



# STRATEGIEN UND MAßNAHMEN

## Steigerung der Ressourceneffizienz im Unternehmen

### Verlängerung der Produktnutzungsdauer

## 1 RESSOURCENEFFIZIENZ, ANWENDUNGSBEREICH, GRENZEN

### Ziel und Funktion

Die Nutzungsdauer eines Produktes umfasst den Zeitraum von der Vermarktung über die Erstnutzung bis zum Ende der Verwendung innerhalb des Sekundärmarktes. Die Zeitspanne der Nutzung ist dabei in vielen Fällen geringer als die technische Produktlebensdauer, an deren Ende das Produkt für die ursprünglich erdachten Funktionen nicht mehr zu gebrauchen ist. Die Gründe, warum Produkte vor ihrem technischen Lebensende nicht mehr genutzt werden, sind vielfältig und zumeist auf über die Zeit wechselnde Nutzerbedürfnisse zurückzuführen. Hierbei wird insbesondere zwischen fehlender Anpassbarkeit an Innovationssprünge und neue Funktionen (funktionale Obsoleszenz) sowie sich verändernden Konsummustern über die Zeit, wie z. B. Moden und Trends (psychologische Obsoleszenz), unterschieden [1, S. 64–65].

### Bezug zur Ressourceneffizienz

Wenn die Nutzungsdauer eines Produktes an dessen technische Lebensdauer angenähert wird, steigt der Zeitraum, in dem eine Funktion bereitgestellt wird, ohne hierfür erneut Ressourcen (insbesondere Energie und Material) für die Produktion aufzuwenden.

### Anwendungsbereiche und Akteure

Eine Erhöhung der Produktnutzungsdauer ist insbesondere für den Konsumgüterbereich interessant, da gerade dieser zahlreichen Trends, Moden und Innovationssprüngen unterliegt. Nichtsdestotrotz können auch im Investitionsgüterbereich Potenziale erzeugt werden, indem z. B. alte Werkzeugmaschinen für Bauteile mit geringeren Präzisionsanforderungen genutzt werden oder die Maschinen mit entsprechender Aufarbeitung sogar eine bessere Präzision als zum Zeitpunkt des Kaufs aufweisen.

In der Produktentwicklung liegen die wesentlichen Stellhebel, um die Produktnutzungsdauer zu beeinflussen. Hier wird definiert, wie flexibel ein Produkt an zukünftige Nutzungsszenarien anpassbar ist, z. B. anhand der Definition der Produktarchitektur oder mittels der ästhetischen Gestaltung.

### Grenzen

Eine Verlängerung der Produktnutzungsdauer ist nicht in allen Fällen sinnvoll. Insbesondere Produkte mit hohem Energieverbrauch innerhalb der Nutzungsphase unterliegen häufig vielen Innovationssprüngen, welche die Energieeffizienz schrittweise verbessern (z. B. Kühlschränke). Hier muss im Einzelfall geprüft werden, ob Ressourceneinsparungen in der Produktion durch mögliche Mehrverbräuche in der Nutzungsphase überkompensiert werden [2].

### Einordnung der Strategie/Maßnahme

<b>Bezug</b>	Produkt
<b>Einflussnehmender Akteur</b>	Produktentwicklung
<b>Lebensphasen mit relevanten Auswirkungen</b>	Rohmaterialherstellung, Produktherstellung
<b>Lebensweganalyse</b>	erforderlich

## 2 WEGE DER UMSETZUNG

### 2.1 Upgrades/Updates/Rekonfigurierbarkeit

Im Rahmen der Gestaltung der Produktarchitektur entscheidet die Produktentwicklung darüber, welcher Grad an Flexibilität zur Anpassung des Produktes in der Nutzungsphase vorgesehen ist. Modulare Produkte zeichnen sich durch standardisierte Schnittstellen, Differenzialbauweise und eine Zuweisung weniger Funktionen auf ein Bauteil aus, im extremen Fall eine Funktion pro Bauteil [3]. Durch eine modulare Gestaltung fällt es leichter, Teile des Produktes auszutauschen sowie neue Teile anzubauen. Hierdurch ist es unter Umständen möglich, Innovationssprünge einzelner Komponenten auszugleichen. Im Fall des Personal Computers ist diese Art von Upgrades/Updates bereits seit Beginn bedacht worden (z. B. Austausch der Grafikkarte oder Software-Updates). In anderen Produktgruppen und Branchen ist dies bisher nicht vorgesehen (z. B. im Fall von Smartphones, bis auf wenige Ausnahmen).

Neben der Anpassung an Innovationssprünge bieten modulare Architekturen auch das Potenzial der Abbildung einer breiten Palette von Anwendungsfällen. So kann z. B. ein modulares Sofa verschiedene Sitzkonfigurationen abbilden, welche die jeweils optimale Einrichtung in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Raumgröße erlauben. Um diese vom Kunden wahrgenommene Variabilität zu erzeugen, ergibt sich bei modularen Strukturen zusätzlich der Vorteil, dass die interne Variantenvielfalt überschaubar bleibt. Hierdurch entstehen eine Verringerung von Komplexität und das Potenzial, Skaleneffekte durch größere Losgrößen in der Produktion zu erreichen. Ein weiterer Vorteil betrifft die Möglichkeit, Produkte einfacher zu demontieren und Teile auszutauschen, wodurch auch die technische Produktlebensdauer erhöht wird [4].

Während modulare Strukturen viele Vorteile hinsichtlich einer flexiblen Anpassung an die tatsächliche Nutzung mitbringen, müssen allerdings auch einige Nachteile betrachtet werden. So ergeben sich aufgrund der größeren Anzahl an Schnittstellen auch höhere Risiken für Defekte und Systemwirkungen (z. B. Reibungen, Schwingungen). Außerdem sind modulare Produkte zumeist größer und schwerer.

### **Modulares Werkzeugmaschinengestell**

Werkzeugmaschinen stellen für KMU umfangreiche Investitionen mit strategischer Tragweite dar, welche die Möglichkeiten für die Fertigung über Jahre hinweg definieren. Durch diese Festlegung kann jedoch nur eingeschränkt auf Nachfrageschwankungen oder neue Produktprogramme reagiert werden. Aus diesem Grund wurde am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin ein Konzept für eine modulare Werkzeugmaschine entwickelt, welches fünf typische Maschinenaufbauten vereint (z. B. Portalbauweise, Bettgestellbauweise) und dabei sechs unterschiedliche Fertigungsverfahren abbildet (z. B. Bohren, Fräsen). Die einzelnen Module können dabei von einem Werker händisch transportiert und montiert werden. Die strukturelle Integrität des Gestells wird trotz der vielen Schnittstellen durch den Einsatz smarter Sensorsysteme gewährleistet, welche thermische Effekte und Vibrationen mittels Aktuatoren ausgleichen [5].

## 2.2 Wieder- und Weiterverwendung

Eine weitere Möglichkeit, die Nutzungsdauer eines Produktes zu erhöhen, liegt in der Wieder- bzw. Weiterverwendung des Produktes bzw. seiner Komponenten. Hierfür existieren verschiedene Teilstrategien [6].

Wiederverwendung bedeutet, dass ein eigentlich obsoletes Produkt am Ende seiner Nutzungsdauer oder nach der technischen Lebensdauer wieder so aufgearbeitet wird, dass es dem Originalzustand entspricht (Remanufacturing), oder derart modernisiert wird, um dem aktuellen Stand der Technik zu entsprechen (Retrofitting).

Weiterverwendung bezeichnet die Nutzung eigentlich obsoleter Produkte und Bauteile für eine andere Aufgabe als für den ursprünglich in der Erstverwendung gedachten Anwendungsfall. Ein Beispiel hierfür ist die Nutzung von Altreifen als Schutzkörper von Schiffen [7].

Zur Förderung von Wieder- und Weiterverwendung mit Mitteln der Produktentwicklung ist ebenfalls ein modularer Produktaufbau sinnvoll (siehe Strategie Upgrade/Update/Rekonfigurierbarkeit). Hierbei ist darauf zu achten, dass die Modularisierung anhand der unterschiedlichen Lebensdauern der Teilaggregate erfolgt (z. B. Trennung von langlebigen mechanischen Komponenten und kurzlebiger Steuerungselektronik).

### **Mitwachsende Kleidung**

Das britische Unternehmen produziert Kleidung, die sich selbstständig an das Wachstum von Kindern anpassen kann. Hierfür werden spezielle Stoffe verwendet, welche nach dem Origami-Prinzip gefaltet vorliegen und sich unter Zugbelastung in zwei Richtungen gleichzeitig ausdehnen können. Da ein spezieller (auxetischer) Stoff verwendet wird, behält dieser auch bei einer Streckung seine Form und wird nicht dünner. Bis zu sieben verschiedene Größen können durch ein Kleidungsstück bei gleichbleibender Qualität des Stoffes abgedeckt werden. Dies entspricht den ersten beiden Lebensjahren eines Kindes [8].

### 2.3 Konsumentenbindung

Eine weitere Stellschraube, um eine verlängerte Nutzung von Produkten zu motivieren, liegt in der Erreichung von Konsumentenbindung. So sollte ein Produkt derart gestaltet werden, dass es für den Nutzer "unersetzbar" ist [9] bzw. von diesem zumindest langfristig wertgeschätzt wird. Hierfür wurden in der Wissenschaft bereits einige Erfolgsfaktoren identifiziert, die teilweise schon in der Produktentwicklung berücksichtigt werden können. Hierzu zählen z. B. das Vergnügen des Gebrauchs, der direkte Nutzen, die Verlässlichkeit, verbundene Erinnerungen oder eine Identitätsstiftung [10], die mit dem Produkt einhergehen.

Als maßgebliche Option zur Erreichung von Konsumentenbindung kann eine Gestaltung kundenindividueller Produkte in Betracht gezogen werden. Hierzu gibt es z. B. die Option, Konfiguratoren bereitzustellen, die es dem Kunden ermöglichen, sein Produkt zu individualisieren und dabei gleichzeitig die Herstellbarkeit der von ihm gewünschten Varianten zu prüfen (z. B. Konfiguration von Turnschuhen [11]). Darüber hinaus können Produkte auch vollständig individualisiert werden. Im Kontext der Digitalisierung und Verfügbarkeit neuer Fertigungsverfahren bieten sich hier zusätzliche Möglichkeiten an, den hohen Aufwand für ein individuelles Produkt zu verringern. Ein Beispiel hierfür ist die Maßanfertigung von Schuhen durch Scanning und additive Fertigungsverfahren [12].

Eine weitere Form zur Optimierung der Konsumentenbindung besteht in der ästhetischen Gestaltung des Produktes. So unterliegt die Wahrnehmung von Ästhetik einer kontinuierlichen Wandlung. Wenn ein Produkt heute dem ästhetischen Zeitgeist entspricht, kann es sein, dass sich die Wahrnehmung hinsichtlich der Ästhetik im Laufe der Zeit verändert und das Produkt aus diesem Grund vorzeitig entsorgt wird [13]. Da Ästhetik stark von der subjektiven Wahrnehmung abhängt, können hier nur schwer allgemeingültige Heuristiken formuliert werden. Nichtsdestotrotz weist die Fachliteratur einen Konsens bzgl. der Vorteilhaftigkeit eines "zeitlosen" Designs auf, welches zumeist auf eher minimalistischen Gestaltungsprinzipien beruht [14].

### **Zeitloses Design und emotionale Produktbindung**

Ein Produzent hochwertiger Uhren im Luxussegment wirbt seit 20 Jahren mit dem Slogan: "Beginnen Sie Ihre eigene Tradition." Die Idee dahinter ist, die Uhr von Generation zu Generation weiterzugeben. Diese Philosophie spiegelt sich auch im Design der Uhren wider. Entgegen dem Trend, immer mehr Funktionen und neue Materialien zu integrieren, sind die hochwertigen Uhren in vielen Fällen bewusst minimalistisch gestaltet und wirken zeitlos. Darüber hinaus verspricht das Unternehmen, jede jemals in ihrem Haus hergestellte Uhr reparieren zu können. Wenn die Uhr tatsächlich über Generationen weitergegeben wird, ergibt sich so also das Potenzial einer hohen emotionalen Produktbindung, da mit der Uhr gleichzeitig der Vorbesitzer assoziiert wird [15].

## **3 METHODEN**

### **3.1 Modulare Produktstrukturen**

Modulare Produktstrukturen stellen ein wesentliches Instrument dar, um ein Produkt länger nutzbar zu gestalten. Modularität wird dafür genutzt, das Produkt an sich verändernde Konsummuster anzupassen oder Teile nach Gebrauch in anderen Produkten wiederzuverwenden. Um ein Produkt zu modularisieren, wurden verschiedene Ansätze entwickelt. Zu den bekanntesten gehören hier die Vorgehensweisen von Pimmler und Eppinger [16], Dahmus [17] sowie Krause [18].

Ein einfacher Einstieg in die Modularisierung kann durch eine Design Structure Matrix (DSM) erfolgen. Die Matrix hilft dabei, Beziehungen (z. B. funktionale Kopplung, Materialhomogenität) zwischen einzelnen Komponenten systematisch zu erfassen und auf dieser Basis eine neue Modulanzordnung zu finden. Dadurch werden Komponenten, die eng miteinander in Beziehung stehen, zu einer Baugruppe zusammengefasst [19].

### **3.2 Marktforschung und Innovationsmanagement**

Um eine möglichst lange Nutzung des Produktes zu erreichen, ist es auch wichtig, ein genaues Verständnis der Kundenbedürfnisse mittels geeigne-

ter Marktforschungsinstrumente zu entwickeln. Hierbei sollte allerdings nicht nur der Status quo betrachtet, sondern auch zukünftig nachgefragte Produktfeatures sollten antizipiert werden. Hierfür kann es sich lohnen, mit Hilfe der Szenariotechnik [20] auf verschiedene zukünftige gesellschaftliche, politische und technologische Entwicklungen vorzubereiten und diese anhand des Produktportfolios zu antizipieren.

Komplementär bietet es sich an, klassische Methoden des Innovationsmanagements (z. B. Lead-User-Ansatz) anzuwenden. Hier geht es darum, besonders ausgiebige Nutzer der eigenen Produkte zu identifizieren und diese hinsichtlich ihrer Ideen zur Verbesserung und Weiterentwicklung der Produkte zu befragen [21].



---

## 4 LITERATUR

- [1] **Prakash, S.; Dehoust, G.; Gsell, M.; Schleicher, T. und Stamminer, R. (2016):** Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz “. 11/2016. UBA Texte [abgerufen am: 19.11.2018], verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfluss-der-nutzungsdauer-von-produkten-auf-ihre-1>
- [2] **van Nes, N. und Cramer, J. (2006):** Product lifetime optimization: a challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. In: Journal of Cleaner Production, 14(15), 1307-1318. ISSN 0959-6526. doi:10.1016/j.jclepro.2005.04.006
- [3] **Gershenson, J. K.; Prasad, G. J. und Zhang, Y. (2003):** Product modularity: definitions and benefits. In: Journal of Engineering design, 14(3), 295-313.
- [4] **Seliger, G. und Zettl, M. (2008):** Modularization as an enabler for cycle economy. In: CIRP Annals-Manufacturing Technology, 57(1), 133-136.
- [5] **Peukert, B.; Saoji, M. und Uhlmann, E. (2015):** An Evaluation of Building Sets Designed for Modular Machine Tool Structures to Support Sustainable Manufacturing. In: Procedia CIRP, 26, 612-617. ISSN 2212-8271. doi:10.1016/j.procir.2014.07.175
- [6] **Bakker, C.; Wang, F.; Huisman, J. und den Hollander, M. (2014):** Products that go round: exploring product life extension through design. In: Journal of Cleaner Production, 69, 10-16. ISSN 0959-6526. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.028
- [7] **Bayerisches Landesamt für Umwelt (2018):** Weiterverwendung als Teil der Wiederverwendung [online]. Bayerisches Landesamt für Umwelt [abgerufen am: 19.11.2018], verfügbar unter: <https://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallvermeidung/abfallvermeidung/weiterverwendung/index.htm>

- [8] **The James Dyson Award (2018):** Petit Pli – Clothes that grow with your child [online]. The James Dyson Award [abgerufen am: 19.11.2018], verfügbar unter: <https://www.jamesdysonaward.org/2017/project/petit-pli-clothes-grow-child/>
- [9] **Mugge, R.; Schoormans, J. P. L. und Schifferstein, H. N. J. (2005):** Design Strategies to Postpone Consumers' Product Replacement: The Value of a Strong Person-Product Relationship. In: The Design Journal, 8(2), 38-48. ISSN 1460-6925. doi:10.2752/146069205789331637
- [10] **Schifferstein, H. N. J. und Zwartkruis-Pelgrim, E. P. H. (2008):** Consumer-product attachment: Measurement and design implications. In: International journal of design, 2(3).
- [11] **Nike Inc. (2018):** NikeiD [online]. Nike Inc. [abgerufen am: 19.11.2018], verfügbar unter: [https://www.nike.com/de/de\\_de/c/nikeid](https://www.nike.com/de/de_de/c/nikeid)
- [12] **Schreier, J. (2017):** Individuelle Fußbekleidung aus dem 3D-Drucker [online]. Vogel Communications Group., 11. September 2017 [abgerufen am: 02.05.2019], verfügbar unter: <https://www.industry-of-things.de/individuelle-fussbekleidung-aus-dem-3d-drucker-a-641767/>
- [13] **Zafarmand, S. J.; Sugiyama, K. und Watanabe, M. (2003):** Aesthetic and Sustainability: The Aesthetic Attributes Promoting Product Sustainability. In: The Journal of Sustainable Product Design, 3(3), 173-186. ISSN 1573-1588. doi:10.1007/s10970-005-6157-0
- [14] **Hagedorn, L.; Buchert, T. und Stark, R. (2017):** Empirical study on aesthetics as an influencing factor on sustainability. In: Proceedings of the 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), S. 776-783.
- [15] **Cassier, P. (2017):** Warum Patek Philippe seit 20 Jahren denselben Werbe-Slogan hat [online]. Welt am Sonntag, 5. Mai 2017 [abgerufen am: 19.11.2018], verfügbar unter: <https://>

www.welt.de/icon/uhren/article164248626/Warum-Patek-Philippe-seit-20-Jahren-denselben-Werbe-Slogan-hat.html

- [16] **Pimmler, T. U. und Eppinger, S. D. (1994):** Integration analysis of product decompositions. In: Proceedings der sechsten ASME Design Theory and Methodology Conference.
- [17] **Dahmus, J. B.; Gonzalez-Zugasti, J. P. und Otto, K. N. (2001):** Modular product architecture. In: Design studies, 22(5), 409-424.
- [18] **Krause, D. und Gebhardt, N. (2018):** Methoden zur Entwicklung modularer Produktfamilien. In: Krause, D. und Gebhardt, N., Hg. Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien. Heidelberg: Springer-Verlag, S. 157-242, ISBN 978-3-662-53040-5.
- [19] **Lindemann, U. (2009):** Design Structure Matrix (DSM) [online]. TU München [abgerufen am: 05.11.2018], verfügbar unter: <http://www.dsmweb.org/en/understand-dsm/tutorials-overview/descripton-design-structre.html>
- [20] **Gausemeier, J.; Fink, A. und Schlake, O. (1997):** Szenariotechnik. In: Westphalen, R. Graf v.(Hrsg.), Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe, 3, 203-221.
- [21] **Urban, G. L. und Hippel, E. von (1988):** Lead user analyses for the development of new industrial products. In: Management science, 34(5), 569-582.