

Zusammenfassung

Entscheidungen in der Produktentwicklung definieren die Gestalt und Wirkungsweise eines Produktes und legen damit dessen Lebensweg sowie auftretende Nachhaltigkeitswirkungen zu weiten Teilen fest. Fraglich ist dabei, wie Entwickler die multikriteriellen Implikationen ihrer Entscheidungen erfassen und dabei Wirkungen antizipieren können, die zumeist erst Jahre später auftreten. Daher wird in dieser Arbeit erforscht, wie Entwickler bei ihren Entscheidungen unterstützt werden können, um Produktlebenszyklen proaktiv nachhaltig zu gestalten.

Ausgehend von einer ausführlichen Analyse des Ist-Stands der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen in Theorie und Praxis konnte zunächst festgestellt werden, dass zwar bereits viele Methoden im hier einschlägigen Forschungsfeld der Nachhaltigen Produktentwicklung (NPE) existieren, diese jedoch bisher kaum in der Praxis Anwendung finden. Als wesentliche Grundvoraussetzung fehlt hier oftmals noch das Wissen, welche Aspekte der Nachhaltigkeit für das jeweilige Produkt relevant und wie diese als Ziele in den Entwicklungsprozess überführbar sind. Darüber hinaus mangelt es an der notwendigen Informationsbasis, um Nachhaltigkeitsziele bereits frühzeitig in der Konzeptphase zu adressieren, in der noch in hohem Maße Einfluss auf das Produkt genommen werden kann.

Um diesen Missstand zu adressieren wird in dieser Arbeit ein Feinkonzept für ein Assistenzsystem vorgestellt, welches auf Basis existierender produktbezogener Informationen verschiedene Arten der Entscheidungsunterstützung ermöglicht. Um dies zu demonstrieren, wurden drei Ausprägungen des Assistenzsystems anhand verschiedener Anwendungsfälle (Definition von Nachhaltigkeitszielen, Vergleich von Konfigurationen, Vergleich von Komponenten) methodisch und prototypisch umgesetzt sowie in Fallstudien und Probandenexperimenten getestet. Die hierbei fokussierten Produktkategorien entstammen dem Bereich der langlebigen Konsum- und Investitionsgüter.

Die erreichten Ergebnisse deuten auf eine vielversprechende Anwendung von Assistenzsystemen für den hier verfolgten Zweck hin. Zur Sicherstellung der Überführbarkeit in die industrielle Praxis muss allerdings der Aufwand der Implementierung und Pflege gegenüber dem Nutzen im Einzelfall abgewogen werden. Darüber hinaus ist es notwendig, den Faktor Mensch sowie strategische Randbedingungen des Unternehmens bei der Entscheidungsfindung einzubeziehen. Aus wissenschaftlicher Sicht ergeben sich neue Forschungsfragen, z. B. hinsichtlich der Evaluierbarkeit von Nachhaltigkeitsmethoden. Aus gesellschaftlicher Sicht stellt sich die Frage, wie Unternehmen neben regulatorischen Maßnahmen motiviert werden können, Aspekte der Nachhaltigkeit stärker in der Entwicklung zu berücksichtigen.

Abstract

Decisions in product development define the shape and functionality of a product and thus specify sustainability effects along the whole product life cycle. In this context, it needs to be evaluated how design engineers can take into account multi-criterial impacts of their decisions which may come into effect with a delay of several years. Therefore, this work aims at enabling design engineers to create sustainable product life cycles by providing prospective mechanisms of decision support.

Based on a profound analysis of current patterns for considering sustainability targets it has been identified that there are still low efforts made by the industry to systematically engineer sustainable products despite the existence of several methods in the field of Sustainable Product Development (SPD). A major barrier to formulate and follow up sustainability targets is the low familiarity of design engineers with sustainability and the particular aspects of the term which are relevant for their respective products. Furthermore, there is a lack of information to support informed decision making in the conceptual design phase where the space for meaningful sustainability improvement remains large.

To address these gaps a detailed concept of an assistance system is proposed which provides decision support based on existing product information in the company. In this context, the system focuses on long-living consumer and capital goods with an emphasis on mechanical and mechatronical products. As a basis for demonstrating the approach, three implementations of the assistance system are presented for different use cases (definition of sustainability targets, comparison of product configurations and comparison of components). The use cases comprise software prototypes and respective methods to support adoption by design engineers. To evaluate the effects and added value of the system, case studies and user tests were performed. The results show a promising use of the assistance system for the investigated use cases. Nevertheless, to transfer the developed solution to industry, individual benefits of increased decision quality need to be weighed against enhanced efforts for implementing and maintaining the system. Furthermore, it is necessary to take human behaviour and strategic constraints of product development decisions into account. From a scientific point of view new research questions emerged, such as the identification of appropriate validation mechanisms for methods in the field of Sustainable Product Development. From a societal point of view it needs to be evaluated how companies can raise their intrinsic motivation for taking into account sustainability as a complementary measure to increased regulatory pressure.