

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Ressourceneffizienz ganzer Prozessketten

am Beispiel „hochfeste Stähle für neue Anwendungen“

Bericht aus einer Arbeitsgruppe

Schlussbericht, Mai 2015

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Abfall und Rohstoffe, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

Züst Engineering AG

Autor

Rainer Züst

Die Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst.
Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Züst Engineering AG

Eichbühlstrasse 6

8607 Seegräben

Telefon +41 44 932 51 59

rainer.zuest@zuestengineering.ch

www.zuestengineering.ch

Zusammenfassung

Kontext der Studie

Kreislaufwirtschaft	Das Thema „Kreislaufwirtschaft“ stellt ein zentrales Anliegen innerhalb des Aktionsplanes „Grüne Wirtschaft“ dar. Massnahmen 12 – Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“ (2013) ¹ sagt, dass „bei Produktionsbetrieben in der Schweiz der Bedarf und die Möglichkeiten zur Senkung des Rohstoffeinsatzes und zum vermehrten Einsatz von Sekundärrohstoffe zunächst geprüft werden müsste. Produkte sollen u.a. möglichst langlebig und andererseits verwertungsfreundlich im Hinblick auf die Rückführung der Sekundärrohstoffe in den Rohstoffkreislauf sein“.
„Eco im Design“: Bei vielen Firmen ein zentrales Thema	Eine erste Studie ² zeigte, dass Materialkosten den grössten Kostenfaktor darstellen; im Durchschnitt resultiert ein Wert von ca. 45%; bei der Materialeffizienz besteht ein hoher ökonomischer Anreiz; entsprechend vielfältig sind bereits umgesetzte Massnahmen. Das Thema „Eco im Design“ als präventiver Ansatz ist bei den befragten Firmen ein zentrales Thema, also die Umsetzung von ökologischen Überlegungen und Forderungen direkt in neue oder modifizierte Produkte und Prozesse.
Erweiterte Systembetrachtungen	Ecodesign, wie dies heute verstanden wird, beinhaltet die Optimierung des ganzen Produktlebenszyklus, also von der Materialbereitstellung, über Herstellung, Transport & Inbetriebnahme, Nutzung und Ausserdienststellung. Das Verbesserungspotential durch Ecodesign hängt in einem hohen Mass von der Systemabgrenzung ab:
<i>Ecodesign 1.0</i>	Bei <u>Ecodesign 1.0</u> wird versucht, den Material- und Energieeinsatz, die Herstellung und Distribution sowie die Ausserdienststellung von einem Produkt zu optimieren; die Nutzungsphase bleibt (zunächst) ausgeklammert.
<i>Ecodesign 2.0</i>	<u>Ecodesign 2.0</u> berücksichtigt zusätzlich die Nutzungsphase respektive den Konsum.
<i>Ecodesign 3.0</i>	Der Betrachtungsrahmen wird bei <u>Ecodesign 3.0</u> bewusst nochmals erweitert; zusätzliche Effekte werden berücksichtigt. So werden beispielsweise Geräte & Maschinen für die Herstellung weiterer Produkte eingesetzt; haben diese Produkte bessere Eigenschaften respektive Verbrauchswerte, spricht man vom Nutzen 3. Art.
Zusammenarbeit zwischen drei und mehr Organisationen	Kollaborationen respektive die Zusammenarbeit über (klassische) Unternehmensgrenzen hinweg im <u>Sinne von Ecodesign 3.0</u> sind in verschiedener Hinsicht möglich; dazu drei Beispiele: a) <u>Mehrstufige Optimierung von Prozessketten</u> : ein Produkt (oder auch eine einzelne Baugruppe) wird dermassen gestaltet, dass dieses über die ganze Herstellungskette insgesamt optimal hergestellt und danach effizient genutzt werden kann. Beteiligt sind hier im Sinne von Ecodesign 3.0 drei oder mehr Firmen / Organisationen, welcher bis anhin (noch) nicht <u>direkt</u> zusammengearbeitet haben. b) <u>Zwei Prozessketten mit symbiotischer Beziehung</u> : in einer Firma / Organisation beispielsweise entstehen Abfälle und / oder Abwärme; diese

¹ <http://www.bafu.admin.ch/wirtschaft/11350/12928/index.html?lang=de>

² http://www.zuestengineering.ch/downloads/Schlussbericht_BAFU_Materialeffizienz.pdf

werden in einer weiteren Firma / Organisation als Input-Faktoren verwendet. Typisches Beispiel ist die Weiternutzung von Abwärme. Dieser Ansatz ist seit längerem bekannt und wird vor allem im Bereich „Abwärmennutzung“ erfolgreich umgesetzt.

- c) Optimierung sich kreuzender Prozessketten: eine weiterer Optimierungsansatz betrifft die Optimierung sich kreuzender Prozessketten. Beteiligt sind Firmen, welche in der Regel noch nie direkt zusammengearbeitet haben und neu eine übergreifende Lösung für zwei unterschiedliche Wertschöpfungsketten suchen. Hier sind einige wenige Beispiele bekannt (siehe u.a. „Kurbelwellenbeispiel“³).

**Ecodesign 3.0:
mögliche
technische und
ökonomische
Barrieren**

Für „grosse Verbesserungen“ braucht es eine relativ grosszügige Systemabgrenzung respektive eine umfassende Systembetrachtung, denn: je grösser der Betrachtungsraum, desto grösser der Lösungsraum! Dazu vier Feststellungen:

- Umfassende Sichtweisen werden durch „Barrieren“ be- und verhindert; u.a. fehlt es an Organisationsformen, Tools und Mindset; zudem geht es um Überforderung, fehlende Zeit und Akzeptanz.
- Ecodesign 2.0 und 3.0 sieht man nicht einfach –der Nutzen ist vielfach „versteckt“ und wird erst nach intensiver Suche sichtbar.
- Ecodesign 2.0 und 3.0 setzt einen starken Kundenbezug voraus; man muss sich in den Kunden respektive in den Kunden des Kunden versetzen.
- Ecodesign 2.0 und vor allem 3.0 hat viel mit „verteiltem Nutzen“ zu tun: wer profitiert und wer zahlt nur?

**Wertschöpfungsketten
und
verteilter Nutzen**

Aus einer ökonomischen Perspektive verlangt Ecodesign 3.0 nach einer grundlegenden Optimierung der Wertschöpfungskette(n).

Die Kombination von Wertschöpfungen stellt hohe Anforderungen an die beteiligten Unternehmen, v.a. bezüglich Veränderungs-, Vernetzungs-, Infrastruktur- und Segmentierungskompetenz.

**Zu lösende
Systemprobleme**

Die Bildung von Wertschöpfungsnetzwerken wird durch verschiedene Systemprobleme erschwert. Diese sind gelöst, wenn die folgenden drei „Gesetze“ bekannt sind⁴:

1. Das Gesetz des exponentiellen «Shared Value»: Wie lassen sich jene Bereiche identifizieren, in denen durch kollektive Problemlösung der grösste (exponentielle) gemeinsame Nutzen für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden kann?
2. Das Gesetz des optimalen «Value Sharing»: Welche Anreize bringen die nötigen Akteure zusammen, wie können sie den Wert aus «Umverteilung», «Reduktion» und «Vermeidung» abschöpfen und gerecht unter einander verteilen?
3. Das Gesetz der natürlichen Anbahnung: Wie können, bis „Cyber-Physische Systeme“ CPS technische Reife und gesellschaftliche Akzeptanz gefunden haben, solche Netzwerke am einfachsten errichtet werden?

³ Vgl. 6. Beispiel in: http://www.zuestengineering.ch/downloads/UP_Broschuere_R_Zuest_Web.pdf

⁴ Grundlagen zu diesem Abschnitt sind entnommen aus: internem Thesenpapier zum Thema Ecodesign 4.0 – Forschungsfragen; erstellt von Stefan Gürtler, 2015)

Arbeitsgruppe / Pilot-Cluster

Initiierung Pilot-Cluster

Der zu initiiierende Pilot-Cluster sollte deshalb – Im Kontext der Kreislaufwirtschaft und Ecodesign 3.0 – Hinweise und Erkenntnisse liefern,

- wie und in welchem Umfang der Rohstoffeinsatz gesenkt werden kann,
- wie vermehrt Sekundärwerkstoffe eingesetzt werden können,
- wie Langlebigkeit & Reparaturvermeidung erreicht werden kann,
- wie das Thema „Verwertungsfreundlichkeit“ aussieht.

In einer ersten Phase der Studie wurde deshalb versucht, interessierte Firmen entlang einer (komplexeren) Prozesskette für eine Mitarbeit zu motivieren; dazu wurden umfangreichere Abklärungen durchgeführt.

Fokus auf hochfeste Stähle

Massnahme 12 Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“	Gewähltes Beispiel (HSX-Stahl von Steeltec)
Senkung Rohstoffeinsatz	hochfeste Stähle (wie die HSX-Familie) ermöglichen Leichtbau und reduzieren somit den Materialeinsatz. Zudem lassen sich HSX-Stähle sehr gut zerspanen - damit reduziert sich der Werkzeugeinsatz (=höhere Standzeiten).
Vermehrter Einsatz von Sekundärwerkstoffen	HSX-Stähle und weitere Stahlsorten von Steeltec sind zu 100% Recyclingstähle aus CH-Metallschrott.
Langlebigkeit / Reparaturvermeidung	HSX-Stähle verfügen von Anfang an über eine hohe Grundhärte und ermöglichen so hohe Flächenbelastungen in der Nutzung und garantieren lange Lebensdauer.
Verwertungsfreundlich	HSX-Stählen erhalten ihre Materialeigenschaften durch ein spezielles Blankziehen ohne Zulegieren von klassischen Legierungsmaterialien – der „Mehrwert“ im Stahl wird durch spezifischen Fertigungs-Knowhow erreicht. In einem anschließenden Recyclingprozess gehen somit auch keine kritischen Legierungsbestandteile verloren, weil diese schon gar nicht beigemischt wurden.

Beteiligte

Mitgearbeitet im Pilot-Cluster haben die Firmen: Swiss Steel, Steeltec sowie ThyssenKrupp Presta.

Erkenntnisse und Erfahrungen

Materialsubstitution

Betrachtet wurden Teile mit relativ geringem Zerspanungsanteil und zunächst eine „reine“ Material-Substitution ohne geometrische Anpassungen; in einem ersten Berechnungsdurchgang konnte ein Kostenreduktionspotential von ca. 10% ausgewiesen werden. Damit verbunden ist eine effizientere Fertigung; d.h.: kürzere Prozesszyklen und somit bessere Auslastung des Produktionssystems. Offen bleibt bis zu diesem Zeitpunkt die Frage, wie sich die geringeren Werkzeugkosten (durch deutlich höhere Standzeiten) auswirken.

Eco im Design - Anpassung von Material und Geometrie

Da es sich beim HSX-Stahl um einen hochfesten Stahl handelt, sind in der Regel auch Anpassungen im Sinne von „Leichter Bauen“ möglich; deshalb wurde das Potential von neuen „Geometrien“ im Pilot-Cluster näher betrachtet. Testteile – mit geometrischer Anpassungen – zeigen:

- geringeren Materialeinsatz (bis zu ca. 20%)
- geringere Fertigungskosten bis zu ca. 30% (geringeres Zerspanungsvolumen sowie bessere Zerspanbarkeit und somit kürzere Prozesszeiten und geringere Werkzeugkosten)
- Wegfall von Bearbeitungsschritten und somit kürzere Durchlaufzeiten, weniger Material in Arbeit, ...

Aktuell laufen weitere Abklärungen im Bereich „neuer Geometrien“.

**Fazit bezüglich
„Systemproble-
me“**

Die Erfahrungen aus dem Pilot-Cluster stützen zudem die These, dass für eine erfolgreiche Umsetzung von Ecodesign 3.0 respektive „umfassendere Prozesskettenoptimierungen“ zusätzliche Methoden & Tools sinnvoll wären. Für das weitere Vorgehen wäre es von Vorteil, wenn

- a) weitere und vor allem unterschiedliche Ecodesign 3.0-Anwendungen als Fallbeispiele vorliegen würden,
- b) diese Fallbeispiele ausgewertet und ein erstes Mapping bezüglich Ausprägungen & Potential vorliegen würde, und
- c) insbesondere weitere Firmen mit Ecodesign 3.0-Potential involviert sind, um die ganze Breite vom Thema abzudecken und um diese für weitere Anwendungen & Kooperationen zu motivieren.

Vorschlag für weiteres Vorgehen

**Set von illustrati-
ven Ecodesign
3.0-Beispielen**

Es wird empfohlen, in einem ersten Schritt ca. 6-8 möglichst gute und zugleich vielfältige Beispiele zu Ecodesign 3.0 zu suchen und aufzuarbeiten.

**Auswertung und
Ableiten von ei-
nem ersten me-
thodischen An-
satz**

In einem weiteren Schritt geht es darum, „Gesetzmässigkeiten“ abzuleiten; von grossem Interesse sind u.a. Erkenntnisse und Antworten auf die drei Systemprobleme.

Nationale Tagung

Das Konzept Ecodesign 3.0 ist insbesondere wegen zwei Effekten für die Industrie interessant: „Kostet weniger – kann mehr“, sowie der Skalierungseffekt (=Multiplikation guter Lösungen und somit deutlich höherer Mehrwert). Um das Konzept breiter abzustützen und weitere interessierte Firmen zu finden, sollte eine nationale Tagung durchgeführt werden.

**Arbeiten in der
ERFA-Gruppe**

Das Thema Ecodesign 3.0 sollte in einer ERFA-Gruppe gemeinsam mit Reffnet.ch vertieft werden; insbesondere kann so interessierten Firmen zusätzliche Dienstleistungen von Reffnet.ch angeboten werden, z.B.: eine Einschätzung zum eigenen Ecodesign 3.0-Potential, oder dann die aktive Mitarbeit in Projekten zwecks Herleiten erfolgversprechender Massnahmen und deren effiziente Umsetzung.

Inhaltsverzeichnis:

1.	Ausgangslage	8
1.1	Ressourceneffizienz – interessant für produzierende Betriebe?	8
1.2	Beachtliches Verbesserungspotential durch „Eco im Design“	9
2.	Ecodesign – ein Kollaborationsproblem?	12
2.1	Erweiterte Systembetrachtungen als Herausforderung	12
2.2	Denkbare (Kooperations-)Modelle bei Ecodesign 3.0	15
2.3	Organisatorische und ökonomische Herausforderungen	16
3.	Initiierung Pilot-Cluster sowie zentrale Fragen und Vorgehen	19
3.1	Auswahl der Prozessketten und Systemabgrenzung	19
3.2	Zentrale Fragen an den Pilot-Cluster	22
4.	Pilot-Cluster – Erkenntnisse und Erfahrungen	24
4.1	Potential einer optimierten Prozesskette	24
4.2	Auswirkungen von einem modifizierten Produkt-Design	25
4.3	Verhältnis Herstellung < > Nutzung	27
4.4	Zu lösende „Systemprobleme“	28
5.	Vernetzung und Diffusion fördern	31
5.1	Ecodesign 3.0 ist vielfältig und komplex	31
5.2	Aus Beispielen erste grobe Systematik ableiten	33
5.3	ERFA-Gruppe als „Sounding Board“	33
6.	Vorschlag für weiteres Vorgehen	36

1 Ausgangslage

1.1 Ressourceneffizienz – interessant für produzierende Betriebe?

„Eco im Design“:

**Bei vielen
Firmen
ein zentrales
Thema**

Massnahmen 12 – Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“ (2013) ⁵sagt, dass „bei Produktionsbetrieben in der Schweiz der Bedarf und die Möglichkeiten zur Senkung des Rohstoffeinsatzes und zum vermehrten Einsatz von Sekundärrohstoffen zunächst geprüft werden müsste. Produkte sollen u.a. möglichst langlebig und andererseits verwertungsfreundlich im Hinblick auf die Rückführung der Sekundärrohstoffe in den Rohstoffkreislauf sein“. Zu diesem Zweck wurde 2013 eine explorative Studie unter Mitwirkung von 11 Firmen in der Schweiz durchgeführt; bearbeitet wurde diese von der Züst Engineering AG; der Fokus lag auf kunststoff- und metallverarbeitenden Betrieben, welche sich bereits mit dem Thema „Umweltmanagement“ beschäftigten.

Die Studie⁶ zeigt klar, dass Materialkosten den grössten Kostenfaktor darstellen. Im Durchschnitt resultiert ein Wert von ca. 45%; im Gegensatz zu vielen anderen ökologischen Themen besteht bei der Materialeffizienz bereits ein hoher ökonomischer Anreiz. Entsprechend vielfältig sind umgesetzte Massnahmen.

Insbesondere das Thema „Eco im Design“ als der präventiver Ansatz ist bei den befragten Firmen ein zentrales Thema; so erachten 10 von 11 Firmen das Thema Ecodesign, also die Umsetzung von ökologischen Überlegungen und Forderungen direkt in neue oder modifizierte Produkte und Prozesse, als wichtig. Aber auch das Thema „Prozess im Griff“ und „neue Organisationskonzepte“, wie beispielsweise „Lean Management“, werden von fast allen befragten Firmen als Erfolgsfaktoren für hohe Materialeffizienz genannt.

**Material- und
Energieeffizienz
haben grosse
Bedeutung in der
Industrie**

Eine vom Fraunhofer Institut durchgeführte Studie⁷ im produzierenden Gewerbe unterstreicht die zunehmende Bedeutung der Ressourceneffizienz: Energieeffizienz (87%) und Materialeffizienz (77%) sind mit Abstand die aktuell interessantesten Themen für industrielle Unternehmen. Hier sehen die Firmen Unterstützung bei den Unternehmenszielen durch Kostensenkung (87%) und Wettbewerbsvorteile (72%) sowie Image und Werbemöglichkeiten (53%) wie auch Technologievorsprung / Öko-Innovation (49%).

**Maximaler
Nutzen
generieren**

Das Thema „Ressourceneffizienz“ – d.h. der intelligente und effiziente Einsatz von Material & Energie – ist für die produzierende Industrie dann interessant, wenn sich neben der Senkung des Material- und Energieverbrauchs auch weiterer Nutzen, wie Betriebs- und Produktionskostenreduktionen, kürzere Durchlaufzeiten, bessere Produkteigenschaften (z.B. Leichtbau bei bewegten Objekten (Auto, Schienenfahrzeuge, ...)) erreichen lassen. Im Bereich der Produktentwicklung und -gestaltung ist hier die Rede von Ecodesign. Durch „reduzierte Verschwendung“ sparen das Unternehmen und dessen Kunden Geld und Ressourcen.

⁵ <http://www.bafu.admin.ch/wirtschaft/11350/12928/index.html?lang=de>

⁶ http://www.zuestengineering.ch/downloads/Schlussbericht_BAFU_Materialeffizienz.pdf

⁷ Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des produzierenden Gewerbes; Reiner Erhardt, Nico Pastewski; Fraunhofer IAO; ISBN: 978-3-8396-0177-8)

Ecodesign als Leitidee

Insbesondere durch die europäische Gesetzgebung ErP⁸ wird die Forderung nach ressourceneffizienten Lösungen verstärkt. Die Idee besteht darin, von Anfang an, also bereits in der Innovations- und Konzeptionsphase von neuen Lösungen gezielt relevante Umweltaspekte zu berücksichtigen. Die Rede ist von Life-Cycle-Thinking sowie Optimierung von Produktlebenszyklen.

Die MEM-Industrie Schweiz mit ihren über 300'000 Mitarbeitenden und einem hohen Export- und Importanteil in den EU-Markt ist und wird durch die Forderung nach Ecodesign betroffen sein. Es werden deshalb von MEM-Firmen wirkungsvolle Lösungen im Sinne von Ecodesign erwartet.

1.2 Beachtliches Verbesserungspotential durch „Eco im Design“

Gezielt Verschwendung vermeiden:

Grosse Einsparpotentiale resultieren aus einer gezielten Vermeidung von „Verschwendungen“, zum einen im eigenen Betrieb und zum anderen insbesondere in der Nutzung der Produkte beim Kunden.

Dazu drei Beispiele:

Beispiel I: Ecodesign- Potential in MEM-Industrie

Eine Studie in der Schweizer Maschinen-, Elektro- und Elektronikindustrie zeigt, dass ein Ecodesign-Verbesserungspotential von 25-35% für die nächsten 10 Jahre besteht⁹. Insbesondere bei Maschinen & Geräte beziehen sich diese Verbesserungen auf eine Optimierung der Nutzungsphase (beim Kunden).

- ⇒ Notwendig sind „umfassendere „Systemoptimierungen“ – der Betrachtungsrahmen ist breit und umfasst auch indirekte Effekte. Da sprechen wir auch von „over compliance“. Dieser Teil ist zumindest im Bereich Maschinen & Geräte rund 4x grösser als der durch Gesetze und Verordnungen direkt angesprochenes Verbesserungspotential.
- ⇒ Mit einer umfassenderen Systembetrachtung erweitern sich der „Lösungsraum“ und damit auch das Optimierungspotential. Die Ausgangslage für Verbesserungen wird attraktiver; der Entwicklungsprozess hingegen wird deutlich anspruchsvoller.

Beispiel II: Leichtbau in Automobil- Industrie

Der Firmen- und Forschungsverbund „massiver Leichtbau“ zeigt am Beispiel von einem Mittelklassewagen für die Bereiche Fahrwerk und Antriebsstrang ein Gewichtseinsparpotential von 39 kg bei ca. 340 kg Ausgangsgewicht¹⁰ – dies entspricht einer Gewichtsreduktion von gut 10% durch eine geschickte Wahl des Herstellungsprozesses.

- ⇒ Rund ein Drittel der Leichtbauideen beinhalten einen alternativen Werkstoffeinsatz und ca. 75% der Leichtbauideen eine adaptierte Konstruktion.

Anmerkung: Hier sind neue Lösungen im Sinne von Ecodesign notwendig; dies heisst: Materialanpassungen und Anpassungen in der „Geometrie & Funktionsweise“; dadurch erhöht sich der Planungs- und Umsetzungsaufwand sowie das Projektrisiko).

⁸ Siehe u.a.: <http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96codesign-Richtlinie>

⁹ Ecodesign-Potenzialanalyse in der Schweizer MEM-Industrie - eine explorative Studie; bearbeitet von R. Züst, S. Züst (Züst Engineering AG) und S. Studer (Swissmem), 2010

¹⁰ http://www.massiverleichtbau.de/fileadmin/info/ergebnisse_der_initiative/2014-01_Ergebnispraesentation.pdf

⇒ Optimierungen über die klassischen Unternehmensgrenzen hinweg bewirken signifikante Verbesserungen.

Beispiel III:
effiziente
Kurbelwellen-
herstellung sowie
Kurbelwellen-
nutzung¹¹:

Die Firma MAG mit Sitz in Göppingen (D) hat kürzlich für die Kurbelwellenfertigung eine neue Prozesskette (neue Fertigungsverfahren) entwickelt und in einer neuen Maschinenreihe umgesetzt. MAG ermöglicht neu eine vereinfachte Bearbeitung von Kurbelwellen-Lagersitzen, welche zudem eine deutlich reduzierte Reibung im Motor bewirken und somit den Treibstoffverbrauch in den neuen Fahrzeugflotten reduzieren.

Insgesamt wurden hier drei Bereiche im Sinne von „Eco im Design“ optimiert (vgl. Abb. 1):

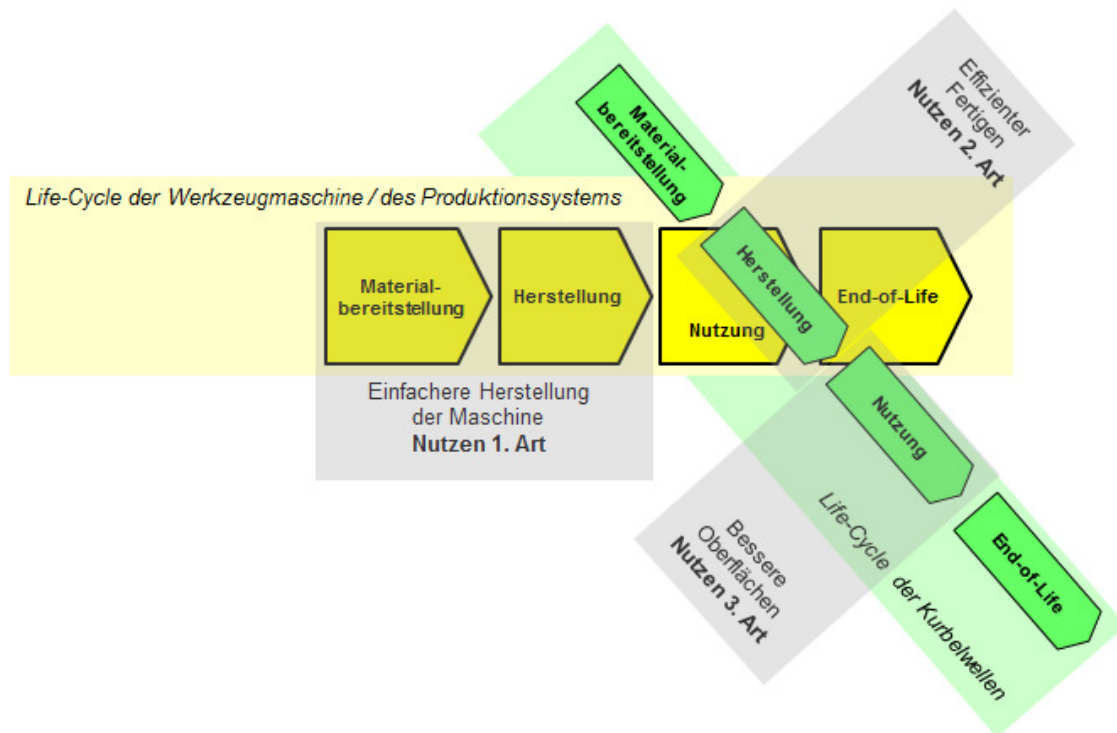


Abb.1: Höherer Nutzen durch a) einfacher herstellbare Maschine, b) effizientes Fertigen beim Kunden (Maschinenanwender) sowie c) reduzierter Energieverbrauch bei den Fahrzeugen

- Nutzen 1. Art: Das Design der neuen Maschine ist dermassen gestaltet, dass diese einfacher hergestellt werden kann; dadurch reduzieren sich Bearbeitungsaufwand und Ressourcenverbrauch in der Herstellung der Maschine.
- Nutzen 2. Art: die neue Maschine verfügt über effizientere Prozesse, d.h. die Maschine ermöglicht beim Kunden ein einfacheres und schnelleres Produzieren der Kurbelwellen durch weniger und effizientere Prozessschritte.
- Nutzen 3. Art: mit den neuen Fertigungsverfahren lassen sich zudem bessere Oberflächen bei der Kurbelwellen-Lagersitzen realisieren; durch reduzierte Reibung verringert sich der Treibstoffverbrauch in den mit der neuen Kurbelwelle ausgestatteten Fahrzeugen.

¹¹ Vgl. 6. Beispiel in: http://www.zuestengineering.ch/downloads/UP_Broschuere_R_Zuest_Web.pdf

Bei einer Jahresleistung von 13'000 km und einer Lebensdauer von 8 Jahren pro Fahrzeug resultieren zusätzlich Treibstoffeinsparungen von knapp CHF 135.- über die ganze Nutzungsdauer eines PKW. Nimmt man nun als Beispiel ein neues Produktionssystem von MAG mit einer Ausbringung von rund 125'000 Kurbelwellen pro Jahr, resultieren Einsparungen von 8.4 Mio. Liter Treibstoff sowie weitere ca. 23 Mio. CHF durch geringere CO2-Abgaben¹². Bereits nach einem Betriebsjahr der neuen Maschine werden weit mehr Geld und Ressourcen bei den Endkunden eingespart, als in das Produktionssystem investiert worden sind. Geht man von einer Lebensdauer von 8 Jahren aus (also Herstellung von insgesamt 1'000'000 Kurbelwellen), erhöhen sich die Einsparungen nochmals um einen Faktor 8.

¹² Für detaillierte Berechnung siehe: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00507/05318/05600/index.html?lang=de>, (Stand September 2013) und die Frage: Wie berechnet sich die Sanktion für einen einzelnen PW?

2. Ecodesign – ein Kollaborationsproblem?

2.1 Erweiterte Systembetrachtungen als Herausforderung

Ecodesign erfordert erweiterte Systembetrachtungen

Ecodesign, wie dies heute verstanden wird, beinhaltet die Optimierung des ganzen Produktlebenszyklus, also von der Materialbereitstellung, über Herstellung, Transport & Inbetriebnahme, Nutzung und Ausserdienststellung.

Bei aktiven Produkten, wie beispielsweise energiebetriebenen Geräten & Maschinen, spielt vielfach die Nutzung eine dominante Rolle. Der Fokus müsste somit bei Maschinen- und Geräteherstellern auf neuen Prozessstrategien und Fertigungstechnologien liegen, welche pro produzierte Einheit weniger Energie und Rohstoffe beim Kunden verbrauchen.

Von Ecodesign 1.0 zu Ecodesign 3.0

Das Verbesserungspotential durch Ecodesign hängt in einem hohen Mass von der Systemabgrenzung ab. Eine Unterteilung in Ecodesign 1.0, 2.0 und 3.0 könnte deshalb zweckmässig sein:

Ecodesign 1.0: Umfang und Beispiel

Bei Ecodesign 1.0 wird versucht, den Material- und Energieeinsatz, die Herstellung und Distribution sowie die Ausserdienststellung von einem Produkt zu optimieren; die Nutzungsphase bleibt (zunächst) ausgeklammert. (vgl. Abb. 2).

Beispiel: Für ein Spritzgussteil werden Materialien verwendet, welche ein internes Recycling von Angüssen und Anfahrschrott in der Produktion erlauben; der Materialeinsatz in der Produktion wird damit gezielt verringert.

Das Projektteam besteht vor allem aus firmeninternen Fachleuten.

- ⇒ Ecodesign mit dem Nutzen 1. Art wird im produzierenden Gewerbe laufend umgesetzt, insbesondere weil damit auch die teilweise hohen „Material- und Herstellungskostenanteile“ direkt reduziert werden können.
- ⇒ Methodische Ansätze sind z.B. „Lean Management“ und „Lean Sigma“ sowie Prozessoptimierung (z.B. DoE). Diese sind weitgehend bekannt und müssen nur noch zweckmässig angewendet werden.

Ecodesign 2.0: Umfang und Beispiel

Ecodesign 2.0 berücksichtigt zusätzlich die Nutzungsphase respektive den Konsum (vgl. Abb. 2).

Bei Maschinen & Geräten beispielsweise wird in der Nutzung in der Regel deutlich mehr Material & Energie benötigt als für deren Herstellung selbst. Bei Produktionsmaschinen kann dies ein Faktor 20 und mehr sein¹³. Bei sogenannten „aktiven Produkten“ ist die Nutzungsphase zentral.

Beispiel: In der Nutzung wird der „Betrieb ohne Nutzen“, kurz BON, durch ein intelligentes Ein- und Ausschalten respektive Regelung von energieverbrauchenden Komponenten vermieden oder reduziert.

Der Hersteller braucht detaillierte Information zur und über die Anwendung seiner Maschine beim Kunden; idealerweise besteht das Projektteam zumindest aus Experten vom Maschinenhersteller und Maschinenanwender.

¹³ Siehe u.a.: http://www.zuestengineering.ch/downloads/Schlussbericht_Ecodesign-MEM_Kurzfassung.pdf

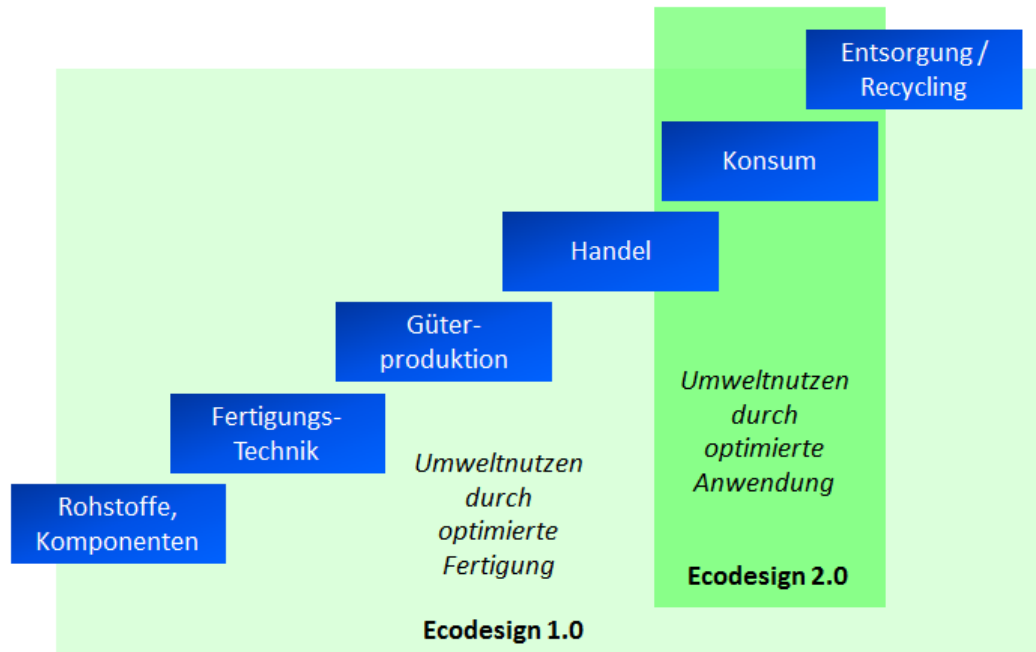


Abb. 2: Ecodesign 1.0 & 2.0 als Optimierung von Wertschöpfungseffekten (in Anlehnung Geibler 2010)

- ⇒ Ecodesign 2.0 wird aktuell umgesetzt; insbesondere „aktive Produkte“ werden bezüglich der Nutzungseigenschaften optimiert; dies fordert auch die EU-Direktive ErP / EuP.
Zudem werden aktuell wertvolle Grundlagen in der Normierungsarbeit erstellt (vgl. u.a. ISO 14955 ff: Ecodesign von Werkzeugmaschinen).
- ⇒ Es bestehen zudem diverse Checklisten und Planungshilfen für die Umsetzung von Ecodesign 2.0 in der CH-Industrie¹⁴.
- ⇒ Der Handlungsbedarf nach neuen Methoden respektive weiteren Leitfäden / Guidelines für Ecodesign 1.0 und 2.0 ist gering; primär geht es hier um eine breite Umsetzung von Bekanntem, z.B. via „gute Beispiele“ und Schulung.

Ecodesign 3.0:
Umfang und Beispiel

Der nächste Schritt wäre Ecodesign 3.0. Bei Ecodesign 3.0 wird die bisherige Betrachtung gezielt erweitert. Dazu ein weiteres Beispiel (vgl. Abb. 3):

Beispiel „Kühlschrank“: Ein Kühlschrankhersteller verbessert nicht nur die Produktlebensphasen des Kühlschranks; mittels zusätzlichem „Lager- & Beschaffungssystem“ nimmt er gezielt Einfluss auf das „Kauf- und Einlagerungsverhalten“ des Kunden respektive des Nahrungsmittelhändlers und hilft mit, zusätzlich „Food Waste“¹⁵ zu reduzieren. Er konzipiert neu nicht nur einen (technischen)

¹⁴ z.B. Planungshilfen: <http://zuestengineering.ch/index.php?p=planungshilfen&l=DE>, sowie Ausbildung in Ecodesign: <http://zuestengineering.ch/index.php?p=webecodesign&l=DE>

¹⁵ Als „Food-Waste“ wird der Verlust in der Nahrungsmittelbereitstellungskette bezeichnet; dieser ist aktuell mit ca. 33% sehr hoch und müsste somit im Rahmen von einem „Ecodesign-Projekt“ prioritär bearbeitet werden. Themen wären u.a.: Einkaufsverhalten der Kunden, Einkaufshilfen, Kühlschrank mit intelligenten Ein- und Auslagerungsstrategien (im Sinne von einem „Lager-Management“) sowie der Detaillist mit seinen Läden und Verteilzentren. Dies wären weit mehr Beteiligte, als in einem typischen Entwicklungsprojekt.

„Kühlschrank“ im Sinne von Ecodesign 2.0, sondern gemeinsam mit dem Nahrungsmittelproduzenten und allenfalls App-Anbieter ein smartes „food storage and delivery system“.

Das Projektteam wird (noch) interdisziplinärer; zwei unterschiedliche Wertschöpfungsketten (und –welten) kreuzen sich und müssen aufeinander abgestimmt werden. Zudem ergeben sich weitere Themen, wie Prozessketten-übergreifendes Geschäftsmodell oder anwenderfreundliches App für das Smartphone.

- Der bisherige Kühlschrank wird wegen der neuen „Smartness“ zu einem aktiven Bestandteil in der Bereitstellung & Lagerung von Nahrungsmitteln. Konkret wird der Kühlschrankhersteller Partner von Detailhändlern respektive von deren Produkten.
- Der Nutzen 3. Art ist hier der reduzierte Food-Waste. Da der Anteil „Food-Waste“ in Industrieländern an der gesamten Nahrungsmittelproduktion und -bereitstellung ca. 1/3 umfasst, wird der hier erzielbare Nutzen 3. Art weit grösser sein als die bisher realisierten Verbesserungen am Kühlschrank selbst.

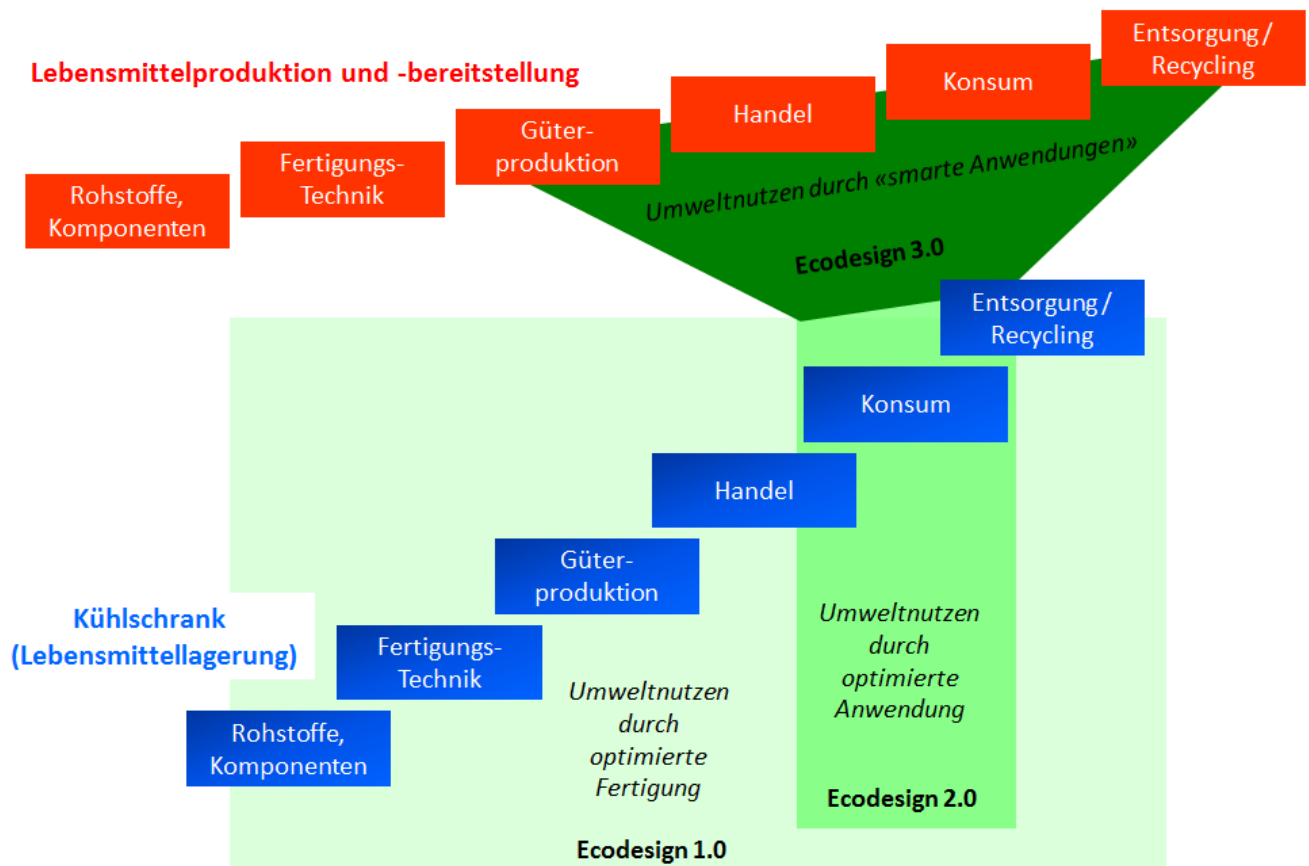


Abb. 3: Eco-Design 3.0 als kombinierte Optimierung von verschiedenen Wertschöpfungsketten am Beispiel von einem Kühlschrankhersteller sowie der Nahrungsmittelbereitstellung

2.2 Denkbare (Kooperations-)Modelle bei Ecodesign 3.0

Zusammenarbeit zwischen drei und mehr Organisationen

Ecodesign 3.0 hat zum Ziel, dass der Nutzen 1. Art, 2. Art und 3. Art insgesamt positiv ist; mindestens drei unterschiedliche „Unternehmenswelten“ werden deshalb integral betrachtet.

Kollaborationen respektive die Zusammenarbeit über (klassische) Unternehmensgrenzen hinweg im Sinne von Ecodesign 3.0 sind in verschiedener Hinsicht möglich; dazu drei Beispiele:

- a) Mehrstufige Optimierung von Prozessketten: ein Produkt (oder auch eine einzelne Baugruppe) wird dermassen gestaltet, dass dieses über die ganze Herstellungskette insgesamt optimal hergestellt und danach effizient genutzt werden kann. Beteiligt sind hier im Sinne von Ecodesign 3.0 drei oder mehr Firmen / Organisationen, welcher bis anhin (noch) nicht direkt zusammengearbeitet haben.

Typisches Beispiel ist die Automobil-Industrie mit Rohmaterial- und Halbzeug-Hersteller, Teilelieferant, Baugruppen-Hersteller, sowie die Automobilfirma selbst; durch Leichtbau kann zudem ein Zusatznutzen für den Endkunden erreicht werden (geringerer Treibstoffverbrauch und allenfalls auch geringere CO₂-Abgabe).

Das Thema „Prozesskettenoptimierung“ ist nicht neu; neu ist hingegen die Herausforderung, Produkte von Anfang an dermassen zu gestalten, dass diese über mehrstufige Prozessketten effizient gefertigt und zudem optimal genutzt werden können.

Anmerkung: diese „erweiterte Prozesskettenoptimierung“ wird unter dem Aspekt „blue economy“ äusserst interessant, vor allem wenn gute Lösungen skalieren und ein weitaus grösserer Effekt in ökonomischer und ökologischer Hinsicht entlang der Prozessketten erreicht werden kann. Denkbar sind dann auch andere „Geschäftsmodelle“ (z.B.: performance contracting).

Anmerkung: Nutzen 3. Art ist auch ein zentrales Thema bei „additiven Fertigungsverfahren“ respektive 3-D-Printing; damit lassen sich filigrane Teile mit äusserst komplexen Strukturen und Eigenschaften herstellen. Diese haben den Vorteil, dass damit Leichtbau und Funktionsintegration möglich wird.

- b) Zwei Prozessketten mit symbiotischer Beziehung: in einer Firma / Organisation beispielsweise entstehen Abfälle und / oder Abwärme; diese werden in einer weiteren Firma / Organisation als Input-Faktoren verwendet. Typisches Beispiel ist die Wiedernutzung von Abwärme. Beteiligt sind in der Regel zwei Firmen / Organisationen (aus unterschiedlichen Branchen), welche für sich und / oder ihre Kunden eine Verbesserung anstreben.

Dieser Ansatz ist seit längerem bekannt und wird vor allem im Bereich „Abwärmenutzung“ erfolgreich umgesetzt; da werden im nahen Produktionsumfeld weitere Nutzer gesucht; mit diesen werden bilaterale Lösungen – sowohl in technischer wie auch in ökonomischer Hinsicht – gesucht. Der Kooperationsaufwand ist relativ gering.

Feststellung: die beiden Prozessketten kreuzen sich nicht; es wird „nur“ eine symbiotische Beziehung hergestellt und genutzt. Diese kann passiver Natur sein, indem Bestehendes (weiter)genutzt wird. Werden zudem Produkte & Prozesse angepasst, kann der symbiotische Nutzen zusätzlich erweitert werden. Dieser proaktive Ansatz ist noch wenig verbreitet.

- c) Optimierung sich kreuzender Prozessketten: eine weiterer Optimierungsansatz betrifft die Optimierung sich kreuzender Prozessketten. Dazu zwei Beispiele:

Beispiel „Kurbelwelle“: Das Kurbelwellenbeispiel in Abb. 1 zeigt zwei sich kreuzende Prozessketten: zum einen ist es die Welt der „effizienten Kurbelwellenherstellung“ (Werkzeugmaschinenbau und Fertigung) und zum anderen das „effiziente Gestalten und Betreiben von Verbrennungsmotoren“. Beteiligt sind in diesem Beispiel mindestens 4 Organisationen: Werkzeugmaschinenhersteller, Hersteller Kurbelwellen, Automobilhersteller sowie Autokäufer / Autonutzer.

Anmerkung: Der Nutzen 3. Art ist hier massiv; es stellt sich deshalb die Frage, wer davon primär profitiert? Ist es der Maschinenhersteller oder die Automobilfirma? Oder ist es der Kunde? Wenn dermassen viel Geld und Umweltressourcen eingespart werden, wird auch die Nutzen-Verteilung zum Problem!

Beispiel „Kühlschrank und Nahrungsmittel-Bereitstellungskette“ (siehe Abb. 3): Die Herausforderung besteht darin, neu nicht nur den Kühlschrank zu optimieren, sondern das ganze „Nahrungsmittelbereitstellungssystem“. Teil davon ist auch das Einkaufs- und Konsumverhalten der Kunden. Beteiligt wären hier die Kunden, der Kühlschrankhersteller, der Detaillist und allenfalls ein App-Hersteller. Das Verbesserungspotential ist durch die stark erweiterte Systemgrenze gross. Wer initiiert nun solche Projekte? Wer „kassiert“ den Nutzen bei einer weit besseren Lösung?

Modelle mit Potential

Mit Ecodesign 3.0 kann ein grosses Verbesserungspotential erschlossen werden, wie die obigen Beispiele zeigen. Wie diese Modelle im Einzelnen aussehen und wie diese in einer spezifischen Situation erfolgreich umgesetzt werden können, bleibt zunächst noch offen.

2.3 Organisatorische und ökonomische Herausforderungen¹⁶

Ecodesign: mögliche technische und ökonomische Barrieren

Für „grosse Verbesserungen“ braucht es eine relativ grosszügige Systemabgrenzung respektive eine umfassende Systembetrachtung, denn: je grösser der Betrachtungsraum, desto grösser der Lösungsraum! Dazu vier Feststellungen:

- Umfassende Sichtweisen werden durch „Barrieren“ be- und verhindert; u.a. fehlt es an Organisationsformen, fehlenden Tools und Mindset; zudem geht es hier um Überforderung, fehlende Zeit und Akzeptanz bei den betroffenen Mitarbeitenden.
- Ecodesign 2.0 und 3.0 sieht man nicht einfach – zudem ist der Nutzen 3. Art vielfach „versteckt“ und wird erst nach intensiver Suche sichtbar.
- Ecodesign 2.0 und 3.0 setzt einen starken Kundenbezug voraus. Man

¹⁶ Grundlagen zu diesem Kapitel sind entnommen aus: internes Arbeitspapier zum Thema Ecodesign 3.0 – Methoden, Leitfaden und Umsetzung; erstellt von Stefan Gürtler und Rainer Züst, 2015)

muss sich in den Kunden respektive in den Kunden des Kunden versetzen.

- Ecodesign 2.0 und vor allem 3.0 hat viel mit „verteiltem Nutzen“ zu tun: wer profitiert und wer zahlt nur?

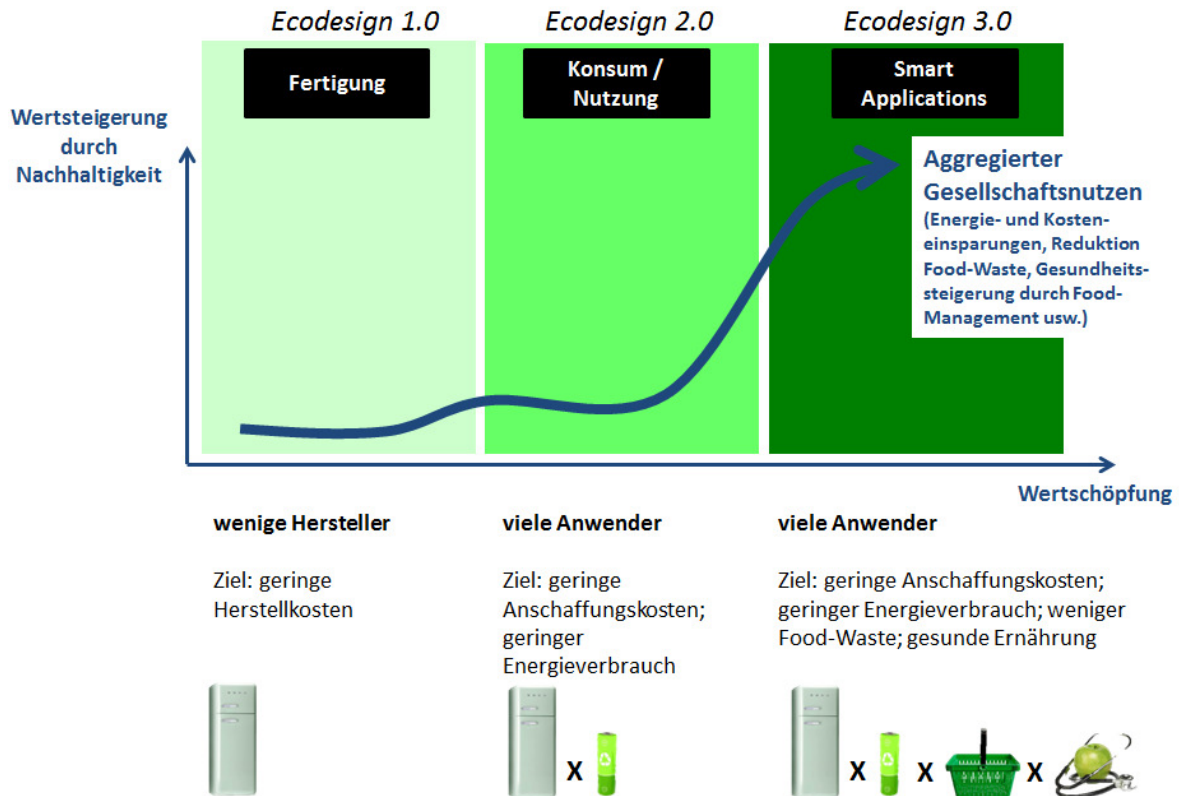


Abb. 4: Verbundeffekte (economies of scope) durch Ecodesign 3.0 am Beispiel „Kühlschrank“
(Quelle: internes Thesenpapier von Stefan Gürtler und Rainer Züst, 2015)

Wertschöpfungsketten und verteilter Nutzen

Aus einer ökonomischen Perspektive verlangt Ecodesign 3.0 nach einer grundlegenden Optimierung der Wertschöpfungskette(n) – bis hin zum Demand Chain Management. Die Kombination von Wertschöpfungen – beispielsweise Lebensmittelproduktion und Lebensmittellagerung / Kühlschrank – stellt hohe Anforderungen an die beteiligten Unternehmen, v.a. bezüglich Veränderungs-, Vernetzungs-, Infrastruktur- und Segmentierungskompetenz.

Im Gegenzug kann Ecodesign 3.0 zu einer exponentiellen Steigerung von Effizienzerträgen führen (vgl. **Abb. 4**). Die Wertschöpfung steigt deshalb exponentiell an, weil Verbundeffekte (economies of scope) erschlossen werden können. «Smart food storage» beispielsweise kann solche Verbundeffekte durch Kombination von Energieeffizienz in der Lagertechnik, Lösungsansätze zum Problem von «food waste», Lebensmittel-Management für eine gesündere Lebensführung, Reduktion von Einkaufsfahrten durch Online-Shopping usw. erzeugen.

Den Verbundeffekten stehen allerdings hohe sogenannte Anbahnungskosten gegenüber (Kosten in Zusammenhang mit der Identifikation von Ge-

schäftsmodellen und der Koordination von Wertschöpfungsketten), ebenso ein verteilter und verzögerter Nutzen, in Form von tieferen Energiekosten, kleineren Einkaufsmengen, reduzierten Gesundheitskosten oder Krankenkassenprämien usw., wobei nicht der Arrangeur der Verbundeffekte, sondern der Nutzer selbst profitiert.

**Zu lösende
Systemprobleme**

Die Bildung von Wertschöpfungsnetzwerken wird durch verschiedene Systemprobleme erschwert. Diese sind gelöst, wenn die folgenden drei „Gesetze“ bekannt sind¹⁷:

1. Das Gesetz des exponentiellen «Shared Value»: Wie lassen sich jene Bereiche identifizieren, in denen durch kollektive Problemlösung der grösste (exponentielle) gemeinsame Nutzen für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden kann?
2. Das Gesetz des optimalen «Value Sharing»: Welche Anreize bringen die nötigen Akteure zusammen, wie können sie den Wert aus «Umverteilung», «Reduktion» und «Vermeidung» abschöpfen und gerecht unter einander verteilen?
3. Das Gesetz der natürlichen Anbahnung: Wie können, bis Cyber-Physische Systeme, technische Reife und gesellschaftliche Akzeptanz gefunden haben, solche Netzwerke am einfachsten errichtet werden? Bildet sich ein Oligopol von sogenannten *Leitanbietern*? Braucht es eine Reintermediation, z.B. in Form (privater) «*Match Makers*»? Eine andere Form, wie sich die nötigen Akteure zusammenfinden?

¹⁷ Grundlagen zu diesem Abschnitt sind entnommen aus: internem Thesenpapier zum Thema Ecodesign 4.0 – Forschungsfragen; erstellt von Stefan Gürtler, 2015)

3. Initiierung Pilot-Cluster sowie zentrale Fragen und Vorgehen

3.1 Auswahl der Prozessketten und Systemabgrenzung

**Bezug zu
Massnahme 12
Aktionsplan
„Grüne
Wirtschaft“**

Wie eingangs erwähnt, stellt das Thema „Kreislaufwirtschaft“ ein zentrales Anliegen innerhalb des Aktionsplanes „Grüne Wirtschaft“ dar. Unter Massnahme 12 ist deshalb vermerkt, dass *„der Bedarf und die Möglichkeiten solcher Massnahmen und Regelungen zur Senkung des Rohstoffeinsatzes und zum vermehrten Einsatz von Sekundärrohstoffen bei Produktionsbetrieben zunächst geprüft werden soll.“* Der zu initiiierende Pilot-Cluster sollte deshalb Hinweise und Erkenntnisse liefern,

- wie und in welchem Umfang der Rohstoffeinsatz gesenkt werden kann,
- wie vermehrt Sekundärwerkstoffe eingesetzt werden können,
- wie Langlebigkeit und Reparaturvermeidung erreicht werden kann, und
- wie das Thema „Verwertungsfreundlichkeit“ aussieht.

In einer ersten Phase der Studie wurde deshalb versucht, zum einen interessierte Firmen entlang einer (komplexeren) Prozesskette für eine Mitarbeit zu motivieren und zum anderen ein Anwendungsfall zu finden, welcher den obigen Zielen genügt. Dazu wurden umfangreichere Abklärungen und Anfragen durchgeführt.

Anmerkung: Diese Suche nach interessanten Anwendungsfällen hat viel Aufwand verursacht; es war am Anfang nicht klar, welche Anwendung interessant sein könnte und ob eine Kooperation in diesen Bereichen denkbar sein könnte.

Am Ende vom Kapitel 2 ist dies eines der zu lösenden „Systemprobleme“, d.h. das Gesetz des exponentiellen «Shared Value»: Wie lassen sich jene Bereiche identifizieren, in denen durch kollektive Problemlösung der grösste (exponentielle) gemeinsame Nutzen für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden kann?.

**Fokus auf
hochfeste Stähle**

Im Vorfeld wurden Abklärungen getroffen, welche Firmen an einem Pilot-Cluster interessiert wären und welche Themen und Einsatzgebiete interessant sein könnten (Ende 2013). Vier Themen standen zur Auswahl:

- a) Einsatz von Spezial-Stahl zwecks Optimierung von ganzen Prozessketten
- b) Verwertung von Metallstaub
- c) Effiziente Verwendung von Kunststoff in kunststoff-verarbeitenden Firmen
- d) „Material-Kompass“ für Sekundärkunststoff

Der Workshop am 6.3.2014 hat gezeigt, dass das Thema „Einsatz von Spezial-Stahl“ – insbesondere aus Sicht des Industriepartners – am geeignetsten ist,

- weil hochfeste Stähle den Vorteil haben, dass mit weniger Material mehr erreicht werden kann – es sind filigranere Strukturen, höhere Belastungen und/oder Leichtbau möglich. Je nach Anwendungsfall kann damit die Ressourceneffizienz und der ganze Produkt-Life-Cycle massgeblich verbessert werden

- weil eine über verschiedene Unternehmen vorzunehmende Optimierung vorliegt und
- weil bereits zwei Firmen (Stahl- und Halbzeughersteller) Interesse an einer Mitarbeit signalisierten.

In der Folge hat man sich auf HSX-Stähle von Swiss Steel / Steeltec mit Anwendung im Automobilbau-Bereich fokussiert.

Massnahme 12 Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“	Gewähltes Beispiel (HSX-Stahl von Steeltec)
Senkung Rohstoffeinsatz	hochfeste Stähle (wie die HSX-Familie) ermöglichen Leichtbau und reduzieren somit den Materialeinsatz. Zudem lassen sich HSX-Stähle sehr gut zerspanen - damit reduziert sich der Werkzeugeinsatz (=höhere Standzeiten).
Vermehrter Einsatz von Sekundärwerkstoffen	HSX-Stähle und weitere Stahlsorten von Steeltec sind zu 100% Recyclingstähle aus CH-Metallschrott.
Langlebigkeit / Reparaturvermeidung	HSX-Stähle verfügen von Anfang an über eine hohe Grundhärte und ermöglichen so hohe Flächenbelastungen in der Nutzung und garantieren lange Lebensdauer.
Verwertungs-freundlich	HSX-Stählen erhalten ihre Materialeigenschaften durch ein spezielles Blankziehen ohne Zulegieren von klassischen Legierungsmaterialien – der „Mehrwert“ im Stahl wird durch spezifischen Fertigungs-Knowhow erreicht. In einem anschliessenden Recyclingprozess gehen somit auch keine kritischen Legierungsbestandteile verloren, weil diese schon gar nicht beigemischt wurden.

Tabelle 1: Massnahme 12 / Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“ in Bezug zum gewählten Fallbeispiel (=Prozesskette „hochfeste Stähle“)

- Die Werkstoffwahl ist ideal im Hinblick auf die zu klärenden Fragen innerhalb der Massnahme 12 Aktionsplan Grüne Wirtschaft (vgl. Tabelle 1)

**Beteiligte und
gewähltes Vorgehen**

Als nächstes stellte sich die Frage, welche Anwendung respektive welche Firmen für einen Pilot-Cluster in Frage kommen respektive motiviert werden können, in einem Cluster aktiv mitzuarbeiten.

Anmerkung: Wie im letzten Abschnitt von Kapitel 2 erwähnt, besteht eine Schwierigkeit im „Anbahnen“ von solchen Kooperationen. Entsprechend aufwändig war deshalb diese Suche.

Für den Pilot-Cluster konnten folgende Firmen gewonnen werden:

- Swiss Steel: Stahlhersteller
- Steeltec: Halbzeughersteller (Blankstahl)
- ThyssenKrupp Presta: Lenksystemhersteller für Automobile

Durch die beteiligten Firmen konnte deshalb ein wesentlicher Teil der Prozesskette abgebildet werden (Abb. 5). Der wichtige Bezug zum Endkunden wurde durch den Hersteller Baugruppen abgedeckt.

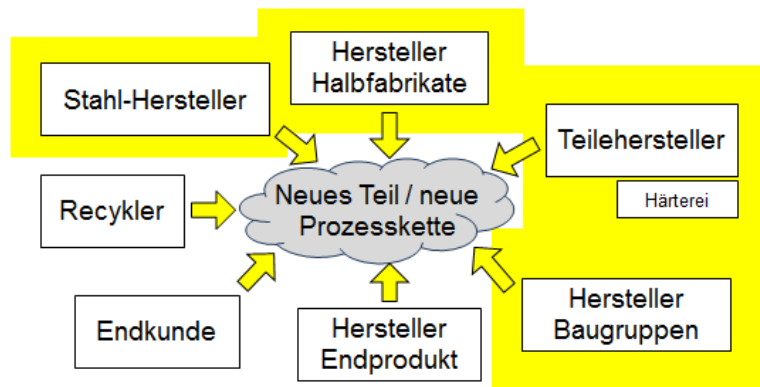


Abb. 5: Beteiligte im Pilot-Cluster

Im vorliegenden Pilot-Cluster haben folgende Firmen / Personen mitgewirkt:

- Swiss Steel (Stahl-Hersteller) Hans Roelofs, Raimund Wüthrich
- Steeltec (Hersteller Halbzeug / Blankstahl): Guido Olschewski, Petra Hausmann, Dirk Ochmann
- ThyssenKrupp Presta Steering (Hersteller von Lenksystemen): Thorsten Kandelhardt, Tobias Neumaier, Juliane Peters
- ETH Zürich / IWF / inspire AG (Fertigungstechnik und Labeling): Lukas Weiss, Fredy Kuster
- Züst Engineering (Moderation / Auftragnehmer): Rainer Züst
- BAFU (Auftraggeber): Bernhard Hammer, Simonne Rufener

Insgesamt wurden drei gemeinsame Workshops mit allen Beteiligten durchgeführt. Zudem haben diverse bilaterale Besuche und Gespräche stattgefunden.

Eine erste Potentialabklärung zu Beginn der Arbeit hat gezeigt, dass grundsätzlich im vorgesehenen Bereich ein relevantes Verbesserungspotential besteht. Die Beteiligten waren deshalb von Anfang an motiviert, in diesem Pilot-Cluster aktiv mitzuarbeiten.

Start war im Oktober 2014 – der letzte gemeinsame Workshop fand anfangs März 2015 statt. Finanziert wurde die Konzeption & Initiierung, die Begleitung und Moderation sowie die Auswertung des Pilot-Clusters durch das Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Abfälle und Ressourcen.

HSX-Stähle von Swiss Steel und Steeltec

Wie bereits erwähnt, wurde in einer Vorauswahl die HSX-Stähle von Steeltec ausgewählt; die HSX-Stähle haben Swiss Steel (Stahlhersteller) gemeinsam mit der Schwesterfirma Steeltec (Hersteller Halbzeuge) entwickelt. Dabei handelt es sich um hochfeste bainitische Stähle, welche eine Kombination aus ökologischen und ökonomischen Vorteilen anbieten. Auf der Herstellkette vom Walzdraht bis zum einbaufertigen Teil für ein Fahrzeug beispielsweise können

- durch den Leichtbau der Materialeinsatz verkleinert, sowie

- durch Wegfall von Bearbeitungs-, Reinigungs- und Wärmebehandlungsschritten die Herstellkosten, die Durchlaufzeiten wie auch der Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss in der Bearbeitung reduziert werden (vgl. Abb. 6).

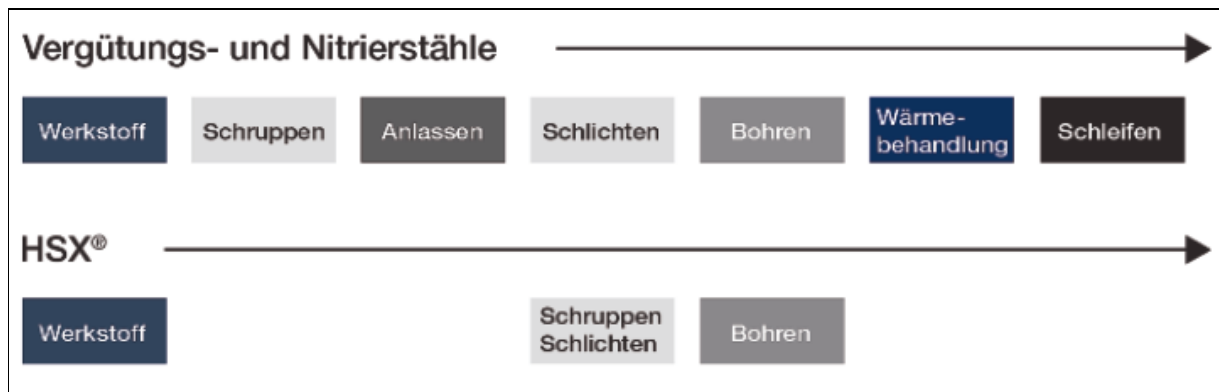


Abb. 6: einfachere Prozessketten durch Wegfall von Bearbeitungsschritten (Quelle: Steeltec)

Stären von HSX-Stählen

HSX-Stähle sind hochfeste Stähle, welche sich einfach zerspanen lassen. Zudem verfügen HSX-Stähle über eine hohe Grundhärte, sind verzugsarm und schweisssbar.

HSX-Stähle wie auch weitere Stahlsorten von Swiss Steel werden vollständig aus Eisen- und Metallschrott aus der Schweiz hergestellt.

HSX-Stähle sind im Vergleich zu anderen Werkstoffkonzepten teuer; berücksichtigt man den reduzierten Fertigungsaufwand, resultieren vielfach geringere Kosten; durch den Wegfall von Prozessschritten verkürzt sich zudem die Durchlaufzeit (vgl. Abb. 6).

3.2 Zentrale Fragen an den Pilot-Cluster

Zentrale Fragen an den Pilot- Cluster

Die Herausforderung beim Einsatz von neuen Materialien, Technologien oder Prozessen im Hinblick auf einen reduzierten Ressourceneinsatz besteht darin, nicht eine inkrementelle Optimierung einzelner Bauteile oder Prozesse vorzunehmen, sondern ganze Prozessketten inkl. der Nutzung der Produkte als Ganzes zu optimieren. Durch die z.T. vielen Beteiligten in einer Prozesskette mit ganz unterschiedlichen Zielsetzungen ist diese Optimierung heute vielfach noch nicht praktikabel. Zentrale Fragen an den Pilot-Cluster waren deshalb:

1.

Potential einer
optimierten
Prozesskette

Wie gross ist und kann das Optimierungspotential werden, falls ganze Prozessketten und nicht nur einzelne Prozessschritte optimiert werden? In welchen Bearbeitungsschritten / bei welchen Zulieferanten entstehen höhere Aufwendungen?

2.

*Verhältnis
Herstellung zur
Nutzung*

Wie sieht an konkreten Beispielen das Verhältnis zwischen reduziertem Ressourcenaufwand in der Herstellung und reduziertem Ressourcenaufwand in der Nutzung aus? Wer profitiert davon? Wird dieser Minderaufwand anerkannt respektive (aktiv) kommuniziert?

3.

*Auswirkungen von
einem neuen Pro-
dukt-Design*

Inwiefern sind Anpassungen im Produktdesign möglich? Wer initiiert diese heute? Wer müsste künftig in diesem Prozess involviert sein?

4.

*Zu lösende
„Systemprobleme“*

Welche technischen, ökonomischen und organisatorischen Barrieren bestehen? Welche Aussagen können zu den am Ende vom Kapitel 3 beschriebenen „Systemproblemen“ gemacht werden?

5.

*Wirkungsvoller
Follow-up*

Wie können die Erkenntnisse breit in der Schweiz umgesetzt werden? Was wäre dazu noch notwendig? Mit welchen Partnern müsste zusammengearbeitet werden?

4. Pilot-Cluster – Erkenntnisse und Erfahrungen

4.1 Potential einer optimierten Prozesskette

Bessere Zerspanbarkeit

Ein wichtiges Kriterium in der spanenden Fertigung ist die Zerspanbarkeit; damit lassen sich Bearbeitungszeiten reduzieren bei gleichzeitiger Erhöhung der Werkzeugstandzeiten. Werkstoffe mit guter Zerspanbarkeit sind in der Regel teurer; bei hohem Zerspanungsanteil überwiegen jedoch die Vorteile von gut zerspanbaren Werkstoffen. Dazu eine Gegenüberstellung von den vergleichbaren Stahlsorten HSX 110 versus 34CrNiMo6QT (siehe Tabelle 2):

Leistungs- parameter	HSX	34CrNiMo6QT
Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Länge: 160 mm; Aussenquerschnitt: 42 mm • Rohling 2.05 kg, Teil 0.55 kg, Zerspanung von 1.5 kg (=73%) • ohne zusätzliche Kostenangaben zum Vergüten, Einsatzhärten, ... 	
Kosten	71 € pro Stück (HSX) (Materialkosten-Anteil: 4.50 €, respektive 6.3 %)	87 € pro Stück (Materialkosten-Anteil: 2.87 €, respektive 2.5 %)
Kostenvorteil	18 % günstiger	22 % teurer
Prozessschritte	2	6
Reinigungsschritte	2	4
Durchlaufzeit	2 Wochen (=2 Prozessschritte)	6 Wochen (= 6 Prozessschritte)

*Tabelle 2: Gegenüberstellung zweier vergleichbarer Stahlsorten
(Quelle Basisdaten: Steeltec interne Beispielsammlung)*

Vorteile der neuen Stahlsorte

Durch die hohe Grundhärte entfallen bei der HSX-Anwendung u.a. Wärmebehandlung (=Härten) und Schleifen (Korrektur des Verzuges); vgl. dazu auch Abb. 6.

Insgesamt resultieren folgende Vorteile:

- geringere Fertigungskosten (bessere Zerspanbarkeit und somit kürzere Prozesszeiten und geringere Werkzeugkosten)
- Wegfall von Bearbeitungsschritten und somit kürzere Durchlaufzeiten, weniger Material in Arbeit, ...

Erkenntnisse aus dem Pilot-Cluster

Vorbemerkung: Im Pilot-Cluster wurde an konkreten neuen Anwendungen von HSX-Stählen sowie weiteren Stahlsorten von Steeltec gearbeitet, dies

zum Teil im Rahmen von Neuentwicklungen. Aus Gründen der Geheimhaltung können momentan keine Details aus den laufenden Entwicklungsarbeiten publiziert werden.

Die Beschreibung von grundsätzlichen Erkenntnissen und Schlussfolgerungen sind möglich:

- Im Pilot-Cluster wurde zunächst untersucht, wo allenfalls der neue HSX-Werkstoff eingesetzt werden könnte.

Eine erste Potentialanalyse zeigt, dass die neue HSX-Stahlsorte eine interessante Option darstellt; deshalb wurden die Abklärungen zwischen Halbzeughersteller und Anwender intensiviert.

In einem weiteren Schritt wurden technische Anforderungen geprüft und hinterfragt und die neue Anwendung im Hinblick auf die neue Fertigung berechnet:

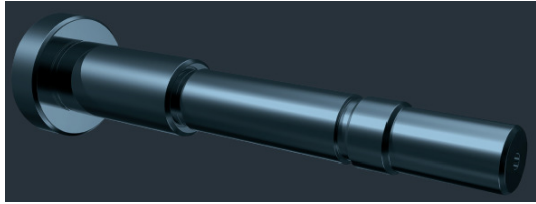
- Die betrachteten Teile im Rahmen des Pilot-Clusters weisen einen deutlich geringeren Zerspanungsanteil auf als das Testteil in Tabelle 2; trotzdem konnte in einem ersten Berechnungsdurchgang ein Kostenreduktionspotential von ca. 10% ausgewiesen werden. Damit verbunden ist eine effizientere Fertigung; d.h.: kürzere Prozesszyklen und somit bessere Auslastung des Produktionssystems. Offen bleibt bis zu diesem Zeitpunkt die Frage, wie sich die geringeren Werkzeugkosten (durch deutlich höhere Standzeiten) auswirken.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass sich damit auch die Ressourceneffizienz verbessert.

Als problematisch erweisen sich aktuelle technische Forderungen, wie beispielsweise die Härte. Hier sind konkrete Versuche notwendig. Diese werden momentan durchgeführt. Je nachdem sind dann weitere Anpassungen beim Stahl notwendig.

4.2 Auswirkungen von einem modifizierten Produkt-Design

Eco im Design	Anpassungen sind in zweierlei Hinsicht möglich: zum einen beim Material (siehe vorheriges Kapitel) oder dann auch in der Geometrie. Da es sich beim HSX-Stahl um einen hochfesten Stahl handelt, sind in der Regel auch Anpassungen im Sinne von „leichter bauen“ möglich.
<i>Leichter bauen</i>	Das in Tabelle 2 beschriebene Testteil wird „geometrisch“ optimiert; es wird filigranter ausgestaltet. Daraus resultiert eine Gewichtsreduktion von 20%. Der Materialeinsatz reduziert sich somit um 20%. Der HSX-Rohling wiegt nun 1.64 kg anstatt 2.050 kg; das Fertigteil hat nun ein Gewicht von 0.440 kg anstatt 0.550 kg.
<i>Geringerer Bearbeitungsaufwand</i>	Gleichzeitig muss auch weniger zerspannt werden – das Zerspannungsvolumen beträgt nun 1.200 kg anstatt 1.500 kg; als Annahme wird deshalb ein reduzierter Bearbeitungsaufwand von 16% angenommen. In <u>Tabelle 3</u> sind die entsprechenden Resultate dargestellt:

Leistungsparameter	HSX	34CrNiMo6QT
Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Länge: 160 mm; Aussenquerschnitt: 42 mm • Rohling 1.640 kg, Teil 0.440 kg, Zerspanung von 1.200 kg (=73%) • ohne zusätzliche Kostenangaben zum Vergüten, Einsatzhärten, ... 	
Kosten	60 € pro Stück (HSX) (Materialkosten-Anteil: 3.60 €, respektive 6 %)	87 € pro Stück (Materialkosten-Anteil: 2.87 €, respektive 2.5 %)
Kostenvorteil	31 % günstiger	45 % teurer
Prozessschritte	2	6
Reinigungsschritte	2	4
Durchlaufzeit	2 Wochen (= 2 Prozessschritte)	6 Wochen (= 6 Prozessschritte)

*Tabelle 3: Gegenüberstellung zweier vergleichbarer Stahlsorten – zusätzlich mit geometrischer Optimierung dank höherer Festigkeit der HSX-Stahlsorte
(Quelle Basisdaten: Steeltec interne Beispielsammlung)*

Vorteile von „Eco im Design“

Wegen der höheren Festigkeit kann das Teil leichter gestaltet werden: Materialeinsatz und Bearbeitungsaufwand nehmen ab. Durch die hohe Grundhärte entfallen zudem bei der HSX-Anwendung u.a. Wärmebehandlung (=Härten) und Schleifen (Korrektur des Verzuges); vgl. dazu auch Abb. 6.

Insgesamt resultieren folgende Vorteile:

- geringerer Materialeinsatz
- geringere Fertigungskosten: geringeres Zerspanungsvolumen sowie bessere Zerspanbarkeit und somit kürzere Prozesszeiten und geringere Werkzeugkosten
- Wegfall von Bearbeitungsschritten und somit kürzere Durchlaufzeiten, weniger Material in Arbeit, ...

Erkenntnisse aus dem Pilot-Cluster

Das Potential von neuen „Geometrien“ ist auch im Pilot-Cluster erkannt worden – das Potential ist und bleibt gross.

Aktuell laufen Abklärungen auch im Bereich „neuer Geometrien“; in welche Richtung diese Verbesserungen gehen, kann wie bereits erwähnt aus Geheimhaltungsgründen zum jetzigen Zeitpunkt nicht beschrieben werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in diesem Bereich ähnlich grosse Potentiale vermutet werden wie bei den zuvor beschriebenen Testteilen.

4.3 Verhältnis Herstellung < > Nutzung

**Leichtbau
kann Vorteile
haben in der Nut-
zung**

Leichtbau ist ein zentrales Thema bei Produkten, welche in der Nutzung eine hohe „Mobilität“ haben. Denn je leichter z.B. ein Auto ist, desto geringer wird der Energieverbrauch. Zudem kann kompakter gebaut werden, was weitere Vorteile bewirkt. Es stellt sich deshalb die Frage, welche weiteren Vorteile durch den Leichtbau in der Nutzung entstehen.

**Kostenreduktion
in der Nutzung
durch Leichtbau**

Zwei Ursachen können eine Kostenreduktion in der Nutzung durch Leichtbau bewirken (vgl. Anhang 1)

- a) Reduktion Treibstoffverbrauch: Typischer Kennwert ist eine Reduktion von 0.4 Liter auf 100 km bei 100 kg Gewichtsreduktion.
Bei einer Fahrleistung von ca. 100'000 km sind dies rund 750.- CHF.
- b) Reduktion CO2-Abgabe: falls die CO2-Emission über dem Grenzwert für die Fahrzeugkategorie liegt, müssen ab 4. Gramm zu viel eine einmalige Abgaben von 142.50 CHF pro Gramm bezahlt werden.
Beim obigen Beispiel, d.h. 0.4 Liter Diesel weniger auf 100 km, bedeutet dies eine Reduktion von ca. 10.5 g CO2 auf einen km respektive eine CO2-Abgabenreduktion von ca. 1'500.- CHF.

Insgesamt wären dies – bei einer Gewichtsreduktion von 100 kg – ca. 2'250.- CHF Einsparungen, dies unter der Annahme, dass für das Fahrzeug CO2-Abgaben zu bezahlen sind (vgl. Tabelle 4).

Gewichts- reduktion (kg)	Reduktion CO2- Abgabe (CHF)	Reduktion Treibstoff- Kosten (CHF)	Reduktion total (CHF)
1 kg	15.00	7.50	22.50
10 kg	150.00	75.00	225.00
100 kg	1'500.00	750.00	2'250.00

Tabelle 4: Mögliche Kosteneinsparungen in der Nutzung durch Gewichtsreduktion

Beim Beispiel in Tabelle 2 und 3 geht man von einer Gewichtsreduktion von 0.110 kg aus; die max. Kostenersparnis aus Treibstoffminderverbrauch & CO2-Abgabe beträgt hier insgesamt ca. 2.50 CHF respektive rund 4% der Herstellkosten.

**Erkenntnisse aus
dem Pilot-Cluster**

Es sind dazu noch keine abschliessenden Aussagen möglich, weil die Endgeometrie noch nicht festgelegt ist. Bei einer „radikalen Neukonzeption“ könnte durchaus eine Gewichtsreduktion von bis zu 1 kg möglich sein; dies würde eine zusätzliche Kostenreduktion von rund 22.50 CHF pro Teil respektive Fahrzeug bewirken, eine durchaus relevante Grösse.

**„Kleinvieh macht
auch Mist...“**

Werden künftig vermehrt Stähle von Steeltec und Swiss Steel im Automotiv-Bereich eingesetzt, ist der Beitrag insgesamt sehr gross; dazu folgende Abschätzung:

- angenommene werden jährlich 1 Mio. neue Fahrzeuge, welche zusätzlich mit „Steeltec-Teilen“ ausgerüstet werden; dies sind rund 1% des weltweiten jährlichen Produktionsvolumens an Fahrzeugen;
- die Gewichtseinsparung für die betrachteten Teile (=zerspanend hergestellten Teile) pro Fahrzeug ist angenommene 10%, wie dies im Pilot-Cluster erreicht wurde;
- daraus ergeben sich folgende potentielle Einsparungen (Tabelle 5); „gelb“ hinterlegt ist das Szenario einer „1kg-Gewichtsreduktion“ (Tabelle 5):

Gewichts- reduktion pro Fahrzeug in kg	Einsparung total Treibstoff in Liter	Reduktion Treibstoff- kosten in CHF	Reduktion CO2- Ausstoss total in Tonnen
0.100 kg	41'600'000	74'800'000	109'400
1.000 kg	416'000'000	748'000'000	¹⁸ 1'094'000
10.000 kg	4'160'000'000	7'480'000'000	10'940'000

*Tabelle 5: Potential an Kosteneinsparungen sowie Reduktion CO2-Ausstoss
(Basis: 1 Mio. Fahrzeuge pro Jahr mit insgesamt einer Fahrleistung von 104'000 km)*

Beim Szenario „1kg-Gewichtsreduktion“ würden zudem jährlich 1'000 Tonnen Stahl eingespart respektive weniger verarbeitet; zudem wären hier 10'000 Tonnen Stahl in Autos verbaut, welcher einfach recycelt werden kann, insbesondere ohne Verluste von Legierungsbestandteilen¹⁹. Auch dies ist ein relevanter Beitrag zur Kreislaufwirtschaft.

Anmerkung: Die zuvor betrachteten Einsparungen fallen nicht direkt bei den beteiligten Firmen an, sondern beim Produkthersteller und Produktnutzer. Es stellt sich deshalb die Frage, falls diese Einsparung eine relevante Grösse einnimmt, wer davon profitiert. Am Ende vom Kapitel 2 ist dies eines der zu lösenden „Systemprobleme“, d.h.: Das Gesetz des optimalen «Value Sharing».

4.4 Zu lösende „Systemprobleme“

**Zu kompliziert
und
zu wenig Nutzen?**

Bei einer „umfassenden Prozesskettenoptimierung“ über Unternehmensgrenzen hinweg respektive Ecodesign 3.0 ist eine Erweiterung des Problemlösehorizontes wie auch die Frage vom verteilten Nutzen, zentral, denn für viele direkte Ansprechpartner erscheint heute dieses Thema zu kompliziert und der Nutzen zu klein; deshalb wird „gerne nur im eigenen Umfeld“ optimiert.

¹⁸ 1 Mio. Tonnen CO2 entspricht ca. 2% des CO2-Footprint der Schweiz

¹⁹ Pro memoria: die HSX-Stähle erhalten Festigkeit und Härte durch einen spezifischen Blankziehprozess und nicht durch Zulegieren von klassischen Legierungsmetallen.

Erfahrungen aus dem Pilot-Cluster

Das Potential bezüglich „Kreislaufwirtschaft“, also Senken des Rohstoffeinsatzes, vermehrter Einsatz von Sekundärmaterialien, Förderung von Langlebigkeit und Verwertungsfreundlichkeit, ist gross – dies zeigen die Erfahrungen aus dem Pilot-Cluster.

Was fehlt nun für eine erfolgreiche Kooperation? Liegt es daran, dass das Potential im Ganzen nicht erkannt wird? Liegt es an der Schwierigkeit, (neue) Kooperation anzubahnen? Oder liegt es daran, dass die bisherige Nutzenverteilung für die eigentlichen Initiatoren zu klein war?

Die Arbeit im Pilot-Cluster zeigt, dass diese Fragen durchaus berechtigt sind und dass diese eher mit Ja als mit Nein beantwortet werden können. Für eine „umfassende Prozesskettenoptimierung“ als Beitrag für eine verbesserte Kreislaufwirtschaft braucht es eine zweckmässige Systematik, welche einfach anwendbar ist und zugleich gute Ergebnisse liefert (vgl. auch letzter Abschnitt Kapitel 2).

Das Gesetz des exponentiellen „Shared Value“

Wie findet man rasch und zielsicher neue Anwendungsgebiete?

Im Pilot-Cluster hat der Auftragnehmer gemeinsam mit Stahl- und Halbzeughersteller versucht, neue Anwendungsfälle zu finden und gleichzeitig zumindest grob das mögliche Potential abzuschätzen, um weiteren Projektpartnern das Thema „schmackhaft“ zu machen. Bei der Suche nach Kooperationspartnern wurden bestehende Beziehungsnetzwerke genutzt; so war der Zugang etwas einfacher. Das gewählte Vorgehen war deshalb eher deuktiv denn systematisch.

- ⇒ Hier braucht es Methoden & Tools im Sinne von einem „Technologie-Applikations-Modell“ für die Identifikation, Beurteilung und Kombination von möglichen Techniken / Technologien in bekannten und neuen Anwendungsgebieten.

Anmerkung: Im Automobilbaubereich sind Leichtbau sowie effiziente Antriebe ein ganz zentrales Thema; hier könnte man folgende Fragen stellen, um neue Anwendungsbereiche zu identifizieren:

- Wer liefert neue Lösungen für Leichtbau (Sicht Anwender), respektive: kann ich mit meiner Technologie einen Beitrag zu Leichtbau leisten (Sicht Hersteller)?
- Wer liefert neue Lösungen für effiziente Antriebe (Sicht Anwender), respektive: kann ich mit meiner Technologie einen Beitrag zu effizienten Antrieben leisten (Sicht Hersteller)?

Interessant in diesem Kontext ist auch das „Kurbelwellenbeispiel“²⁰: dank neuen Fertigungsverfahren können Kurbelwellen mit qualitativ höherwertigen Oberflächen hergestellt werden; damit reduziert sich die Motorenreibung um 10%! Jetzt müsste sich der Maschinenhersteller fragen: kann ich mit meiner neuer Herstelltechnologie einen Beitrag zu effizienten Lager auch in anderen Bereichen leisten?

Das Gesetz des optimalen „Value Sharing“

In der bisherigen Arbeit im Pilot-Cluster war die Frage des verteilten Nutzens (noch) kein Thema – im Zentrum standen zuerst die technische Lösung respektive die technische Machbarkeit.

Tabelle 5 zeigt, dass durch das Vorliegen grosser Multiplikatoren (insbeson-

²⁰ http://www.zuestengineering.ch/downloads/UP_Broschuere_R_Zuest_Web.pdf, Seite 8ff

dere Anzahl Produkte respektive Autos und hohe km-Leistung) hohe Verbrauchswerte entstehen; entsprechend gross in der Summe sind entsprechende Verbesserungen.

Die Frage des verteilten Nutzens kommt spätestens dann auf den Tisch, wenn sich durch die neue Lösung die Nutzungskosten reduzieren, z.B. durch Gewichtsreduktion und somit reduzierte CO₂-Abgabe. Die Frage lautet dann: Wie könnte respektive sollte dieser „Mehrwert“ verteilt werden?

- ⇒ Hier braucht es ein Benefit-Modell, damit der verteilte Nutzen allen Beteiligten in einer angemessenen Form zugänglich gemacht werden kann.

*Das Gesetz der
„natürlichen
Anbahnung“*

Die „Anbahnung“ im vorliegenden Pilot-Cluster hat der Auftragnehmer als „neutraler Dritter“ übernommen; er hat mit potentiellen Anwendern von HSX-Stählen gesprochen, grundsätzliche Potentiale aufgezeigt und erste Gespräche & Workshops organisiert.

- ⇒ Hier braucht es einen Mindset, also ein neues „Denk- und Wertschöpfungsmodell“ mit ausgeprägtem Bezug zum Kunden, den Kunden des Kunden und deren verschiedensten Bedürfnissen und Anforderungen.

**Fazit bezüglich
„Systemprobleme“**

Die Erfahrungen aus dem Pilot-Cluster stützen die These, dass für eine erfolgreiche Umsetzung von Ecodesign 3.0 respektive „umfassendere Prozesskettenoptimierungen“, d.h. insbesondere mit werkstofftechnischen und geometrische Anpassungen der Produkte, zusätzliche Methoden & Tools sinnvoll wären.

Für das weitere Vorgehen wäre es von Vorteil, wenn

- d) weitere und vor allem unterschiedliche Ecodesign 3.0-Anwendungen als Fallbeispiele vorliegen würden,
- e) diese Fallbeispiele ausgewertet und ein erstes Mapping bezüglich Ausprägungen & Potential vorliegen würde, und
- f) insbesondere weitere Firmen mit Ecodesign 3.0-Potential involviert sind, um die ganze Breite vom Thema abzudecken und um diese für weitere Anwendungen & Kooperationen zu motivieren

Sollte dann immer noch ein Bedarf an spezifischen Methoden & Tools vorhanden sein, wären F&E-Projekte in enger Zusammenarbeit mit der Industrie denkbar (z.B. finanziert durch KTI oder den UTF / BAFU).

5. Vernetzung und Diffusion fördern

5.1 Ecodesign 3.0 ist vielfältig und komplex

Kreislaufwirtschaft wird unterstützt durch Ecodesign

Der Aktionsplan „Grüne Wirtschaft“ / Massnahme 12 regt an, im Kontext der notwendigen „Kreislaufwirtschaft“ sowohl den Rohstoffeinsatz zu überdenken, vermehrt Sekundärwerkstoffe einzusetzen, eine optimale Lebensdauer anzustreben und Reparaturen zu vermeiden sowie das Thema Verwertungs-freundlichkeit bereits bei der Planung neuer Produktionsprozesse und Produkte in Produktionsbetrieben zu berücksichtigen. Der „proaktiver Ansatz“ kann hier durch verstärktes Ecodesign sichergestellt werden:

- Ecodesign 1.0 fokussiert sich (ausschliesslich) auf effiziente Herstellungsprozesse; diese Betrachtung ist für eine optimierte Kreislaufwirtschaft zu eng und muss deshalb zwingend erweitert werden.
- Ecodesign 2.0 fokussiert sich sowohl auf effiziente Herstellungsprozesse wie auch auf die effiziente Nutzung der Produkte und Prozesse; dies entspricht dem aktuellen „Betrachtungsrahmen“ von Ecodesign. Für die geforderte Kreislaufwirtschaft ist die effizientere Nutzung insbesondere von intensiv genutzten Produkten, wie beispielsweise Maschinen & Geräte, äusserst interessant.

Anmerkung: Dies entspricht auch dem Betrachtungsrahmen der aktuellen EU-Gesetzgebung; vergleiche dazu: Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (=energy-related products (ErP) respektive die Nachfolge-Richtlinie 2009/125/EG (ab 20. November 2010)).

- Der Betrachtungsrahmen wird bei Ecodesign 3.0 bewusst nochmals erweitert; zusätzliche Effekte werden berücksichtigt. So werden beispielsweise Geräte & Maschinen für die Herstellung weiterer Produkte eingesetzt; haben diese Produkte bessere Eigenschaften respektive Verbrauchswerte, spricht man vom Nutzen 3. Art.

Unterschiedlichste Anwendungsbereiche und Ausprägungen von Ecodesign 3.0

Das Konzept Ecodesign 3.0 ist in der konkreten Umsetzung vielfältig; dies zeigen die folgenden fünf Beispiele, welche durch den Nutzen 3. Art einen signifikanten Beitrag zur Kreislaufwirtschaft liefern respektive liefern könnten:

- Die Firma Inficon in Balzers hat einen neuen Vakuum-Sensor²¹ entwickelt; dieser misst in deutlich kürzerer Zeit und höherer Genauigkeit das Vakuum; die Sensoren kommen u.a. in der Halbleiterindustrie zum Einsatz; hier lassen sich neu Produktionszyklen signifikant verkürzen bei gleichzeitig höherer Prozessgenauigkeit. Der erzielbare Nutzen 3. Art ist im Vergleich zu Herstellung und Betrieb des Sensors massiv grösser.
- Die Firmen Swiss Steel und Steeltec haben einen neuen hochfesten, gut zerspanbaren und zudem einfach schweisssbaren Blankstahl u.a. für die Automobilindustrie entwickelt²²; damit lassen sich filigranere und leichtere Strukturen realisieren; damit reduziert sich u.a. das Gewicht von Fahrzeugen respektive von ganzen Fahrzeugflotten; zudem können Bauteile kompakter gestaltet werden.

²¹ Vergleiche.: <http://products.inficon.com/de-ch/nav-products/Product/Detail/Stripe-CDG045Dhs?path=Products%2Fpg-wide-range-vacuum-gauges>

²² Vergleiche: <http://www.maschinenmarkt.ch/zulieferindustrie/werkstofftechnik/articles/404258/>

- Ein Kühlschrankhersteller entwickelt gemeinsam mit einem Detaillisten und einem App-Hersteller einen intelligenten Kühlschrank respektive eine „intelligenterer Nahrungsmittel-Bereitstellungskette“; damit lässt sich neu auch der „Food-Waste“ signifikant reduzieren. Auch hier ist der Nutzen 3. Art massiv höher als der Aufwand zur Herstellung der Kühlschränke selbst.
- Die Firma MAG in Göppingen (D) hat ein neues Produktionssystem mit neuen und zugleich effizienteren Produktionstechnologien für die Herstellung von Kurbelwellen entwickelt²³; als zusätzlicher Effekt reduziert sich neu die Motorenreibungen durch bessere Lagersitze. Der Nutzen 3. Art, also der Betrieb der effizienteren Fahrzeugflotte, ist enorm.

Ein analoges Beispiel betrifft weitere Präzisionsmaschinenhersteller, wie z.B. Rollomatic: die neuen Maschinen arbeiten effizienter beim Kunden und erlauben die Herstellung anspruchsvollerer Werkzeuge; der Endkunde kann damit effizienter Bohren & Fräsen respektive auch andere und neuere Materialien / Materialkombinationen bearbeiten. Auch hier ist der Nutzen 3. Art sehr gross im Vergleich zur Herstellung und Betrieb der Maschine selbst.

- Additive Fertigungsverfahren haben bekanntlich den Vorteil, dass neu filigranere Teile und Baugruppen hergestellt werden können; insbesondere sind hier kleinste Losgrössen möglich, also bis hin zu „personalisierten“ Lösungen. Erst durch den Nutzen 3. Art werden diese Verfahren unter dem Aspekt „Kreislaufwirtschaft“ interessant.

Die bisher bekannten oder denkbaren Beispiele zu Ecodesign 3.0 unterscheiden sich in vielen Punkten, insbesondere durch deren Ausprägungen sowie durch ganz unterschiedliche Anwendungsbereiche und Geschäftsmodelle.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob aus einem Set von 6-10 Beispielen bereits ein erstes Mapping erstellt und erste grobe Regeln abgeleitet werden können

Anwendung und Effekte von Ecodesign 3.0 besser verstehen

Anwendungen und Effekte – insbesondere Bezüglich der Kreislaufwirtschaft – sind bei Ecodesign 3.0 deutlich vielfältiger als bei Ecodesign 2.0; diese müssen deshalb differenzierter betrachtet und im Hinblick auf eine Planungssystematik aufgearbeitet werden.

- ⇒ Empfehlung: Um die Effekte und Auswirkungen von Ecodesign 3.0 auf die Ressourceneffizienz respektive Kreislaufwirtschaft besser verstehen zu können, sollten zunächst gute Beispiele analysiert und dokumentiert werden; bei Bedarf müsste dieses Set an Beispielen gezielt ergänzt werden.

²³ Siehe: <http://www.maschinenmarkt.ch/zulieferindustrie/werkstofftechnik/articles/404258/>, Seite 8ff.

5.2 Aus Beispielen erste grobe Systematik ableiten

Vorteil von Fallbeispielen	Das Thema Ecodesign 3.0 ist für viele neu; insbesondere fällt es schwer, das Konzept von einer umfassenderen Optimierung ins eigene Arbeitsumfeld zu übertragen. Hier haben Fallbeispiele den Vorteil, dass der Bezug zur Industrie und damit zur Umsetzung in der Praxis gegeben ist.
Denkprozesse auslösen	Auch wenn ein Set von Beispielen – im Sinne einer explorativen Studie – zunächst nicht repräsentativ für eine Branche sein kann, können zumindest Tendenzen und erste grobe Regeln abgeleitet werden. Nur schon die Frage: „Was bedeutet Ecodesign 3.0 für das eigene Unternehmen?“ löst einen Denkprozess aus. Wenn dann noch Beispiele und erste methodische Ansätze vorliegen, hilft dies, erste Umsetzungsmassnahmen zu ergreifen.
Bezug zum Konzept „Blue Economy“	Das Thema Ecodesign 3.0 müsste zudem verstärkt als zentrales Thema in der Unternehmensführung wahrgenommen werden. Da stellt sich u.a. die Frage, inwiefern Ecodesign 3.0 das Prinzip der „Blue Economy“ unterstützt, denn für die Unternehmensleitung sind Skalierungseffekte interessant, und diese sind bei Ecodesign 3.0 vielfach gegeben respektive massiv höher als in bisherigen Geschäftsmodellen.
Bezug zur Kreislaufwirtschaft	<p>Und aus Sicht „Aktionsplan Grüne Wirtschaft“ ist im Weiteren zu klären, in welchem Ausmass Ecodesign 3.0 einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft liefern könnte.</p> <p>Die vorliegenden Beispiele zeigen ein grosses Potential; deshalb wäre es interessant zu wissen, aufgrund welcher Merkmale und Eigenheiten tendenziell ein grosses Potential vorhanden ist. Ein entsprechendes Mapping von guten Beispielen könnte auch hier erste Hinweise liefern.</p>
Intensive Diskussion mit interessierten Firmen	<p>Nebst dem hier vorliegenden Fallbeispiel „Swiss Steel – Steeltec – Thyssen-Krupp Presta“ sind weitere Ecodesign 3.0-Beispiele bekannt und teilweise auch schon aufgearbeitet (siehe Kapitel 5.1). Diese müssten im Hinblick auf eine systematischere Auswertung (u.a. im Sinne von einem „Mapping“) aufbereitet und allenfalls ergänzt werden.</p> <p>⇒ <u>Empfehlung</u>: Die Auswahl, Aufarbeitung und vor allem die Interpretation und Darstellung von guten Beispielen ist zeitintensiv; eine Gruppe von Fachpersonen aus der Industrie, organisiert als Erfahrungsgruppe (kurz ERFA-Gruppe), könnte diese Arbeit unterstützen.</p>

5.3 ERFA-Gruppe als „Sounding Board“

Vernetzung und Diffusion	Interessant sind neue Optimierungsansätze, welche von mehreren Firmen umgesetzt werden. ERFA-Gruppen können dies gezielt unterstützen, indem diese unterschiedliche Einschätzungen und Erfahrungen sammeln, aufarbeiten und weiteren Firmen zugänglich machen. Die Diskussion wird idealerweise unterstützt durch gute Beispiele und direkten Erfahrungsaustausch.
---------------------------------	--

**ERFA-Gruppe
„Ecodesign 3.0“**

Das „Netzwerk Ressourceneffizienz Schweiz“ (Reffnet.ch; Massnahme 11 im Rahmen des Aktionsplanes „Grüne Wirtschaft“) hat zum Ziel, interessierte Firmen bei der Umsetzung von effizienzsteigernden Massnahmen zu unterstützen. Reffnet.ch offeriert Firmen deshalb einen kostenlosen Support von bis zu 5 Expertentagen in Sinne eines „Effizienz-Gutscheins“.

Der Trägerverein von Reffnet.ch hat an der Sitzung vom 12.3.2015 u.a. beschlossen, zum Thema „Ecodesign 3.0“ eine ERFA-Gruppe zu lancieren. Insbesondere sollen mit interessierten Firmen das Konzept Ecodesign 3.0 vertieft und Umsetzungen unterstützt werden.

Für die Umsetzung der Massnahme 12 – Aktionsplan Grüne Wirtschaft – hat dies drei wesentliche Vorteile:

- a) Ein zweckmässiger organisatorischer Rahmen für das weitere Vorgehen besteht bereits, respektive wird demnächst aufgebaut.
- b) Interessierten Firmen können gezielt Reffnet.ch-Dienstleistungen angeboten werden.
- c) Die Massnahme 12 wird zudem mit Massnahme 11 verknüpft.

Insbesondere der zweite Punkt könnte Firmen motivieren, aktiv bei der weiteren Konzipierung und Umsetzung von Ecodesign 3.0 mitzuwirken.

⇒ Empfehlung: Für das weitere Vorgehen sollte deshalb der organisatorische Rahmen von Reffnet.ch, respektive die neue ERFA-Gruppe Ecodesign 3.0 genutzt werden.

Anmerkung: Durch Reffnet.ch ist der Aufwand für die Initiierung der ERFA-Gruppe abgedeckt, nicht aber

- die Ausarbeitung & Auswertung von Fallbeispielen,
- das Vordenken für die Industrie (vgl. Abb. 7) sowie
- Entwicklung / Ausarbeitung geeigneter Methoden & Tools.

**Inhalt und Struktur
einer ERFA-Gruppe
Ecodesign 3.0**

Die Arbeit in der geplanten ERFA-Gruppe Ecodesign 3.0 sollte durch eine Sammlung von guten Beispielen ergänzt werden (Abb. 7); zum einen wird damit die Basis für Diskussionen mit der Industrie gelegt; zum anderen können damit erste methodische Auswertungen vorgenommen werden und der künftige Handlungsbedarf ermittelt werden (z.B. künftige F&E-Projekt mit der Industrie):

*Fallbeispiele
aufarbeiten*

Gute Fallbeispiele können Interessierten zugänglich gemacht werden, beispielsweise in einer Broschüre, inklusive ergänzenden Texten und Hinweisen²⁴, oder dann als Sammlung im Internet.

*Regelmässige
Meetings*

Denkbar sind 3-4 halbtägige Meetings pro Jahr mit festgelegten Themenschwerpunkten zum Thema Ecodesign 3.0, idealerweise mit Beiträgen & Einschätzungen von Firmen wie auch von Hochschulen; denkbar sind bei Bedarf Gastbeiträge. Ein wichtiger Bestandteil der Meetings werden Diskussionen, Vernetzung und Diffusion einnehmen.

²⁴ 6 Beispiele zum Thema „Produktionseffizienz“: http://www.zuestengineering.ch/downloads/UP_Broschuere_R_Zuest_Web.pdf

Damit ein guter Erfahrungsaustausch möglich ist, müssen mindestens 10-20 Firmen gefunden werden, welche aktiv an diesen Meetings teilnehmen.

Einmal pro Jahr wäre auch eine grössere Tagung sinnvoll; damit können

- a) Weitere Firmen für eine Mitarbeit gewonnen, und
- b) bei weiteren Organisationen, z.B. Ämter und Politiker sowie NGOs, die Akzeptanz für das Thema erhöht und allenfalls weiterführende Unterstützung sichergestellt werden.

Trägerschaft Ab 2016 wird die ERFA-Gruppe selbsttragend sein; vorgesehen ist ein kleinerer Jahresbeitrag.

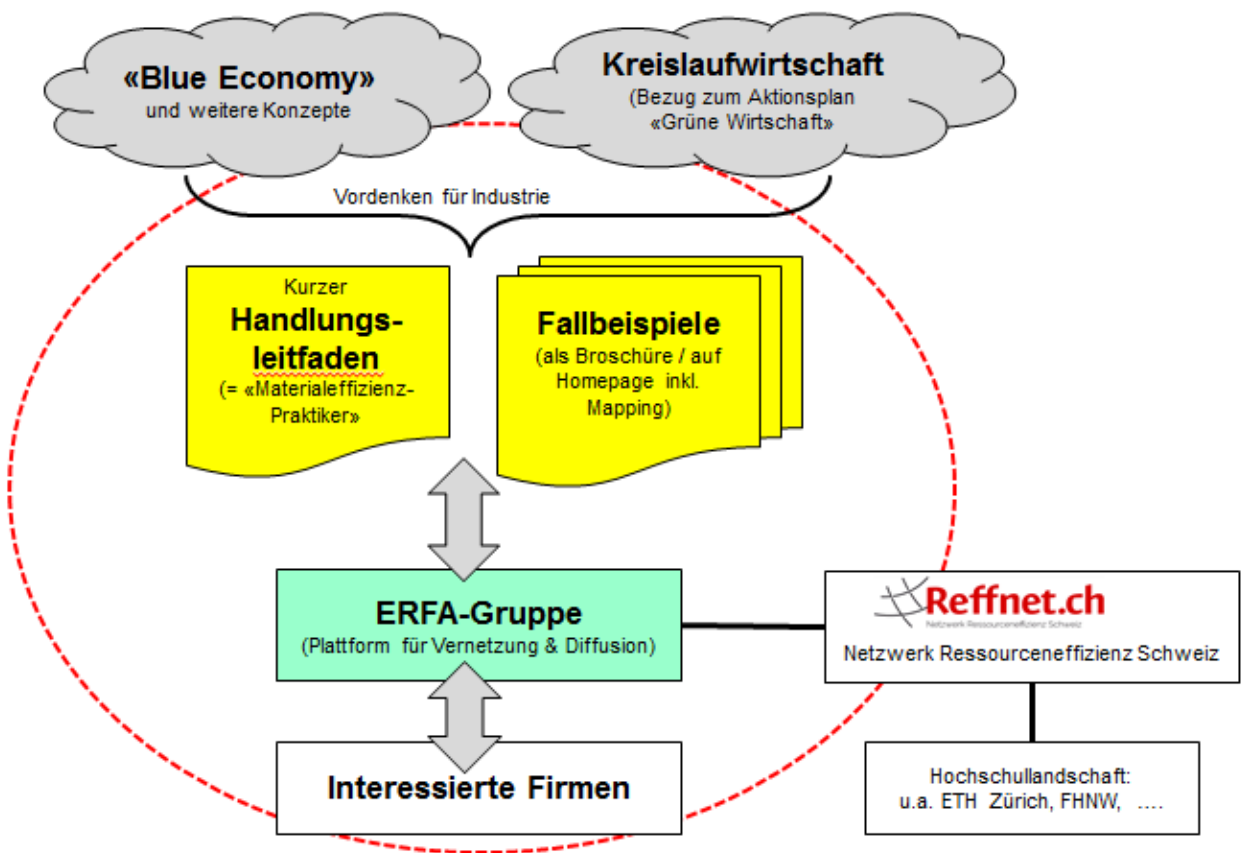


Abb. 7: Konzept für Vernetzung und Diffusion

6. Vorschlag für weiteres Vorgehen

Ecodesign 3.0: Akzeptanz und Umsetzungswille

Es wird vorgeschlagen, das Thema Ecodesign 3.0 in einem nächsten Schritt eng mit der Industrie zu bearbeiten. Damit soll sichergestellt werden, dass praxisnahe Ergebnisse und Empfehlungen erarbeitet werden, welche die Akteure umsetzen können.

1

Set von illustrati- ven Ecodesign 3.0- Beispielen inkl. Gegenüberstellung

Es wird empfohlen, in einem ersten Schritt ca. 6-8 möglichst gute und zugleich vielfältige Beispiele zu Ecodesign 3.0 zu suchen und aufzuarbeiten. Es soll insbesondere aufgezeigt werden:

- Anwendungsbereich: u.a. Branche, beteiligte Firmen, Prozess- und/oder Produktanpassungen, ... und wenn möglich auch der zugrunde liegende Business-Case.
- Art von Ecodesign 3.0: handelt es sich um eine Prozesskettenoptimierung (=1 Wertschöpfungskette), sich kreuzende Wertschöpfungsketten oder symbiotische Beziehungen zwischen zwei Wertschöpfungsketten, oder weitere Arten von Ecodesign 3.0?
- Umgesetzte Ecodesign-Massnahmen: Verbesserungen bezüglich Materialeinsatz & Geometrie, technologische Verbesserungen, andere Organisation, Einbezug Betroffener & Beteiligter (im Sinne einer sozio-technischen Optimierung), ...
- Realisierte Verbesserungen: Abschätzen vom Nutzen 1.Art, Nutzen 2.Art sowie Nutzen 3.Art, bezüglich Ressourceneffizienz und ökonomischem Erfolg
- Schwierigkeiten, Grenzen und Hemmnisse: bei der Konzeptionierung, Umsetzung und Betrieb von diesen Ecodesign 3.0-Beispielen

Für die Ausarbeitung sollen insbesondere bestehende Beispiele oder dann bestehende Firmenkontakte genutzt werden.

Deliverables

Als Resultat wird ein Set von gut dokumentierten Beispielen erwartet; diese Beispiele sollen insbesondere die unterschiedlichen Ausprägungen von Ecodesign 3.0 sichtbar machen wie auch der dadurch erzielte Nutzen 3. Art. Zudem wären Hinweise interessant, in welcher „Radikalität“ sich Ecodesign 3.0 auf bestehende Lösungen / Systeme auswirkt²⁵.

2

Auswertung / Mapping und Ab- leiten von einem ersten methodi- schen Ansatz

In einem weiteren Schritt geht es darum, „Gesetzmässigkeiten“ abzuleiten; von grossem Interesse sind u.a. Erkenntnisse und Antworten auf die am Ende von Kapitel 2.3 beschriebenen Systemprobleme:

1. Wie lassen sich Bereiche identifizieren, in denen durch kollektive Problemlösung der grösste (exponentielle) gemeinsame Nutzen für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden kann?

²⁵ Durch „eBookers“ beispielsweise wurde die Reisebranche neu aufgemischt und etablierte Dienstleistungsanbieter haben ihre Berechtigung verloren. Ähnliches könnten auch additive Fertigungsverfahren bewirken, weil diese neu ein dezentrales Fertigen mit grosser Variantenvielfalt ermöglichen; zudem sind filigranere und komplexere Teilstrukturen möglich, wie beispielsweise Leitungssysteme zwecks Kühlung in einem Spritzgusswerkzeug oder spezifische Strukturen in einem Hohlkörper. Analoge Veränderungen treten auch bei weiteren Ecodesign 3.0-Beispielen auf.

2. Welche Anreize bringen die nötigen Akteure zusammen, wie können sie den Wert aus «Umverteilung», «Reduktion» und «Vermeidung» abschöpfen und gerecht unter einander verteilen?
3. Wie können solche Kollaborationsnetzwerke errichtet werden?

Deliverables Als Resultat wird eine erste Auslegeordnung von Gesetzmässigkeiten für erfolgreiches Ecodesign 3.0 erwartet. Die Gesetzmässigkeiten können aus den Beispielen direkt oder indirekt via Literaturrecherchen abgeleitet sein. Insbesondere sind Hinweise interessant, welche eine Übertragung auf andere / neue Bereiche ermöglichen.

3

Nationale Tagung

Das Konzept Ecodesign 3.0 ist insbesondere wegen zwei Effekten für die Industrie interessant:

- a) „Kostet weniger – kann mehr“, sowie
- b) der Skalierungseffekt (=Multiplikation guter Lösungen und somit deutlich höher Mehrwert)

Um das Konzept breiter abzustützen und weitere interessierte Firmen zu finden, sollte eine nationale Tagung durchgeführt werden. Idealweise präsentieren Industrievertreter ihre Ecodesign 3.0-Lösungen; die Moderation und Tagungsleitung sorgt für eine optimale Vernetzung und Vertiefung der Beispiele. In Workshops könnten zudem die erarbeiteten Beispiele wie auch das Konzept Ecodesign 3.0 und dessen Gesetzmässigkeiten breiter diskutiert werden. Zielpublikum wäre nebst Firmen, Vertreter von NGO, Ämtern und Hochschulen.

Deliverables Als Resultat sollte deshalb vorliegen:

- a) Tagungsdokumentation (Präsentationen; Fallbeispiel; Fazit aus Workshops) – als Print-Version und/oder Internet-Version, sowie Medienpartner, welcher Erkenntnisse zusätzlich verbreitet
- b) Liste von Firmen, welche das Thema Ecodesign 3.0 vertiefen wollen und deshalb an einer Mitarbeit in der geplanten ERFA-Gruppe interessiert sind; idealerweise sind dies mindestens 10 zusätzliche Firmen.

4

Arbeiten in der ERFA-Gruppe

Das Thema Ecodesign 3.0 sollte in einer ERFA-Gruppe vertieft werden; insbesondere können so interessierten Firmen zusätzliche Dienstleistungen von Reffn.ch angeboten werden, z.B.: eine Einschätzung zum eigenen Ecodesign 3.0-Potential, oder dann die aktive Mitarbeit in Projekten zwecks Herleiten erfolgversprechender Massnahmen und deren effiziente Umsetzung.

Deliverables Als Resultat müsste nach ca. ½ Jahr eine aktive ARFA-Gruppe – in Kooperation mit Reffn.ch vorliegen, welche sich quartalsweise trifft, aktuelle Fragestellungen zu Ecodesign 3.0 aufgreift und versucht, diese gemeinsam zu beantworten. Im Idealfall lanciert diese Gruppe bei komplexeren Fragestellungen auch weiterführende F&E-Projekt