

Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Schiefer

## EcoDesign

### Entwicklung umweltgerechter Produkte

### Die Bedeutung der Nutzungsphase für die Entwicklung umweltgerechter Produkte (1)

1

#### Hinweis

##### Haftungsausschluß

- Die Vorlesungs- und Übungsunterlagen sind ausschließlich für den Gebrauch in meinen Lehrveranstaltungen bestimmt!
- Die Weitergabe der Unterlagen an Dritte, ihre Vervielfältigung oder Verwendung auch von Auszügen davon in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist nicht gestattet.
- Für eventuell enthaltene Fehler wird keine Haftung übernommen!

##### Wichtig

Die jeweils neuesten Vorschriften sind den geltenden Normen, Regelwerken und Richtlinien zu entnehmen!

## Inhalt

- Umweltbeeinträchtigungen aus Nutzungsprozessen
- Einfluß des Nutzungsverhaltens
- Systematisierung der Nutzungsphase
- Teilphasen der Nutzungsphase
- Analysieren von nutzungsbedingten Umweltbeeinträchtigungen
- Analysieren von Nutzereinflüssen auf Umweltbeeinträchtigungen

# Umweltbeeinträchtigungen aus Nutzungsprozessen

## Umweltbeeinträchtigungen aus Nutzungsprozessen

- Art und Ausmaß von Umweltbeeinträchtigungen aus Nutzungsprozessen hängen stark vom betrachteten Produkt ab
- Entstehen nutzungsbedingte Umweltbeeinträchtigungen, wird unterschieden in (ökologisch) *aktive* und *passive* Produkte

5

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungsphase bei *aktiven Produkten*

- Umweltbeeinträchtigungen von *aktiven Produkten resultieren direkt aus den Nutzungsprozessen*, die von dem betrachteten Produkt selbst ausgeführt werden
- Bei der Nutzung von *aktiven Produkten* wie z.B. Staubsaugern, Drehmaschinen oder Fahrzeugen entstehen Umweltbeeinträchtigungen insbesondere durch den Einsatz von
  - Materialien und Energie
  - Hilfs- und Betriebsstoffen, wie Schmier- oder Reinigungsmitteln.
- Beispiele
  - elektrischer Energieverbrauch von Antriebsmotoren
  - Wasser- und Waschmittelverbrauch von Waschmaschinen

6

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungsphase bei **aktiven Produkten**

- Die *Nutzungsphase* nimmt besonders bei aktiven Produkten *im Konsumgüterbereich* eine *dominierende Rolle* ein
- Z.B. entsteht ein Großteil des Energieverbrauchs im Lebensweg von aktiven Konsumgütern in der Nutzungsphase
  - Bei *Waschmaschinen* werden annähernd 90% der Energie in der Nutzungsphase, aber nur etwas 10% für die Herstellung und Vertrieb und weniger als 1% für das Recycling verbraucht
  - Bei *elektronischen Geräten* beträgt der Energieverbrauch in der Nutzungsphase 50 bis 85%
- Untersuchungen an Staubsaugern mit unterschiedlichen Filtersystemen, Haartrocknern, Wasserkochern, Tauchsiedern, Kaffeemaschinen, Hochdruckreinigern, Dampfreinigern, Elektrobesen, Epiliergeräten, Heckenscheren, Espressomaschinen, Milchaufschäumern, Küchengeräten und unterschiedlichen Händetrocknungssystemen ergaben, daß z.T. *zwischen 80 und 95% der Umweltbeeinträchtigungen* in der Nutzungsphase anfallen.

7

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungsphase bei **passiven Produkten**

- Auch bei der Nutzung von *passiven Produkten* entstehen Umweltbeeinträchtigungen, z.B.
  - Geschirr wird gespült
  - Kleidung wird gewaschen
- Ein *passives Produkt verursacht Umweltbeeinträchtigungen indirekt*, indem es einen *Einfluß auf Art und Ausmaß der Umweltbeeinträchtigungen aus Prozessen anderer (benachbarter) Produkte* ausübt.
- Beispiele
  - die Masse eines transportierten Produkts beeinflusst den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen des Transportmittels
  - die Oberflächenbeschaffenheit eines Produkts beeinflusst die Umweltbeeinträchtigungen von Reinigungsprozessen.

8

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungsphase bei *passiven Produkten*

- Auch bei passiven Produkten kann die Nutzungsphase durchaus ökologisch dominant sein,
  - Beispiel: Waschen, Trocknen und Bügeln von Kleidungsstücken
  - laut einer im Auftrag von *Levi Strauss & Co.* durchgeführten Ökobilanz entstehen größten Umweltbeeinträchtigungen im Leben einer Jeans in der Nutzungsphase:
    - “To our surprise we learned that 58% of the energy and 45% of the water used during the lifetime of a pair of Levi’s ® jeans occurs during the consumer-use phase”
- Produkte wie Papierscheren oder Papierlocher verursachen hingegen praktisch keine Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzung

9

Quellen <http://www.levistrauss.com> und <http://sco.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2014/01/A-Product-Lifecycle-Approach-to-Sustainability.pdf>

## Einfluß der Gestaltung von Prozessen in der Nutzungsphase auf die Umweltbeeinträchtigungen

Die *Gestaltung von Prozessen in der Nutzungsphase bestimmt*

- nicht nur die *Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungsphase* selber,
- sondern auch maßgeblich die *Umweltbeeinträchtigungen in vor- und nachgelagerten Produktlebensphasen*
- Beispiel  
*Die Entscheidung für ein Wirkprinzip zum Erhitzen von Wasser hat Einfluß auf die Materialwahl und damit auf die Umweltbeeinträchtigungen im gesamten Produktlebensweg:*



Induktives Erwärmen



Mikrowellenerwärmen



Ohmscher Widerstand 10

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Verringerter Ressourcenverbrauch durch technischen Fortschritt

Ressourcenverbrauch während der Nutzung differiert bei unterschiedlichen Modellgenerationen

- Es werden zunehmend Produkte entwickelt, die im Vergleich zu älteren Modellgenerationen einen wesentlich geringeren Ressourcenverbrauch in der Nutzung aufweisen
  - Beispielsweise verbrauchen moderne Waschmaschinen wesentlich weniger Wasser und damit auch weniger Waschmittel als Modelle aus den frühen Jahren:
    - In den 50er-Jahren brauchten die Waschmaschinen 200 Liter Wasser pro Trommelfüllung
    - Anfang der 80er-Jahren waren es 150 Liter
    - In den 90er-Jahren 70 Liter.
    - Intelligente Maschinen mit speziellen Sensoren, Wassersparsystemen und Mengenautomatik machen heute einen Verbrauch von nur 33 bis 42 Liter möglich.
- ⇒ Technischer Fortschritt kann zu einer Steigerung der Ressourceneffizienz ohne Verzicht auf Nutzen führen

11

Quellen: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006; und [www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)

## Aber, wer kennt das nicht.....

.....**Bargeldlos zu zahlen hat einiges für sich:**

- Der schmerzhafteste Griff zu den Scheinen entfällt, man trennt sich nicht gern von ihnen.
- Also flugs die Karte gezückt, das kostet ja nix.
- Die Rechnung sieht man erst viel später auf dem Kontoauszug

.....**Drei-Liter-Auto:**

- vor lauter Begeisterung über das Sparen beim Fahren fährt er und fährt und fährt . . .

..... **im Haus geht es nicht anders zu:**

- Neue Solarthermie montiert, Wärme gibt's für lau.
- Da willst du unter der Dusche nicht mehr hervor.
- Die Kubikmeter Wasser stehen auf einer anderen Rechnung

⇒ Das teure Sparen hat die Wissenschaft aufgeschreckt!

12

Quelle: [www.faz.net](http://www.faz.net)

## Rebound-Effekt

- Kommt nach einer energetischen Sanierung von Wohngebäuden am Ende womöglich weniger am Weniger heraus als gedacht?
    - Das zu untersuchen, haben sich Forscher der RWTH Aachen ein Wohnquartier in Karlsruhe vorgenommen.
    - In ihm wurden 90 Wohnungen in sieben Varianten saniert - vom Standard bis zum Passivhaus.
  - Und siehe da, es kommt dabei heraus, was wir fast schon vermutet hatten:  
*Der tatsächliche Verbrauch nach der Sanierung ist erschreckend höher, als er nach den Berechnungen vorab sein dürfte.*
  - *Aufgrund der technischen Steigerung der Energieeffizienz treten Verhaltensänderungen* auf.
    - Etwa so: Die Wärme ist Abwärme vom Kraftwerk, fällt die nicht sowieso an, und sind wir nicht jetzt prächtig isoliert?
    - Da machen wir es uns so richtig warm, Heizung an. Wenn's dann zu heiß wird, Fenster auf.
  - So etwas nennt die Wissenschaft **Rebound-Effekt**
- ⇒ **Sparen** ist eben **nicht nur eine Frage der richtigen Technik.**
- ⇒ Das ist mehr so wie beim Abnehmen: Es **muß im Kopf des Nutzers anfangen.**

13

Quelle: [www.faz.net](http://www.faz.net)

## Einfluß des Nutzerverhaltens auf Umweltbeeinträchtigungen

## Das Nutzerverhalten hat großen Einfluß auf Umweltauswirkungen in der Nutzungsphase

- Der Ressourcenverbrauch im Verlauf der Produktnutzung wird stark von den *Nutzungsbedingungen und –gewohnheiten unterschiedlicher Nutzer* beeinflusst
- Das Nutzerverhalten, speziell das *Fehlverhalten* insbesondere bei aktiven aber auch bei passiven Konsumgütern, *übt* einen *wesentlichen Einfluß auf nutzungsbedingte Umweltbeeinträchtigungen aus*:
  - ⇒ Der Nutzer entscheidet über die Art, Häufigkeit und Intensität der Verwendung des Produktes (Normalbetrieb, unsachgemäße oder gar Fehlnutzung)
  - ⇒ Der Nutzer beeinflusst somit direkt die notwendigen Inputs und resultierenden Outputs der Nutzungsprozesse.
  - ⇒ Der Nutzer legt durch sein Entsorgungsverhalten auch Umweltbeeinträchtigungen in der Lebensphase Recycling / Entsorgung fest (durch die Vorgabe von Recycling- und Entsorgungspfaden)

15

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Beispiel: Umweltauswirkungen durch das Wäschewaschen

- Umweltauswirkungen durch das Wäschewaschen werden vor allem durch den *Energie- und den Waschmittelverbrauch während der Nutzungsphase von Waschmaschinen* verursacht.
  - Die Herstellung und Entsorgung der Waschmaschinen macht nur einen geringeren Anteil aus.
  - Innerhalb der letzten Jahrzehnte konnten die Umweltauswirkungen, die durch den Energie-, Wasser- und Waschmittelverbrauch für das Wäschewaschen in privaten Haushalten verursacht werden, durch verschiedene Entwicklungen kontinuierlich gesenkt werden, z.B. :
    - *Verringerung des Wasser- und Stromverbrauchs pro Waschgang,*
    - *Entwicklung kompakter und superkompakter Waschmittel*
- ⇒ Dennoch werden von einem durchschnittlichen Haushalt jährlich rund *13 m<sup>3</sup> Wasser* fürs Wäschewaschen verbraucht, was etwa *13% des jährlichen Wasserverbrauchs eines solchen Haushalts* entspricht

16

Quelle: Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen, Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG, Ökoinstitut Freiburg 2008; [www.oeko.de/oeko/doc/757/2008-220-de.pdf](http://www.oeko.de/oeko/doc/757/2008-220-de.pdf)

## Problembereiche beim Wäschewaschen durch Nutzerfehlverhalten

- Wesentlicher Aspekt ist die häufig **zu geringe Beladung der Waschmaschine** durch den Nutzer
  - die durchschnittliche Beladung von Waschmaschinen liegt nur zwischen 3 und 4 kg Wäsche pro Waschgang, teilweise sogar erheblich darunter
  - Moderne Waschmaschinen reduzieren zwar den Wasser- und Stromverbrauch bei Minderbeladung (durch die so genannte Mengenautomatik), allerdings liegt der spezifische Verbrauch (d.h. der Verbrauch pro Kilogramm Wäsche) trotzdem höher.
- Auch bei der **Waschmitteldosierung** berücksichtigen die Verbraucher die tatsächliche Beladung nicht genügend
  - Sie dosieren dadurch meist zu viel Waschmittel.
  - Darüber hinaus fällt es den Benutzern schwer, den Verschmutzungsgrad der Wäsche richtig zu beurteilen und bei der Waschmitteldosierung zu berücksichtigen.

17

Quelle: Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen, Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG, Ökoinstitut Freiburg 2008; [www.oeko.de/oeko/oc/757/2008-220-de.pdf](http://www.oeko.de/oeko/oc/757/2008-220-de.pdf)

## Mittleres Fassungsvermögen von Waschmaschinen

- Das **Fassungsvermögen einer Waschmaschine hängt maßgeblich von der Größe der Wäscheberge** ab, die zu Hause produziert werden
- Der Mittlere Bedarf richtet sich nach der Anzahl der Personen, die in einem Haushalt leben
  - **Kleiner Haushalt (1 bis 3 Personen):** 3 bis 5 Kilogramm Fassungsvermögen
  - **Mittlerer Haushalt (4 bis 5 Personen):** 6 bis 8 Kilogramm Fassungsvermögen
  - **Großer Haushalt (6 und mehr Personen):** 8 Kilogramm oder mehr Fassungsvermögen
  - Die **gängige Größe liegt somit bei 6 bis 8 Kilogramm für eine normale Familie - je nach Aufkommen an Schmutzwäsche.** So haben Familien mit kleinen Kindern tendenziell mehr Bedarf an einer großen Trommel als Familien mit erwachsenen Kindern.
- Das mittlere Fassungsvermögen von Waschmaschinen kann mit 6 kg angenommen werden

18

Quelle: [www.festberichte.de](http://www.festberichte.de)

# Durchschnittliche Ist-Beladung bei verschiedenen Waschprogrammen

Durchschnittliche Beladung bei vier ausgewählten Programmen

Programm	Durchschnittliche Beladung
Koch/Bunt (Baumwolle)	3,18 kg
Pflegeleicht	2,28 kg
Feinwäsche (Synthetic)	2,36 kg
Wolle	2,28 kg

Quelle: Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen, Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG, Ökoinstitut Freiburg 2008; [www.oeko.de/oeko/kat/cc/757/2008-220-de.pdf](http://www.oeko.de/oeko/kat/cc/757/2008-220-de.pdf)

19

## Waschmittelgrunddosierung für eine Waschlading

Die *Waschmittelgrunddosierung*

- *bezieht sich auf eine Waschlading von 4,5 kg Wäsche*
- ist auf allen Waschmittelpackungen in Form einer Tabelle aus Härtegrad des Wassers und Verschmutzungsgrad der Wäsche angegeben.

Zusätzlich ist bei allen pulverförmigen Waschmitteln, sowie bei einigen flüssigen Waschmitteln ein zusätzlicher Hinweis angegeben,

- um wie viel die *Dosierung erhöht* werden muß, *wenn eine "Maxi-Waschmaschine mit 6-7 kg Füllmenge" genutzt wird.* (entspricht etwa 50% der Waschmittelmenge, die bei mittlerer Wasserhärte und normaler Verschmutzung dosiert werden soll)
- um wie viel die *Dosierung verringert* werden muß, *wenn eine „Mini-Waschmaschine mit 2,5 kg Füllmenge" genutzt wird.*

20

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

# Dosierempfehlungen für Waschmittel

## Dosierempfehlungen

- eines pulverförmigen Vollwaschmittels (mit Zusatzhinweis für große Waschmaschinen) und
- eines flüssigen Colorwaschmittels (z.T. noch ohne Zusatzhinweis)

**DOSIERUNG** 88ml = 75g

20°C ✓ 40°C ✓ 60°C ✓ 95°C ✓

Für beste Ergebnisse füllen Sie das Waschmittel bitte ausschließlich in die Einspülkammer.

Wasserhärtebereich	Verschmutzungsgrad			
	Leicht	Normal	Stark	Sehr stark
Weich	44ml	66ml	110ml	154ml
Mittel	44ml	88ml	132ml	176ml
Hart	44ml	110ml	154ml	198ml

Für die Hartwässer geben Sie bitte zusätzlich 44ml in das Verschleißdosierfach Ihrer Waschmaschine.

Bei kalter Wäsche  
ODER  
= 22ml

+ 44ml

Handwäscher: Bitte lösen Sie 22ml Ariel Compact Vollwaschmittel in 10 Liter Wasser vollständig auf. Danach die Wäsche dazugeben und zügig durchwaschen.

**Dosierempfehlung**

Mit Dosierhilfe  oder Verschlusskappe

Wasserhärtebereich	Verschmutzung der Wäsche		
	leicht	normal	stark
weich	<input type="checkbox"/> 40 ml	<input type="checkbox"/> 60 ml	<input type="checkbox"/> 75 ml
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1 1/2	<input type="checkbox"/> 2
mittel	<input type="checkbox"/> 60 ml	<input type="checkbox"/> 75 ml	<input type="checkbox"/> 100 ml
	<input type="checkbox"/> 1 1/2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2 1/2
hart	<input type="checkbox"/> 75 ml	<input type="checkbox"/> 100 ml	<input type="checkbox"/> 120 ml
	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2 1/2	<input type="checkbox"/> 3

Handwäsche: 40 ml  in 10 Liter Wasser auflösen.

\*Waschmaschinenbeladung 4,5 kg Trockenwäsche.

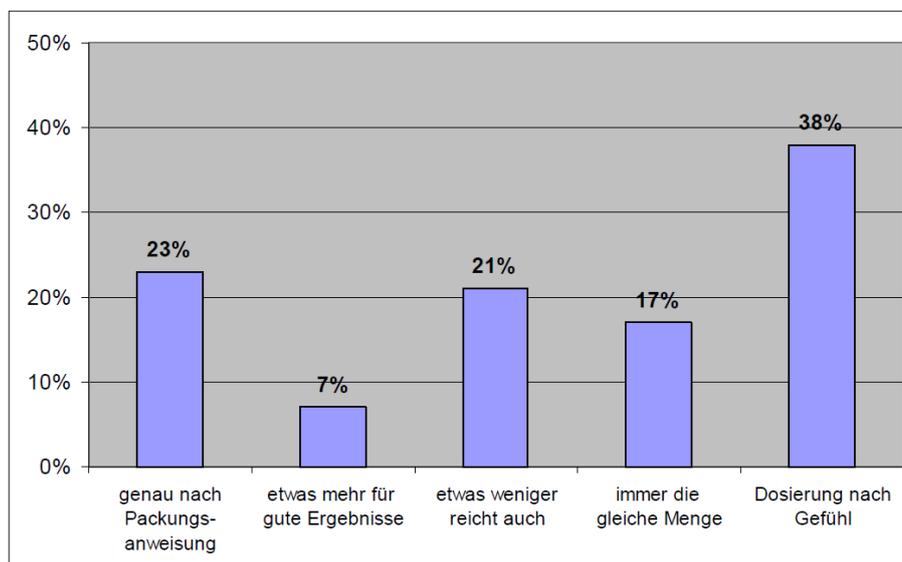
Waschhinweise: Waschmittel mit der Dosierhilfe direkt zur Wäsche geben oder mit Verschlusskappe über Einspülkammer dosieren. Gerne erhalten Sie bei Bedarf eine Gratis-Dosierhilfe in Ihrem dm-Markt. Waschgang bitte sofort starten. Nur Hauptwäsche – keine Vorwäsche. Bitte beachten Sie unbedingt die Pflegehinweise Ihrer Textilien. Nicht für Wolle und Seide verwenden.

21

Quelle: Oberender, C.: Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte, Dissertation TU Darmstadt, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2006

## Einstellung der Nutzer gegenüber dem Dosieren von Waschmittel

- Nur ein knappes Viertel der Nutzer dosiert „genau nach Packungsanweisung“
- Knapp 40% der Nutzer dosiert „nach Gefühl“.



22

Quelle: Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen, Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG, Ökoinstitut Freiburg 2008, [www.oeko.de/oeko/doc/757/2008-220-de.pdf](http://www.oeko.de/oeko/doc/757/2008-220-de.pdf)

## Empfohlene und tatsächliche durchschnittliche Dosierung von pulverförmigen und flüssigen Waschmitteln

Waschmittelart	Sollbedarf (pro 4,5 kg Wäsche)	Istverbrauch (pro Wasch- gang)	Verbrauch pro kg Wäsche		
			Soll	Ist	Überdosierung
Voll-WM kompakt	75,0 g	83,1 g	16,7 g	30,7 g	84%
Color-WM kompakt	75,0 g	69,4 g	16,7 g	21,5 g	29%
Color-WM flüssig	80,3 g	92,2 g	17,8 g	30,5 g	71%
Fein-WM kompakt	k.A.	64,9 g	k.A.	19,8 g	k.A.
Woll-WM flüssig	k.A.	89,5 g	k.A.	33,3 g	k.A.

- Die reale Dosierung pro Waschgang ist den für 4,5 kg Wäsche empfohlenen Werten auf den Waschmittelverpackungen zumindest ähnlich.
- Betrachtet man allerdings die Dosierung pro Kilogramm Wäsche, so resultiert bei allen betrachteten Waschmittelarten eine **massiv zu hohe Dosierung des Waschmittels pro Kilogramm Wäsche** (30 bis 85% zu viel Waschmittel), was im Wesentlichen darauf zurückzuführen ist, dass die **Waschmaschinen meist nicht voll beladen** werden.

Quelle: Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen, Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG, Ökoinstitut Freiburg 2008; [www.oeko.de/oeko/kat/cp/7517/2008-220-de.pdf](http://www.oeko.de/oeko/kat/cp/7517/2008-220-de.pdf)

23

## Was machen wir jetzt?

### Gruppenarbeit

Entwickeln Sie Lösungsansätze, das Nutzerfehlverhalten bei Waschmaschinen seitens der Produktentwicklung zu beeinflussen

24