

Ecodesign – leicht gemacht

In sechs Schritten zum umweltgerechten Produkt

Ecodesign-Tools und Methoden sind ausreichend vorhanden. Oft stehen diese aber ohne Bezug zu vor- und nachgelagerten Produktentwicklungsschritten. Der gesamte Ecodesign-Prozess beginnt bei der Betrachtung und Integration von signifikanten Umweltaspekten, geht über die Berücksichtigung der Kundenanforderungen in der Produktentwicklung bis hin zur Kommunikation der erzielten Umweltverbesserungen am Markt.

Von Rainer Pammlinger, Wolfgang Wimmer und Hesam Ostad A. Ghorabi

Umweltgerechte und nachhaltige Produktentwicklung, kurz Ecodesign, ist einerseits ein Schlüsselfaktor für die Industrie und andererseits eine Notwendigkeit, um unterschiedlichen Anforderungen zu entsprechen: Beispielsweise fordern Kunden, dass Produkte die Umwelt wenig belasten und beim Gebrauch keine gesundheitsgefährlichen Stoffe freisetzen. Aktuelle Gesetze und Verordnungen verlangen von den Herstellern, ihre Produkte umweltschonender zu gestalten. Im Bereich der Elektro- und Elektronikgeräte etwa müssen gemäß WEEE [1] bestimmte Recyclingquoten eingehalten werden. Laut RoHS [2] darf in Elektronikgeräten unter anderem kein Blei verwendet werden.

Die Basis für einen erfolgreichen Ecodesign-Verbesserungsprozess ist eine umfassende Analyse der vorliegenden Situation. Um Strategien und Maßnahmen zur Senkung der Umweltauswirkungen eines Produktes ableiten zu können, ist es unerlässlich, die vorliegende Situation aus Umweltsicht zu betrachten und zu bewerten.

Methodisches Vorgehen

Im Ecodesign-Prozess müssen vom Produktentwicklungsteam Umweltaspekte sowie Forderungen von Anspruchsgruppen (Stakeholder) – Kunden, Mitarbeiter, Lieferanten, Gläubiger, Anteilseigner, Staat und Gesellschaft – betrachtet werden (Bild 1). Um dies zu verwirklichen,

ist eine strukturierte Vorgehensweise nötig. Die Ecodesign-Prozessschritte beinhalten einerseits das Entwickeln von Aufgaben für die Konstruktion, das Ableiten von Produktverbesserungen und andererseits – mindestens ebenso wichtig – die Kommunikation der erzielten Umweltverbesserungen. Folgende Fragen sollen dabei schrittweise beantwortet werden:

- ▶ Schritt 1: Produkt-Modellierung
Wie kann man ein Produkt für einen Ecodesign-Prozess hinreichend genau erfassen und beschreiben?
- ▶ Schritt 2: Umweltbewertung
Wie kann man die signifikanten Umweltauswirkungen eines Produktes entlang des gesamten Produktlebens feststellen?
- ▶ Schritt 3: Kundenanforderungen
Welche Anforderungen an das Produkt

seitens der Kunden sind zu berücksichtigen?

▶ Schritt 4: Ecodesign-Aufgaben
Wie kann man zielgerecht Konstruktionsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Umweltaspekten und der verschiedenen Anspruchsgruppen ableiten?

▶ Schritt 5: Produktverbesserung
Wie entwickelt man ein umweltfreundliches Produkt? Wie werden Ecodesign-Maßnahmen in den Produktentwicklungsprozess integriert?

▶ Schritt 6: Umweltkommunikation
Wie kommuniziert man Umweltverbesserungen eines Produktes am Markt?

Am Beispiel eines Wasserkochers werden diese sechs Schritte nun erläutert.

Schritt 1: Das eigene Produkt verstehen – systematische Produktbeschreibung

Praktische Anwendungen von Ecodesign haben gezeigt, dass ein systematischer Prozess über den gesamten Produktlebenszyklus von zentraler Bedeutung ist. Das gesamte Produkt wird in all seinen Lebensphasen (Bild 2), von Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport, Nutzung bis zum Nachgebrauch, analysiert und unter ökologischen Gesichtspunkten systematisch beurteilt. Das Resultat aus diesem „Life Cycle Thinking“ ist ein quantifiziertes Produktmodell. Dieses bildet die relevanten Lebensabschnitte wie auch die entsprechenden Ressourcenentnahmen aus der Ökosphäre und Emissionen in diese ab. Zudem liegt eine Abschätzung der ökologischen Umweltauswirkung des Produktes vor.

Im quantifizierten Produktmodell am Beispiel eines Wasserkochers wird für die Phase der Rohstoffgewinnung angegeben, dass 410 g Polypropylen, 120 g Stahl, 20 g Polyamid etc. an Materialien verwendet werden. In der Phase

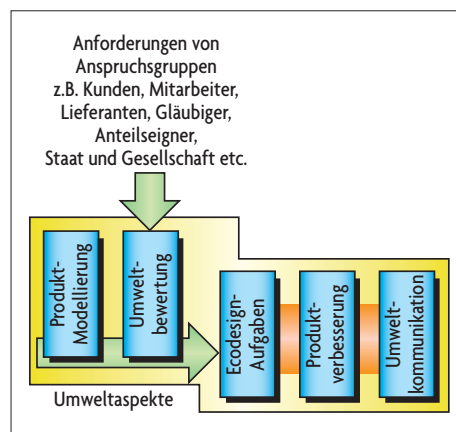


Bild 1. Ecodesign fügt sich in den normalen Entwicklungsprozess ein. Es verknüpft die technischen Anforderungen mit Umweltaspekten und den Forderungen von internen und externen Anspruchsgruppen [3].

nach Gebrauch zeigt sich, dass eine Demontage nicht möglich ist und die Recyclingrate bei 50 % Gewichtsanteil liegt. Diese Daten fließen in einem nächsten Schritt in die Umweltbewertung des Produktes ein.

Schritt 2: Das eigene Produkt bewerten – Umweltbewertung eines Produktes

Die Bewertung des Produktes kann durch eine Ökobilanz (Life Cycle Assessment) nach ISO 14040 ff. [5] mittels geeigneter Software durchgeführt

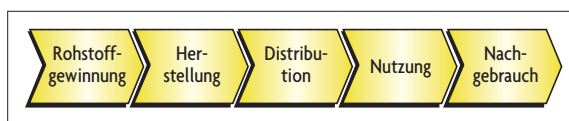


Bild 2. Die Gesellschaft erwartet von Herstellern eine erweiterte Verantwortung: von der Rohstoffgewinnung bis zum Nachgebrauch [4].

werden. Die Ökobilanz ist sehr zeit- und kostenaufwendig. Deshalb hat die Ecodesign-Forschungsgruppe der TU Wien einen Ecodesign-Assistenten entwickelt, der per Internet frei verfügbar ist [6]. Dieser Assistent charakterisiert das Produkt, indem die Lebensphase mit den größten Umweltauswirkungen identifiziert wird. Für jede Lebensphase werden mit Hilfe eines Formulars Produktdaten abgefragt. Mit Hilfe dieser Produktdaten stellt das Programm den so genannten Produkttyp fest.

Der als Beispiel dienende Wasserkocher wird als nutzungsintensives Produkt identifiziert, d.h., aus der Nutzungsphase resultieren durch den Energieverbrauch die größten Umweltauswirkungen. Zusätzlich zum Produkttyp erkennt der Ecodesign-Assistent die wesentlichen Umweltaspekte und schlägt die am besten geeigneten Ecodesign-Strategien zur Produktverbesserung vor. Für das Beispiel des Wasserkochers wird die Strategie „Verbrauchsreduktion in der Nutzung“ als wichtigste Verbesserungsstrategie angeführt. Diese Strategie soll zur weiteren Produktverbesserung herangezogen werden und ist zu diesem Zwecke direkt mit dem Ecodesign-PILOT (Produkt-, Innovations-, Lern- und Optimierungstool, Bild 3) verlinkt. Im Ecodesign-PILOT können mittels

Checklisten Verbesserungsideen generiert werden.

Schritt 3: Die eigenen Kunden verstehen – Kundenanforderungen ermitteln

Bei Ecodesign geht es nicht nur um das Einbeziehen von Umweltfaktoren in die Produktentwicklung. Bei einem neuen unternehmerischen Weltbild kommt auch den Mitarbeitern, Aktionären, Endkunden, Zulieferern, Gesetzen, Verordnungen ... – kurz allen Anspruchsgruppen (Stakeholder) – eine wesentliche Bedeutung zu. Für Unternehmen ist es nicht immer einfach, die unterschiedlichen Anforderungen zu berücksichtigen. Hierbei kann die Verwendung einer

Environmental Quality Function Deployment (EQFD) Abhilfe schaffen. Das EQFD übersetzt quasi die verschiedenen Anforderungen in eine technische Sprache. Dabei werden die Forderungen der Anspruchsgruppen mit den Umweltparametern wie Gewicht, Lebensdauer, Materialien, Recyclingrate etc. vernetzt. Ziel ist es, jene Umweltparameter zu identifizieren, die die Stakeholder-Anforderungen erfüllen, um diese entsprechend in der Produktverbesserung berücksichtigen zu können.

Zunächst müssen die Anspruchsgruppen definiert werden. Als erstes werden die Nutzer des Produktes be-

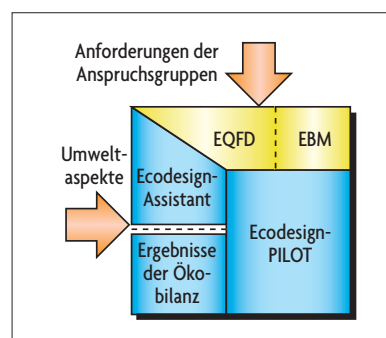


Bild 3. Der Ecodesign-PILOT integriert Umweltaspekte und Anforderungen von Anspruchsgruppen zu einem Entwicklungsprozess [3]. (EBM: Environmental Benchmarking Method, EQFD: Environmental Quality Function Deployment)

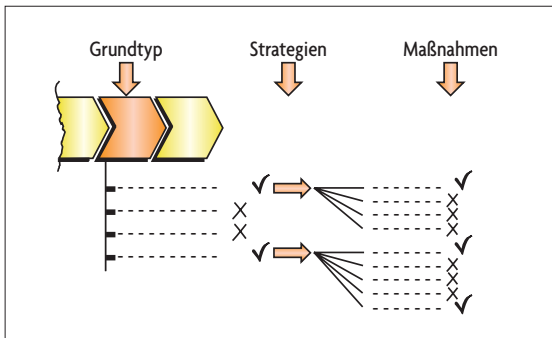


Bild 4. Zuerst wird der Grundtyp des Produktes ermittelt – in welcher Lebensphase (siehe Bild 2) treten die wesentlichen Umweltauswirkungen auf; danach lassen sich Strategien erarbeiten, die zu konkreten Verbesserungsmaßnahmen führen [4].

trachtet. Der Nutzer beispielsweise möchte den Wasserkocher in der Küche bzw. im Büro schnell und einfach verwenden können. Daraus kann die Anforderung „leicht zu bedienen“ abgeleitet werden. Zudem wird vom Nutzer ein geringer Energieverbrauch während des Betriebs gefordert. Zusätzlich zum privaten Nutzer stellen gewerbliche Nutzer Anforderungen wie z.B. „umweltsicher“ an den Wasserkocher. Es gibt jedoch noch weitere Anspruchsgruppen, die ein Hersteller berücksichtigen muss: wichtige verpflichtende Anforderungen wie zum Beispiel die WEEE-Richtlinie (Anforderung: leicht rezyklierbar) oder freiwillige Auflagen durch Umweltschichten.

Aus den geforderten Eigenschaften der Produkte werden anschließend technische Umweltparameter abgeleitet. Diese Umweltparameter sollen quantifizierbar bzw. messbar sein, wobei pro Anforderung zwei bis drei Produktmerkmale erfasst werden sollen, die diese Anforderung erfüllen können. Als Ergebnis liegen die wichtigsten Umweltparameter aus Kundensicht vor. Diese Umweltparameter können in einem weiteren Schritt den Verbesserungsstrategien des Ecodesign-PILOT zugeordnet werden. Für den Wasserkocher werden die beiden Um-

weltparameter „verwendete Materialien“ und „Recyclingrate“ als die wichtigsten für die Anspruchsgruppen identifiziert. Weitere, für die Verbesserung relevante Umweltparameter könnten aus einem Vergleich von Konkurrenzprodukten (Environmental Benchmarking Method, EBM) abgeleitet werden.

Schritt 4: Ecodesign-Aufgaben für das eigene Produkt finden – Ecodesign-PILOT-Checklisten

Die bei der Produktbewertung und die, aus der Sicht der Anspruchsgruppen, identifizierten Umweltparameter bzw. Strategien zur Produktverbesserung werden gemeinsam mit dem Ecodesign-PILOT zur weiteren Produktverbesserung herangezogen. Der Ecodesign-PILOT führt gemeinsam mit dem Ecodesign-Assistent in drei Stufen zu einem verbesserten Produkt (Bild 4).

► 1. Bei der Charakterisierung des Produktes wird festgestellt, in welcher Phase des Produktlebenszyklus die

Die im Ecodesign-Assistent für den Wasserkocher gefundenen Strategien sind mit den Checklisten des Ecodesign-PILOT verknüpft. In diesen Checklisten werden die einzelnen Maßnahmen zur Umsetzung der Verbesserungsstrategien auf Relevanz und Erfüllung geprüft (Bild 5). Mit dieser einfachen Vorgehensweise identifiziert man jene Ecodesign-Maßnahmen, die einerseits sehr wichtig und andererseits noch nicht umgesetzt sind – also jene, die eine hohe Priorität haben. Auf diese Maßnahmen mit der höchsten Priorität sollte bei der Produktverbesserung der Fokus gerichtet sein, da sie die höchsten Verbesserungspotentiale in Bezug auf die Umweltauswirkungen bergen.

In der ersten Maßnahme in der Checkliste „Verbrauchsreduktion in der Nutzung“ geht es um die umweltschädigende Fehlnutzung. Dies ist für den als Beispiel gewählten Wasserkocher einerseits – unter der Betrachtung der Forderungen aller Anspruchsgruppen – sehr wichtig und andererseits auch noch nicht erfüllt, da beispielsweise häufig eine unnötig große Wassermenge erhitzt wird. Werden die Ecodesign-Checklisten durchgearbeitet, dann können konkrete und auch leicht umsetzbare Maßnahmen zur Produktverbesserung erarbeitet werden.

Weitere mittels Ecodesign-Assistent identifizierte Ecodesign-Maßnahmen folgen:

- Aktuellen Verbrauch des Produktes in der Nutzungsphase anzeigen.
- Energiebedarf in der Nutzungsphase durch Erhöhung des Wirkungsgrades minimieren.
- Energiebedarf in der Nutzungsphase durch Wahl eines geeigneten Funktionsprinzips minimieren.

Auf Basis der Hinweise in den Checklisten lassen sich dann konkrete Verbesserungen finden, etwa in Form



Bild 5. Mit den Checklisten – zum Beispiel „Verbrauchsreduktion in der Nutzung“ – lässt sich feststellen, welche Maßnahmen besonders wichtig sind und wie nah man dem Ziel bereits gekommen ist [6].

wesentlichen Umweltauswirkungen stattfinden.

- 2. Der so ermittelte Produkttyp führt zu geeigneten Ecodesign-Strategien und dazugehörigen Checklisten.
- 3. Durch die Bearbeitung der Ecodesign-Checklisten werden schließlich konkrete Maßnahmen zur Produktverbesserung gefunden.

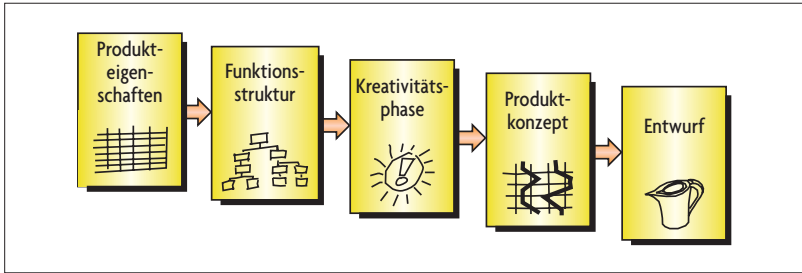


Bild 6. Ecodesign benötigt keinen speziellen Produktverbesserungsprozess – die Produktentwicklung kann wie gewohnt ablaufen. Lediglich in der ersten Stufe kommen neue Anforderungen an das Produkt und neue Eigenschaften hinzu [3].

einer verbesserten Temperaturkontrolle bzw. -überwachung.

Schritt 5: Umweltverbesserungen integrieren – Produktentwicklungsprozess

Nachdem die wichtigsten Maßnahmen identifiziert wurden, kann nun mit der eigentlichen Verbesserung begonnen werden. Dieser Produktverbesserungsprozess ist in fünf Stufen unterteilt, nämlich: Produkteigenschaften, Funktionsstruktur, Kreativitätsphase, Produktkonzept und Entwurf (Bild 6).

Den Anfang des Verbesserungsprozesses stellt die Sammlung der Produkteigenschaften bzw. -anforderungen dar, die aus den Ecodesign-Checklisten ermittelt wurden. Für den Wasserkocher wird „Messen und Anzeigen einer Wassertemperatur von 50 °C bis 100 °C“ angeführt. Hier ist es wichtig, die Produkteigenschaften und -anforderungen neutral zu formulieren, damit zu einem späteren Zeitpunkt die Entwicklung neuer Ideen nicht behindert wird.

Ein Kernelement in der Produktentwicklung liegt im „Denken in Funktionen“; jene Funktionen, die das Produkt mit sich bringen muss, um die Kundenanforderungen zu erfüllen. Für unser Beispiel bedeutet das: „Wassertemperatur anzeigen“. Um herauszufinden, ob neue Funktionen im Produkt nötig sind, Funktionen Verbesserungen verlangen bzw. Funktionen gestrichen werden können, gibt es verschiedene Bewertungsmethoden wie z.B. die Funktionssynthese, bei der Schritt für Schritt aus den einzelnen Funktionen ein Produktkonzept entwickelt wird.

In den Kreativitätssitzungen werden für die Umsetzung der Funktionen neue Ideen entwickelt. Hierzu stehen

Methoden der Analogienbildung wie Synektik, Bionik oder auch TRIZ (russ: Teoria Reshenija Izobretatjelskich Zadacz, dt: Theorie des erfinderischen Problemlösens) [7] zur Verfügung. wertvoll kann auch eine Patentrecherche sein. Die Funktion „Wassertemperatur anzeigen“ kann analog, digital bzw. einfach durch ein grünes bzw. rotes Licht erfolgen, mit dem signalisiert wird, ob die Temperatur über einem bestimmten Schwellwert liegt und ein weiterer Aufheizvorgang unterbleiben kann.

Nachdem für alle Funktionen Realisierungsvorschläge vorliegen, können diese zu einem Gesamtkonzept verbunden werden. Dabei ist ein morphologischer Kasten hilfreich. Dort werden die Funktionen und deren bewertete Realisierungsmöglichkeiten eingetragen und die verschiedenen Realisierungsmöglichkeiten zu Funktionen kombiniert. Diese Kombinationen stellen verschiedene Varianten für das Problem dar (Bild 7). Die jeweiligen Alternativen können in weiterer Folge bewertet und ausgewählt werden.

Für den Wasserkocher konnten unter anderem folgende Verbesserungsvorschläge erarbeitet werden:

- ▶ Einbau einer Lampe oder eines Signals, um die aktuelle Temperatur des Wassers anzuzeigen (Vermeiden von unnötigem Wiederaufkochen).
- ▶ Vorsehen einer einstellbaren Halte-temperatur.
- ▶ Verbesserung der Isolierung des Gehäuses.
- ▶ Rezyklierbare Werkstoffe bevorzugt einsetzen.
- ▶ Bleifreie Lötung.

Schritt 6: Die erzielten Verbesserungen bewerben – Umweltkommunikation

Immer mehr Kunden wie auch andere Anspruchsgruppen fordern umweltgerechte Produkte. Hat ein Hersteller



Funktion	Realisierungsvorschläge		
	VI	V1	V2
automatisches Ausschalten	Bimetall	Temperatursensor (Widerstand)	...
messen der Wassertemperatur	vergleichen mit festem Schwellwert	vergleichen mit einstellbarem Schwellwert	...
anzeigen der Wassertemperatur	Lampe rot/grün 	analog 	digital 85 °C
anzeigen des Wasserpegels	seitliche Skala in Liter	seitliche Skala in Tassen	frontale Skala in Tassen
Wärmeisolierung	doppelwandig mit Luftisolierung	Isolierschaum	...
freie Beweglichkeit	Bodenplatte

Bild 7. Anhand eines morphologischen Kastens lassen sich die einzelnen geforderten Funktionen mit Vorschlägen zu deren Realisierung verknüpfen [3].

Elektro- und Elektronikgeräte-PILOT

Das Programm EEG-PILOT dient zur Hilfe bei der Erfüllung der beiden EU-Richtlinien WEEE und RoHS. Es ist in vier Bereiche unterteilt: Im ersten Bereich „Wer“ wird festgestellt, ob das Unternehmen in den Geltungsbereich der Richtlinien fällt. Im zweiten Bereich „Was“ wird der Inhalt der Richtlinie in leicht verständlicher Form aufbereitet. Im dritten Bereich „Wann“ sind die genauen Fristen der Umsetzung enthalten. Der vierte Bereich

„Wie“ führt Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung in die Praxis an. Durch das Arbeiten mit den Checklisten wird das Erreichen der Gesetzeskonformität sehr vereinfacht. Als Ergebnis des EEG-PILOT liegen konkrete Handlungsanweisungen vor, die sehr einfach umgesetzt werden können. Der EEG-PILOT ist internetbasiert und steht frei über die Internetseite www.ecodesign.at/pilot/eeg zur Verfügung. *Maria Huber*

sein Produkt ökologisch verbessert, sollten diese Verbesserungen entsprechend kommuniziert werden. Für die Kommunikation der Umweltleistung des Produktes stehen verschiedene Instrumente zur Verfügung: Umweltzeichen (z.B. Blauer Engel) nach ISO 14024 [8], selbsterklärte Umweltzeichen (firmeneigene Umweltzeichen) nach ISO 14021 [9] oder Umwelterklärung nach ISO 14025 [10]. Die Umweltproduktdeklaration baut auf einer vorangegangenen Ökobilanz auf und kommuniziert die Umweltaspekte eines Produktes für den gesamten Lebenszyklus.

In einem laufenden Forschungsprojekt werden für drei Unternehmen diese sechs Schritte angewendet und eine Ecodesign-Toolbox for Green Product Concepts entwickelt. Zur Optimierung

elektronischer Produkte nach den EU-Richtlinien WEEE und RoHS wurde an der TU Wien außerdem ein spezieller Elektro- und Elektronikgeräte-PILOT (EEG-PILOT, siehe **Kasten**) entwickelt. Dieses Programm ist integrierter Bestandteil der Ecodesign-Toolbox und hilft bei der Integration der gesetzlichen Anforderungen in den Produktverbesserungsprozess.

Der Ecodesign-PILOT wurde auch an die spezifischen Anforderungen der Möbel-, Ski- und Automobilindustrie angepasst. Die weitere Umsetzung und die praktische Anwendung dieser Methoden erfolgt gemeinsam mit einem Spin-Off-Unternehmen der TU Wien, der ECODESIGN company, die Prof. Dr. Wolfgang Wimmer gemeinsam mit einem koreanischen und einem kanadischen Kollegen gegründet hat. *hs*

Literatur

- [1] Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.
- [2] Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.
- [3] *Wimmer, W.; Züst, R.; Züst, K.-M. Lee, K.-M.*: ECODESIGN Implementation – A Systematic Guidance on Integrating Environmental Considerations into Product Development. Springer Verlag, 2004, ISBN: 1-4020-3070-3.
- [4] *Wimmer, W.; Züst, R.*: ECODESIGN PILOT Produkt Innovation Lern- und Optimierung-Tool für umweltgerechte Produktentwicklung. Verlag Industrielle, Organisation, 2001, mit CD-ROM. ISBN: 3-85743-707-3.
- [5] DIN EN ISO 14040ff. Umweltmanagement – Ökobilanzen, Prinzipien und allgemeine Anforderungen.
- [6] www.ecodesign.at/pilot
- [7] *Altshuller, G.*: 40 Principles, TRIZ Keys to technical Innovation. Technical Innovation Center, Worcester, 2001.
- [8] DIN EN ISO 14024 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen (Umweltkennzeichnung Typ I) – Grundsätze und Verfahren (ISO 14024:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14024:2000.
- [9] DIN EN ISO 14021 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II) (ISO 14021:1999); Deutsche Fassung EN ISO 14021:2001.
- [10] ISO/TR 14062 Umweltmanagement – Integration von Umweltaspekten in Produktdesign- und -entwicklung.



**Dipl.-Ing.
Rainer Pamminger**

studierte Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau mit Spezialisierung Konstruktionslehre-Ecodesign an der Technischen Universität Wien und an der University of Salford (GB). Seit 2002 ist er am Institut für Konstruktionswissenschaften im Forschungsbereich Ecodesign angestellt und arbeitet dort an Methoden für Produktentwickler.
pamminger@ecodesign.at



**Dipl.-Ing. Hesam Ostad
A. Ghorabi**

studierte Maschinenbau an der TU Wien, wo er 2006 seinen Universitätsabschluss erlangte. Seit 2002 arbeitet er am Institut für Konstruktionswissenschaften, Forschungsbereich Ecodesign der TU Wien. Nebst zahlreichen Projekten ist er für die Methodenentwicklung für nachhaltige Produktentwicklung sowie für die Adaptierung des PILOT an firmenspezifische Anforderungen zuständig.
ostad@ecodesign.at



**Prof. Dr.
Wolfgang Wimmer**

studierte Maschinenbau an der Technischen Universität Wien, wo er 2002 habilitierte. Er startete bereits 1993 mit umweltgerechter Produktgestaltung/Ecodesign und gründete 2005 die „ECODESIGN company engineering & management consultancy GmbH“ mit Sitz in Wien, Seoul und Ottawa.
wimmer@ecodesign.at