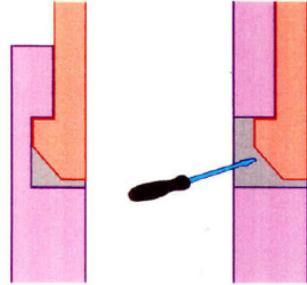


## Einführung in die recyclinggerechte Produktgestaltung mittels digitaler Lerntools

Wallat, P.; Paeseler, S.; Prumbohm, M.

In der Konstruktionslehre spielt die recyclinggerechte Produktgestaltung seit einiger Zeit eine Rolle, die zunehmend an Bedeutung zunimmt. Durch die große Vielzahl der dazugehörigen Leitlinien, zum Beispiel zur Minimierung der Werkzeugvielfalt, und die noch größere Anzahl der möglichen Anwendungsfälle ist das Thema im Rahmen der Lehrveranstaltungen nur in knapper Form möglich. Um diesen Umstand zu verbessern, sind am IMW zwei Ansätze zur Umsetzung der Thematik in Lernprogrammen umgesetzt worden. Bei erfolgreicher Erprobung lassen sich diese Programme auch auf weitere Gestaltungsschwerpunkte der Konstruktionslehre anwenden.



*Design for Recycling (DfR) is a part within the construction theory with increasing importance. To achieve a comprehensive teaching success through the great number of construction guidelines and the even larger amount of applications the IMW developed two ways of using digital technologies. Both are ready for tests by students in the coming lectures.*

### Hintergrund und Zielsetzung

Mit zunehmenden Bedeutung der recyclinggerechten Produktgestaltung in Politik und gesetzlichen Rahmenbedingungen /1/ gewinnen die entsprechenden Leitlinien /2/ an praktischen Nutzen für die Konstruktion. Die Umsetzung der Leitlinien scheidet oft an einem befürchteten finanziellen Aufwand für die zusätzliche Planung der Maßnahmen und vor allem durch deren Umsetzung. Mit zunehmendem Druck durch Gesetze und Vorschriften ändert sich dies. Entsprechend nimmt die Bedeutung der Leitlinien für die recyclinggerechte Produktgestaltung in der Lehre und das Interesse der Studierenden an diesem Thema zu. Die recyclinggerechte Produktgestaltung ist durch die Anwendung einer Vielzahl von Leitlinien /2/, die unzähligen und entsprechend vielschichtigen Anwendungsfälle, sowie die unterschiedlichen Bewertungsmethoden der Umsetzung, besonders umfangreich. Um den Einstieg in dieses Themengebiet zu erleichtern, soll ein Lernkonzept erstellt und darauf aufbauend ein modernes Lerntool entwickelt und umgesetzt werden. Parallel dazu wird an einer virtuellen Lernumgebung gearbeitet.

## Lernkonzept

Um die Hintergründe und Voraussetzungen der Leitlinien für die recyclinggerechte Konstruktion zu kennen, benötigt der Konstrukteur Informationen und Wissen über die Abläufe am Ende des Lebenszyklus eines Produktes. Dies wird im Rahmen des Maschinenbaustudiums üblicherweise nur in geringem Umfang vermittelt und muss entsprechend im Rahmen im Zuge eines Lernkonzepts erfolgen. Folglich sind die Kapitel der Recyclingtechnik und der Recyclingprozesse einzelne Bestandteile des Lehrkonzeptes, in denen die Grundlagen dieser Bereiche in kurzer Form vorgestellt werden. Neben diesen erweiterten Grundlagen sind für den angehenden Ingenieur auch Kenntnisse über rechtliche Rahmenbedingungen und Bestimmungen in diesem Bereich wichtig. Da diese regelmäßigen Veränderungen unterliegen und stark branchenabhängig sind, erfolgt an dieser Stelle nur ein kurzer Überblick über die weitgreifenden Vorschriften aus dem Automobil- und Elektrobereich.

Die eigentlichen Leitlinien werden anschließend an Hand von einigen ausgewählten Beispielen aus dem Bereich der Praxis präsentiert. In einer ersten Stufe der Umsetzung wird nur eine reduzierte Anzahl der verfügbaren Leitlinien in das Lerntool aufgenommen. Damit wird der Umfang für die Lernenden überschaubar gehalten, um den Fokus auf die Gesamtheit des Konzeptes beizubehalten.

Einen Überblick über das vollständige Lernkonzept bietet Abbildung 1.



Abbildung 1: Übersicht über das Lernkonzept und zugleich Startbildschirm des Lerntools /3/

Die einzelnen Konstruktionsleitlinien werden an Hand von Beispielen aus der Fachliteratur vorgestellt. Anschließend werden diese mittels teilweise selbst erstellter Beispiele verdeutlicht, die sowohl positive als auch negative Aspekte abdecken. Solche Beispiele dienen dazu, die Konstrukteure anzuregen die Lösungen kritisch zu hinterfragen und selbst eigene Lösungs- und Verbesserungsansätze auch für andere Anwendungsfälle zu entwickeln. Ziel des Lerntools ist es, diese Beispiele mit modernen Methoden anschaulich zu machen und im Bereich der Virtuellen Realität (VR) zusätzlich greifbar und vom Nutzer veränderbar. Mögliche Änderungsvarianten lassen sich so im dreidimensionalen Raum vom Nutzer beeinflussen und Lernfortschritte entsprechend messen.

## Lerntool und Virtual Reality (VR)

Um dies im Rahmen eines interaktiven Lerntools entsprechend der Zielstellung vermitteln zu können, wird nach bestehenden Programmen und Möglichkeiten gesucht. Mittels der verbreiteten Präsentationssoftware Powerpoint von Microsoft® lässt sich das Lernkonzept erfolgreich und einfach in Form eines automatisierten Quiz darstellen.

Um komplexe Bauteile darstellen und mit ihnen im virtuellen Raum interagieren zu können, bieten die VR-Lösungen der Firma EON Reality® gute Möglichkeiten /4/. Mit diesen ist es möglich, in Form eines Rundgangs die verschiedenen Lernstationen virtuell „entlangzugehen“. Das Gelernte kann an Hand von konkreten Beispielen betrachtet und mit diesen interagiert werden. Verschiedene Lösungen lassen sich so in kurzer Zeit vermitteln, die Auswahl und das Einsetzen von Lösungsvorschlägen durch den Nutzer machen den Lernerfolg messbar.



Abbildung 2: Blick in die VR-Umgebung: eine Maschinenhalle mit Bauteilen, Produkten und Interaktions- und Quizmöglichkeiten /4/

## Zusammenfassung und Ausblick

Um den Einstieg in die Thematik der recyclinggerechten Produktgestaltung zu unterstützen, wurde ein didaktisches Lernkonzept erarbeitet. Dieses bildet den „roten Faden“ für die Umsetzung mit modernen Medien. Das Konzept ist in Form eines Präsentations- und Fragetools mit einem weit verbreiteten Microsoft®-Programm umgesetzt. Das erarbeitete didaktische Lernkonzept soll in der Lehre des IMW eingesetzt werden. Geplant ist die Verwendung des Powerpoint-Programms im Rahmen einer Übung der Vorlesung „Ressourcenorientierte Produktentwicklung“.

Parallel dazu wurde die Möglichkeit eines Lerntools in einer VR-Umgebung geprüft und mit einer handelsüblichen Software umgesetzt. Beides bietet die Basis für weiterführende Anwendungen, beispielsweise in Form eines Onlinekurses.

## Literatur

- /1/ Friedrich, T. A.: „Industrie soll recyclingfähige Produkte liefern“, VDI Nachrichten Nr. 44, 4. November 2016, S. 20-21
- /2/ Kirchner, J.-S.; Prumbohm, M.: Institutsmittteilung Nr. 40, IMW Clausthal Dezember 2015, S. 65-78
- /3/ Wallat, P.: Konzept und Lernprogramm für die recyclinggerechte Produktgestaltung, Bachelorarbeit, TU Clausthal, 2016
- /4/ Paeseler, S.: Entwicklung eines interaktiven Lerntools für die recyclinggerechte Produktgestaltung, Diplomarbeit, TU Clausthal, 2016