



INEC

INSTITUT FÜR INDUSTRIAL
ECOLOGY

Prof. Dr. Tobias Viere
tobias.viere@hs-pforzheim.de

Ressourceneffizienzpotenziale
erkennen und bewerten:
Energie- und Stoffstromanalyse
am Beispiel einer Spinnweberei

- 6000 Studenten, 3 Fakultäten
 - Design (1000)
 - Technik (2000)
 - Wirtschaft und Recht (3000)
 - Platz 2 Ranking Wirtschaftswoche: Fachhochschulen BWL
 - Top-Noten für Arbeitgeberzufriedenheit
 - AACSB-akkreditiert
 - Ausgezeichneter PRME-Teilnehmer
 - (Internationale) Bachelor-/Master-/MBA-Studiengänge
 - B.Sc. Ressourceneffizienzmanagement seit 2011
 - M.Sc. Life Cycle and Sustainability Studies ab 2015



PRME Principles for Responsible Management Education



The Association to Advance Collegiate Schools of Business

Institute for Industrial Ecology (INEC)

- Interdisziplinäre Forschungsgruppe mit Professor/innen aus Wirtschaft und Technik
- Praxisnahe Forschungsprojekte auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene, zahlreiche Kooperationsprojekte mit großen und mittelständischen Unternehmen
- Aktuelle Highlights
 - BMBF-Projekt InReff (Integrierte Ressourceneffizienzanalyse in der chemischen Industrie)
 - 100 Unternehmen für Ressourceneffizienz (Begleitforschung zur Initiative des Landes Baden-Württemberg)



INEC

INSTITUTE FOR INDUSTRIAL
ECOLOGY



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

ZVEI:



Motivation für Ressourceneffizienz: Umwelt

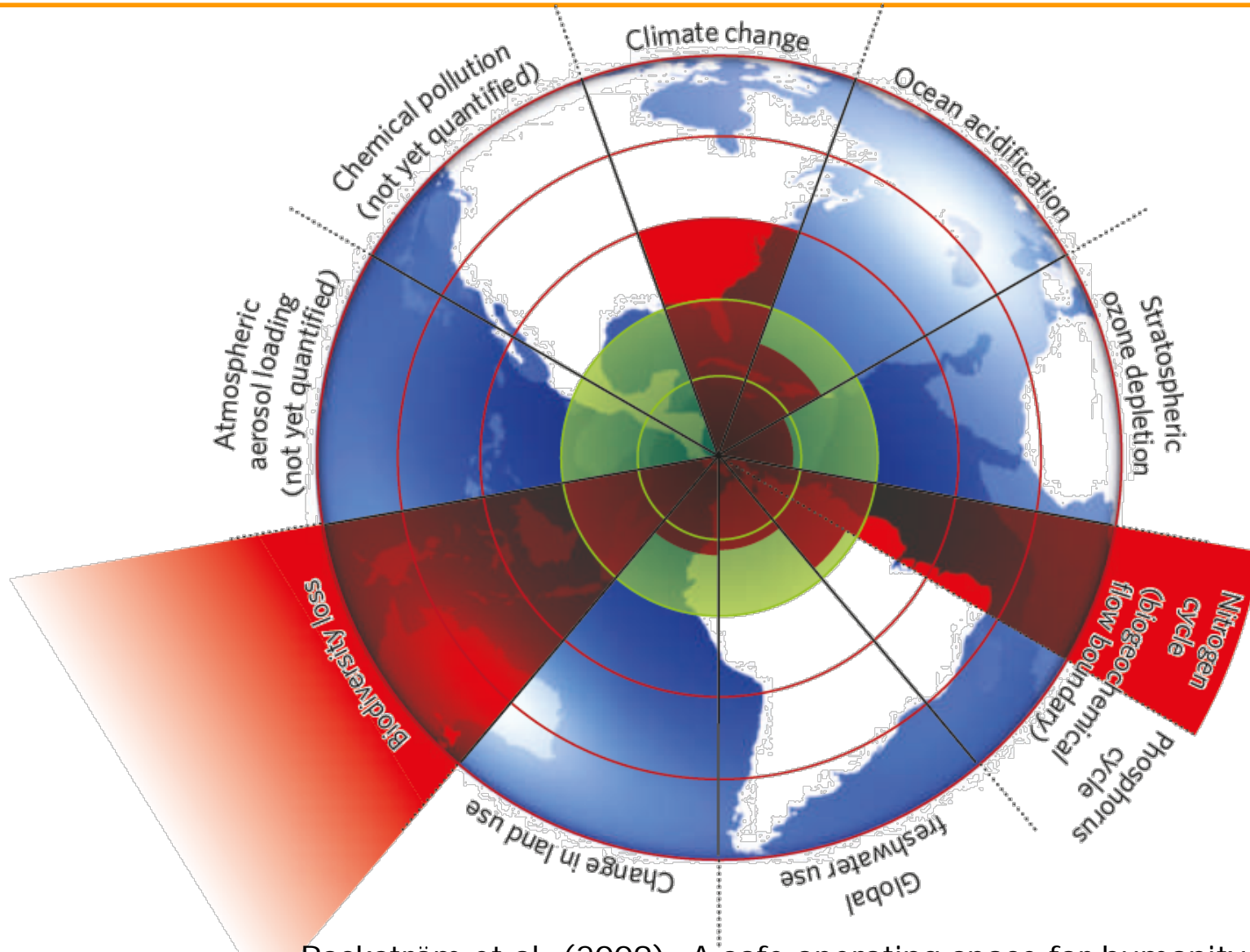


Abbildung:
Rockström et al. (2009): A safe operating space for humanity, *Nature*, Vol. 461

Motivation für Ressourceneffizienz: Rohstoffe

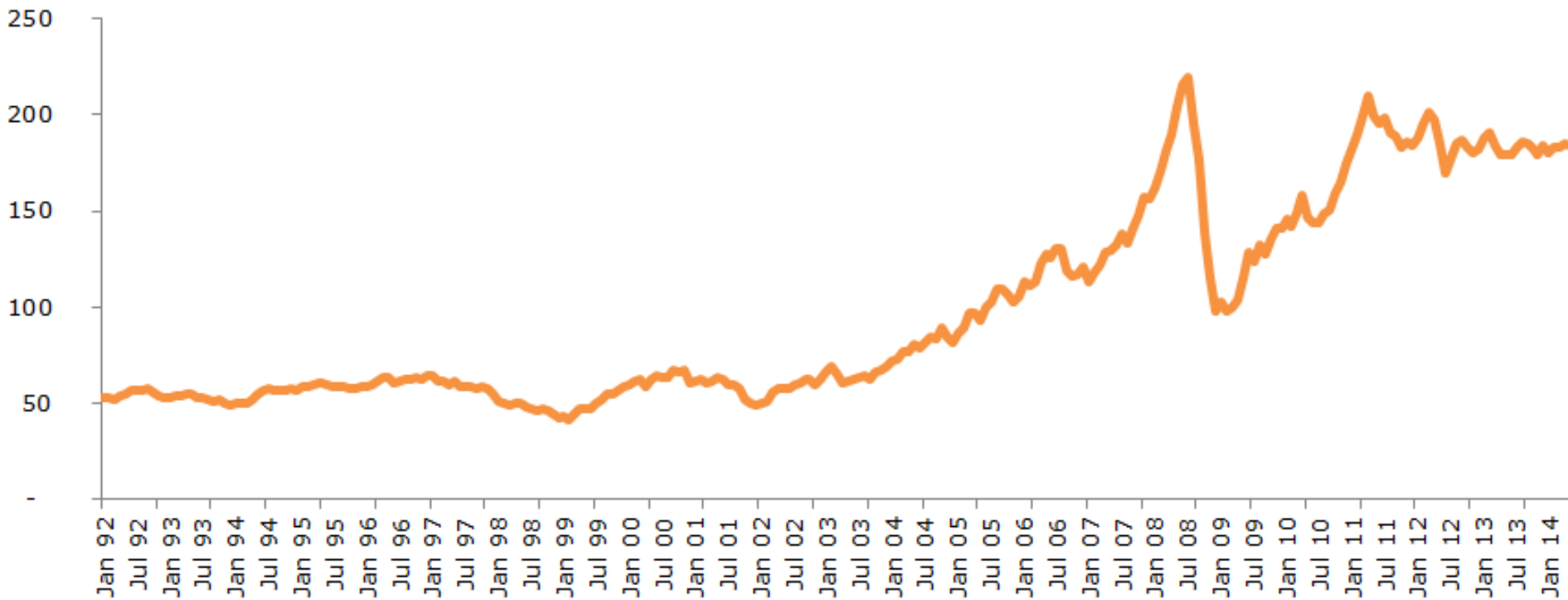


Abbildung: World Commodity Price Index (Int. Währungsfond), 2005=100

Motivation für Ressourceneffizienz: Rohstoffe

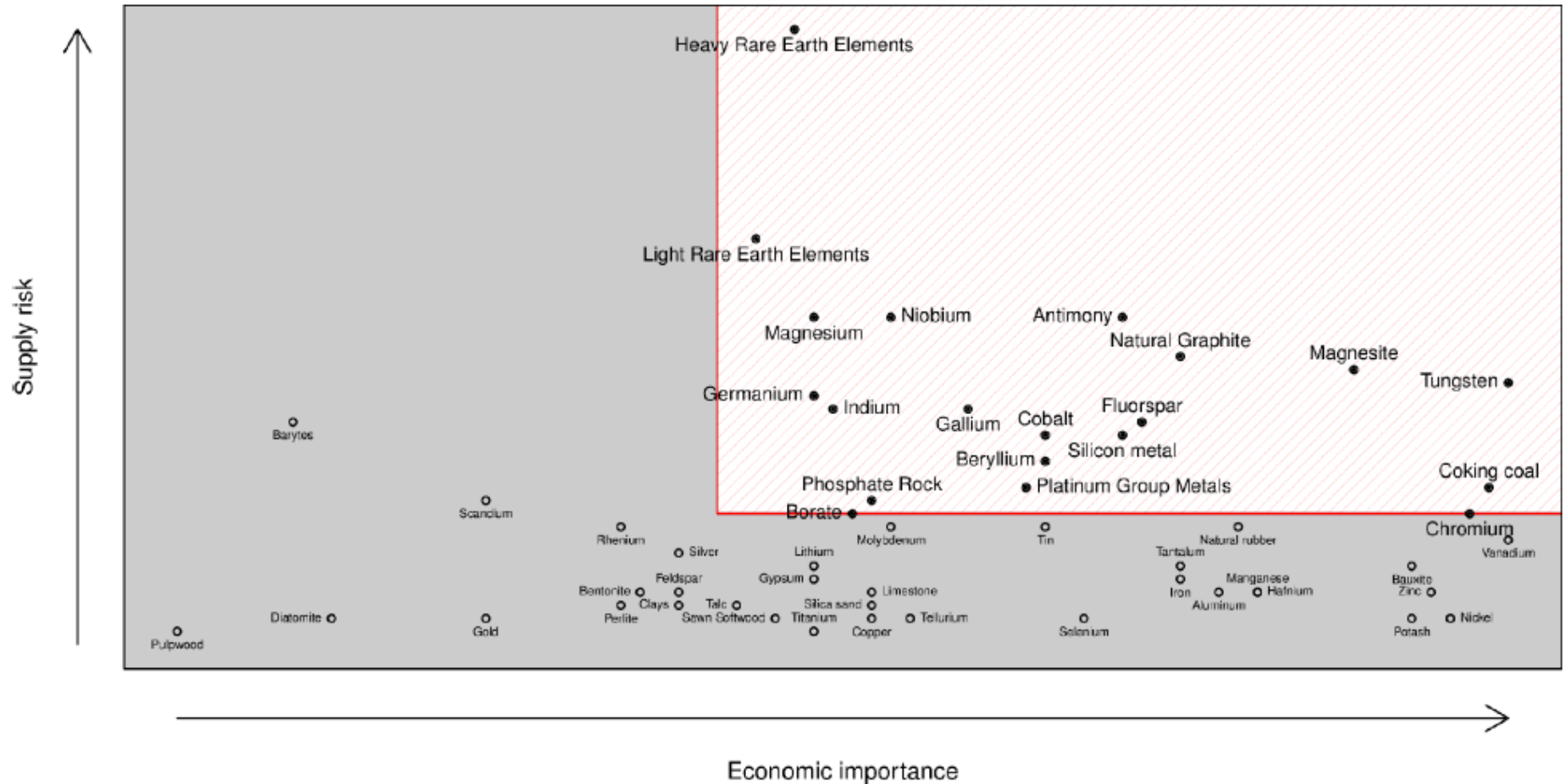
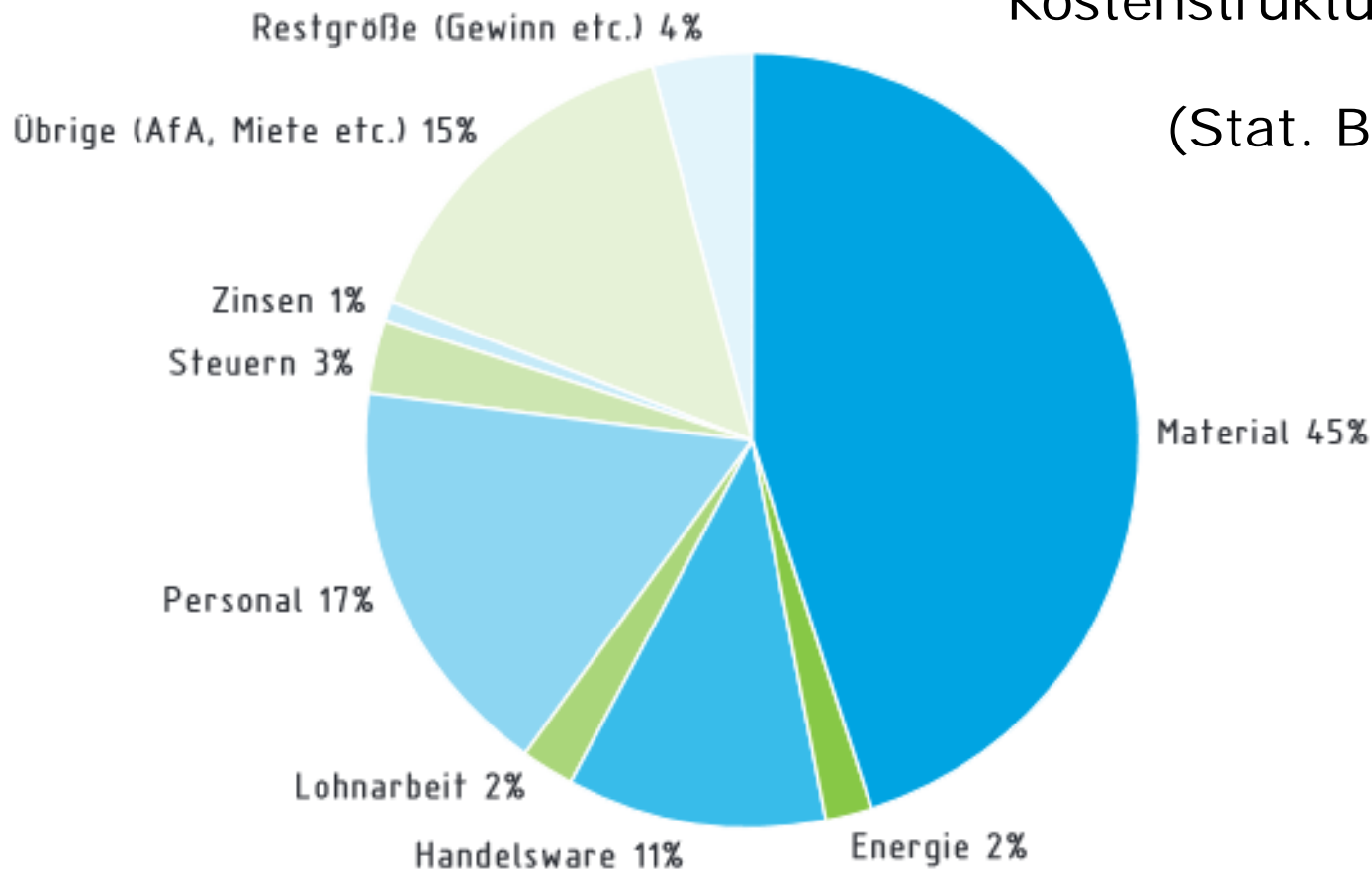


Abbildung : Kritische Rohstoffe gem. EU Kommission (2014)

Motivation für Ressourceneffizienz: Kosten

Kostenstruktur verarbeitendes
Gewerbe 2011
(Stat. Bundesamt 2013)



Studien/Schätzungen zu Einsparpotentialen:
4-20% der Materialkosten (bis zu 10% der Gesamtkosten)

Politischer Rahmen

- Ressourceneffizienz ist eine von sieben Leitinitiativen der Europa 2020 Strategie der EU Kommission
- Ressourceneffizienz Kernthema von Landesregierung, VDI, ...

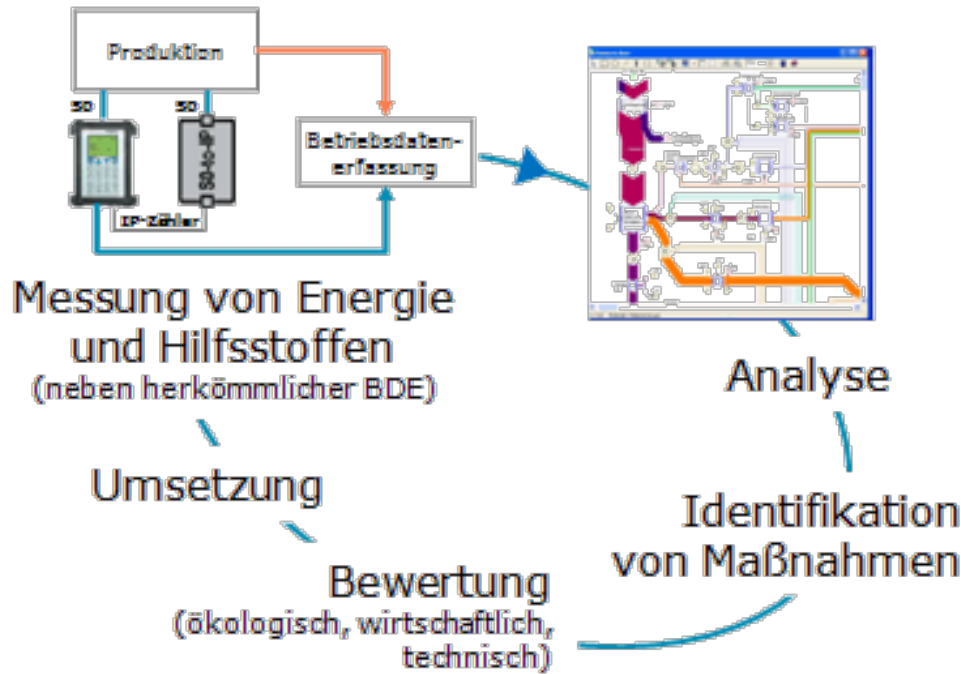
Zielsetzung Ressourceneffizienz (Quelle: VDI-ZRE)

- Verringerung des Ressourceneinsatzes (Input)
- Verringerung stofflicher Emissionen (Output)
- Steigerung des Nutzens eingesetzter Ressourcen

Energie- und Stoffstromanalyse

- Analytischer Ansatz zur Identifikation und Bewertung von Ressourceneffizienzmaßnahmen
- Mengenmäßige Erfassung von Energie- und Stoff- bzw. Materialflüssen eines Systems (Prozess, Produkt, Unternehmen) bezogen auf eine Referenzgröße (Bilanzjahr, Outputmenge, ...)
- Zusätzlich ökologische und ökonomische Bewertung

Energie- und Hilfsstoffoptimierte Produktion



EnHiPro

Fallstudie: Spinnweberei Uhingen GmbH



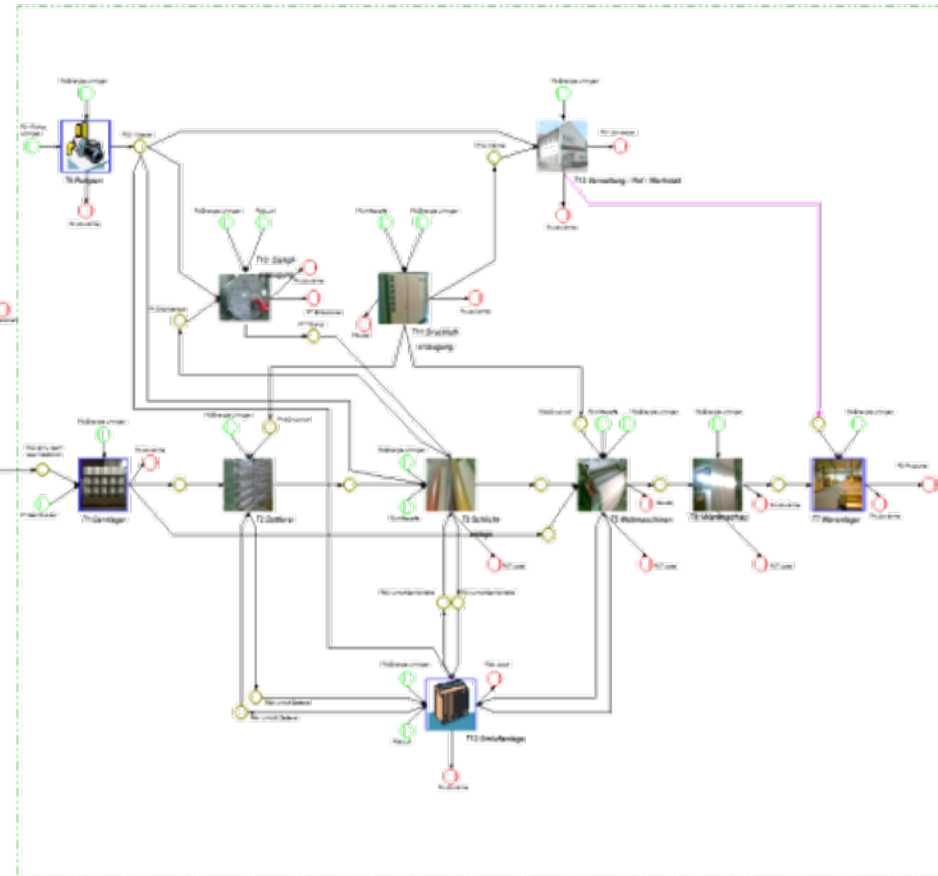
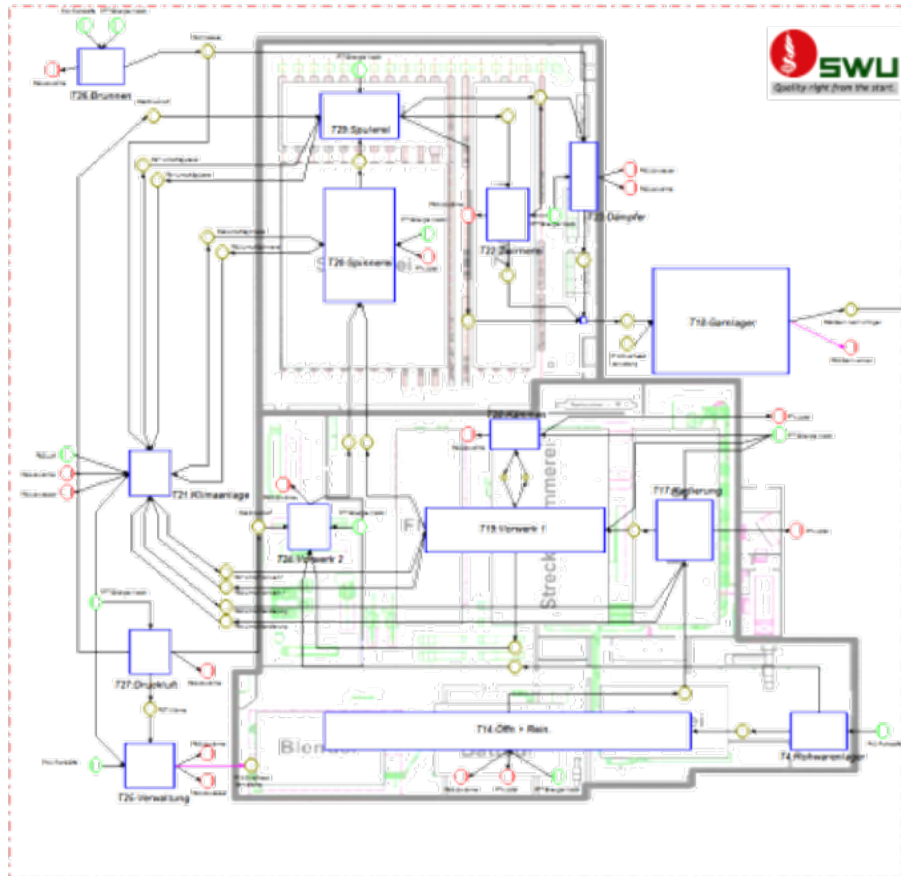
	Spinnerei	Weberei
Gründungsjahr	1860	1894
Standort	Waldkirch (Nähe Freiburg)	Uhingen (Nähe Stuttgart)
Gesellschaftsform	GmbH	
Besitzverhältnisse	Privat	
Personal	55	45
Produktion	11564 Ringspindeln 640 Zwirnstellen ca. 2400 t/a	42 Webmaschinen Webereivorwerk, Warenschau ca. 8,7 Mio qm Gewebe (Basis 24 Schuss/cm)
Umsatz	15 Mio €/a	
Schichtsystem	3-Schicht mit Zusatzschichten	3-Schicht mit Zusatzschichten

Modellierung und Analyse

- Im Vorfeld Energieverbrauchsmessungen durch das IWF der TU Braunschweig
- Zweitägiger Workshop zur Datensammlung und Modellierung (Flowcharts) aller relevanten Material- und Energieflüsse sowie Kosten der Produktionssysteme
- Nachbereitung und Übertragung in die Software Umberto
- Fortlaufende Ergebnisdiskussion, Verfeinerung des Modells, Datenaktualisierung



Modellierung



Stoffstrommodell der Standorte Waldkirch und UHINGEN

Modellierung von Prozessen

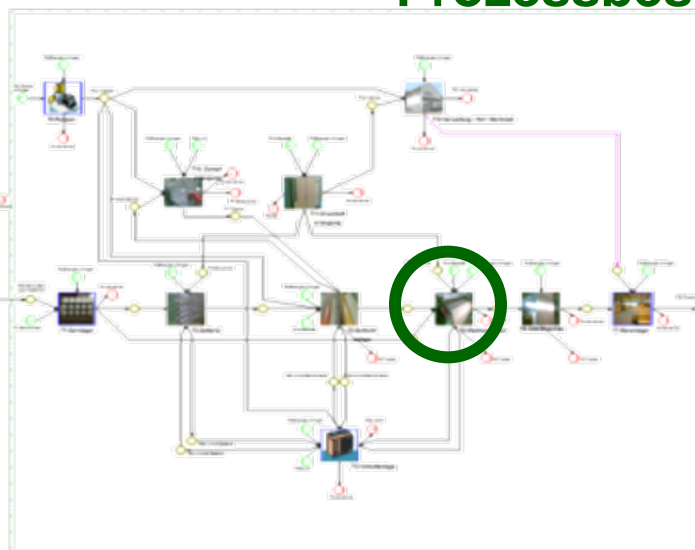
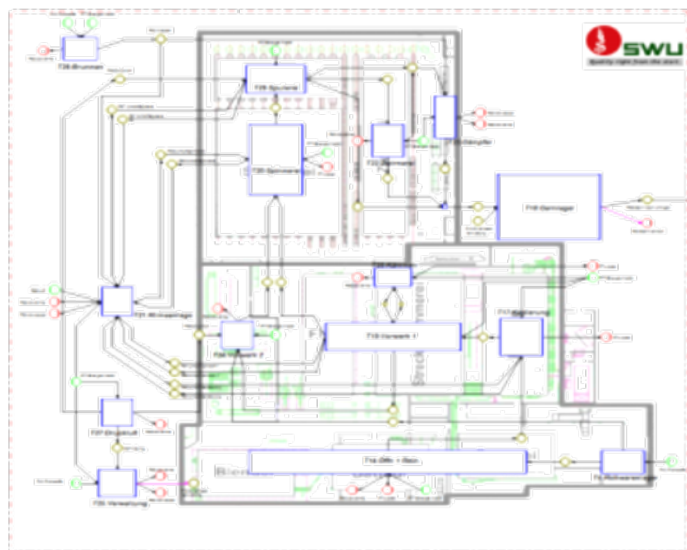
Transition Specifications T5 - Input/Output Relations

Input / Output | Allocation Rules | Cost Center Costs | Cost Drivers | Constraints

Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
X00	P13	▲ Garn (webfertig)	1000	kg
X01	P9	▲ Schussfaden	200	kg
X02	P3	▲ Energie, el. (Prozess)	1800000	kJ
X03	P3	▲ Energie, el. (Licht etc.)	36000	kJ
X04	P24	▲ Energie, Kühlung	1440000	kJ
X07	P2	▲ Schmieröl	0.1	kg
X09	P19	▲ Energie, Druckluft	134000	kJ
X10	P19	▲ Druckluft	5000	m3

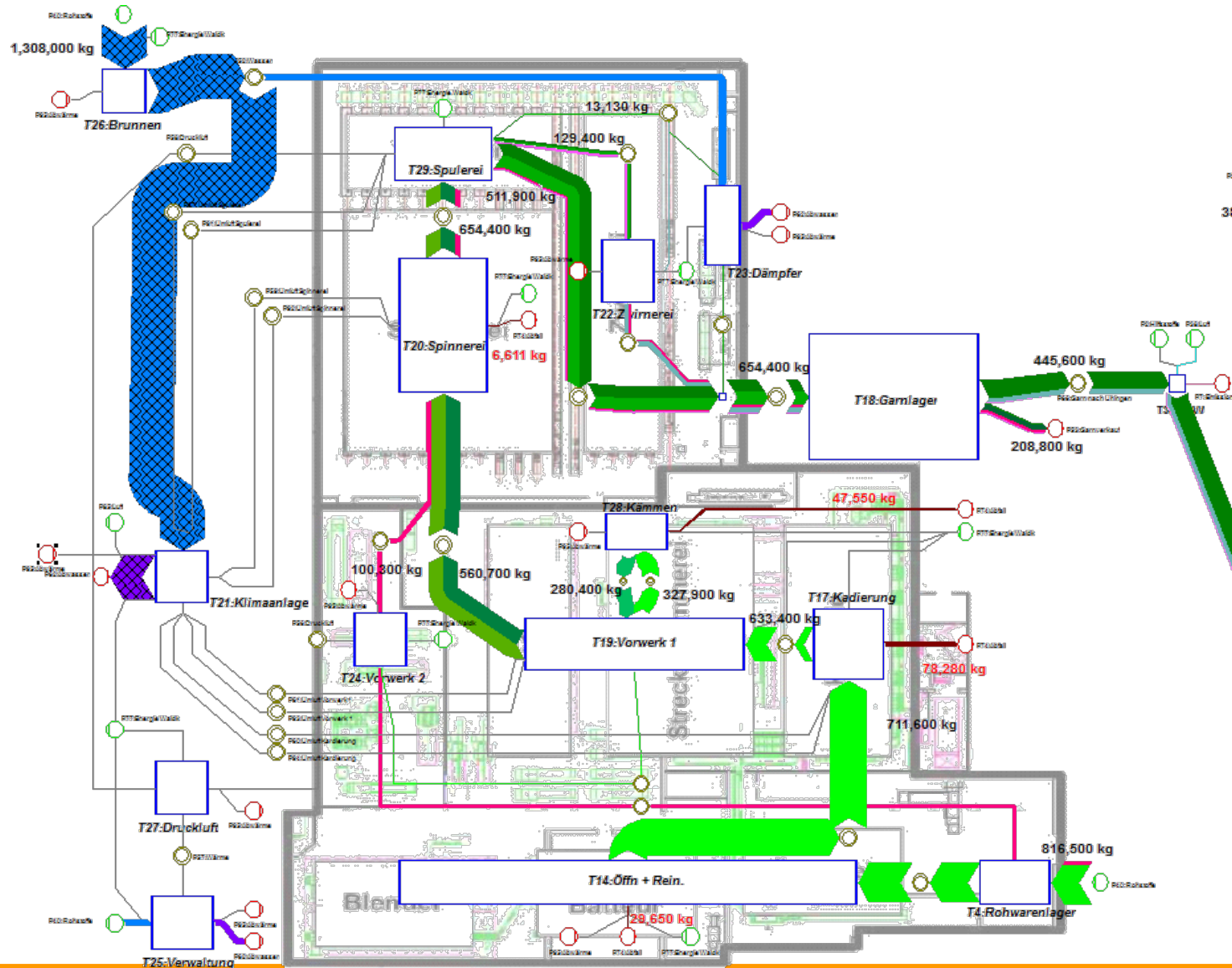
Var	Place	Material	Coefficient	B. Unit
Y00	P14	▲ Gewebe (Websaal)	1180	kg
Y01	P6	▲ Garn (Abfall)	20	kg
Y02	P6	▲ Schmieröl (Abfall)	0.1	kg
Y03	P8	▲ Abwärme	34100000	kJ

**Beispiel Websaal -
einfache Input/Output
Prozessbeschreibung**



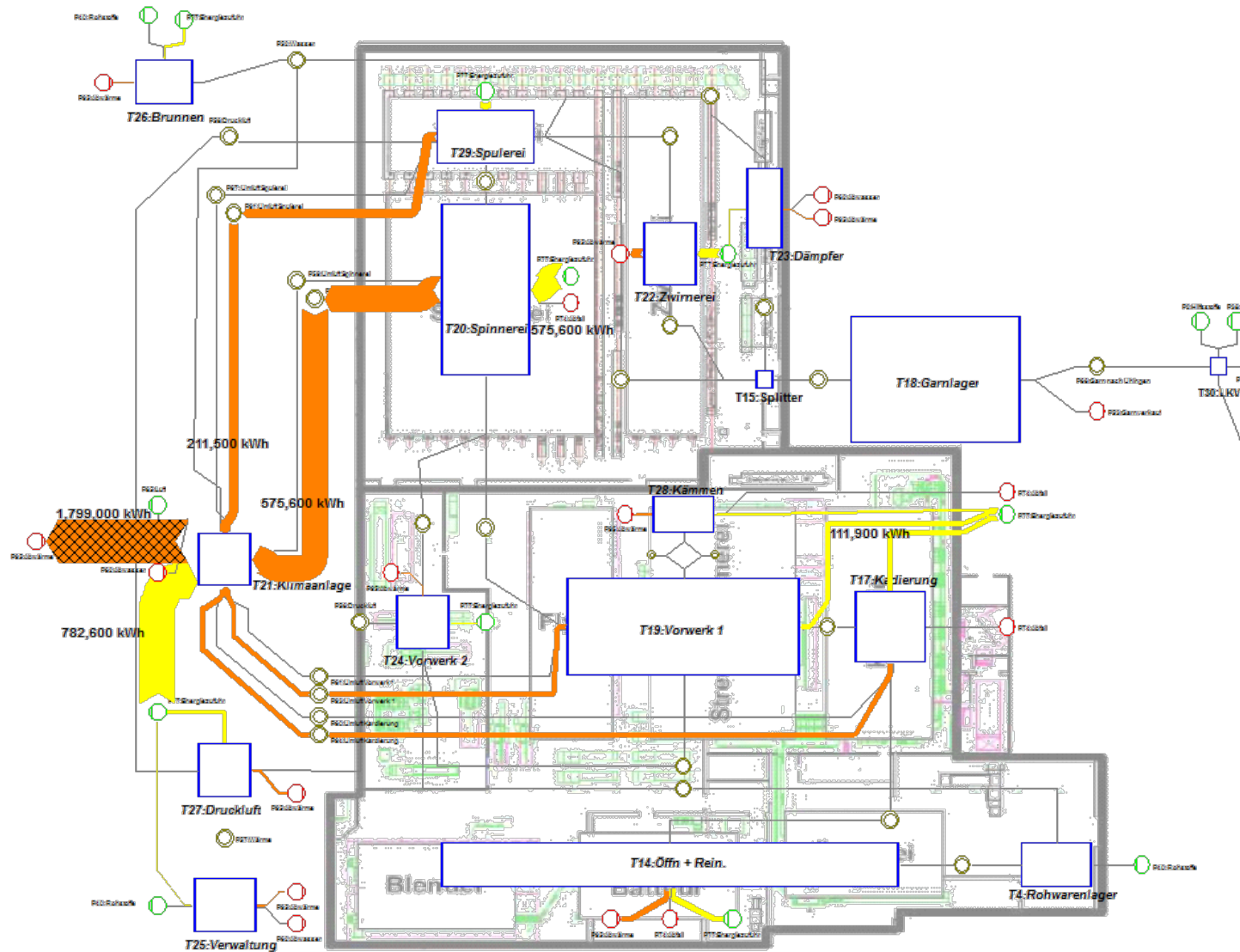
Modellierung und Visualisierung

Standort
Waldkirch
Materialflüsse



Modellierung und Visualisierung

Standort
Waldkirch
Energieflüsse



Bilanzierung

Balance Sheet Preview

Materials

Input/Output | Stocks | Selected Elements | Parameters | Information

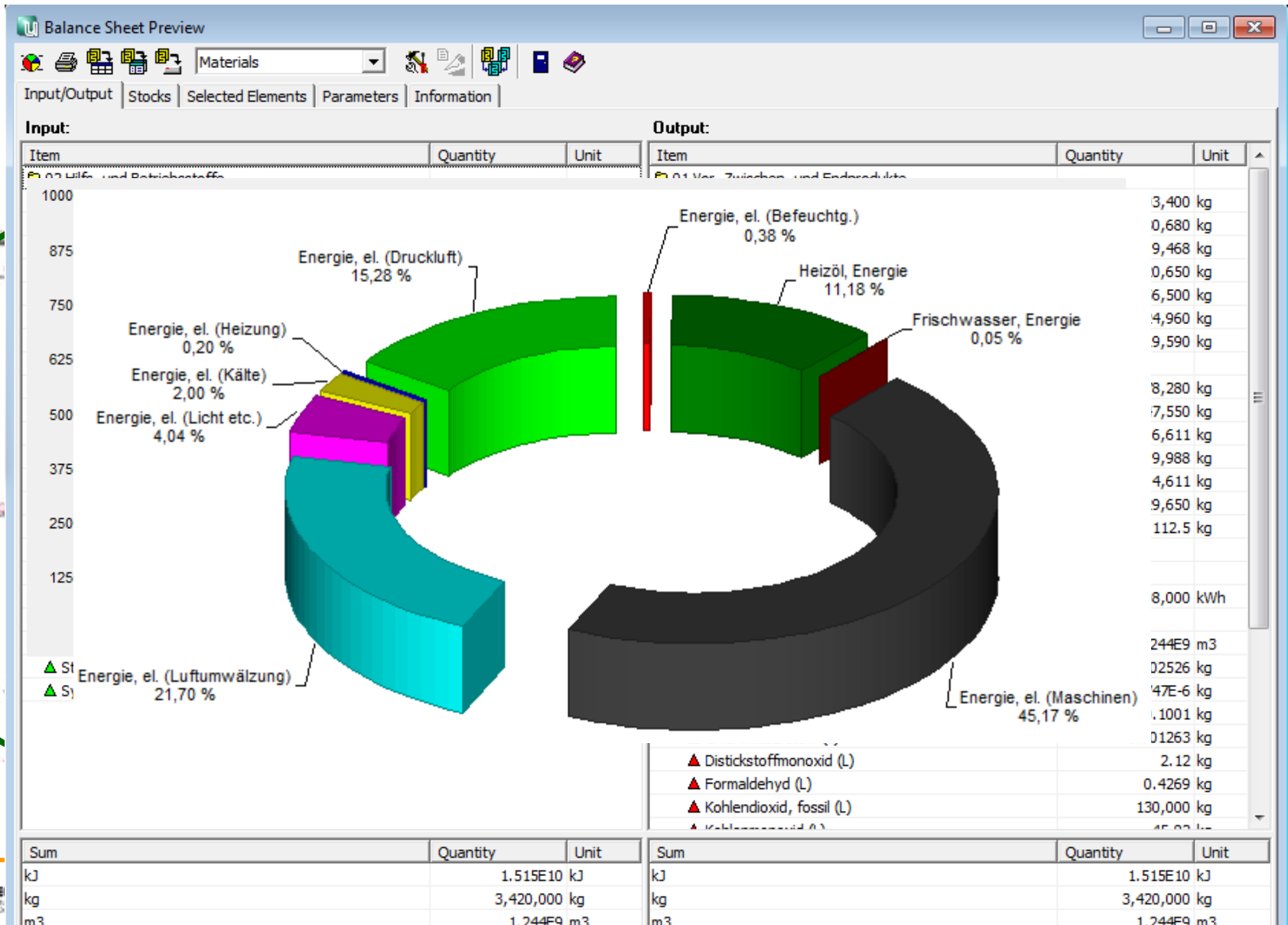
Input:

Item	Quantity	Unit
02 Hilfs- und Betriebsstoffe		
▲ Frischwasser, Masse	178.7	m ³
▲ Heizöl, Masse	42,120	kg
▲ Umgebungsluft	716,100	kg
03 Energie		
▲ Energie, el. (Maschinen)	2.9	kWh
▲ Frischwasser, Energie	2,085	kWh
▲ Heizöl, Energie	470,400	kWh
▲ Kondensat, Energie	28,070	kWh
04 Rohmaterialien		
▲ Kondensat, Masse	268,100	kg
Sum		
kJ	1.802E9	kJ
kg	1,205,000	kg

Output:

Item	Quantity	Unit
02 Hilfs- und Betriebsstoffe		
▲ Dampf, Masse	446,900	kg
03 Energie		
▲ Dampf, Energie	335,900	kWh
07 Emissionen		
▲ Energie		
▲ Abwärme (L)	164,600	kWh
▲ Luft (L)		
▲ Distickstoffmonoxid (L)	1.701	kg
▲ Kohlendioxid, fossil (L)	125,900	kg
▲ Kohlenmonoxid (L)	36.46	kg
▲ Methan (L)	11.91	kg
▲ NMVOC, unspez. (L)	8.506	kg
▲ NOx (L)	51.04	kg
▲ Schwefeldioxid (L)	131	kg
▲ sonst. Bestandteile Abluft (L)	632,000	kg
▲ Staub (L)	1.701	kg
Sum		
kJ	1.802E9	kJ
kg	1,205,000	kg

Bilanzierung



Bilanzierung/Kostenrechnung auf Produktebene

- Produktspezifische Material- und Energieflüsse und Kosten
- Beispiel: gekämmter Zwirn vs. "einfaches" Garn

Input:			Output:		
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
03 Energie	5,023	kWh	01 Vor- Zwischen- und Endprodukte		
04 Rohmaterialien			▲ Zwirn (gek.)		
▲ Baumwolle	1,376	kg	06 Abfälle		
▲ Frischluft	1,319,000	m ³	07 Emissionen		
▲ Grundwasser	2.152	m ³	Energie		
▲ Stadtwasser	0.1709	m ³	Luft (L)		
▲ Synthetik	2.874	kg	Wasser		

Input:			Output:		
Item	Quantity	Unit	Item	Quantity	Unit
03 Energie	3,112	kWh	01 Vor- Zwischen- und Endprodukte		
04 Rohmaterialien			▲ Garn (einfach, card.)		
▲ Baumwolle	1,181	kg	06 Abfälle		
▲ Frischluft	1,185,000	m ³	07 Emissionen		
▲ Grundwasser	1.955	m ³	Energie		
▲ Stadtwasser	0.1709	m ³	Luft (L)		
▲ Synthetik	2.874	kg	Wasser		

Sum	Quantity	Unit	Sum	Quantity	Unit
kJ	11,200,000	kJ	kJ		
kg	3,310	kg	kg		
m ³	1,185,000	m ³	m ³		

Variable Costs:		
Item	Proportional Costs	Unit
03 Energie	499.6	€
04 Rohmaterialien	1,635	€
06 Abfälle	-154.1	€
07 Emissionen	11.61	€

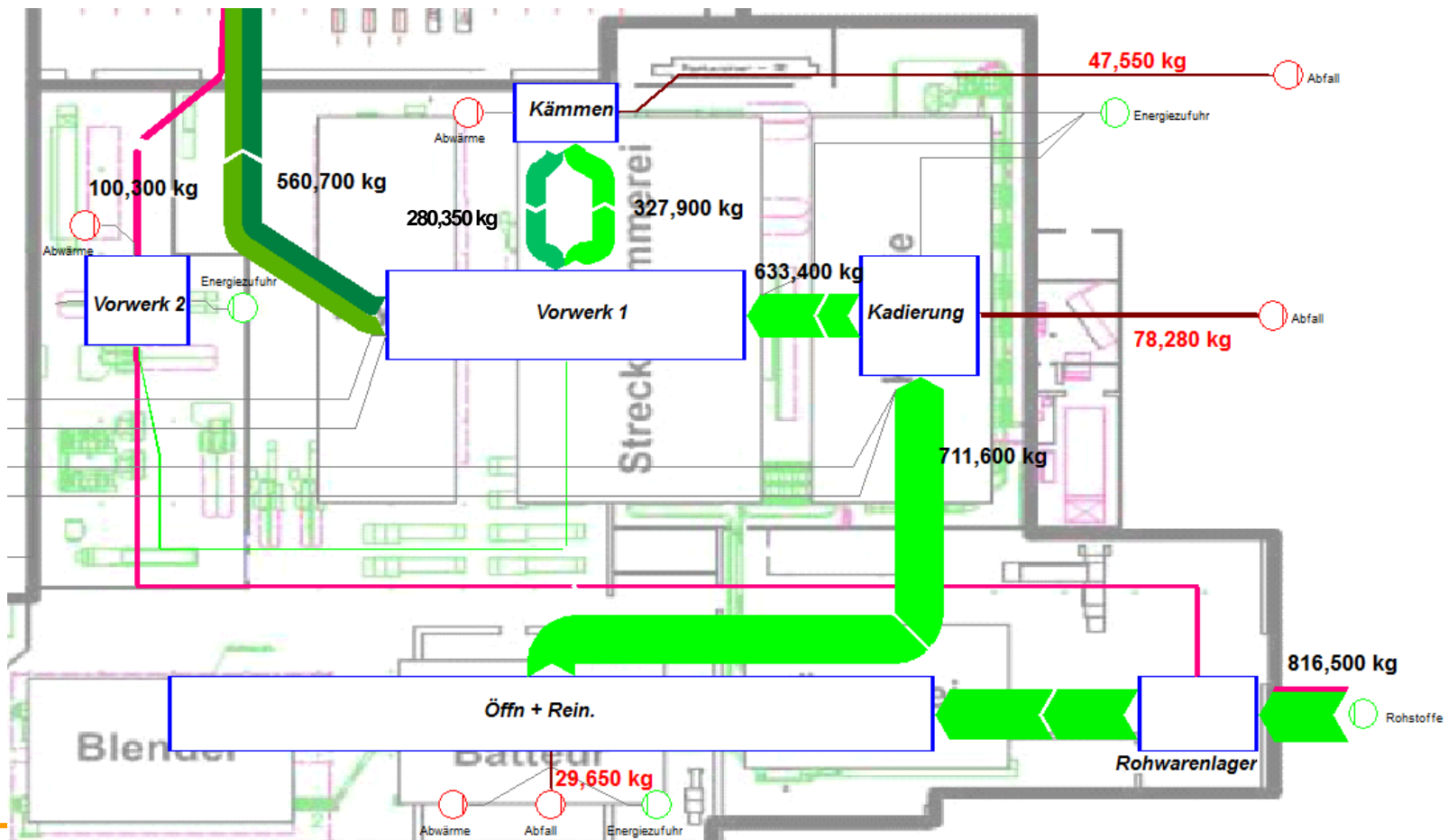
Sum	Proportional Costs	Unit
Revenues	0	€
Variable Costs	-1,992	€
Marginal Income	-1,992	€

Variable Costs:		
Item	Proportional Costs	Unit
03 Energie	308.7	€
04 Rohmaterialien	1,404	€
06 Abfälle	-17.64	€
07 Emissionen	10.63	€

Sum	Proportional Costs	Unit
Revenues	0	€
Variable Costs	-1,705	€
Marginal Income	-1,705	€

Materialverlustrechnung

- Materialflusskostenrechnung (MFCA) nach ISO 14051
- Bestimmung abfallspezifischer Einsparpotentiale und Kosten
- Beispiel: Abfall Kämmerei (hoher Wiederverkaufswert)



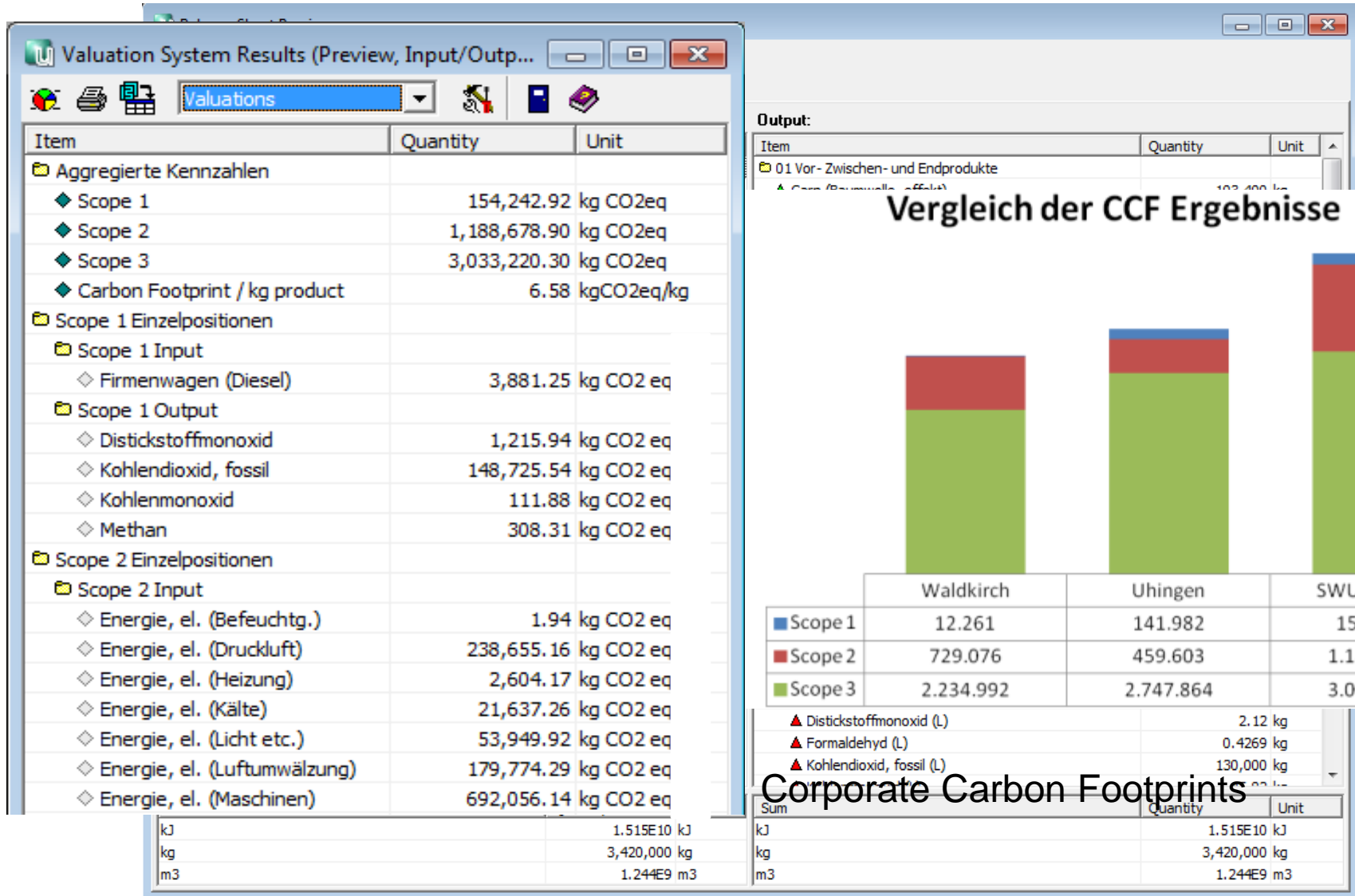
Materialverlustrechnung

- Materialflusskostenrechnung (MFCA) nach ISO 14051
- Bestimmung abfallspezifischer Einsparpotentiale und Kosten
- Beispiel: Abfall Kämmerei (hoher Wiederverkaufswert)

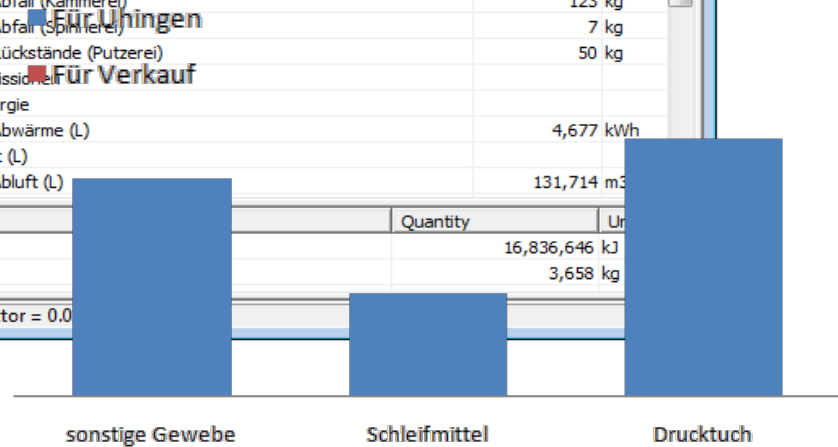
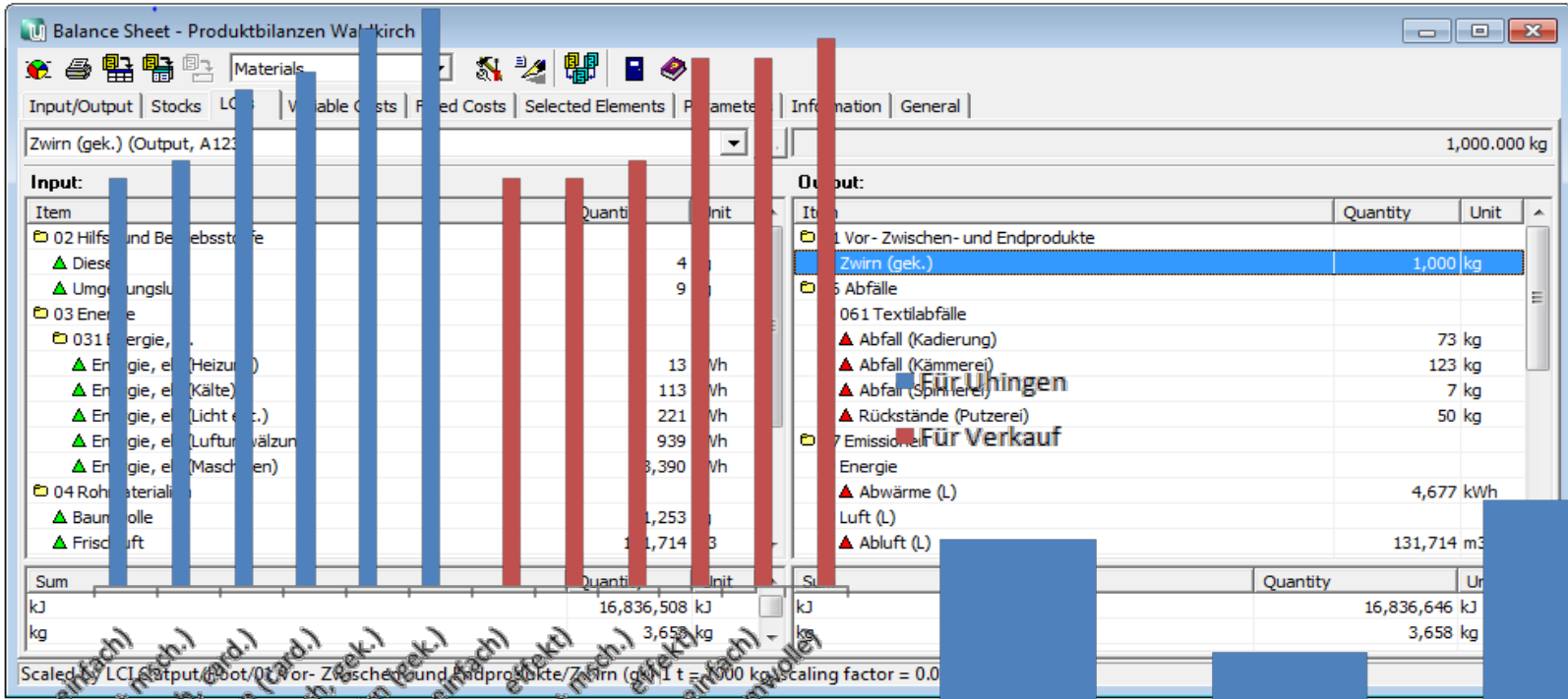
Abfall (Kämmerei) (Output, A140)		1 t
Variable Costs:		
Item	Proportional Costs	Unit
03 Energie		
▲ Energie, el. (Heizung)	0.1 €	
▲ Energie, el. (Kälte)	2.0 €	
▲ Energie, el. (Licht etc.)	5.0 €	
▲ Energie, el. (Luftumwälzung)	21.2 €	
▲ Energie, el. (Maschinen)	56.8 €	
04 Rohmaterialien		
▲ Baumwolle	1,385.3 €	
06 Abfälle		
▲ Abfall (Kädierung)	-12.4 €	
▲ Rückstände (Putzerei)	-4.7 €	
07 Emissionen		
Wasser		
▲ Abwasser	1.8 €	
Sum	Proportional Costs	Unit
Revenues	800.0 €	
Variable Costs	-1,455.1 €	
Marginal Income	-655.1 €	

Abfall (Kämmerei) (Output, A140)		47.5 t
Variable Costs:		
Item	Proportional Costs	Unit
03 Energie		
▲ Energie, el. (Heizung)	6.0 €	
▲ Energie, el. (Kälte)	97.0 €	
▲ Energie, el. (Licht etc.)	235.4 €	
▲ Energie, el. (Luftumwälzung)	1,007.6 €	
▲ Energie, el. (Maschinen)	2,700.1 €	
04 Rohmaterialien		
▲ Baumwolle	65,865.8 €	
06 Abfälle		
▲ Abfall (Kädierung)	-587.7 €	
▲ Rückstände (Putzerei)	-222.6 €	
07 Emissionen		
Wasser		
▲ Abwasser	83.7 €	
Sum	Proportional Costs	Unit
Revenues	38,038.0 €	
Variable Costs	-69,185.4 €	
Marginal Income	-31,147.4 €	

Ökologische Bewertung

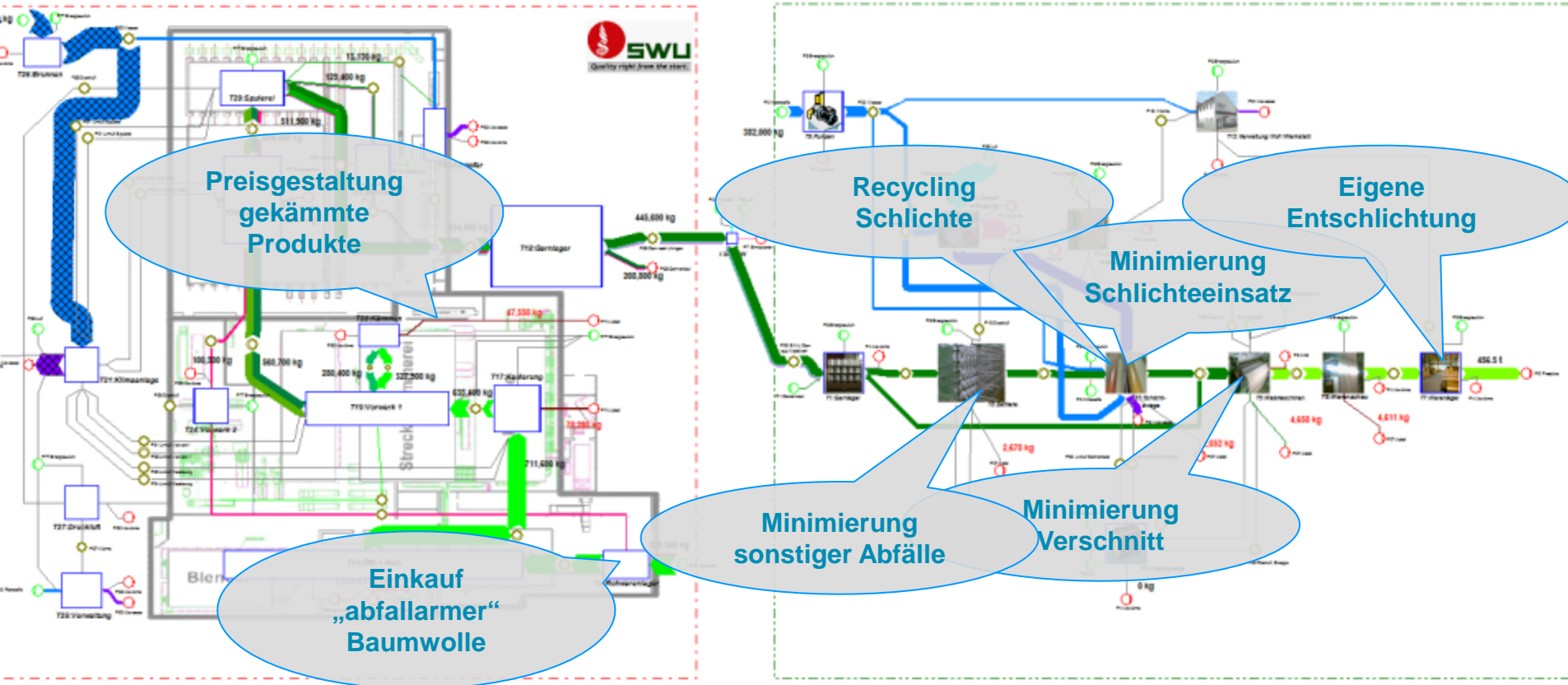


Ökologische Bewertung

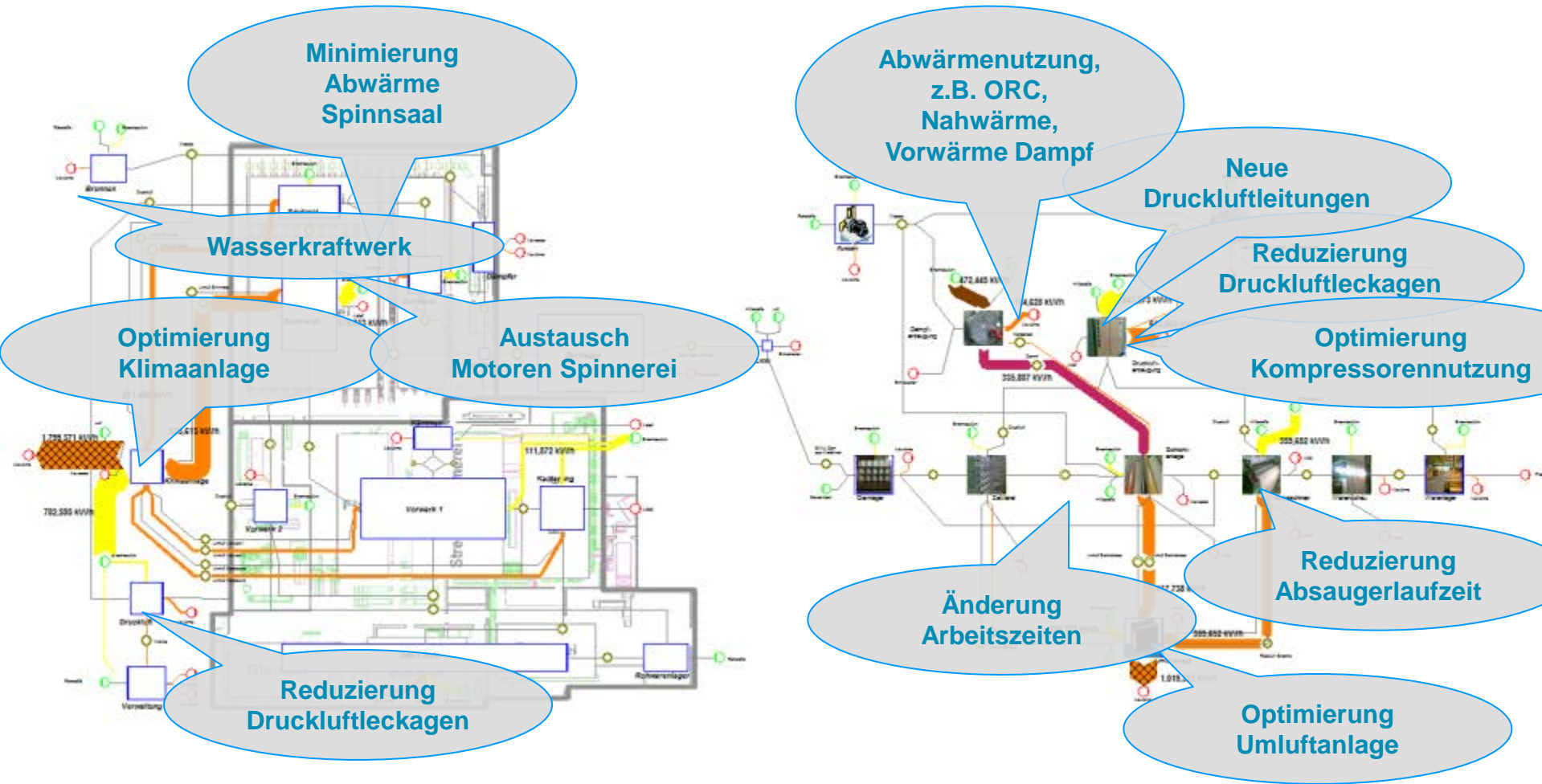


Product Carbon Footprints

Maßnahmenidentifikation



Maßnahmenidentifikation



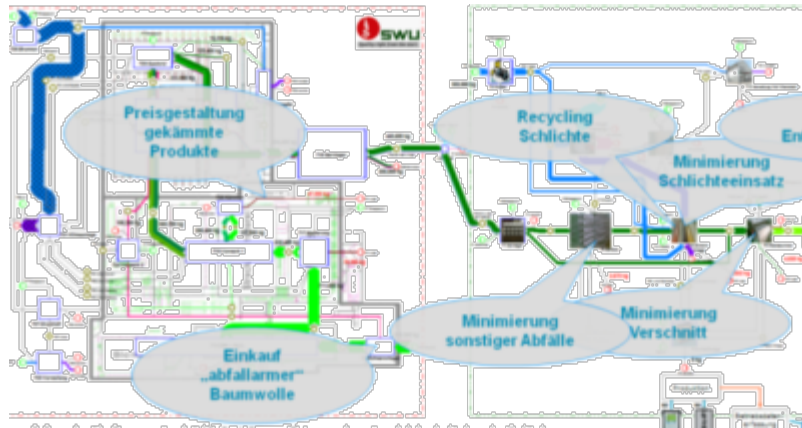
Maßnahmenbewertung

- Investitionskostenrechnung für Ressourceneffizienzmaßnahmen unter Berücksichtigung von Material- und Energieflussdaten
- Beispiel Standort Waldkirch
 - Einbau effizienterer Motoren und Spindeln in einige Spinnmaschinen
 - **Isolierte Betrachtung → negative Investitionsentscheidung** (zu lange Amortisation)
 - **Systemische Betrachtung → positive Entscheidung** (akzeptable Amortisation bei zusätzlicher Berücksichtigung des Minderbedarfs Klimatisierung)



Ergebnisse der Fallstudie

- Material- und Energieeffizienzsteigerungen an beiden Standorten
- >10% Energieeffizienz, >100.000€ jährliche Einsparungen
- ISO 50001 "im Vorbeigehen"
- Fortführung der Maßnahmen auch nach Projektende
- Entwicklung einer "Ressourceneffizienzkultur" im Unternehmen



Spinnweberei Uhingen GmbH
75066 Uhingen
Ulmer Straße 27

24.03.2011

Seite: 1



zwischen

der Spinnweberei Uhingen GmbH

und

dem Betriebsrat der Spinnweberei Uhingen GmbH - Werk Uhingen

über den Lage der ersten Schicht einer Arbeitswoche

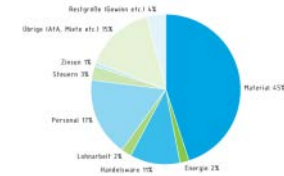
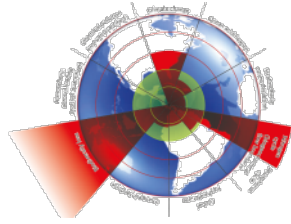
vom 24.03.2011

1. Präambel

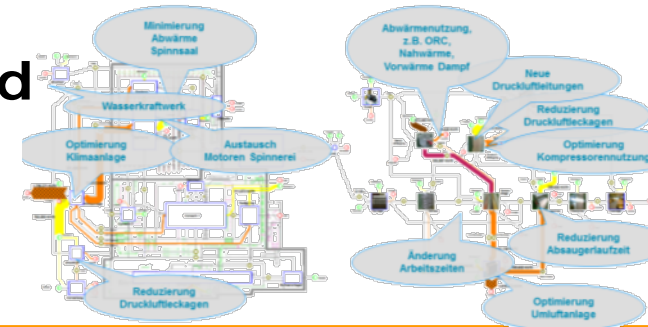
Die Einsparung von Energie stellt ein wesentliches Anliegen der Spinnweberei Uhingen GmbH und Ihrer Mitarbeiter sowohl in ökologischer als auch ökonomischer Hinsicht und soll somit weiterhin dazu beitragen die Wettbewerbsfähigkeit des Betriebes weiter zu verbessern.

Unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange und der Interessen der Arbeitnehmer verein-

Schlussbetrachtungen



- Integrative Ressourceneffizienzansätze erfolgversprechend (Energie- und Materialeffizienz, Umwelt- und Kostenbewertung, Einbindung in Lean Management Prozesse etc.)
- Energie- und Stoffstromanalysen als systematischer Ansatz zur Identifikation und Bewertung von Effizienzpotentialen
 - Gewinnbringende Zusatzinformationen für Produktionsplanung, Kostenrechnung, Controlling, Produktgestaltung, Umwelt- und Energiemanagementsysteme
 - Aufwand variabel (beginnt bei ca. 1-2 Tagen Erstanalyse)
- **Energie- und Ressourceneffizienz sind Chancen für proaktive KMU (Kostensenkung, Wettbewerbsfähigkeit, ...)**





INEC

INSTITUT FÜR INDUSTRIAL
ECOLOGY

Prof. Dr. Tobias Viere
tobias.viere@hs-pforzheim.de

Ressourceneffizienzpotenziale
erkennen und bewerten:
Energie- und Stoffstromanalyse
am Beispiel einer Spinnweberei