



## Workshop Holzlogistik 2008

Impulsvortrag:

Ressourceneffiziente Rohstoffbereitstellung

Dr. Ina Ehrhardt

Foto 1

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

### Ressourceneffizienz – Strategisches Ziel der Bundesregierung

- ▶ Die Bundesregierung hat sich die Steigerung der Ressourceneffizienz als Priorität gesetzt. Ziel ist die Rohstoffproduktivität bis 2020 zu verdoppeln (Nationale Nachhaltigkeitsstrategie)
  - ▶ Jeder Deutsche braucht durchschnittlich etwa 80 Tonnen feste Stoffe und 600 Tonnen Wasser pro Jahr (Vergleich: In Japan, kommt man etwa mit der Hälfte aus)
  - ▶ Eine stärkere Nutzung von Ressourcen ist entsprechend möglich.
- ▶ Energie- und Ressourceneffizienz:
  - ▶ Verluste bei der Umwandlung der Ausgangsstoffe klein zu halten, d.h. möglichst viel Nutzen aus den Ausgangsmaterialien zu gewinnen.
- ▶ Energieeffizienz (bei Gewinnung von Strom oder Wärme):
  - ▶ Abhängigkeit von Rohstoffimporten zu vermindern
  - ▶ Wirksame Beiträge zum Umweltschutz zu leisten
  - ▶ langfristige Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland zu sichern

Foto 2

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer**   
Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – Aufgabe an die Wirtschaft

- ▶ Die Wirtschaft steht daher aus Sicht der Nachhaltigkeit vor der Aufgabe, den Wunsch nach steigendem Wohlstand mit möglichst geringem Verbrauch an natürlichen Ressourcen bereitzustellen.
- ▶ Das Ziel ist, die wirtschaftlichen Aktivitäten vom Ressourcenverbrauch zu entkoppeln – also die Ressourceneffizienz zu steigern.
- ▶ Aber:  
Eine alleinige Betrachtung der (relativen) Ressourceneffizienz reicht nicht aus. Auch die absolute Menge des Ressourcenverbrauchs darf dabei nicht aus den Augen verloren werden.

Folie 3

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Ressourceneffizienz – Materialeffizienz Weltweit

- ▶ In den letzten 25 Jahren ist auf globaler Ebene **Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch** festzustellen.
- ▶ Im Vergleich zum Jahr 1980 wurden 2002 weltweit etwa ein Viertel weniger Materialien benötigt, um einen Euro Wertschöpfung zu erzeugen.
- ▶ Während das Weltbruttoinlandsprodukt um 83% wuchs, stieg auch der Ressourcenabbau um 35%.

Materialextraktion nach Weltregionen, in Millionen Tonnen:

|                        | 1980          | 1990          | 2002          | Wachstumsrate<br>1980-2002 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|
| Westeuropa             | 6.321         | 6.704         | 6.724         | 6,4                        |
| Osteuropa und Ex-UdSSR | 6.407         | 7.298         | 5.422         | -15,4                      |
| USA & Kanada           | 8.448         | 9.294         | 10.258        | 20,8                       |
| Lateinamerika          | 4.692         | 5.703         | 7.625         | 62,5                       |
| Asien                  | 10.716        | 14.190        | 18.649        | 74                         |
| Afrika                 | 2.975         | 3.422         | 4.313         | 44,9                       |
| Ozeanien               | 857           | 1.139         | 1.652         | 92,9                       |
| <b>Summe</b>           | <b>40.416</b> | <b>47.750</b> | <b>54.643</b> | <b>35,1</b>                |

[Quelle: Giljum et al., 2004]

Folie 4

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Ressourceneffizienz – Materialeffizienz in der EU (EU -15)

- ▶ Wirtschaftswachstum betrug zwischen 1980 und 2000 ca. 56%
- ▶ Materialintensität der Wirtschaft nahm im gleichen Zeitraum um 44% ab
- ▶ Der Materialverbrauch blieb annähernd konstant bei etwa 15 Tonnen pro Kopf und Jahr



Fazit:

- ▶ Sowohl auf globaler wie auf europäischer Ebene werden die eingesetzten natürlichen Ressourcen immer effizienter von der Wirtschaft genutzt.
- ▶ Es werden jedoch mehr Güter produziert.
- ▶ Insgesamt resultieren (noch) keine absoluten Einsparungen im Ressourcenverbrauch.
- ▶ Daher: Keine Entlastung der globalen Ökosysteme



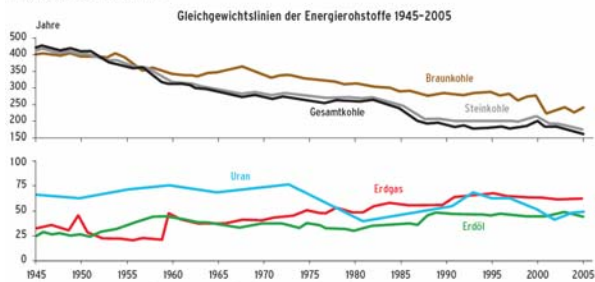
Folie 5  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – warum?

- ▶ Natürliche Rohstoffe werden knapp
- ▶ Statistische Reichweite von fossilen Energieträgern
  - ▶ Kohle < 200 Jahre
  - ▶ Erdgas < 65 Jahre
  - ▶ Erdöl < 45 Jahre
- ▶ Durch verstärkte Nachfrage entstehen Nutzungskonkurrenzen auch bezogen auf den nachwachsenden Rohstoff Holz

Entwicklung der statischen Reichweite der Energierohstoffe (Reserven) der vergangenen 60 Jahre

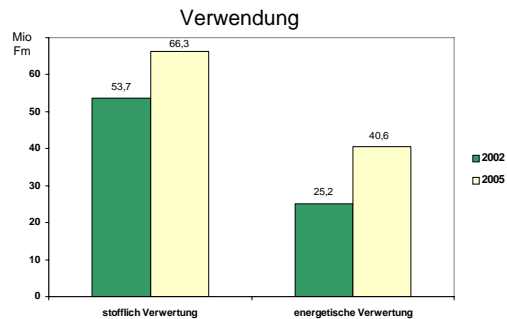
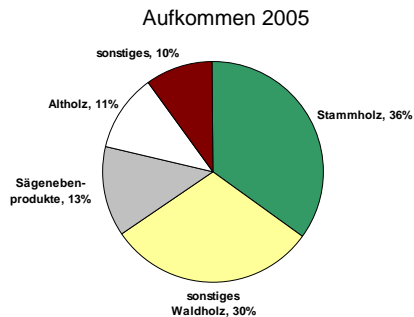


[Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe]

Folie 6  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Nutzungskonkurrenz des Rohstoffs Holz



- ▶ Aufkommen und Verbrauch sind zwischen 2002 und 2005 deutlich gestiegen
- ▶ 2005 wurden 40,6 Mio. Fm des Rohstoffes energetisch genutzt, wovon **58 %** direkt aus dem Wald stammten **ohne vorherige stoffliche Verwendung**  
[Quelle: Mantau 2007]

Folie 7

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Nutzungstrend des Rohstoffs Holz

- ▶ Der Bedarf an Holz wird auch in Zukunft weiter steigen
  - ▶ Stoffliche Nutzung
  - ▶ Energetische Nutzung (Ersatz fossiler Brennstoffe)
- ▶ Das Potenzial ist nicht beliebig erweiterbar - weder im In- noch im Ausland (Importproblematik, Zertifizierung,...)
- ▶ Daher müssen Wege gefunden werden, die Ausnutzung der **verfügbaren Rohstoffe** zu steigern
- ▶ **Kaskadennutzung** als Beitrag zur Verbesserung der **Rohstoffeffizienz** (neben Ertragssteigerung und der Ganzpflanzennutzung)

Folie 8

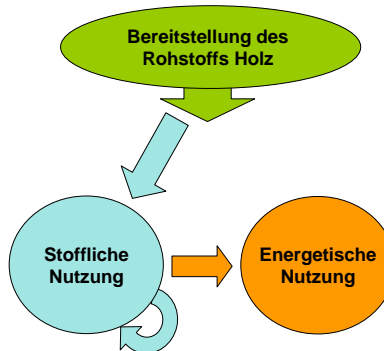
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Kaskadennutzung

Multiple Nutzung des Rohstoffes

- ▶ Kaskadische Nutzung von Holz und holzartiger Biomasse:
  - ▶ erst stofflich
  - ▶ nach Ablauf der gesamt sinnvollen stofflichen Lebensdauer energetische Verwertung



Folie 9

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** IFF  
Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Materialfluss des Rohstoffs Holz (grob)



Folie 10

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** IFF  
Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – Erhöhung durch Nutzung von Resten und Abfällen (Beispiel)

- ▶ In Deutschland fallen derzeit etwa 5.8 Mio t<sub>atro</sub> Sägenebenprodukte an
  - ▶ Ca. ein Drittel Sägemehl und Sägespäne
  - ▶ Ca. zwei Drittel sind gröberes Material (Hackschnitzel und Kappstücke)
  
- ▶ Fast vollständige Nutzung dieses Potenzials durch die Hauptabnehmer :
  - ▶ Holzwerkstoffindustrie (rd. 95%, entspricht 2,7 Mio. t<sub>atro</sub> für Spanplatten und 1,0 Mio t<sub>atro</sub> für Faserplatten)
  - ▶ Holzschliff- und Zellstoffindustrie (ca. 4%)
  - ▶ Energieerzeugung (rd. 1%)



Foto 11

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### „Rohstoffe“ der Holzwerkstoffindustrie

- ▶ Insgesamt rund 8 Mio t<sub>atro</sub>, wobei das Gesamtaufkommen an Sägespänen und Sägemehl rund ein Viertel des Rohstoffbedarfes der Holzwerkstoffindustrie ausmacht!

| Spanplattenindustrie   | Faserplattenindustrie  |
|--|------------------------|
| 25 % Waldholz  | 63 % Waldholz          |
| 54 % Sägenebenprodukte und Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie | 37 % Sägenebenprodukte |
| 21 % Altholz   |                        |

(im Jahr 2003 nach [Mantau, Bilitewski 2005])

- ▶ Anfallende **Reststoffe** der Forst-, Holz- und Papierindustrie sowie anfallende **Holzabfälle** werden nahezu vollständig stofflich oder energetisch verwertet - es besteht dort **kaum Optimierungsspielraum** (Fazit einer Stoffstromanalyse des UBA 2007 [ISSN 1862-4804])

Foto 12

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – Änderung von Stoffströmen (Beispiel)

- ▶ Ungenutzte Potenziale in der Forstwirtschaft
    - ▶ 9 Mio.  $t_{\text{atro}}$  Stamm- und Industrieholz
    - ▶ 4-7 Mio.  $t_{\text{atro}}$  sonstiges Schwachholz und Waldrestholz
  - ▶ Möglichkeit
    - ▶ Steigerung des Einsatzes von Waldholz zur Substitution anderer nicht-erneuerbarer Ressourcen (z.B. verstärkte energetische Nutzung) – dies war jedoch nicht Gegenstand der Untersuchung)
  - ▶ Vorschlag/Empfehlung
    - ▶ Substitution der Sägenebenprodukte in der Holzwerkstoffindustrie durch Waldholz (s.o.)
    - ▶ Umlenkung (80%) der Stoffströme der Sägenebenprodukte in die (zertifizierte) Pelletproduktion
- [Quelle: UBA 2007 - ISSN 1862-4804]
- ▶ Frage: Wird der gewünschte Effekt, Erhöhung der Ressourceneffizienz, so erreicht?

Folie 13

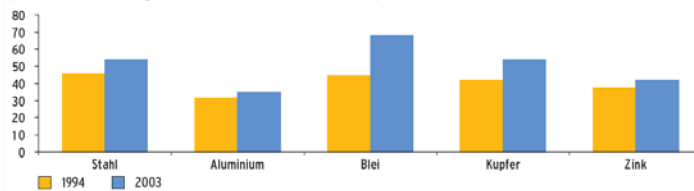
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Ressourceneffizienz – Erhöhung der Rohstoffeffizienz durch Recycling

- ▶ Recycling hat speziell bei Metallen eine lange Tradition
- ▶ Hauptantrieb war der erzielbare beträchtliche Kostenvorteil
  - ▶ zunächst nicht der Wunsch die Umwelt und Ressourcen zu schonen
- ▶ Aber: wieso liegt die Recyclinganteile heute bei Metallen kaum über 50 %?
- ▶ Es liegt nicht (nur) am Unwillen der Produzenten oder einem mangelnden Sammeleifer!

Recyclingrate ausgewählter Metalle in Deutschland  
(Prozentsatz bezogen auf den Gesamtverbrauch)



[Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005]

Folie 14

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Ressourceneffizienz – Erhöhung der Rohstoffeffizienz durch Recycling

- ▶ Gründe für „Begrenztheit“ des Recyclings bei Metallen:
  - ▶ global meist unverändert wachsende Produktionsmengen
  - ▶ Schrottanfall bleibt hinter der steigenden Produktion zurück, weil
  - ▶ mehrjähriger Verbleib der Stoffe im Güterbestand
  
- ▶ Erkenntnis:
  - ▶ Recycling sorgt insbesondere bei kurzlebigen Gütern für eine deutliche Umweltentlastung
  - ▶ Günstig: große einheitliche Stoffmengen (Stahl, Glas, Papier) oder hoher Wert (Edelmetalle)
  - ▶ Bei langlebigen Gütern ist wichtig, dass die Werkstoffe über eine lange Zeit nur geringe Veränderungen erfahren
  
- ▶ Wichtig:
  - ▶ Gute (ökologische) Produktgestaltung und eine Lebensdauererlängerung ist meist wichtiger als das beste Recycling!



Foto 15

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – Erhöhung der Rohstoffeffizienz durch Recycling

#### Papier

- ▶ kurzlebiges Gut
  
- ▶ Altpapier hat hohe Recyclingfähigkeit
  - ▶ Papierverbrauch stand 2005 rd. 19 Mio. t in D, steigend
  - ▶ Recycling (Verbrauch) 2007 größer 15,5 Mio. t in D
  - ▶ Altpapieraufkommen 2005-2007 kaum gestiegen
  - ▶ In 2007 erstmals Import größer Export in D

| Land           | Verbrauch in 1000 t | Aufkommen in 1000 t |
|----------------|---------------------|---------------------|
| weltweit       | 177.463             | 184.137             |
| USA            | 32.857              | 46.968              |
| China          | 35.125              | 18.095              |
| Japan          | 18.682              | 22.315              |
| Deutschland    | 14.413              | 15.123              |
| Frankreich     | 5953                | 6592                |
| Kanada         | 5898                | 4852                |
| Italien        | 5473                | 5792                |
| Großbritannien | 4492                | 7700                |
| Spanien        | 4474                | 4323                |
| Niederlande    | 2500                | 2510                |
| Rußland        | 1250                | 1385                |
| Österreich     | 2141                | 1421                |

Quelle: Verband Deutscher Papierindustrie, 2007

**Merke:**  
*prevent – reduce – recycle !*

Foto 16

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung



## Ressourceneffizienz – Erhöhung der Rohstoffeffizienz durch Recycling

### Holzprodukte

- ▶ z.T. lange Verweildauer im Güterbestand
- ▶ Holzprodukte sowie Abfälle und Reste aus Produktion weisen oft deutliche (nichtmechanische) Veränderung des Materials auf (Kategorie AII-AIV)
  - ▶ Erschwerte Weiter-/Wiedernutzung (auch energetisch!)
  - ▶ **Kaum noch Recycling**, aber Nutzung in Heiz-(kraft-)werken gefördert durch EEG \*1



\* ) vgl. Altholzverordnung  
\*1) Quelle: Wuppertal Institut

Folie 17  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## „Finale“ energetische Nutzung

- ▶ Kriterien für die energetischen Nutzung:
  - ▶ Geometrische Form (Stückigkeit, Homogenität)
  - ▶ Feuchtigkeitsgehalt
  - ▶ Spannbreite der stofflichen Zusammensetzung
  - ▶ Flüchtige Bestandteile und daraus resultierende Teerbildung (Problem)
  - ▶ Chemische Zusätze (siehe Altholzverordnung)  
Schadgasentstehung-> Hoher apparativer Aufwand zur Beseitigung
  - ▶ Verunreinigungen (Steine, Metalle, u.a. Reste)
- ▶ Ausgangsmaterial und energetischen Nutzung (zwei Varianten):
  - ▶ Anlage definiert Ausgangsmaterialien (innerhalb einer definierten Spanne)
  - ▶ Ausgangsmaterial bestimmt Auslegung der Anlage (Konzeption)
- ▶ Verbrauch:
  - ▶ 1-4 t/h Holz Input bei dezentralen Anlagen 5-20 MW (kleine bis mittelgroße Anlagen)
  - ▶ Kleinere Anlagen: Investitionskosten anteilig höher, da z.B. Kosten für Reinigungstechnologie bezogen auf Anlagenleistung ist (heute noch) zu hoch sind



Folie 18  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Energetische Nutzung: Beispiel



KWK Anlage Wolmirstedt

Technologie: Wirbelschichtfeuerung  
KWK mit ORC-Prozess  
4 MW Thermische Leistung  
Brennstoff: Holz

Leistung: 500 kW<sub>el</sub> / 2400 kW<sub>therm.</sub> (ORC)  
Wärmenutzung: Bodelschwingh-Haus

**Neu:** **Größere Sortimentbreite beim Rohstoff durch einsetzbaren Brennstoffmix (Holz, Borke, Torf, Mischungen, ...)**  
Brennstoffeintragungssystem, Luftführung  
kompakte Wirbelschichtreaktorkonstruktion  
Ausbrandzyklon, Ascheaustragungssystem

Foto 19

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Zwischenfazit - Rohstoffeffizienz Holz

Es besteht Forschungsbedarf zur Erhöhung der Rohstoffeffizienz für Holz (Kaskadennutzung) !

- Aufgaben (Auswahl):  
Integrierte Klärung von Fragen woher, wann, wie viel, was, wofür, wie, wer, welche Wirkungen,...
- Anpassung von **Produkteigenschaften**
  - (weitere) Analyse der **Stoffströme** (Produktions- und Entsorgungsströme)
  - Erhebung des **Aufkommens** und der **Qualitäten**
  - **Nutzungsvarianten** (Rahmenbedingungen, Erschließungs- und Verarbeitungskosten, Konkurrenzsituation, ...)
  - **Technologierouten** (Aufbau und Gestaltung integrierter multivalenter stofflicher und final-energetischer Nutzungskonzepte und Wertschöpfungsketten)
  - **Organisationsbildung** (Treiber, Hemmnisse und mögliche Maßnahmen und Instrumente)
  - Stoffkreislauf-Organisation (Akteure, Regionale Netzwerke, Clusterbildung,...)
  - Identifikation und Anwendung von **Maßnahmen** und **Instrumenten** zur Steuerung

**Standortkonzeptionen und Materialflussorganisation sind Aufgaben der Logistik**

Foto 20

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ist Ressourceneffizienz nur Rohstoffeffizienz??

► **Ressourcendefinition aus Makro-Sicht** (Globale Sicht)

Ressourcen = Rohstoffe (erneuerbar/nicht erneuerbar) und Reserven

- Rohstoffe: Teil des Gesamtpotenzials, der entweder nachgewiesen, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbar ist, oder geologisch noch nicht genau erfasst ist.
- Reserven: (bestätigte Reserven): Teil des Gesamtpotenzials, der mit großer Genauigkeit erfasst wurde und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden kann.

[Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR]

- Welche Relevanz besteht aus **Micro-Sicht** – aus Sicht der Akteure – bezüglich der geführten Ressourcendiskussion(en)?

- **Ressourceneffizienz** ist für jedes Unternehmen ein Thema – da **kostenrelevant!**



Foto 21

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Ressourceneffizienz – betriebliche Ressourcen

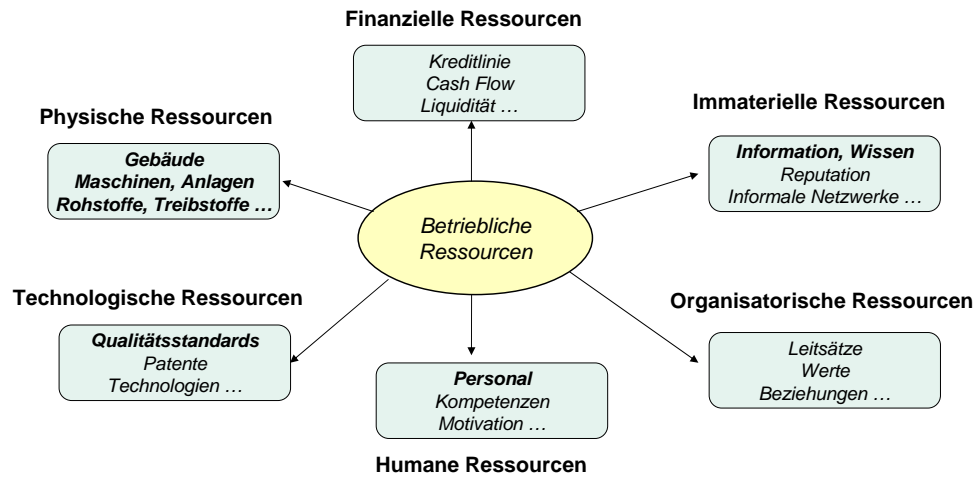
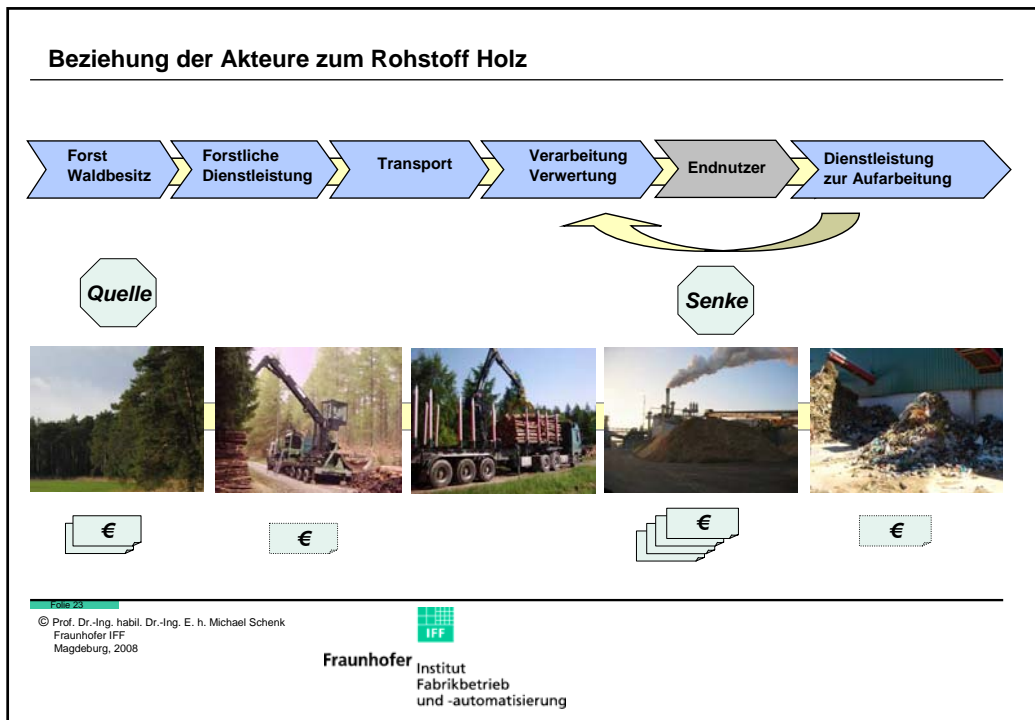


Foto 22

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



[Quelle: nach Fitzek, D. (2002): Kompetenzbasiertes Management – Ein Ansatz zur Messung und Entwicklung von Unternehmenskompetenzen, St. Gallen.]



### Ressourceneffizienz – Verarbeitender Bereich

**Wichtige Ressourcen**

- ▶ Rohstoffe und Energie
- ▶ Technologie, Verfahren
- ▶ Maschinen und Anlagen

**Die großen Kostenfaktoren**

- ▶ im verarbeitenden Gewerbe:  
Material, mit ca. 50 % der Produktionskosten  
und Personal, mit etwa 25 % der Kosten
- ▶ Bereitstellungskosten für die Holzverarbeitende Industrie:  
mit ca. 25 Prozent deutlicher höher als in anderen Branchen

**Interessen**

- ▶ Senkung der Beschaffungs- und Bereitstellungskosten
- ▶ Erhöhung der Material- und Energieproduktivität (ideal)
- ▶ *Substitutionsmöglichkeiten für die Rohstoffe* (sofern technisch möglich)

*Hoher Einfluss auf die Rohstoffproduktivität von Holz!!*

FOH 24  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

### Ressourceneffizienz – Transportdienstleister / Spediteure

Wichtige Ressourcen:

- ▶ Technik
- ▶ Personal
- ▶ Betriebsstoffe
- ▶ Information / Wissen

Ausgewählte Kostentreiber:

- ▶ Dieselpreiserhöhung
- ▶ LKW-Maut
- ▶ Arbeitszeitgesetz

*Kostentreiber sind durch die Unternehmen wenig oder nicht direkt beeinflussbar*

**Rohstoff Holz ist für diese Unternehmen keine wesentliche Ressource (!)**



Folie 25

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



### Auswirkungen der Dieselpreissteigerung auf die Gesamtkosten

- ▶ Anteil der Kraftstoffkosten an den Gesamtkosten im Fernverkehr bei **30 Prozent** und darüber  
[Quelle: Gütertransportverband BGL]
- ▶ Wie hoch ist der Anteil im einzelnen Unternehmen im Holztransportgewerbe?



[Quelle: Bundesverband Güterkraftverkehr, Logistik und Entsorgung]

| Preissteigerung pro Liter |            | Erhöhung der Gesamtkosten durch die Dieselpreissteigerung bei einem Gesamtkostenanteil der Kraftstoffkosten von |       |       |       |
|---------------------------|------------|---|-------|-------|-------|
| in Cent                   | in Prozent | 22,0%   | 24,0% | 26,0% | 28,0% |
| 0,0                       | 0,0%       | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  | 0,0%  |
| 1,0                       | 1,5%       | 0,3%  | 0,4%  | 0,4%  | 0,4%  |
| 2,0                       | 3,1%       | 0,7%  | 0,7%  | 0,8%  | 0,9%  |
| 3,0                       | 4,6%       | 1,0%  | 1,1%  | 1,2%  | 1,3%  |
| 4,0                       | 6,2%       | 1,4%  | 1,5%  | 1,6%  | 1,7%  |
| ...                       | ...        | ...   | ...   | ...   | ...   |
| 12,0                      | 18,5%      | 4,1%  | 4,4%  | 4,8%  | 5,2%  |
| 13,0                      | 20,0%      | 4,4%  | 4,8%  | 5,2%  | 5,6%  |
| 14,0                      | 21,5%      | 4,7%  | 5,2%  | 5,6%  | 6,0%  |
| ...                       | ...        | ...   | ...   | ...   | ...   |
| 22,0                      | 33,8%      | 7,4%  | 8,1%  | 8,8%  | 9,5%  |
| 23,0                      | 35,4%      | 7,8%  | 8,5%  | 9,2%  | 9,9%  |
| 24,0                      | 36,9%      | 8,1%  | 8,9%  | 9,6%  | 10,3% |
| 25,0                      | 38,5%      | 8,5%  | 9,2%  | 10,0% | 10,8% |
| ...                       | ...        | ...   | ...   | ...   | ...   |

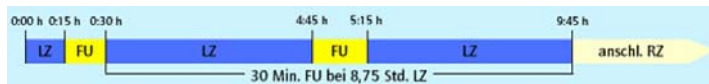
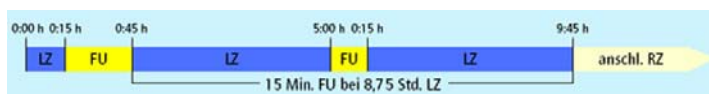
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



## Arbeitszeit

- ▶ Arbeitszeit ist:
  - ▶ Be- und Entladen
  - ▶ Fahren
  - ▶ Warten (im Stau, bei Versender / Empfänger)
  - ▶ Vorbereitungs- / Nachbereitungsarbeit
  
- ▶ Einschnidungen nach neuer Regelung
  - ▶ Tageslenkzeit: Pausengestaltung der Lenkzeiten werden unflexibler
  - ▶ Wochenarbeitszeit: Wöchentliche Höchstgrenze (56 h) zusätzlich zur 14-Täglichen (90 h)

Wartezeit ist keine Pausenzeit!



LZ – Lenkzeit  
 FU – Fahrzeitunterbrechung (Pause)  
 RZ – Ruhezeit  
 [Quelle: verkehrsrundschau]

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
 Fraunhofer IFF  
 Magdeburg, 2008



## Maut

- ▶ Maut ist Abhängig von Anzahl der Achsen, dem Schadstoffausstoß (Kategorie A – wenige Schadstoffe bis Kategorie C schadstoffreich) und der Kilometer.
- ▶ Holz-LKW – schwere LKW (18 - 40 t) → 5 Achsen
  
- ▶ **Für Holz-Spediteure bedeutet die Maut Mehrkosten**  
 bei jährlich 50.000 Autobahnkilometern ca. 6.000 Euro/Jahr mit Fahrzeugen Kategorie B

### Mautsätze pro Kilometer (bis 30. September 2008):

| Achszahl des Fahrzeuges / der Fahrzeugkombination | Kategorie A | Kategorie B | Kategorie C |
|---|-------------|-------------|-------------|
| bis zu drei Achsen                                | 0,10 €      | 0,12 €      | 0,145 €     |
| vier oder mehr Achsen                             | 0,11 €      | 0,13 €      | 0,155 €     |

[Quelle: Toll Collect]

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
 Fraunhofer IFF  
 Magdeburg, 2008



## Ressourceneffizienz – Transportdienstleister / Spediteure

Wichtige Ressourcen:

- ▶ Technik
- ▶ Personal
- ▶ Betriebsstoffe
- ▶ Information/Wissen

Ausgewählte Kostentreiber:

- ▶ Dieselpreiserhöhung
- ▶ LKW-Maut
- ▶ Arbeitszeitgesetz

Interessen:

- ▶ Optimaler Fahrzeug- und Personaleinsatz
- ▶ Kontinuierliche Auslastung
- ▶ *Optimierung von Planung und Steuerung (IT)*
- ▶ *Effizienter Informationsaustausch?*

Rohstoff Holz ist für diese Unternehmen  
keine wesentliche Ressource (!)



Folie 29

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Ressourceneffizienz - Forstliche Dienstleister / Dienstleister zur Aufarbeitung

Wichtige Ressourcen

- ▶ Technik
- ▶ Personal
- ▶ Verbrauchsmittel (Treibstoff, ...)

Wichtige Kostenfaktoren u.a.:

- ▶ Maschinen und Ausrüstungen
- ▶ Treibstoffe u.a. (vgl. Transport-DL)
- ▶ *Qualifikation der Mitarbeiter*
- ▶ *Standards*

Interessen u.a.:

- ▶ Optimaler Technikeinsatz
- ▶ kontinuierliche Auslastung
- ▶ *Effiziente Planung- und Steuerung*



Folie 30

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung



## Ressourceneffizienz – Forstwirtschaft

### Wichtige Ressourcen

- ▶ Boden/Wald
- ▶ Personal und Technik
- ▶ *Leitsätze und Qualitätsstandards*

### Wichtige Kostenfaktoren u.a.:

- ▶ Personal (bis zu 70% der Gesamtkosten)
- ▶ Verwaltungskosten (bis zu 50% der direkten Kosten: Management, Planung, Steuerung, Abrechnung)
- ▶ *Naturereignisse*

### Interessen u.a.:

- ▶ Hohe Wertschöpfung, Senkung Personalkosten
- ▶ Senkung der Planungs- und Steuerungskosten
- ▶ Kontinuierlicher Rohstoffzuwachs (Erhalt, Pflege des Waldes)
- ▶ *Optimaler Technikeinsatz*

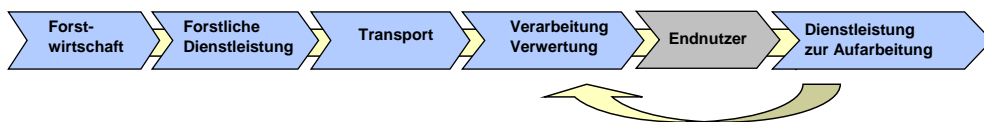
*Spannungsfeld:  
wirtschaftlich und nachhaltig produzieren  
und dabei alle „Kunden“ bedienen*



Foto 31  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Ressourceneffizienz - Wechselwirkungen



- ▶ Der erzielbare Gewinn bzw. die Wertschöpfung im eigenen Betrieb ist vielfach wichtigster Motivationsfaktor zur Verbesserung der Ressourceneffizienz
- ▶ Aber: Ressourceneffizienz wirkt auf Mikro- wie auch auf Makroebene unternehmensübergreifend, d.h. bei der Vielzahl der Faktoren bestehen erhebliche Abhängigkeiten:

Eine Maßnahme kann die Nutzung einer Ressource verbessern und die einer anderen dagegen verschlechtern – auch (und gerade) unternehmensübergreifend!

Foto 32  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung



## Ressourceneffizienz – Wechselwirkungen - Beispiel



### Senkung der Planungs- und Steuerungskosten im Forstbetrieb durch verstärkten IT-Einsatz

- ▶ Wie verändert sich die Ressourceneffizienz im Forstbetrieb?
- ▶ Welche Auswirkungen entstehen beim Dienstleister? Kommt es zu Kostenverlagerungen, d.h. zu Veränderungen in der Ressourceneffizienz?
- ▶ Ist überhaupt bekannt, wie effizient die Ressourcen eingesetzt sind; wo, welche Kosten in welcher Höhe entstehen und warum?
- ▶ Wie ist auf Veränderungen optimal zu reagieren?
- ▶ Wie wirken Standards (bestehende, fehlende, genutzte, ungenutzte) auf die Kosten?
- ▶ ...

Folie 33

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Neuen Technologien und Verbrauch von weltweit begrenzten Ressourcen

Noch einmal Beispiele aus **Makro-Sicht** :

- ▶ Die 50.000 Rechenzentren in Deutschland verbrauchen die **Jahresstromproduktion** von drei Kohlekraftwerken  
[Quelle: Kommune 21, 2/2008]
- ▶ Die Herstellung eines 3 kg schweren Laptops verbraucht **rund 400 kg an abiotischen Rohstoffen**
- ▶ Ein 200 g leichter Handheld Computer kommt immerhin noch auf fast **60 kg**
- ▶ Eine online Überweisung kommt immerhin noch auf **1,1 kg** (Bank-Überweisung mit 2,7 kg)  
[Quelle: Kuhndt et al, 2003]



Folie 34

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

  
**Fraunhofer** Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung

## Ressourcen gilt es optimal zu nutzen!

---

Aus Macro-Sicht:

- ▶ um vorhandene Reserven mit maximalen Nutzen und minimalen negativen Umweltwirkungen zu verwenden

Aus Micro-Sicht:

- ▶ um mit wenig Aufwand (maximalem Gewinn) und schnell die Produkte zu erstellen, die der Abnehmer wünscht.

Ressourceneffiziente Rohstoffbereitstellung

- ▶ d.h. effizienter Einsatz der Ressourcen Rohstoff, Personal, Technik, Information und Organisation über die komplette Prozesskette!
- ▶ Die Herausforderung besteht darin, komplexe Lösungsstrategien zu entwickeln, die die Rolle der einzelnen Faktoren abschätzen, greifbar machen und die einzelne Maßnahmen zur Lösung der Probleme zu einem sinnvollen Ganzen auf Makro- und Mikro-Ebene vereinen.

Folie 32

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



## Ressourceneffiziente Rohstoffbereitstellung - Schlussfolgerungen

---

- ▶ Wir haben nicht genug Ressourceneffizienz! Vielleicht nie!?
- ▶ Ressourceneffizienz geht jedes Unternehmen an!
- ▶ In der Rohstoffbereitstellungskette Holz sind die Unternehmen mit *ihren* Ressourcen voneinander abhängig!
- ▶ Die Entwicklung und Anwendung von Prozess- und Kostenanalysen für Wertschöpfungsnetzwerke sowie abgeleiteter Indikatoren ist zwingend notwendig ist!
- ▶ Das Einbringen bei der Lösungsfindung und die Zusammenarbeit der Akteure wird über ihren (gemeinsamen) künftigen Erfolg entscheiden!
- ▶ Denn: **Künftig werden nicht mehr (nur) Unternehmen untereinander um Ressourcen konkurrieren, sondern Wertschöpfungsnetzwerke!**

Folie 33

© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008



---

**Ressourceneffiziente Rohstoffbereitstellung  
wird eine *logistische* Herausforderung bleiben  
– nachhaltig.**

---

Folie 37  
© Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk  
Fraunhofer IFF  
Magdeburg, 2008

**Fraunhofer**  Institut  
Fabrikbetrieb  
und -automatisierung