
Effizienter Umgang mit Energie – Monitoring des Verbrauchs und Einsatz effizienter Technologien

Stuttgart, 07. April 2015



Württembergischer Ingenieurverein Arbeitskreis Förderung der Qualität

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Alexander Sauer

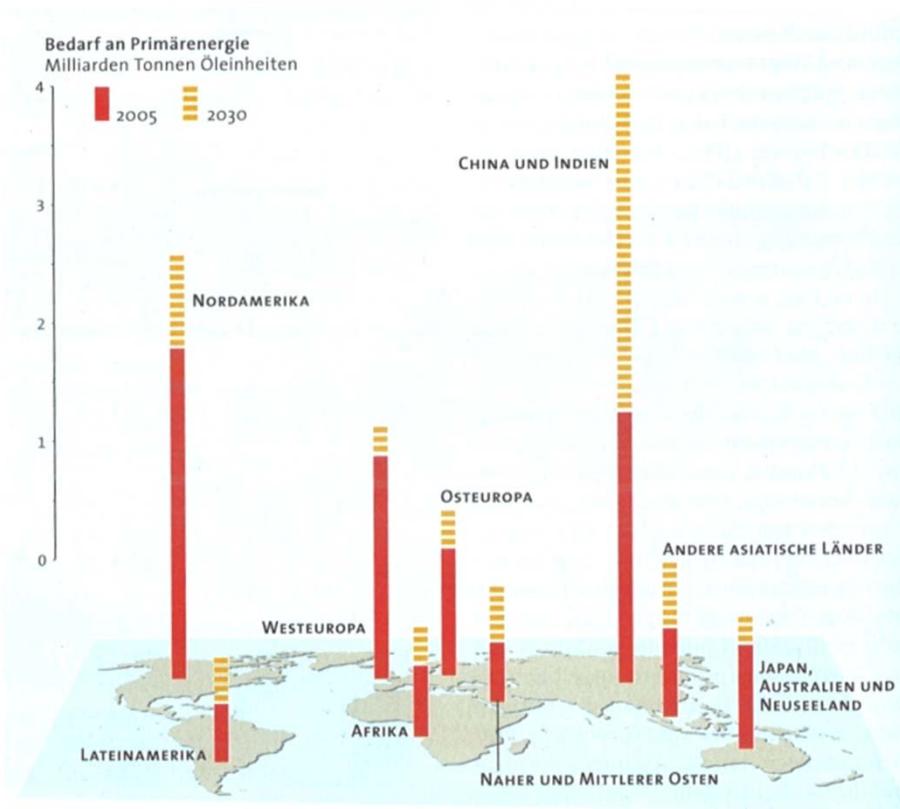
- Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP, Universität Stuttgart
- Entwicklungsgruppe Effizienzsysteme
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA Stuttgart

Inhaltsübersicht

- Einführung:
Energieverbrauch, -effizienz und -verwendung
- Energiemanagement:
Grundkonzept und mögliche Ansatzpunkte

Energieverbrauch- Welt

Ökonomisches Potenzial der Energieeffizienz nicht ausgeschöpft



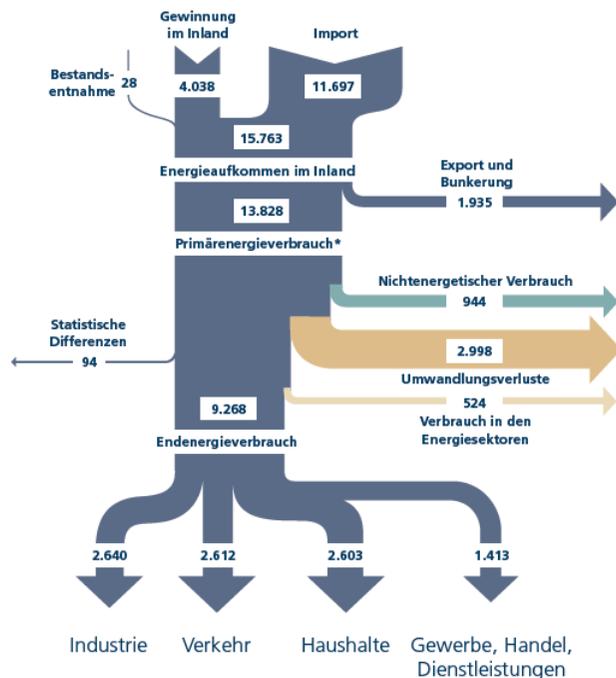
[vgl. Die Welt in Zahlen 2010; BP Statistical Review of World Energy 2011]

- Stark steigender Energiebedarf führt zu Klimawandel und Ressourcenverknappung
- Massive Steigerung bei Energie- und Ressourcenpreisen in den letzten 20 Jahren
- Reduktion der globalen Energieintensität zwischen 1990 und 2010 um 31 %
 - globaler Ø 10,5 MJ/ US \$ BIP
 - Deutschland 4,7 MJ/ US \$ BIP
- Derzeit wird weltweit nur ein Bruchteil des ökonomischen Potenzials von Energieeffizienz ausgenutzt

Energieverbrauch - Deutschland

Bedeutung des Energieverbrauchs in der deutschen Industrie

Energieflussbild 2013
für die Bundesrepublik Deutschland
in Petajoule



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 10,4 %.
Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.
* Alle Zahlen vorläufig geschätzt.
29,308 Petajoule (PJ) $\hat{=}$ 1 Mio. t SKE
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 09/2014

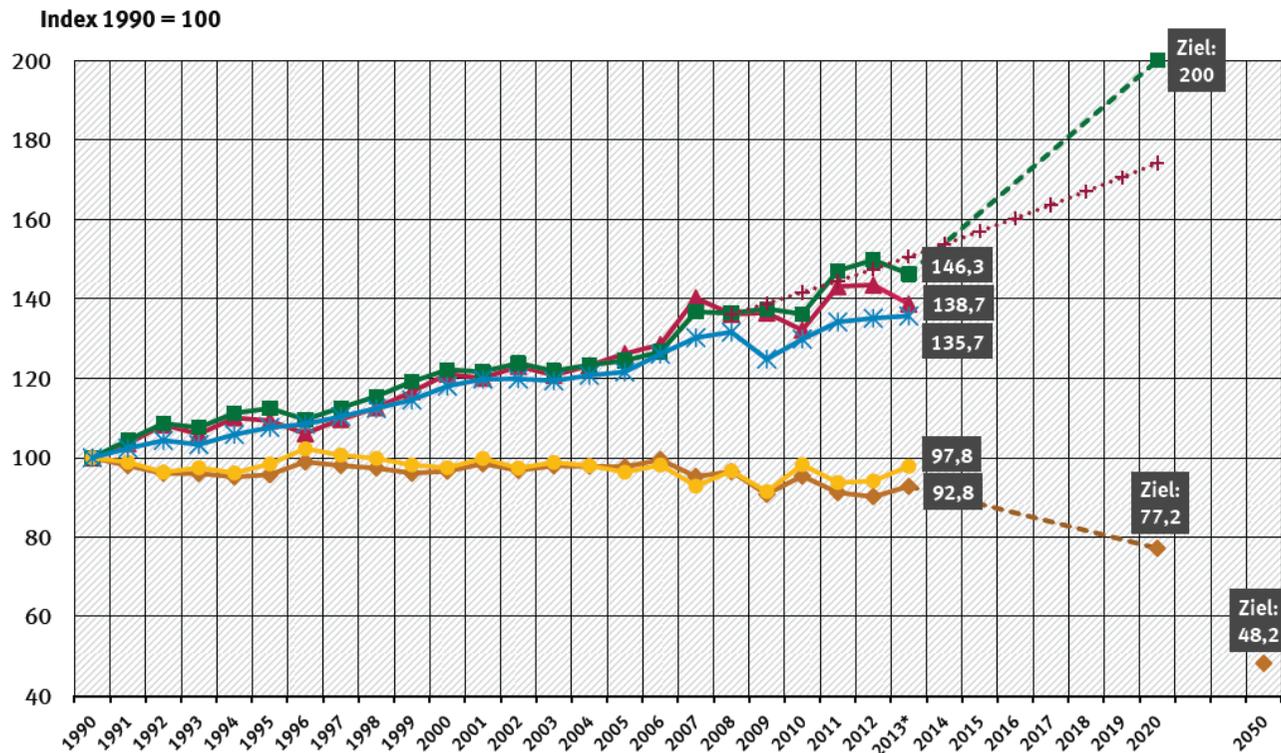
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

- Industrie benötigt ca. 30% der Endenergie in Deutschland
- Handlungsoptionen zur Einsparung von Energie
 - Systematisches Energiemanagement und Lastmanagement
 - Optimierung bestehender Technologien und Anlagen
 - Investition in neue energieeffiziente Technologien
- mittel- bis langfristig sind Energieeinsparungen in der Produktion von 20 bis 30 % möglich und nötig

Energieverbrauch - Deutschland

Entwicklung und Prognose

Energieproduktivität

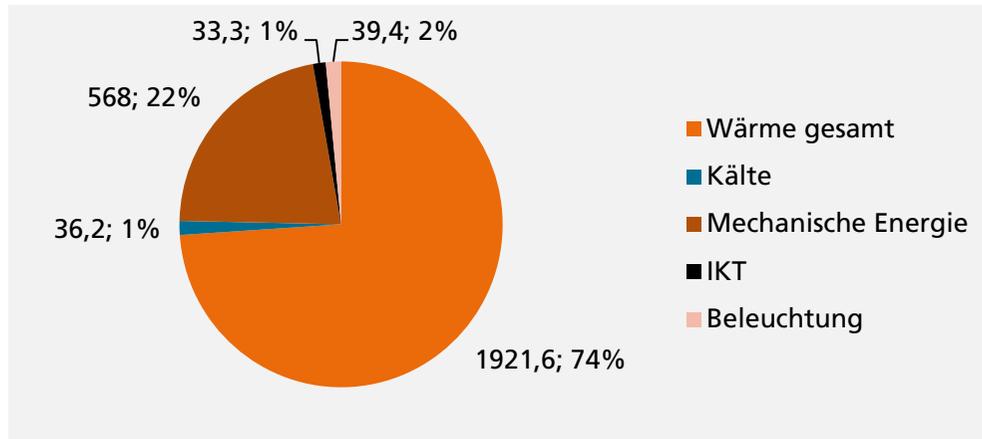


* Vorläufige Werte

- Primärenergieverbrauch einschließlich Ziel des Energiekonzepts für 2020
- ▲— Endenergieproduktivität
- Primärenergieproduktivität einschließlich Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie für 2020
- Endenergieverbrauch
- +— Endenergieproduktivität - Entwicklungspfad nach Energiekonzept
- *— BIP preisbereinigt, verkettet

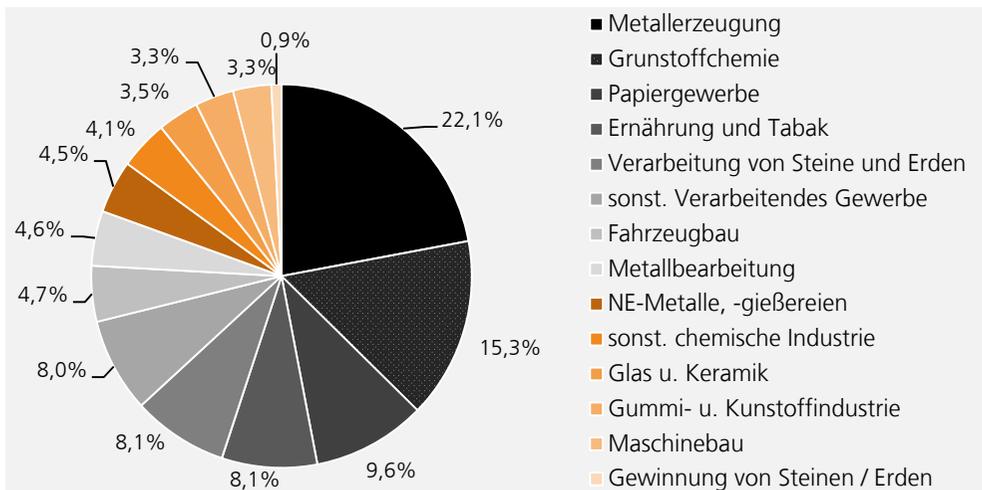
Energieverwendung - Industrie

Wärme dominiert Endenergieverbrauch



Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen 2012 [vgl. Fraunhofer ISI ,2013]

- Wärmeeanwendungen dominieren mit knapp 74%, gefolgt von mechanischer Energie mit rund 22%



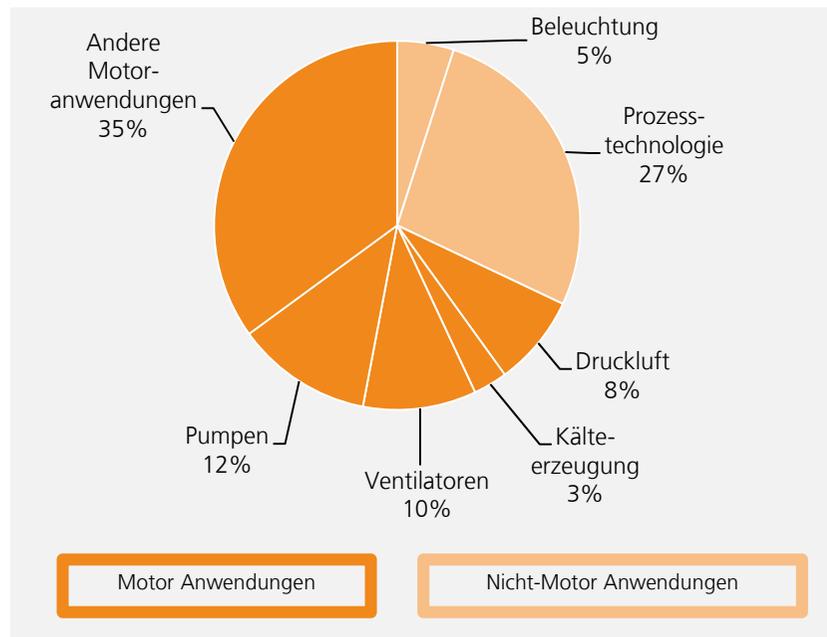
Endenergieverbrauch nach Branchen [vgl. AGEB 2011]

- 65% des Endenergieverbrauchs durch energie-intensive Industrie dominiert

Energieverwendung - Industrie

Stromverbrauch von Querschnittstechnologien

- Über 72% des industriellen Stromverbrauchs durch Querschnittstechnologien
- 87% des gesamten elektrischen Einsparpotenzials entfällt auf Querschnittsanwendungen



Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungsgebieten [vgl. Fleiter 2008]

		Wirtschaftliches Einsparpotenzial [PJ]	
		2020	2030
Querschnittstechnologien	Maßnahmenpaket		
	Übrige Motorsysteme	38,6	56,5
	Pumpensysteme	26,9	33,6
	Druckluft	23,0	27,1
	Lüftungssysteme	22,6	28,6
	Beleuchtung	12,4	15,1
	Elektromotoren	8,1	15,8
	Kältebereitstellung	5,2	6,4
	Gas-Brennwertkessel	n.a.	n.a.
Summe		136,8	183,1
Gesamtpotenzial		160	226,8

Stromeinsparpotenzial durch Querschnittstechnologien in der Industrie [vgl. Pehnt et al. 2011]

Novelle des EDL-G

Durchführung von Energieaudits

- Grundlage bildet die EU-Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU – Unternehmen die kein KMU sind müssen bis zum 5.12.2015 ein Energieaudit durchführen
- Es gilt die EU-Definition für KMU, keine branchenbezogenen Einschränkungen
- Anforderungen
 - Erstmalig zum 5.12.2015 und danach mind. alle 4 Jahre ein Energieaudit durchführen, das den Anforderungen der DIN 16247-1 und den Anforderungen Anhang VI EED-Richtlinie
 - Verpflichtung entfällt, wenn ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 oder Umweltmanagementsystem nach EMAS (nach DIN EN ISO 14001 ist nicht ausreichend!) besteht und zertifiziert ist
 - Verpflichtung entfällt auch wenn zw. 4.12.2012 und 5.12.2015 ein Energieaudit durchgeführt wurde
- Sollte ein Unternehmen keinen Nachweis erbringen können, muss es mit Sanktionen rechnen (Ordnungswidrigkeit mit Geldbuße, bis zu 50 T€)

ISO 50001 ENERGIEMANAGEMENT

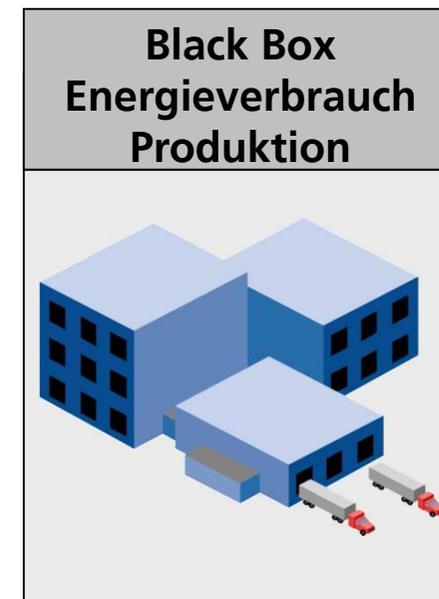
Energieeffizienz – aber wie?

Ziel nur so viel Energie einsetzen wie notwendig!

- ...aber zahlreiche Hemmnisse für den Einsatz von Energieeffizienzmaßnahmen
 - Energieverbrauch unbekannt
 - fehlendes Know-how

Lösungsansatz

- Implementierung eines Energiemanagementsystems
- Realisierung Energieeffizienter Produktionssysteme
- Vermeidung von Verschwendung (Energieverschwendung, schlechte Prozessqualität, fehlerhafte Produkte,...)



Energieeffizienz – aber wie?

Verfügbar sind

- Energieeffiziente Gebäudetechnik (Lüftung, Heizung)
- Energiedatenerfassungssysteme für die Produktion
- Rahmenbedingungen für Energiemanagementsysteme (ISO 50001)

Es fehlt:

- Strukturierte Identifikation von ineffizienter Energienutzung
- Fertigungsbegleitende, produktbezogene Bilanzierung von Energieverbrauchswerten

Marktanforderung:

- Produktionsintegriertes Energieeffizienz-Management für weitere Optimierung
- Beibehaltung von Produktionseffizienz und -qualität

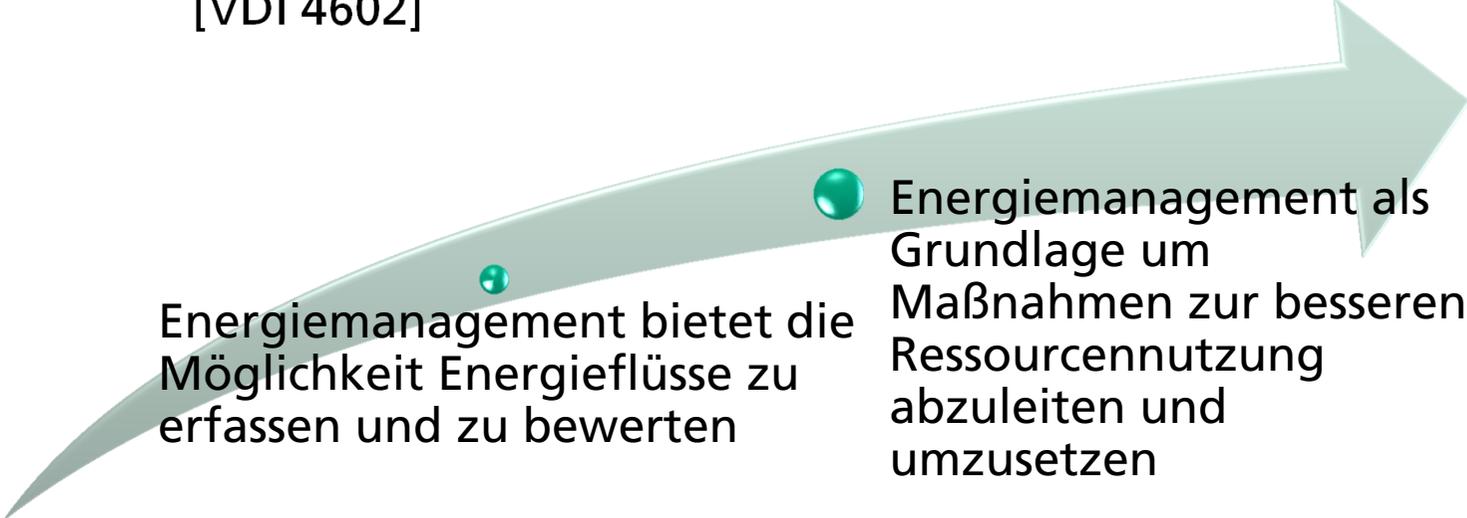
Realisierung energieeffizienter Produktionsstrukturen

Energiemanagement

Allgemeines

■ Energiemanagement

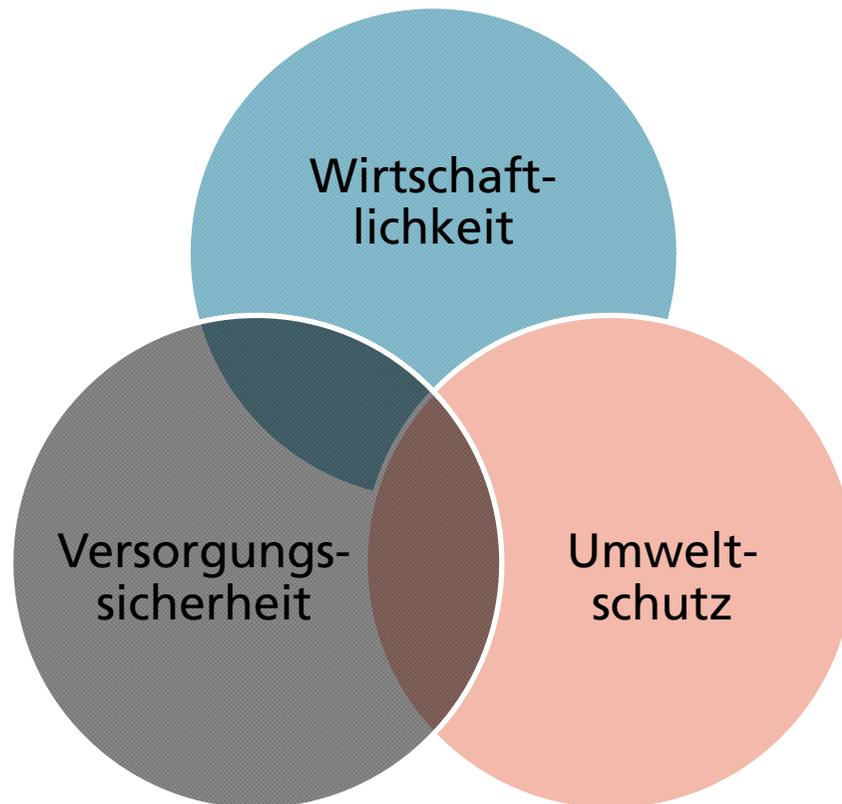
„die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordinierung von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen“
[VDI 4602]



Energiemanagement bietet die Möglichkeit Energieflüsse zu erfassen und zu bewerten

Energiemanagement als Grundlage um Maßnahmen zur besseren Ressourcennutzung abzuleiten und umzusetzen

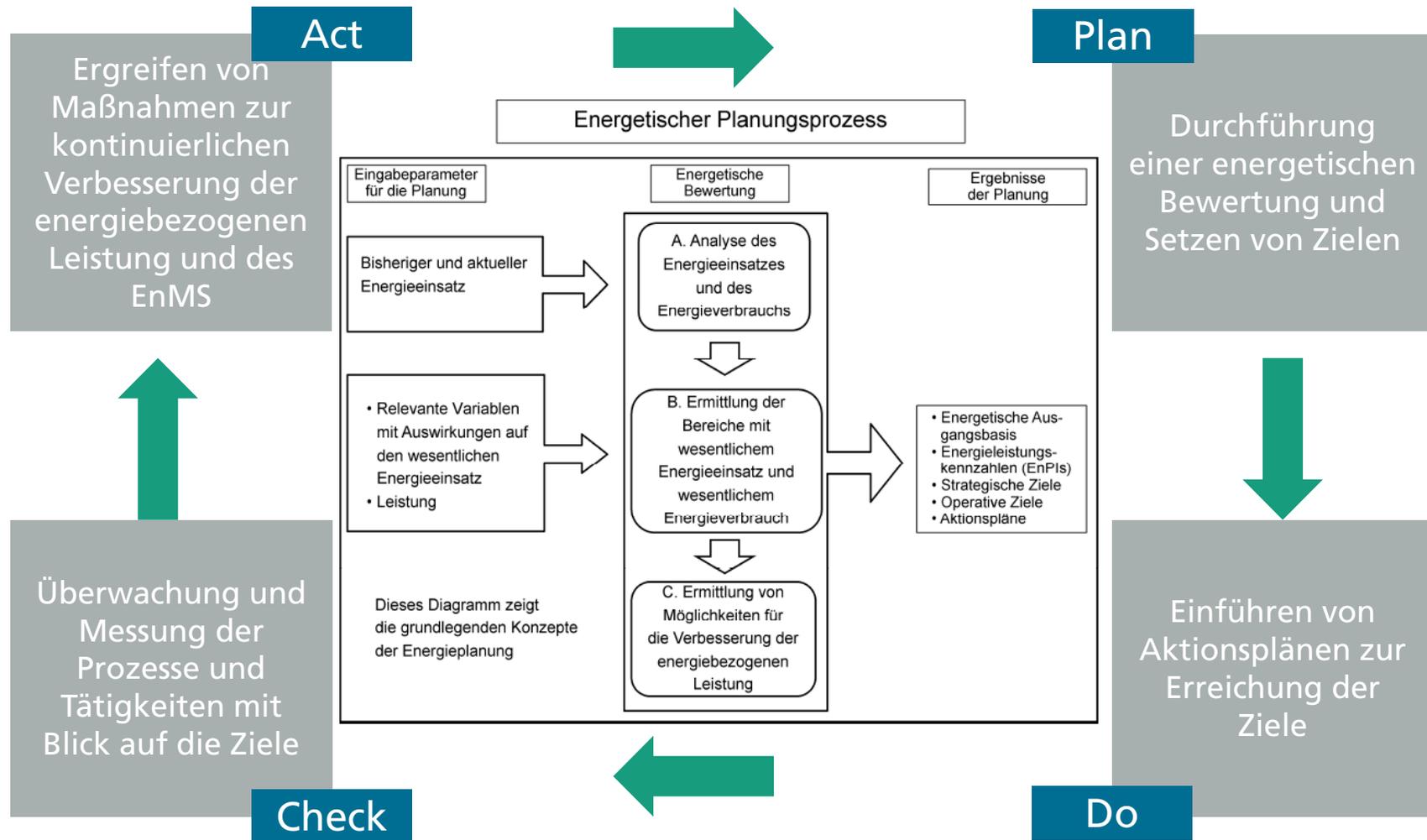
Gründe und Motivation für die Einführung eines Energiemanagementsystems



- Senkung der Energiekosten
- Erfüllung gesetzlicher Anforderungen / Erlangung finanzieller Vorteile
- Transparenz in der Energieverwendung und Energieverteilung im Unternehmen – gerechte Kostenverteilung
- Imagegewinn
- Forderung von Kunden
- ...

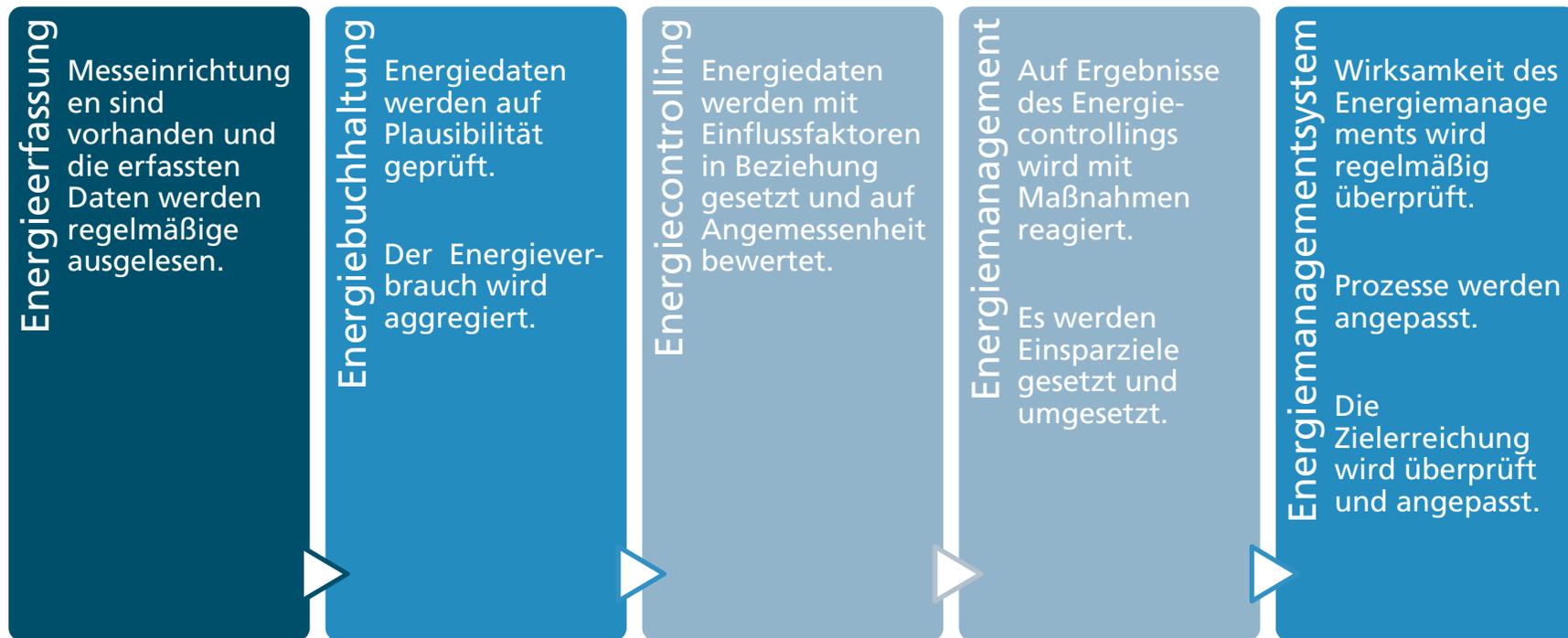
Energiemanagement

Kernelemente der ISO 50001



Energiemanagement

Entwicklungsphasen eines Energiemanagementsystems

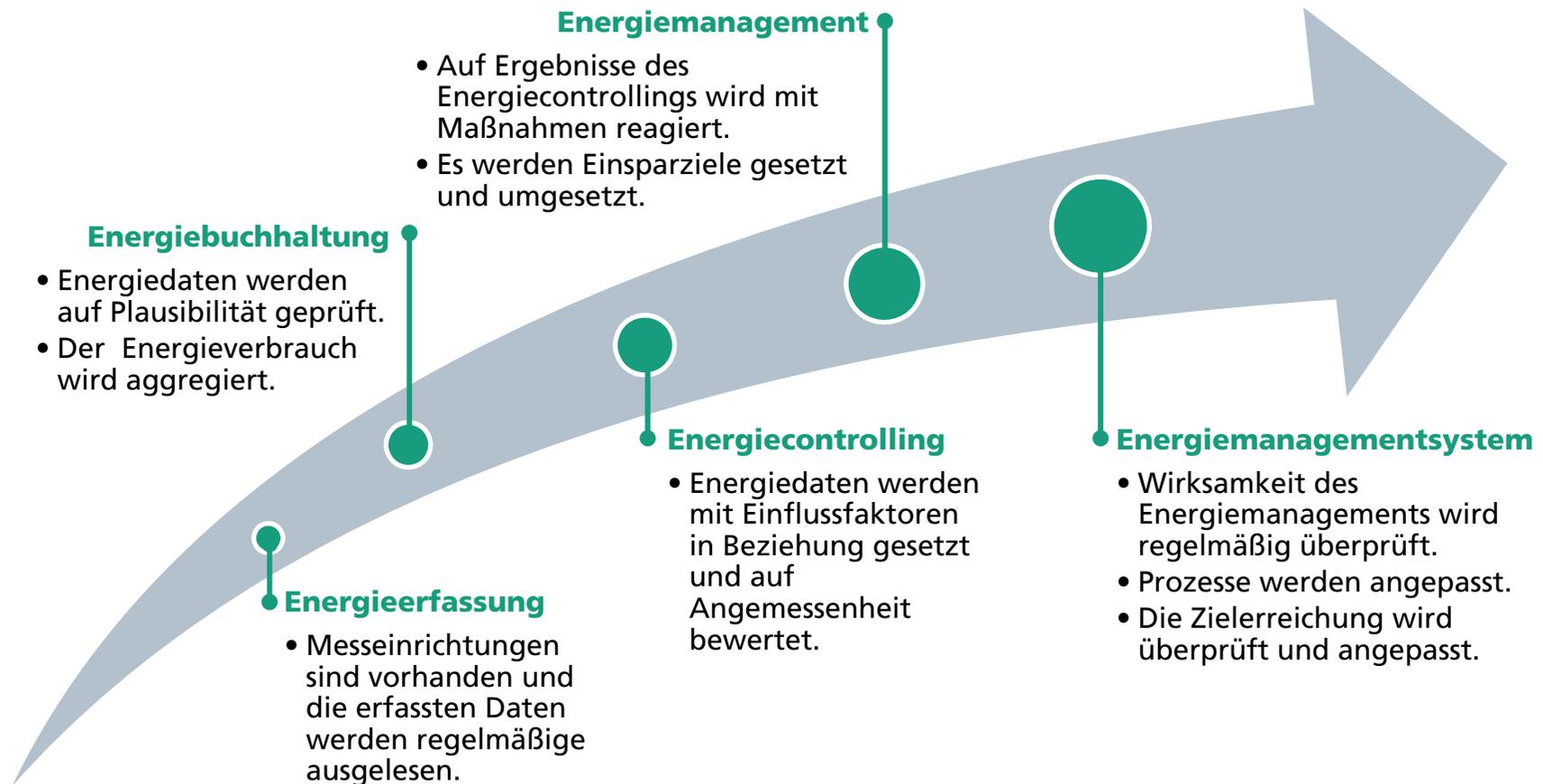


In Anlehnung an: Reese, K.: DIN EN ISO 50001 in der Praxis

15

Energiemanagement

Entwicklungsphasen eines Energiemanagementsystems

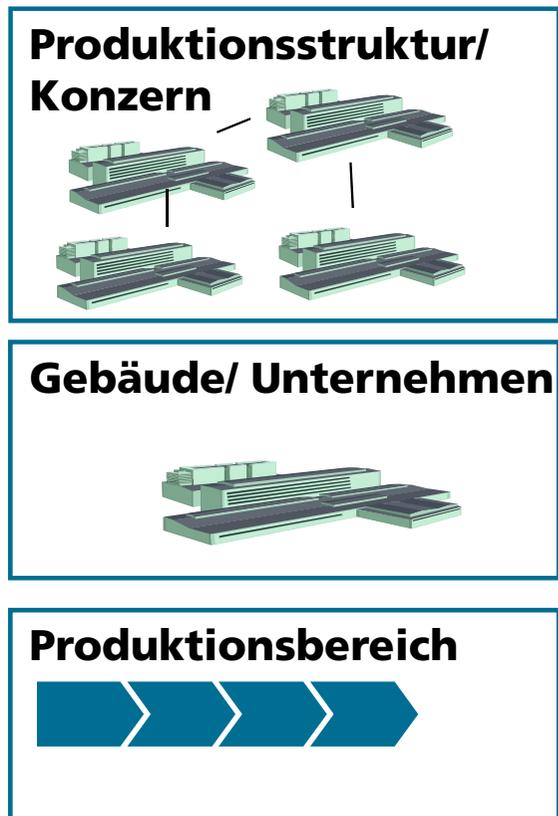


In Anlehnung an: Reese, K.: DIN EN ISO 50001 in der Praxis

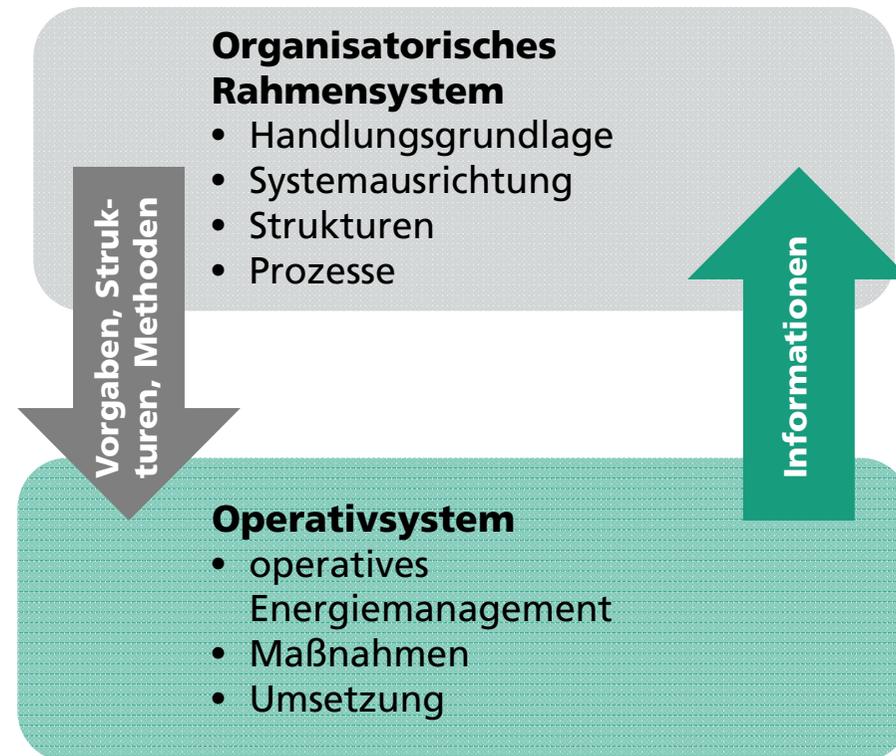
16

Energiemanagement

Betrachtungsebenen und Bilanzräume



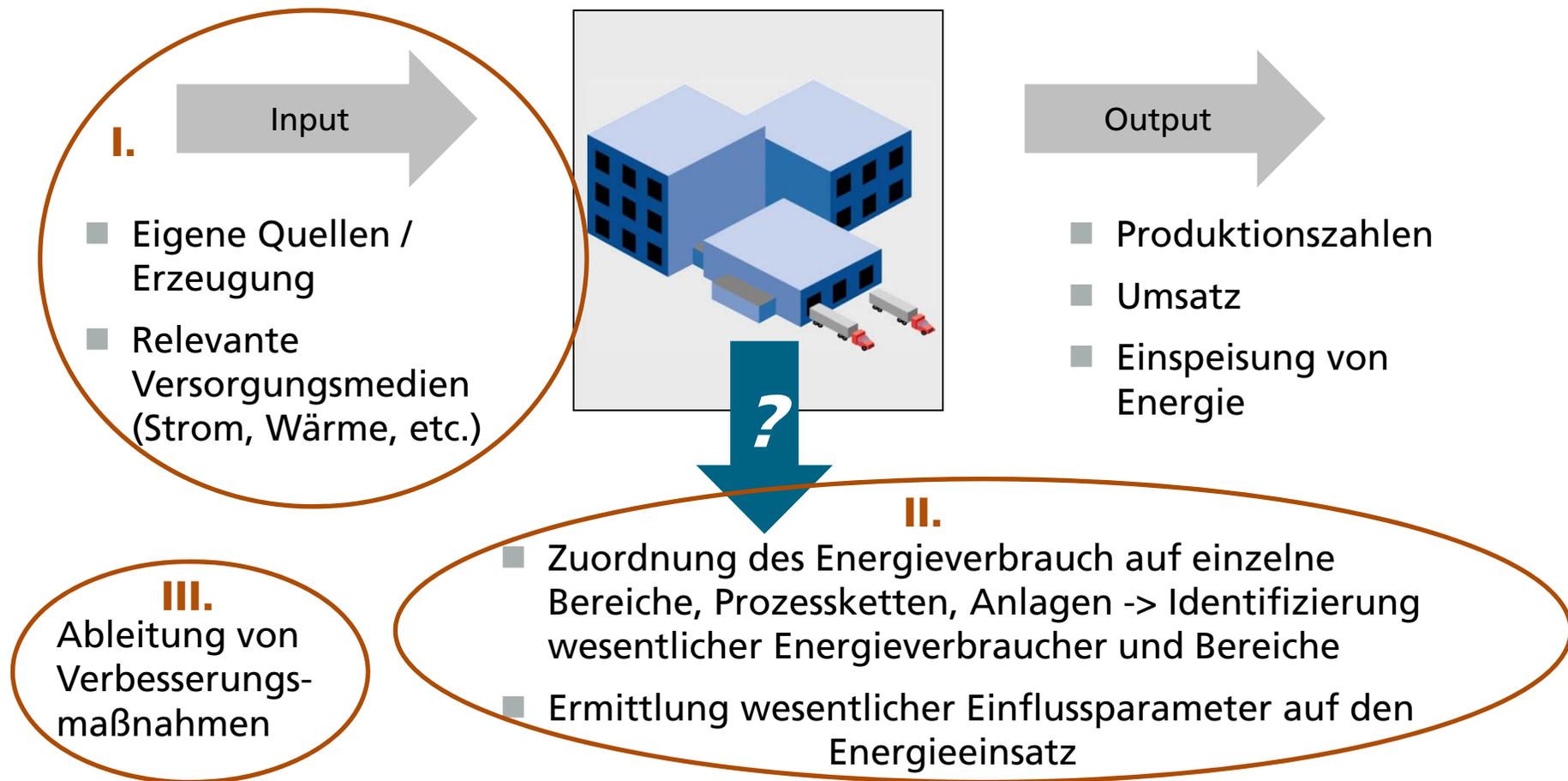
Mögliche Bilanzräume für ein Energiemanagement



Je nach Betrachtungsebene andere Intention des Energiemanagements und andere Aufgaben

Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

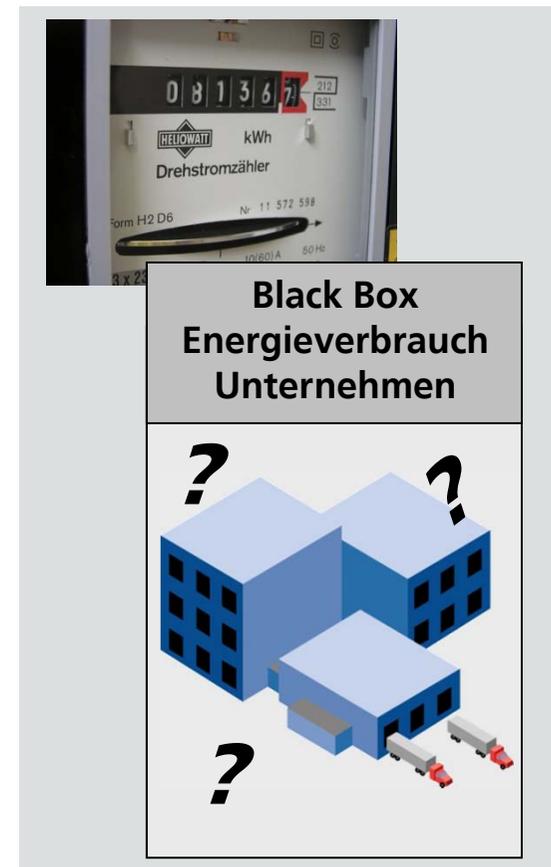


Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

Zielsetzung:

- Aufzeigen des Energieflusses im Unternehmen:
 - Welche Energieträger kommen zum Einsatz?
 - Wo kommen diese Energieträger zum Einsatz?
- Finden von „low hanging fruits“ und Umsetzung dieser (kurzfristige Maßnahmen)
- Evaluierung von Bereichen und Maschinen die detaillierter betrachtet werden müssen (mittel- bis langfristige Maßnahmen)

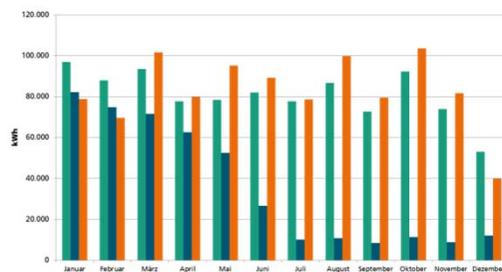


Energiemanagement

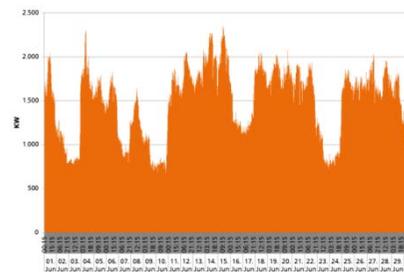
Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

Wo und wann wird wie viel Energie verbraucht?

- Nutzung von vorhandenen Daten (bspw. Lastprofile Energieversorger) und Datenerfassungsstrukturen, sofern vorhanden
- Zusätzliche Erfassung von Messdaten: Bestimmung von Messintervallen und Zeitdauer der Messung



Zeitreihen



Lastprofil



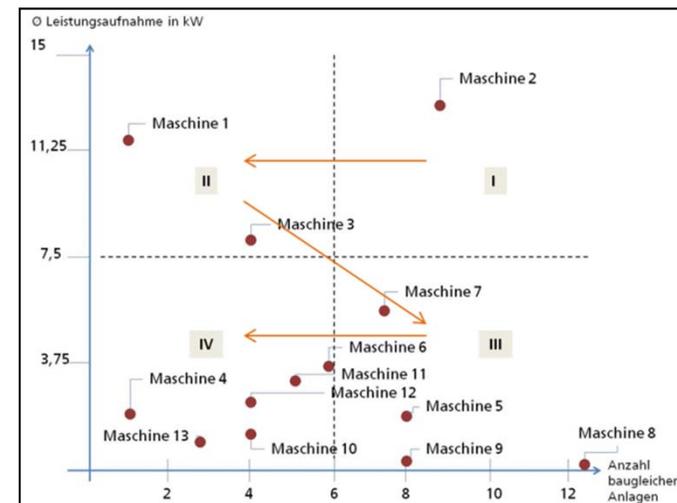
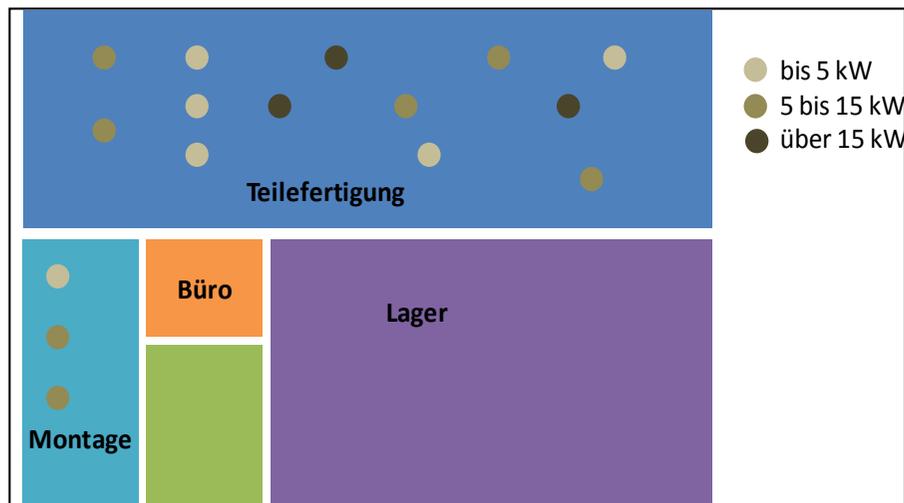
Quelle: www.testosites.de

Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

Evaluierung von Bereichen und Maschinen die detaillierter betrachtet werden müssen, kann in einem ersten Schritt auch ohne Messtechnik erfolgen

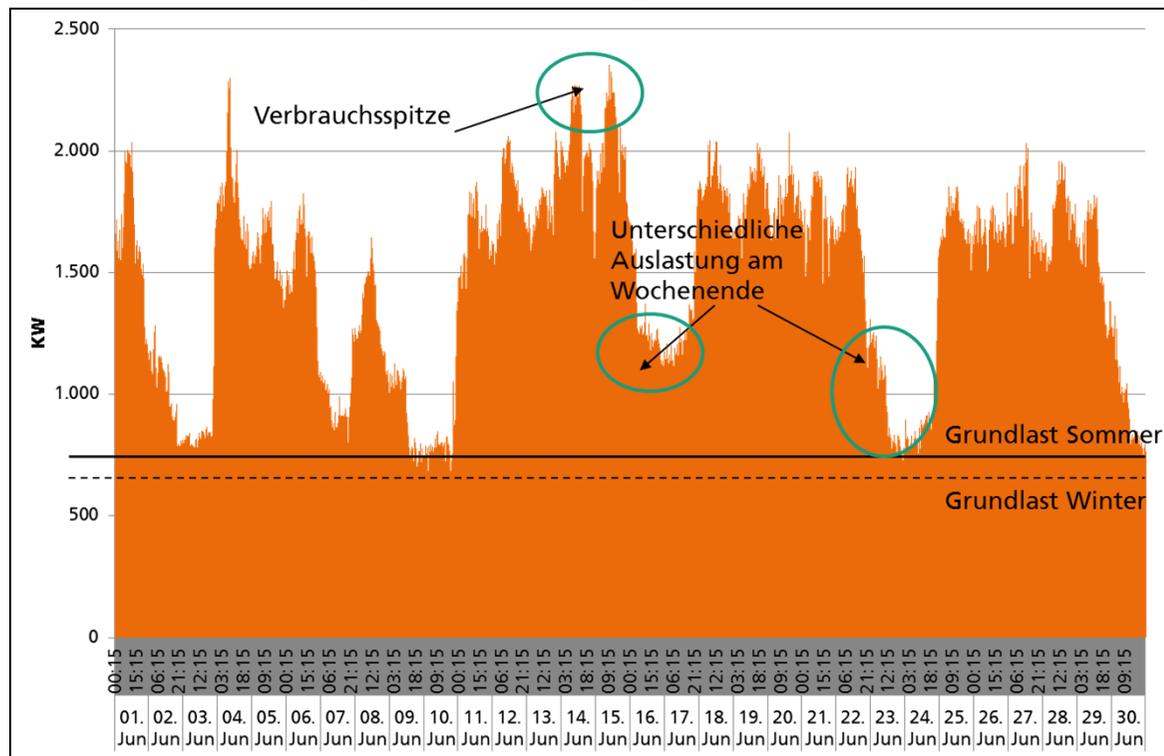
- Ziel: Identifikation der energieintensiven Bereichen
- Beispiel: Klassifizierung der Energieverbraucher und Anlagen-Verbrauchs-Matrix



Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

Ableiten von Informationen aus Lastprotokollen vom Energieversorger
Beispiel: Strombezug, Sommer 2012



Fragen:

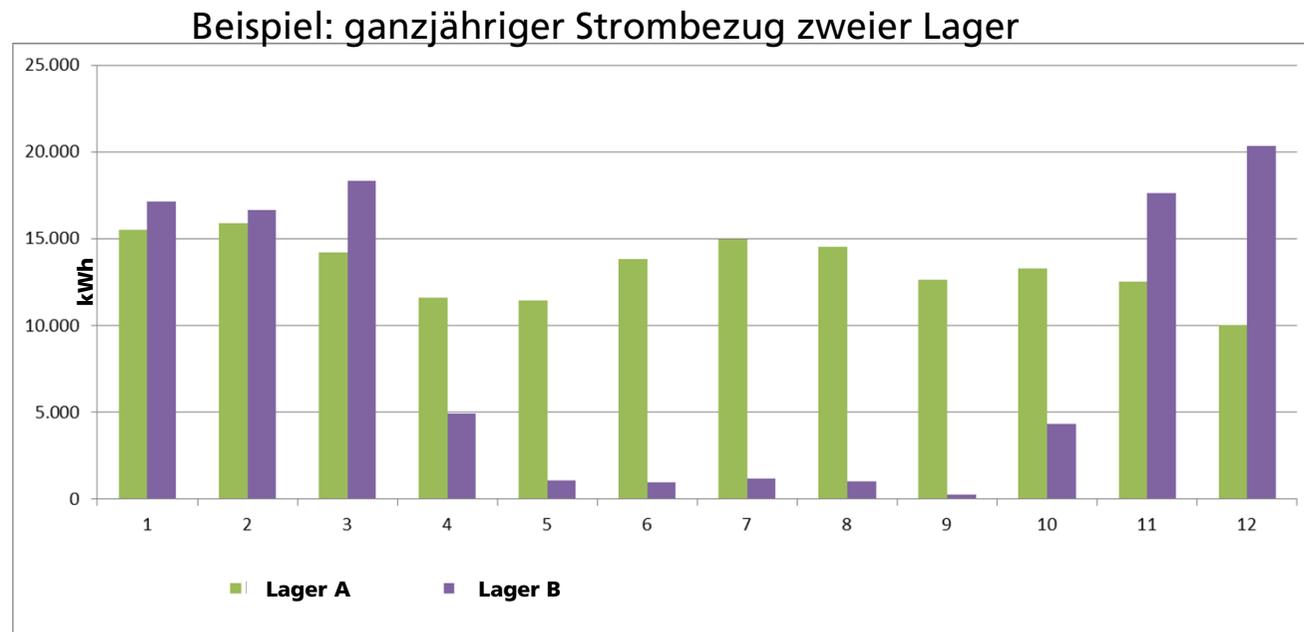
- Wochenendproduktion?
- Gezielt ausgeschaltete Anlagen? Wenn ja, warum nicht immer?
- Reparatur und Wartungsmaßnahmen?

Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

Überblick über vorhandene messtechnische Einrichtungen

- Welche Strom-/Gas-/ Wärmehzähler existieren bereits?
- Welche Gebäuden, Anlagen und Prozesse werden dadurch erfasst?

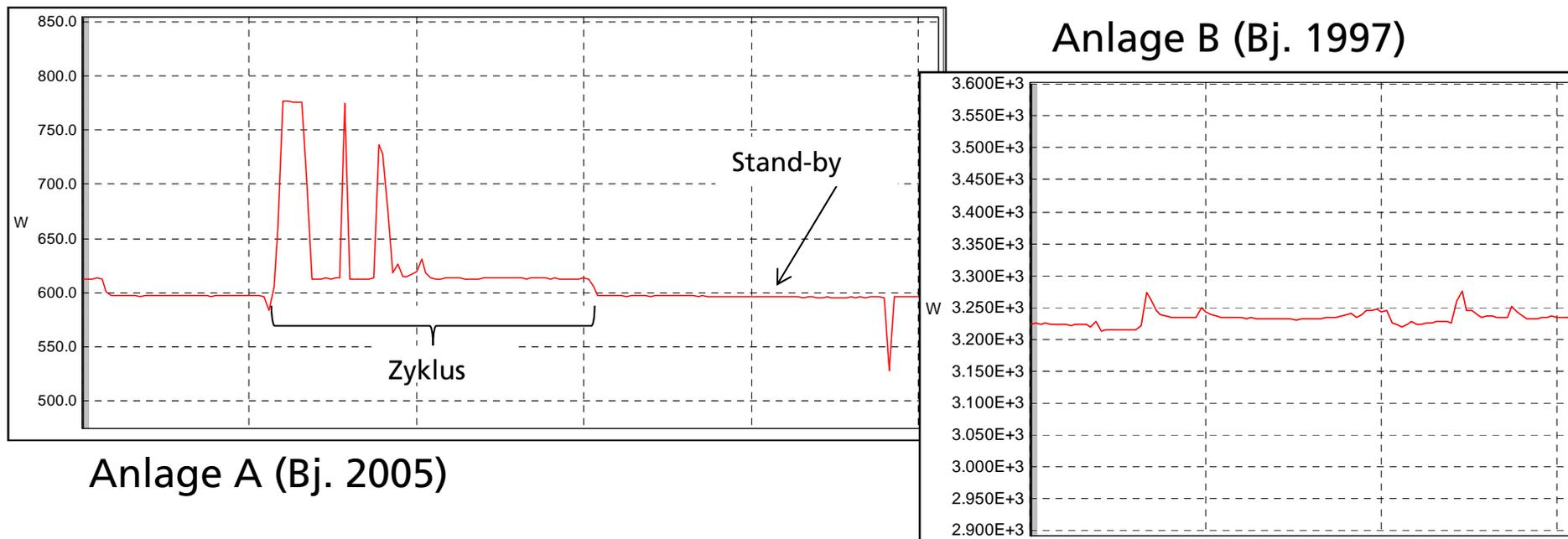


Frage: Warum hat Lager A ganzjährig einen fast kontinuierlichen Stromverbrauch?

Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis

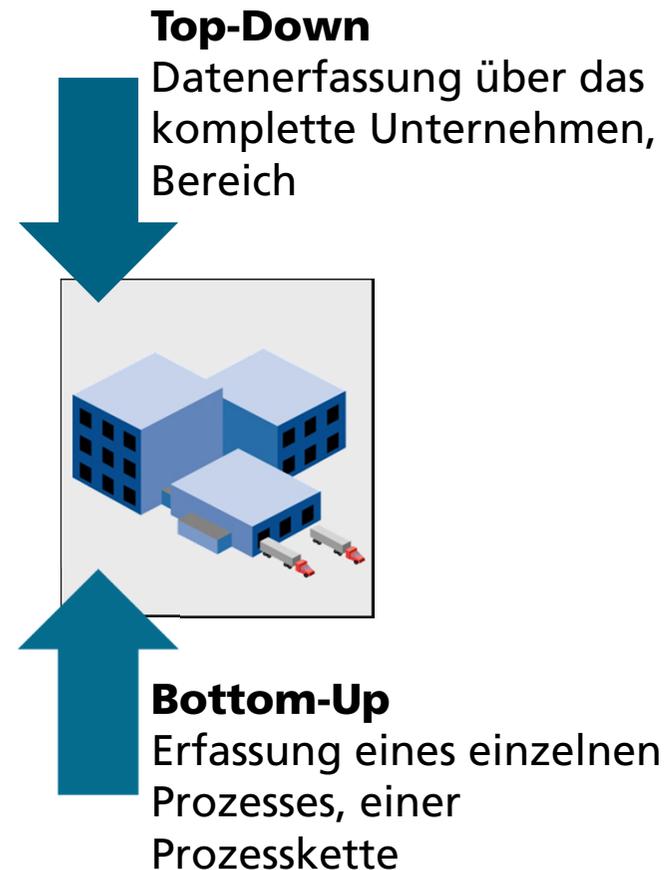
Beispiel: Zwei Anlagen, gleiche Aufgabe, unterschiedliches Baujahr...



Energiemanagement

Erfassung der energetischen Ausgangsbasis (Fazit)

- Je nach Erfassungstiefe unterschiedliche Erkenntnisse:
 - *Erfassungsebene Unternehmen/ Bereich:* Zeitreihenvergleiche, Identifizierung von energieintensiven Bereichen
 - *Erfassungsebene Prozesskette:* Verbesserung des Einsatz Querschnittstechnologien, Konzepte zur Wärmerückgewinnung im Prozess (Energiekreisläufe schließen)
 - *Erfassungsebene Maschine:* Verbesserung der Maschinensteuerung, Ergreifen von Maschinenindividuellen Maßnahmen
- Wichtig: Zielsetzung der Messung, Zuordnung und Verifizierung der Daten



Energiemanagement

Ableitung und Auswahl von Maßnahmen

Basistechnologien:

- Einsatz energieeffizienter
 - Motoren/ elektr. Antriebe
 - Lüfter
 - Pumpen

im Rahmen von Ersatzinvestitionen

Prozessunabhängige Maßnahmen

- Stand-by
- Materialausnutzung



Querschnittstechnologien

- Wärmerückgewinnung
- Druckluft
- Beleuchtung

Prozessspezifische Maßnahmen

- Spritzguss bspw. Isolierung des Plastifizieraggregats

Energiemanagement Maßnahmenkontrolle

Generierung von
Verbesserungsmaßnahmen:

- Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen
- Kontrolle der Umsetzung



Kennzahlen Gesamtsystem	Produktion: 3.000 Teile	
	aktuell	optimiert
Stromverbrauch (kWh)	101550	75696,5
Wärmeverbrauch (kWh)	160359,73	64836,03
Druckluftverbrauch (kWh)	2980,21	1659,94
Energiekosten (€)	21191,2	11375,4
Energiekosten pro Stück (€/Stück)	7,06	3,79
Produktionsdauer (h)	11:16	11:16
Anschaffungskosten (€)		305.000
Amortisationszeit (Tage)		299
Energiereduktion		46,32%

Ansprechpartner

ZEIT FÜR IHRE FRAGEN

