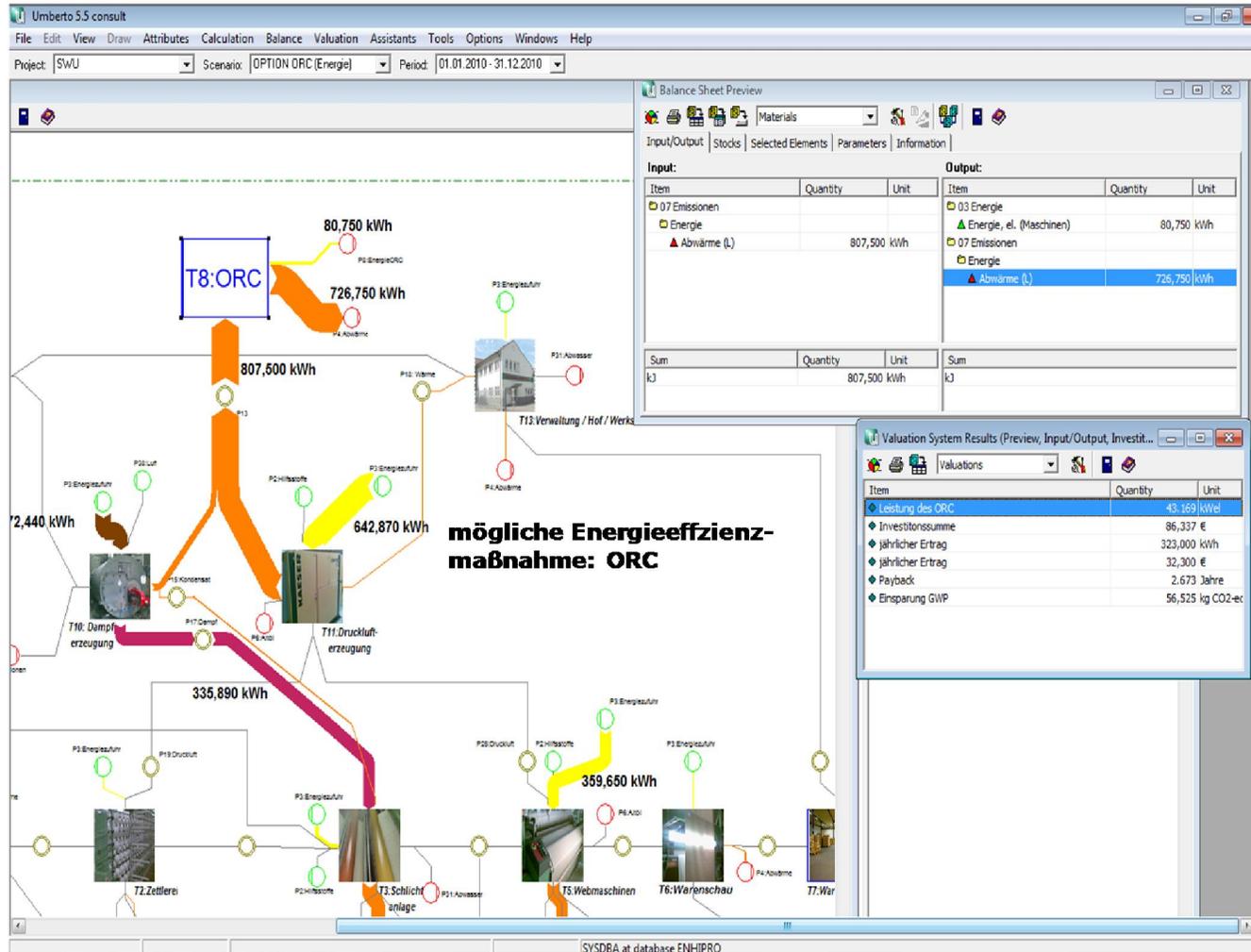
Modellierung und Bewertung der Stoff- und Energieflüsse auf Systemebene



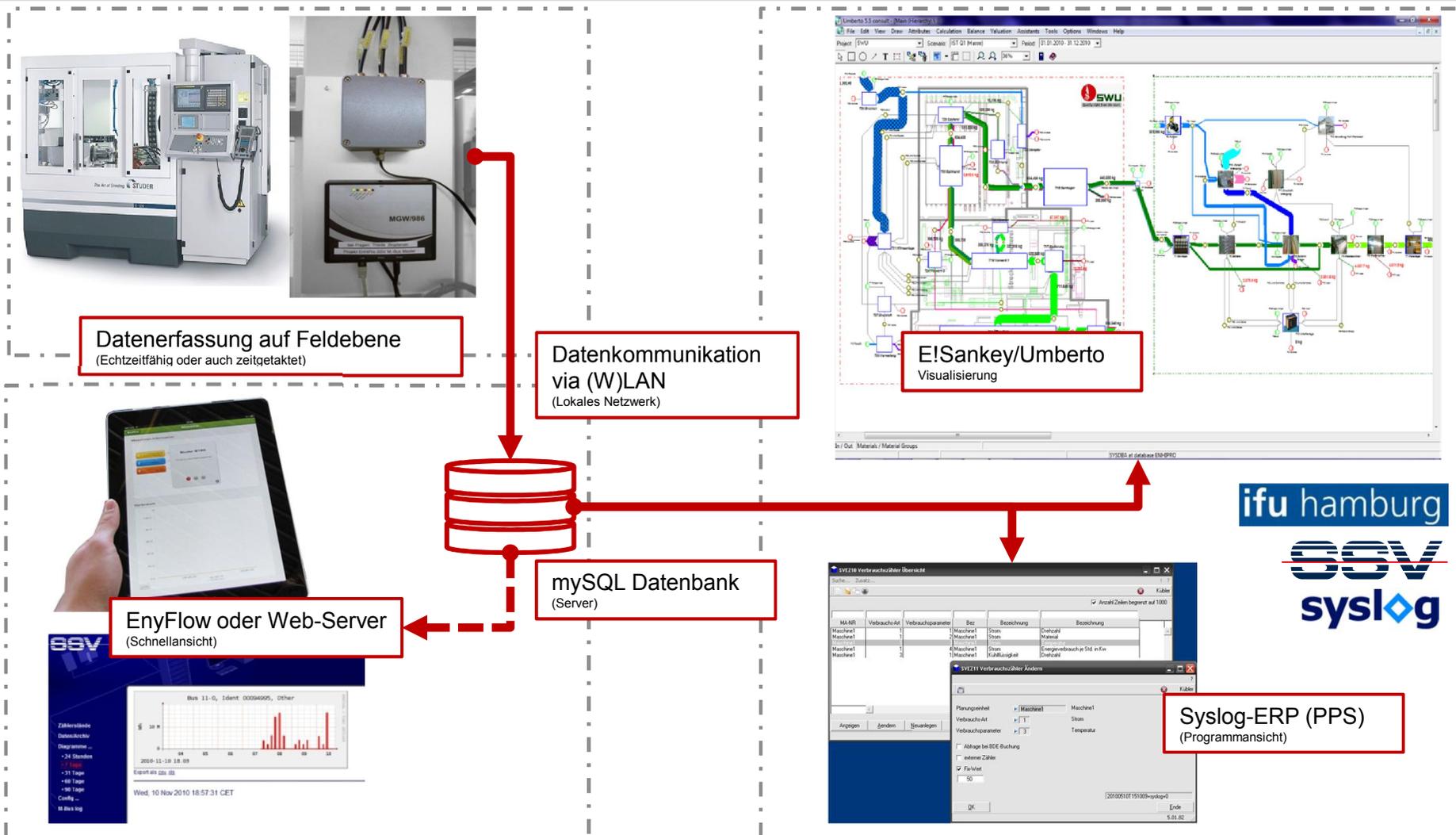
(Rechnung mit Beispielwerten)

ifu hamburg
[EnHiPro 2011]

Modellierung der Stoff- und Energieflüsse auf Systemebene



Konzepte zur Erfassung und Bereitstellung von Energiedaten



[EnHiPro 2011]

Industrie 4.0 | EnyFlow – Energy Flows Made Transparent



Gliederung

- Vorstellung
- Handlungsfelder
- Vorgehensweise Energieeffizienz mit ausgewählte Methoden und Werkzeugen
- Die Lernfabrik

Die Lernfabrik

- Schaffung einer Lern- und Forschungsumgebung für „Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion“
- Ziele: praktische „Erlebbarkeit“ und Plattform für gezielte Weiterentwicklung, Sensibilisierung und Weiterbildung
- Zielgruppen: Industrie, Forschung, Lehre
- verschiedene Stationen mit z.T. interaktiver Darstellung von Inhalten
 1. Energieleitstand
 2. Effiziente Druckluft
 3. Mineralölfreie Produktion
 4. Energietransparente Maschine
 5. Späneentölung
 6. Erneuerbare Energien
 7. Energieeffizienz lernen
 8. Green Office
 9. Elektromobilität (neu)
- kontinuierliche Erweiterung geplant





Technische
Universität
Braunschweig



Die Lernfabrik
Forschung · Ausbildung · Anwendung

Institut für Werkzeugmaschinen
und Fertigungstechnik **IWF**



Energie- und Ressourceneffizienz in der Produktion

IVF- / SWF-Veranstaltung bei den Stadtwerken Fellbach, 09. Juli 2014

Dr. Sebastian Thiede

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF), Professur Nachhaltige Produktion
und Life Cycle Engineering