

# **Realisierung einer ressourcenschonenden und –effizienten Produktion**

Dipl. Wi.-Ing. Sylvia Wahren

# Realisierung einer ressourcenschonenden und effizienten Produktion

Stuttgarter Produktionsakademie  
Fraunhofer IPA  
Seminar

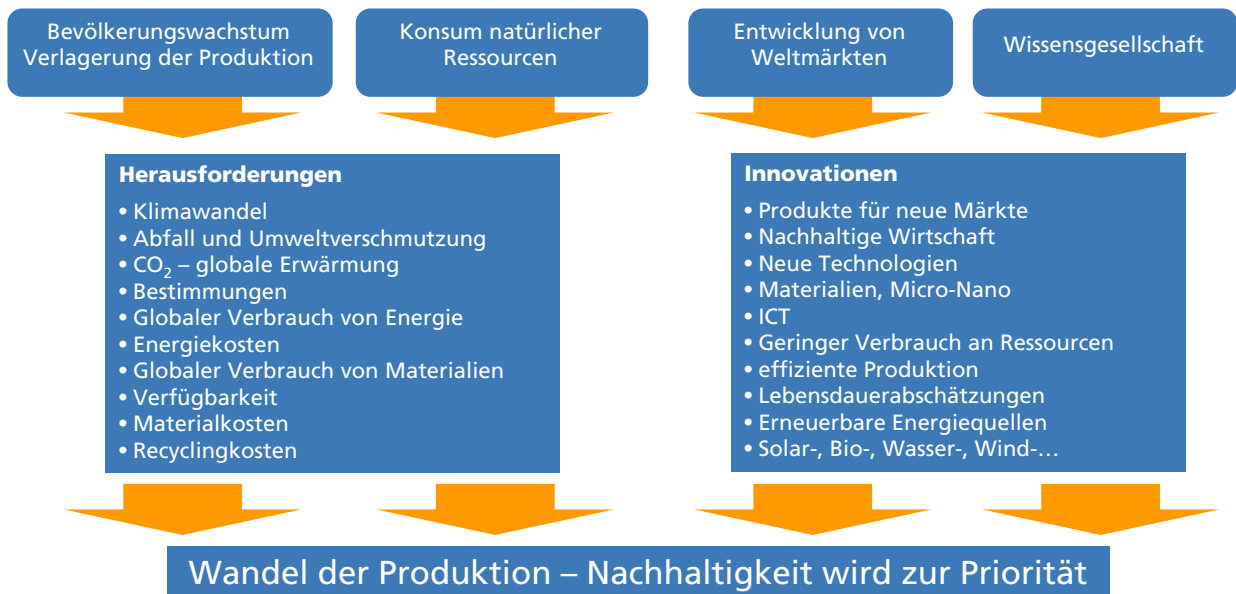
Stuttgart  
09. September 2014

Fraunhofer IPA  
Nachhaltige Produktion und  
Qualität

Sylvia Wahren

1

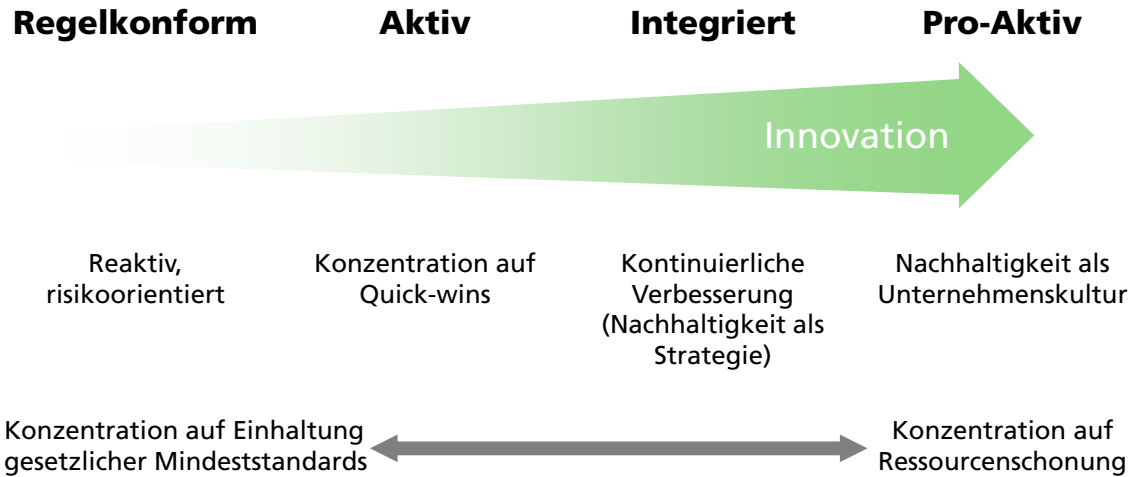
## Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion Allgemeines



# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Allgemeines

Integration von sozialen, umweltorientierten und ökonomischen Zielen in die Supply Chain Strategie zur Verbesserung der langfristigen ökonomischen Leistungsfähigkeit des Unternehmens

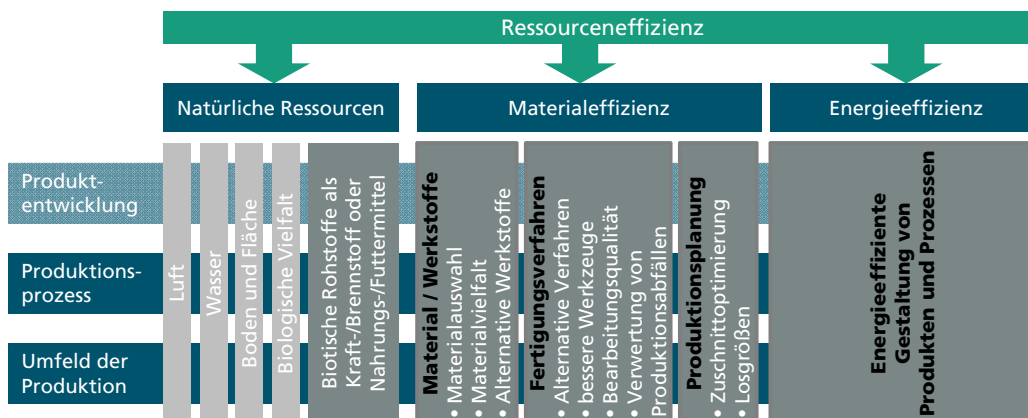


Folie 3

Fraunhofer IPA

# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Ressourcen und Ansatzbereiche



Folie 4

Fraunhofer IPA

# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Zielsetzung

### Ziel

- Einsatz an Rohstoffen, Energie und Material so zu gestalten, dass effiziente und effektive Prozesse entstehen, durch die Abfall und Emissionen eliminiert werden
- Ansatzpunkte sind:
  - Effiziente Gestaltung von Prozessen
    - Zero-Waste-Prozesse
    - Schließen von Stoffkreisläufen
  - Verwendung von Sekundärrohstoffen
  - Einsatz ‚unendlicher‘ Energien (Nutzung, Integration regenerativer Energieträger)

### Vision

- *eingesetzten Ressourcen hocheffizient nutzen und vollständig in das zu fertigende Produkt einarbeiten ohne das Abfall oder Emissionen entstehen*

Folie 5

Fraunhofer IPA

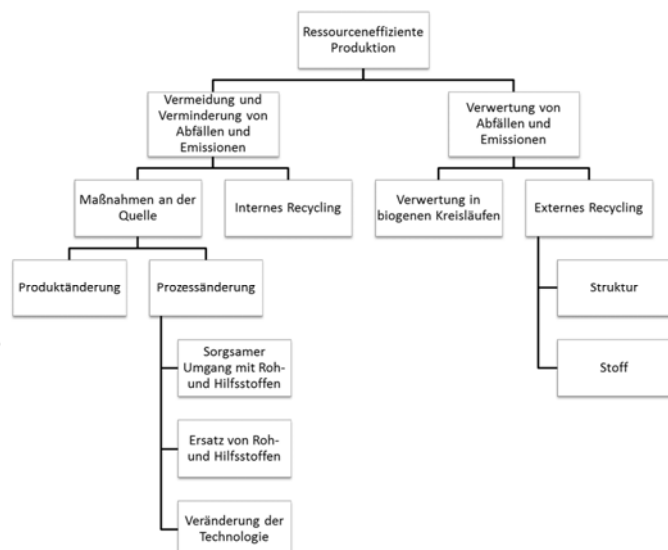


# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Ressourcen und Ansatzbereiche

### Prozessänderungen

- Maßnahmen die zu einem verschwendungsfreien Umgang mit Roh- und Hilfsstoffen führen.
- Maßnahmen mit dem Ziel Roh- und Hilfsstoffe zu ersetzen, wenn diese erhebliche Umweltwirkungen haben oder schwer handzuhaben sind.
- Maßnahmen zur Veränderung der Technologie, wie beispielsweise Verbesserung von Regel- und Steuerungskonzepten bis hin zum Ersatz von Technologien.



Folie 6

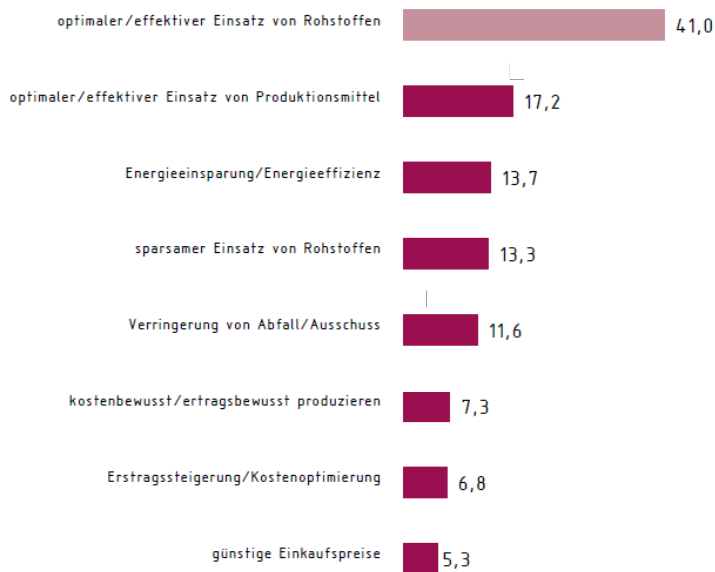
Fraunhofer IPA



# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Ressourcen und Ansatzbereiche

- Ergebnis einer Umfrage des VDI-ZRE „Was verstehen Sie in Ihrem Unternehmen unter dem Begriff Ressourceneffizienz?



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

Folie 7

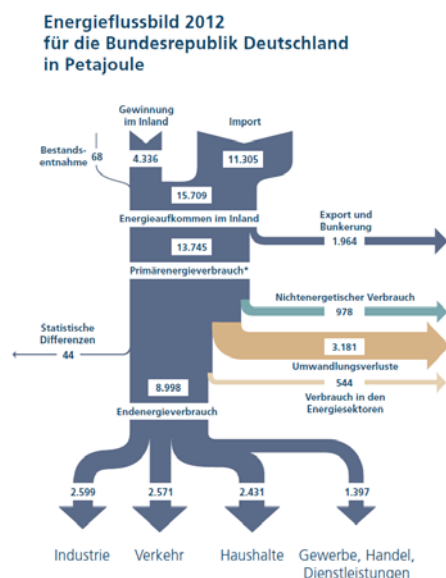
Fraunhofer IPA



# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Energieeffizienz in der Produktion

- Industrie benötigt ca. 1/3 des Endenergieverbrauchs
- Energieeffizienz – Einsparung von Energie in der Industrie durch
  - Systematisches Energiemanagement und Lastmanagement
  - Optimierung bestehender Technologien und Anlagen
  - Investition in neue energieeffiziente Produkte
- mittel- bis langfristig sind Energieeinsparungen in der Produktion von 20 bis 30 % möglich



Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt bei 11,6%.  
 Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.  
 \* Alle Zahlen vollständiggeschätzt.  
 29.308 Petajoule (PJ) = 1 Mio. TWh  
 Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2012)

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

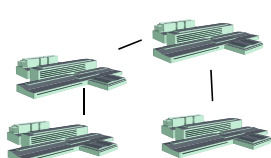
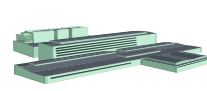

Folie 8

Fraunhofer IPA



# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Energieeffizienz in der Produktion

	Energieverwendung	Energieverteilung/-speicherung	Energieerzeugung
<b>Produktionsstruktur</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von Energiequellen anderer Unternehmen – Energy Sharing</li> <li>...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Urbane Produktion</li> <li>Smart Grids</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeinsame Energieerzeugungskonzepte – Energie-Contracting</li> <li>...</li> </ul>
<b>Gebäude/ Unternehmen</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rückgewinnung von Abwärme (Nieder- und Mitteltemperatur)</li> <li>Schaffung energetischer Verbünde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realisierung von Energiekaskaden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integration erneuerbarer Energien zur elektrischen und thermischen Energieerzeugung</li> </ul>
<b>Produktionsbereich</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung energetischer Verbünde</li> <li>Investition in effektive Anlagen/ Technologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Speicher für elektrische Energie</li> <li>Speicher für thermische Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Harvesting</li> <li>Organic Rankine Cycle</li> </ul>

Folie 9

Fraunhofer IPA

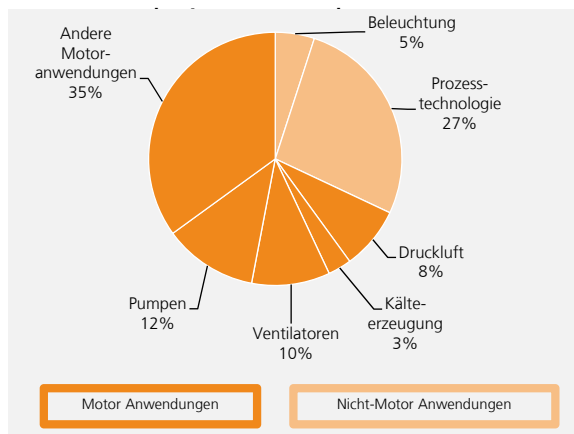


# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Energieeffizienz in der Produktion

### Stromverbrauch von Querschnittstechnologien

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



Stromverbrauch der Industrie nach Anwendungsgebieten [vgl. Fleiter 2008]

	Maßnahmenpaket	Wirtschaftliches Einsparpotenzial [PJ]	
		2020	2030
Querschnittstechnologien	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.
<b>Summe</b>		<b>136,8</b>	<b>183,1</b>
<b>Gesamtpotenzial</b>		<b>160</b>	<b>226,8</b>

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

Folie 10

Fraunhofer IPA



# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Materialeffizienz in der Produktion

### Zero-Waste-Maschinensysteme

- Fertigungsverfahren (urfornen, umformen, trennen, fügen, beschichten, stoffeigenschaftsändern) sind häufig verlustreich -> verfahrensbedingtem Materialabfall

### Lösungsansätze

- Materialrecycling im Produktionsprozess
  - Innovative Recyclingverfahren
  - Vernetzung von Betriebsmitteln
  - Rückgewinnung von Energie bspw. Energy Harvesting
- Potenzial zur Verschwendungsvermeidung
  - Verfahrenskombinationen
  - Verfahrensintegrationen
  - Realisierung kurzer, verlustfreier Prozessketten bspw. Net-Shape-Prozesse



Bildquelle: [www.morguefile.com](http://www.morguefile.com)  
Intrineon, Juni, 2012: Innovative semiconductor solutions for energy efficiency, mobility and security.

Folie 11

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Materialeffizienz in der Produktion

### Materialeffizienz: Verfahrenssubstitution

#### Ausgangssituation:

- Hoher Stanzabfall bei Dichtungsproduktion

#### Optimierungsansatz:

- Umformen und Schweißen statt Stanzen

#### Nutzen / Einsparung:

- Materialreduktion um bis zu 85%
- Kostenreduzierung für Stahl 1,62 Mio €/Jahr
- Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 2700 t/Jahr
- Keine umweltbelastenden Schmierstoffe mehr
- Hohe Produktivität und Flexibilität (Niedrigere Rüstkosten)





Quelle: [freudenberg.de](http://freudenberg.de)

Folie 12

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

# Realisierung einer ressourcenschonenden Produktion

## Materialeffizienz in der Produktion

### Internes Materialrecycling



#### Handlungsbedarf:

- Nutzung der Ressource Blech als Blech
- => 60% der Bleche (Ausgangsmaterial) in der Automobilindustrie sind Abfall\*
- Direkte Wiederverwendung der Stanzabfälle in der Produktion (z. B. Motorwippen)

\*Aussage Prof. Flegel im Industriearbeitskreis zu Energieeffizienz in der Produktion

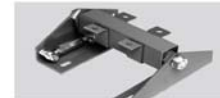
#### Optimierungsansatz:

Ressourceneffizienz durch Wiederverwendung der Blechabfälle

### Neue Prozesskette



Materialeinsparung um 5 %  
Materialkosteneinsparung um 3 %  
Energieeinsparung um 10 %



Folie 13

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

Energieeffiziente Produktion

## FALLBEISPIEL

Folie 14

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage

- Inbetriebnahme einer neuen Kunststoffspritzgussanlage für Großstrukturen
- Aus Gründen der Arbeitssicherheit wurde folgender Warnhinweis im Bereich der Förderschnecke angebracht



Warnung vor  
heißer  
Oberfläche

... und die Suche begann!

Folie 15

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage

- Prozessablauf
  - Aufschmelzen des Kunststoffgranulats → Einspritzen ins formgebende Werkzeug unter hohem Druck → Abkühlen bis zur Erstarrung
- Wesentliche Parameter
  - Temperaturen: Schmelze ca. 150 – 300 °C / Werkzeug 20 – 90 °C
  - Einspritzdruck: > 1000 bar
  - Gewicht: Teile: 2 mg bis 40 kg / Werkzeug: mehrere Tonnen
- Hauptsächlichste Energieströme
  - Heizenergie zum Aufschmelzen
  - Energie für Druck (hydraulisch) und Bewegung (Reibung!)
  - Kühlleistung für Maschine und Werkzeug

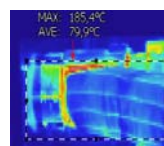
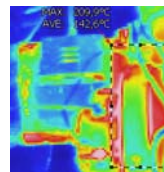
Folie 16

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage Wärmeisolierung

- Erfassung der Abstrahlverluste im Bereich der Förderschnecke mit Hilfe einer Wärmebildkamera
  - max. Temperaturen von 200 °C
  - Ø Temperaturen von 142 °C
- Isolierung der Förderschnecke durch Heizmanschette und Abdeckhaube
- Einsparung für 3 Anlagen:
  - Heizenergie um bis zu 45%
  - ca. 75.000 KWh/Jahr
- Gesamt-Kosten:
  - ca. € 18.000 (Amortisationszeit 2 Jahre)



mit  
Isolierung

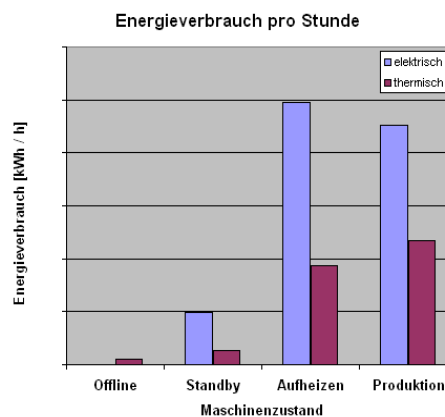
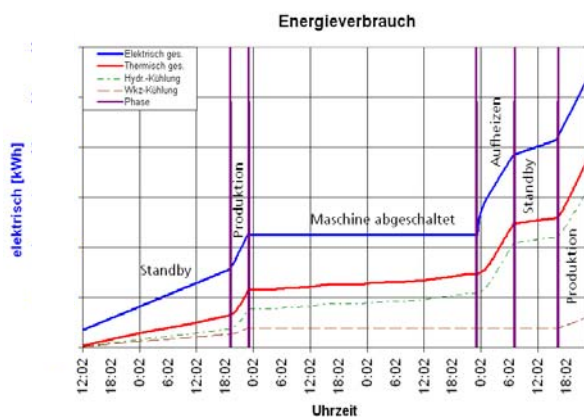
Folie 17

Fraunhofer IPA



# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage Optimierung des Fertigungsablaufes

- Messtechnische Erfassung des elektrischen und der thermischen Energieverbrauchs



Folie 18

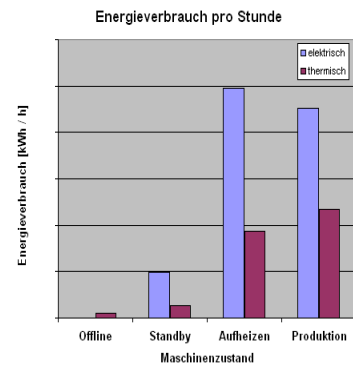
Fraunhofer IPA



# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage

## Optimierung des Fertigungsablaufes

- Ermitteltes Einsparpotenzial
  - Hoher Standby-Verbrauch der Anlage
- Ziel
  - Organisation der Fertigung, so dass möglichst wenig Standby-Betrieb entsteht (z.B. Rüstzeiten, Maschinenstörung, Warten auf verkettete Prozesse etc.)
- Maßnahmen zur Reduktion von Standby-Zeiten
  - Organisationsanweisung zur Belegung der Anlage
  - Anpassung des nachgeschalteten Produktionspuffers
- Nutzen / Kosten
  - Einsparung: > 20%
  - Minimale Investitionskosten



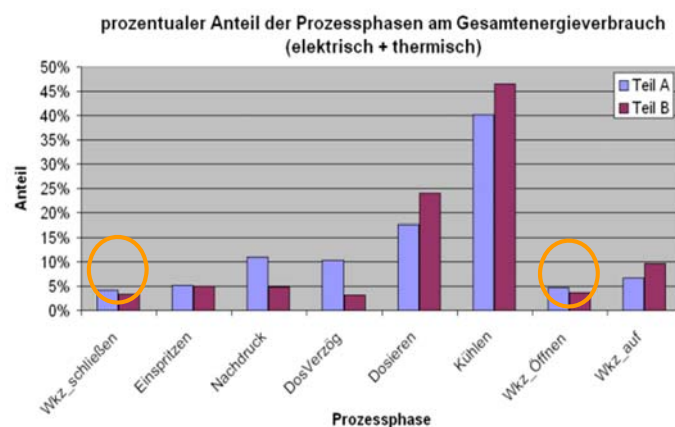
Folie 19

Fraunhofer IPA

# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage

## Optimierung des Fertigungsablaufes

- Zeitdauer der einzelnen Prozessphasen sehr unterschiedlich
- lange Kühlzeit hat trotz geringer Leistungsaufnahme den größten Anteil



- Exemplarisch für Teil A:
  - Wkz-Bewegung: 9% der Gesamtenergie
  - Reduzierung um 30% (0,7 m/s -> 0,5 m/s)
    - Potential zur Einsparung an Gesamtenergie?

Folie 20

Fraunhofer IPA

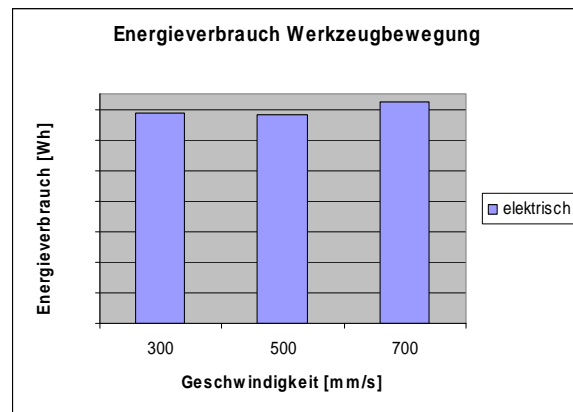
# Fallbeispiel Kunststoffspritzgussanlage

## Optimierung des Fertigungsablaufes

- kinetische Energie bei großen Massen (> 50 Tonnen) relevant
- Vermutung: Reduktion der Wkz-Geschwindigkeit reduziert Energiebedarf

### ■ Ergebnis und Auswertung

- quasi identischer Verbrauch an elektrischer Energie → keine messbare Energieeinsparung durch Geschwindigkeitsreduktion
- Großteil der Energie wird für Überwindung der Reibung benötigt
- großes Potential in Maßnahmen zur Reibreduktion



Folie 21

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Haben Sie noch Fragen?

**Dipl. Wi.-Ing. Sylvia Wahren**

Gruppenleiterin

Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität

Telefon: +49(0)711/9 70-1115

E-Mail: [sylvia.wahren@ipa.fraunhofer.de](mailto:sylvia.wahren@ipa.fraunhofer.de)

Folie 22

Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**  
IPA