
Die Ultraeffizienzfabrik

Verlustfrei produzieren in lebenswerter Umgebung

Stuttgart, 9. Juli 2015



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

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



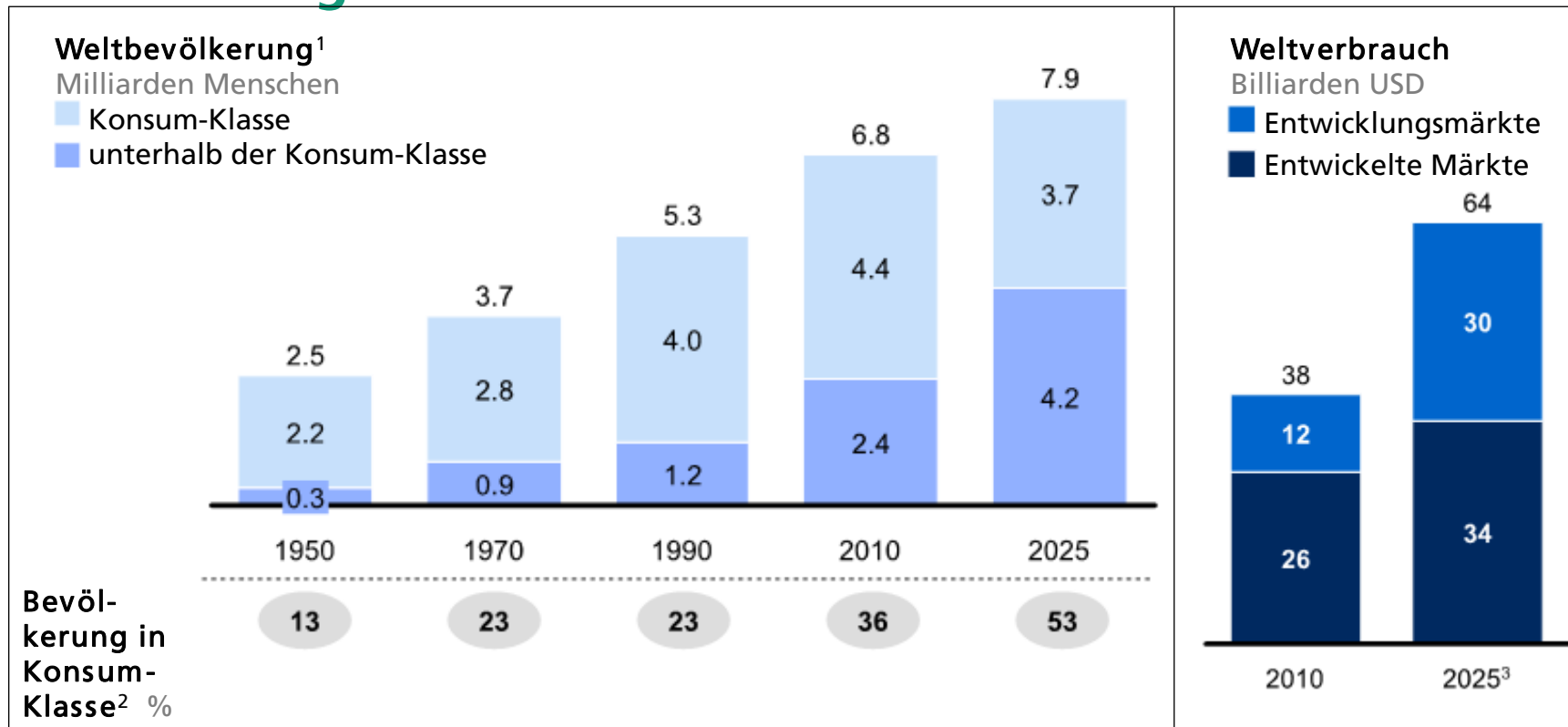
Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA

Wir haben kein nachfrageseitiges Wachstumsproblem aber 2025 wird die Hälfte des globalen Konsums in Entwicklungsländern stattfinden.



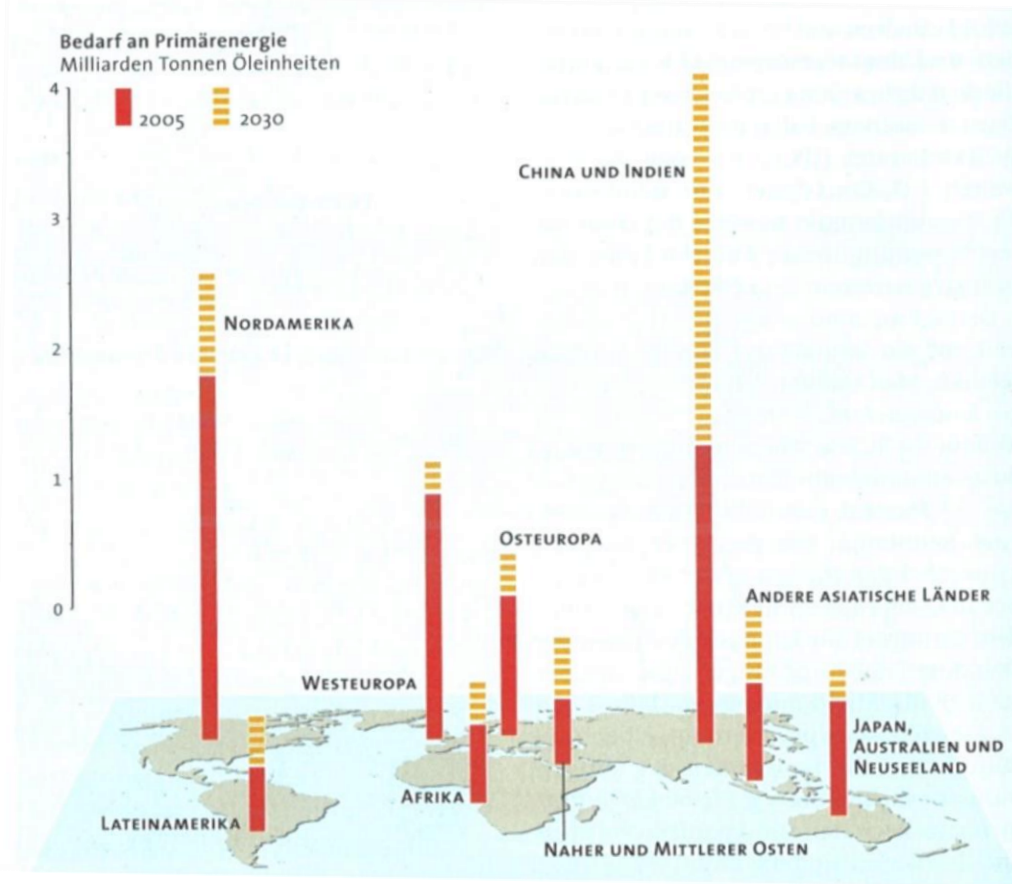
- Wir werden älter! (Durchschnittsalter steigt um ca. 10 Jahre bis 2050)
- Wir werden urban! (60% -70% aller Menschen leben 2050 in Städten)

Quelle: Wolfeshorn Center for Development, Brookings Institution); Groningen Growth and Development Centre; McKinsey Global Inst. ²



Wir haben ein angebotsseitiges Wachstumsproblem

Ressourcenvernutzung begrenzt Wachstum



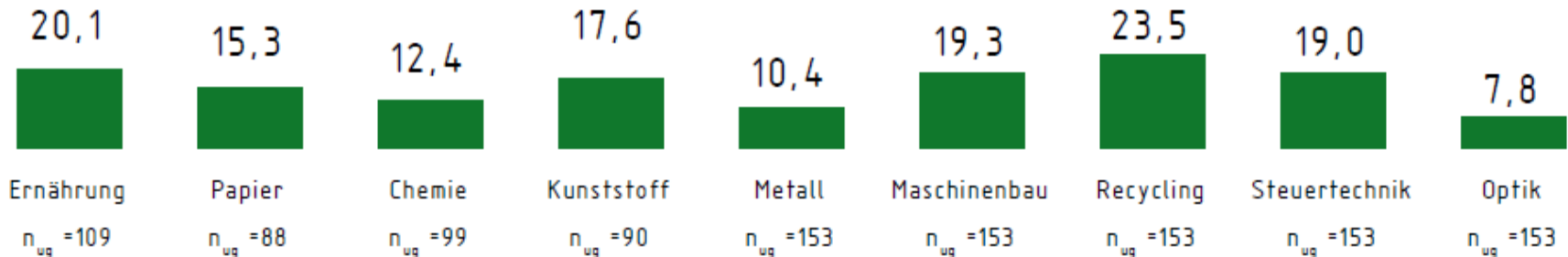
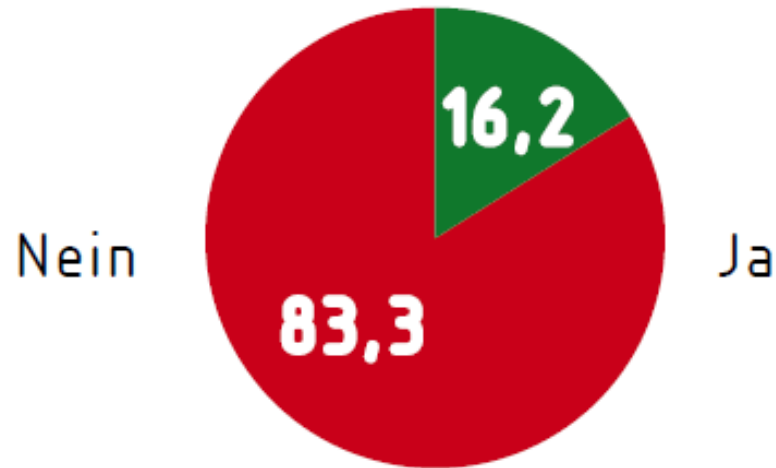
- Wir bedrohen die Umwelt (Klimawandel, Artenvielfalt,...).
- Wir verbrauchen pro Jahr die Menge an fossilen Energieträgern, die die Erde in einer Million Jahre gebildet hat.
- 2025 leben voraussichtlich zwei Drittel der Menschen in Regionen, die von Wassermangel betroffen sind.¹
- Bis 2050 wird sich unser Energiebedarf verdoppeln.²

¹ Quelle: Die Welt in Zahlen 2010; ² Quelle: BP Statistical Review of World Energy 2011;



Die Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

Umsetzung von Ressourceneffizienz-Maßnahmen in KMU und ihre Treiber – derzeitiger Stand



Quelle: VDI-ZRE 2011: Umsetzung von Ressourceneffizienz-Maßnahmen in KMU und ihre Treiber

Stand 2011 [Angaben in %]

4



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

Fraunhofer
IPA

Wir brauchen einen Paradigmenwechsel in der Produktion

Wie sieht der Weg zur Green Economy aus?



Nachhaltigkeit durch gebremstes Wachstum

- **Konzept der Steady State Economy:**
Null- oder Minus-Wachstum verbunden mit der Notwendigkeit eines einfacheren Lebensstils
- **Konzept des selektiven Wachstums**
Einschränkung des Verbrauchs spezifischer Ressourcen
- **Konzept der Mäßigung des Wachstums**
Mäßigung der BIP-Wachstumsraten, um Ressourcen zu reduzieren

Nachhaltigkeit durch Wachstum

- **Technikkonzept:**
Neue Technologien führen zu einer massiven Reduzierung des Ressourcenverbrauchs

Lässt sich nachhaltiges Wachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppeln?

Bildquelle: www.openmint.net Rogall, H. (Hrsg): Jahrbuch Nachhaltige Ökonomie

5



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA

Optimierung finanziert Erneuerung

Effizienz und Effektivität statt Verzicht

Effizienzstrategie:

- Materialnutzgrad steigern
- Bestehende Prozesse optimieren
- Energieeinsatz reduzieren



Effektivitätsstrategie:

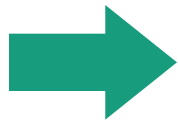
- Zero-Waste-Prozesse
- Schließen von Stoffkreisläufen
- Verwendung von Sekundärrohstoffen
- Einsatz erneuerbarer Energien

Die Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

Nachhaltigkeit als Treiber des Wandels



Bildquellen: hbw-cs.de; freemalasiatoday.com; t2.ftcdn.net; livingwater-online.de; verkehrsrundschau.de; wieland-edelmetalle.de, SEW Eurodrive



Nachhaltiges Wirtschaften erfordert einen Paradigmenwechsel in der Produktion



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

Fraunhofer
IPA

Die Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

Ganzheitlicher Ansatz zur nachhaltigen Produktion



Die Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld

Verlustfrei produzieren in lebenswerter Umgebung

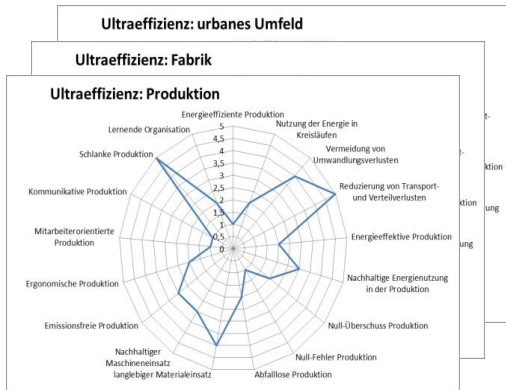


Vorgehensmodell

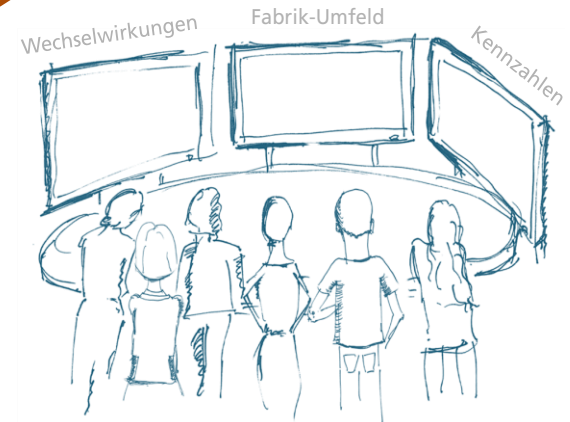
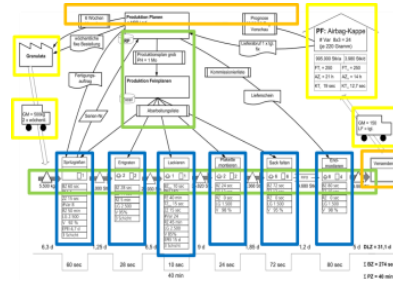


Visualisierung

Ausgangssituation - Reifegrad



best practices

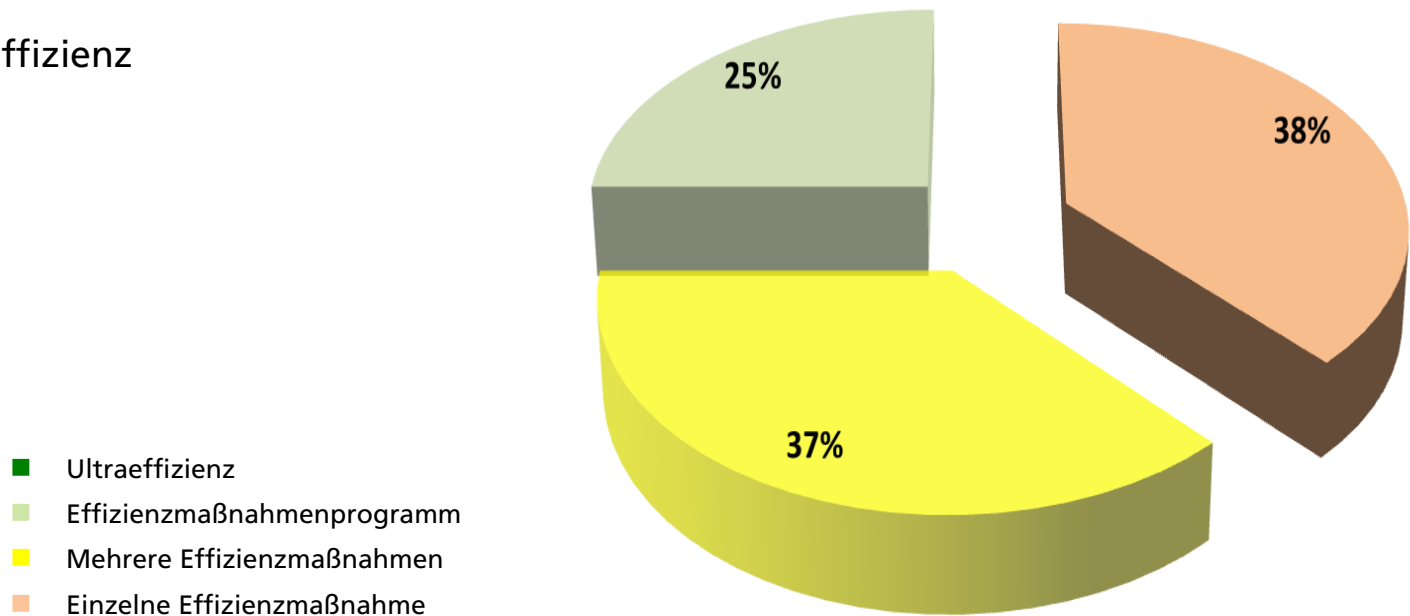


Entwicklungsstands von Ultraeffizienz-Maßnahmen in Unternehmen

Best Practices – bisherige Anwendung von Ultraeffizienz

- Effizienz-Maßnahmen bisher vorwiegend einzelne Maßnahmen
- wenig Programme
- keine Ultraeffizienz

Aktionsformate



Quelle: Projekt: Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld (110 Unternehmen weltweit ausgewertet)

10



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (IEP)

 **Fraunhofer**
IPA

Die Ultraeffizienzfabrik

Effektivität x Effizienz = Ultraeffizienz



Die Energiewende in der Fabrik

Systemische Konzepte sind die Lösung



Energiegewinnung:

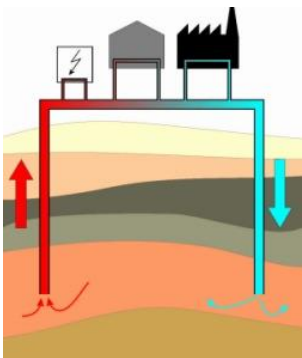
- Regenerative Energiequellen (z.B. Sonnenenergie, Windenergie, ...)

Energieverteilung:

- Smart Grids (z.B. Lokale Micro Grids)
- Speichertechnologien (z.B. Redox Flow)

Energierückgewinnung:

- Verstromung von Abwärme (z.B. ORC)
- Rekuperation (z.B. Supercaps)
- Energy Harvesting (z.B. Thermoelektrik)



Bildquellen: elektro-ruehl.com; bgr.bund.de; muelacker.de; fit-for-energy.com

12



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA

2. Preis: Energy Efficiency Award 2008

Daimler AG, Mercedes-Benz Werk Untertürkheim – „Systematisches Energiemanagement zur Steigerung der Energieeffizienz.“

- Erhöhung der Kühlschmierstofftemperatur, dadurch möglicher Ersatz der energieintensiven Kältemaschinen bei gleichzeitiger Reduzierung der Kühlwassermenge
- Nutzung zusätzlicher Abwärmequellen für die Wärmerückgewinnung
- Optimierte Regelung und Steuerung der Lüftungs- und Beleuchtungssysteme



✓ Prozentuale Energieeinsparung	11 %
✓ Senkung des Energieverbrauchs	36.390.000kWh/Jahr
✓ Senkung der Energiekosten	9.600.000 €/Jahr
✓ Investition	4.565.000 €
✓ Kapitalrendite	210 %

Quelle: dena



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)

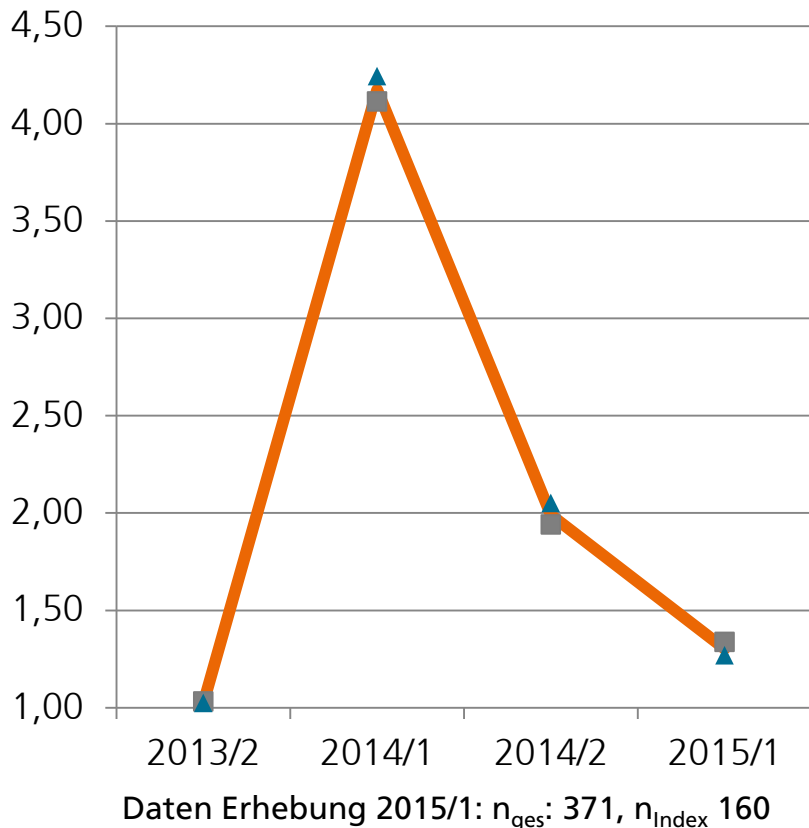


Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA

Der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie sinkt

Die Erwartungen für die Zukunft sind eingetrübt



- Energieeffizienzindex
- Aktuelle Situation
- ▲ Erwartungen für die nächsten 12 Monate

- **Bedeutung**
Die allgemeine Einschätzung der Bedeutung von Energieeffizienz scheint ein Hoch erreicht zu haben.
- **Investitionen**
Die Investitionen in Energieeffizienz haben offenbar ein Hoch erreicht.
- **Produktivität**
Maßgeblich für den fallenden Trend des Index sind die geringeren Energieeinsparungen, die aktuell erzielt und für die kommende Periode erwartet werden.

Weitere Sensibilisierung und Anreize notwendig

Die Ultraeffizienzfabrik

Effektivität x Effizienz = Ultraeffizienz



Die Materialwende in der Produktion

Kreislaufwirtschaft statt Downcycling



Nutzung von Ersatzstoffen

- unerschöpflich
- nachwachsend

Wertschöpfung in Kreisläufen

- technologisch
- ökologisch

Ganzheitliche Gestaltung im Produktlebenszyklus

- Planung von Nutzungskaskaden
- Verlängerung von Nutzungsphasen

Zero-Waste-Produktionstechnologien

- 100% des Materials im Produkt
- Kurze, hybride Prozessketten

¹ Bildquelle: www.rittweger-team.de/

Neue effektive Verfahrenskombinationen

Beispiel: Schmalband-Umform-Laserschweißen (SUL)

Ansatz:

- Hoher Stanzabfall bei Dichtungsproduktion
- Neues Herstellungsverfahren: Umformen und Schweißen statt Stanzen
- Beschichtung der Aktiv-Teile

Nutzen:

- Keine umweltbelastenden Schmierstoffe mehr
- Hohe Produktivität und Flexibilität

Einsparung:

- Materialreduktion um bis zu 85%
- Kostenreduzierung für Stahl 1,62 Mio €/Jahr
- Reduzierung des CO₂-Ausstoßes um 2700 t/Jahr



Bildquelle: www.freudenberg.de; www.fst.com

Ressourceneffiziente Lackierung von Karosserien

Green Carbody Technologies - InnoCaT 5

- Energiebedarf der Lackierung im Karosseriewerk beträgt knapp 50%
- Verfahren wurden entwickelt, die genau definierte Tropfen erzeugen
- Array-Anordnung von Mikrodosierventilen zur Erhöhung der Flächenleistung



Die Ultraeffizienzfabrik

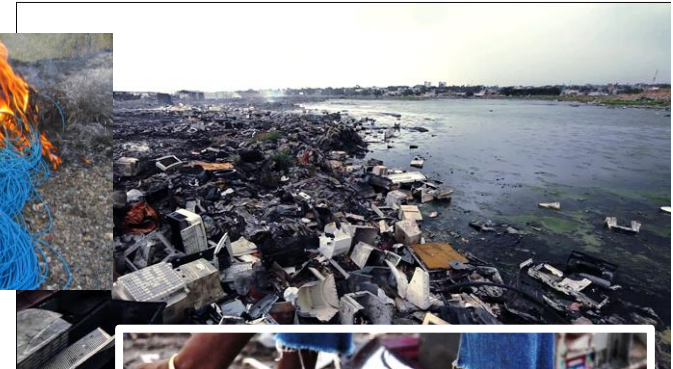
Effektivität x Effizienz = Ultraeffizienz



Abfall ist die beste Quelle für Rohstoffe

Beispiel: Recycling von Elektroschrott

- Elektroschrott-Menge weltweit:
 - 2008: 40 Mio. t
 - 2016: 93,5 Mio. t erwartet(jährliches Wachstum um 17,6%)
- Verwertung heute in Europa: 40%
→ 60% des Elektroschrotts geht in die illegale Verwertung in Drittländern oder auf die Deponie
- Die Förderung und vor allem Verarbeitung der Erze führt zu starker Zerstörung von Umwelt und Lebensbedingungen
- Zukünftige Anforderungen in Europa: Verwertung von 65% der in Verkehr gebrachten Menge oder 85% der Menge an Elektroaltgeräten (EAG)



Effektivere Kreislaufwirtschaft statt Downcycling

Mit den richtigen Informationen auf Goldsuche

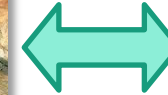
Informationsbeschaffung

- Welche Produkte
- Welche Rohstoffe
- Welche Konzentration
- Welche Technologie
- Welcher Rückführweg



Gold Erz

ca. 5 g Gold / t



Alt-Handys

ca. 250 g Gold / t

Herausforderungen für die Industrie

- Funktionierende Informationsweitergabe der Stoffdokumentationen in der Supply Chain bis zur Verwertung (Schad-/Wert-/Werk-/Rohstoff)
- Wo / in welchem Produkt / an welcher Stelle / in welcher Masse kommt der Stoff vor
- Wie kann der Stoff aufkonzentriert / aufbereitet / verwertet werden
- Neue Betreibermodelle (z.B. Nutzen statt Besitzen) und Rückführlogistik

Die Ultraeffizienzfabrik

Effektivität x Effizienz = Ultraeffizienz



Wege zur Ressourceneffektivität: Die Personalwende



Der Mensch im Mittelpunkt der Produktion

- Life-Work-Integration
- Urbanisierung der Produktion
- Ingenieure, Werker werden zu „Dirigenten“ der Produktion, Manager werden zu „Architekten“ eines Unternehmens
- Mensch-Maschine-Kooperation
- Altersgerechte Karriere- und Aufgabenplanung (lebenslanges Lernen)

Bildquellen v. li. o. nach re. unten: www.frauundberuf-bw.de; iao.fraunhofer.de; www.glaesernemanufaktur.de; www.bmbf.de

23



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA

Ultraeffizienz verbindet „das Richtige mit dem Richtigen“

Die Wende aller Produktionsfaktoren als Chance für den Standort Baden-Württemberg

- Die bisherigen Ansätze reichen zur Entkopplung des Wachstums vom Ressourcenverbrauch nicht aus
- Effizienztechnologien müssen Effektivitätstechnologien finanzieren
- Das Konzept der Ultraeffizienzfabrik kann als Ordnungsrahmen zur Umsetzung dienen
- Der Maschinenbau muss die aktuellen Kerntechnologien neu bewerten und Technologiesprünge rechtzeitig einleiten
- Innovationsoffensive im Bereich Energieeffizienz erforderlich
- Kleinteiligere Gesetzgebung essentiell
 - Berücksichtigung technologischer Besonderheiten
 - Steuerliche Vergünstigungen für Entwicklung und Einsatz effizienter Technologien
- Ressourceneffizienz zukünftig als Wettbewerbsfaktor



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-3600

Fax +49 711 970-1002

Alexander.Sauer@ipa.fraunhofer.de

www.ipa.fraunhofer.de

www.eep.uni-stuttgart.de



Universität Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung
und Fabrikbetrieb (IFF)



Universität Stuttgart
Institut für Energieeffizienz
in der Produktion (EEP)

 **Fraunhofer**
IPA