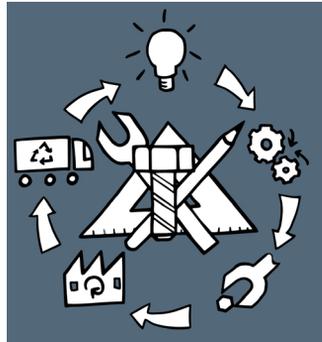


Engineering Design for Circular Economy – ein „Massive Open Online Course“ (MOOC)

Prumbohm, M.; Wallat, P.

Mit dem Ziel das Thema der recyclinggerechten Konstruktion zu beleben, startete in 2017 unter Leitung des IMW ein Projekt zur Erstellung einer Online-Lernveranstaltung. Partner sind die TU Delft, die Universität Leiden und das Forschungsinstitut Swerea aus Göteborg. Projektträger ist das von der EU-Kommission finanzierte EIT Raw Materials. Gemeinsam wird an der Erstellung eines Massive Open Online Course mit dem Titel „Engineering Design for Circular Economy“ gearbeitet.



The Design for a Circular Economy is a growing aspect within the construction guidelines. With the aim to improve the different construction rules regarding this aspect, the Institute for mechanical engineering starts a project with international partners within the EU to create an online learning tool, a MOOC. The title of this MOOC will be “Engineering Design for Circular Economy”. The partner consortium consists of Scientifics from the TU Delft, the University of Leiden and the scientific laboratory Swerea of Goeteborg. The project is driven by the EIT Raw Materials of financed by the EU-Commission.

Was ist ein MOOC?

Ein “Massive Open Online Course” stellt eine Neuentwicklung der Lehre dar. Im Deutschen kann man den Begriff und die Umsetzung am ehesten mit einer interaktiven Lehrveranstaltung beschreiben. Zu einem Thema wird ein Kurs von einer Hochschule oder Forschungseinrichtung erstellt, der für Lernende auf der ganzen Welt kostenfrei zugänglich ist. Die Lerneinheiten werden über einen bestimmten Zeitraum, zum Beispiel sechs Wochen lang, wöchentlich über ein Anbieterportal hochgeladen. Darin besteht eine Ähnlichkeit zum Vorlesungsbetrieb einer Universität. Während dieser Zeit besteht für die Teilnehmer die Möglichkeit, über ein Forum mit den Lehrenden in Interaktion zu kommen. Die wöchentlichen Einheiten werden in Form eines digitalen Skriptes zur Verfügung gestellt. Die Nutzer gehen seitenweise den Inhalt durch, wobei die „Seiten“ mit Videos, Bildern und interaktiven Aufgaben versehen sind. Die Bearbeitungs- bzw. Lernzeit pro Seite soll zeitlich im Rahmen von ca. 10 Minuten bleiben.

Haben die Lernenden den Stoff und die gestellten Aufgaben binnen einer gesetzten Zeit bearbeitet, können Sie ein Zertifikat gegen einen Unkostenbeitrag von

50 \$ erwerben. Eine Überprüfung der Person ist dabei nur eingeschränkt möglich, die Anwendungsmöglichkeiten eines solchen Zertifikats entsprechend begrenzt, wird aber zum Beispiel als Nachweis einer Weiterbildungsmaßnahme durchaus genutzt.

Engineering Design for Circular Economy

Die Idee einer „Circular Economy“, also einer Kreislaufwirtschaft, ist nicht neu, rückt aber zunehmend in den Fokus von Politik und Forschung und auch der Wirtschaft. Aus Sicht der Konstruktionslehre bieten die Konzepte einer recyclinggerechten Konstruktion Ansätze zur Umsetzung dieser Idee. Der Begriff der recyclinggerechten Konstruktion umfasst dabei weite Bereiche von der demontagegerechten Gestaltung bis hin zur verwertungsgerechten Auswahl von Werkstoffen /1/. Die Maßnahmen zur Gestaltung werden in der Literatur Leitlinien wie der VDI 2243 an Hand von Beispielen dargestellt. Aufgrund der Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten wird eine Anwendung dieser Maßnahmen dem einzelnen Entwickler bzw. dem Konstruktionsteam überlassen. Eine gezielte Ausrichtung der Gestaltung von Bauteilen und Produkten hinsichtlich einer Kreislaufwirtschaft, gestaltet sich auf der Basis von unzusammenhängenden Beispielen schwierig. Um den Konstruierenden einen zielgerichteten Überblick über die verschiedenen Leitlinien hinsichtlich eines angestrebten Geschäftsmodelles wie beispielsweise für ein Remanufacturing oder der Weiterverwendung (Reuse) für die Produktgestaltung zu geben, entstand die Idee eines multinationalen Projektes. Im englischen Sprachgebrauch ist die Differenzierung der Begrifflichkeiten eindeutiger zwischen Reuse, Repair, Remanufacturing, Refurbishment und Recycling getrennt, der Begriff einer Circular Economy ist geläufig. Von einer Zusammenarbeit mit internationalen Partnern lässt sich entsprechend eine Entwicklung dieses Themenbereichs erwarten.

So umfasst die Grundidee des MOOC die Darstellung der geläufigsten Ziele zum Erreichen einer Circular Economy, wie sie abhängig von der Wertschöpfung in dem sogenannten Butterfly-Diagramm dargestellt werden, siehe Abbildung 1. Aus dem Blickwinkel einer Kreislaufwirtschaft, macht es mehr Sinn, die bestehende Wertschöpfung so lange wie möglich zu erhalten, bevor zwangsläufig jedes Teil am Ende des Lebenszyklus im Rahmen des Recycling zerkleinert und sortiert wird, bevor die Werkstoffe möglichst vollständig eine Wiederverwertung bei der Herstellung neuer Produkte finden. Mit dem Konzept des MOOC sollen den Lernenden neben den wesentlichen Gestaltungsvorschlägen der Konstruktionslehre die wirtschaftlichen Anreize der einzelnen Ausrichtungen aufgezeigt werden. Dafür werden mögliche Geschäftsmodelle in kurzer Form vorgestellt und in Verbindung mit Konstruktionsbeispielen gebracht. Ziel ist es also, die technischen Gestaltungsvorschläge mit der Motivation einer Kreislaufwirtschaft und ökonomischen Umsetzungsmöglichkeiten zu verknüpfen. Vorurteile und Hemmnisse gegenüber einer Produktentwicklung im Sinne einer Circular Economy werden damit abgebaut.

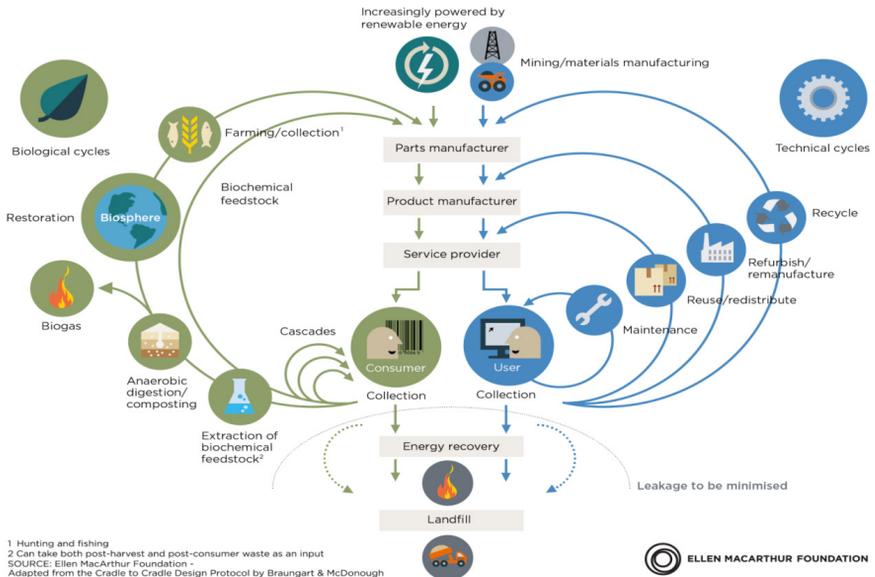


Abbildung 1: „Butterfly-diagram“ mit der Darstellung einer Kreislaufwirtschaft. Im Zentrum des MOOC stehen die technischen Zyklen, in der rechten Bildhälfte blau eingefärbt. /2/

Inhaltlicher Aufbau / Sessions

Das MOOC ist in insgesamt sechs Wochen unterteilt. Der Arbeitsaufwand pro Woche beträgt um die zwei Stunden. Berufstätigen und Studierenden soll damit gleichermaßen die Möglichkeit zur Teilnahme neben dem Studium bzw. dem Beruf gegeben werden.



Abbildung 2: Inhaltlicher Aufbau des MOOC – Titel der Sessions mit Icons

In der ersten Woche wird eine Einführung in die Thematik der „Circular Economy“ gegeben und die Inhalte der folgenden Sessions kurz vorgestellt. Die folgenden vier Wochen – die sogenannten „Core Weeks“ – behandeln die Ansätze, Reuse (Wiederverwendung), Repair (Reparatur), Remanufacturing (Aufbereitung) und Recycling detaillierter. Wie oben beschrieben muss der Inhalt kurz und prägnant

auf den Punkt gebracht werden. Videos dürfen nur wenige Minuten lang sein, die in einer Art Skript mit weiteren Informationen eingebettet sind. Dies ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu einer Vorlesung und stellt hinsichtlich der Pointierung der Kernpunkte eine Herausforderung dar.

Der Erfolg eines MOOC wird unter anderem an der Teilnehmerzahl gemessen. Dazu gehört auch die Zahl von Teilnehmern, die den Kurs vollständig durchlaufen, um im Idealfall ein Zertifikat zu erwerben. Das bedeutet für die Lernstoffaufbereitung und –vermittlung, auch die optische und didaktische Gestaltung ansprechend und nachvollziehbar umzusetzen.

Ein MOOC soll mehr interessante Unterhaltung mit Mehrwert sein als eine trockene Pflichtveranstaltung. Um dies zu erreichen werden für die Videos Filmtechniken eingesetzt bei dem der Lehrende vor einer grünen Wand, einem sogenannten „Green Screen“ steht. Dadurch kann der Hintergrund beliebig verändert und ansprechend gestaltet werden. Gesagtes und Gezeigtes werden bei diesen kurzen Video-Sessions genau aufeinander abgestimmt. Fragen des Urheberrechtes umgeht man bei der gestalterischen Umsetzung am besten mit eigenen Grafiken und Darstellungen, wie sie in Abbildung 3 im Ausschnitt aus einem Lehrvideo zu sehen ist.

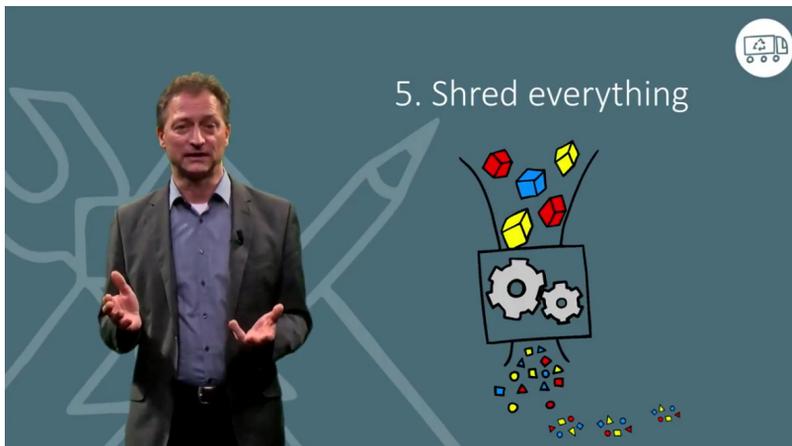


Abbildung 3: Ausschnitt einer Videosequenz mit der Erläuterung des üblichen Ablaufes von Wertstoffrecycling durch Professor Lohrengel

Durch die Partner wird eine breite Menge an theoretischem Wissen in das Konsortium eingebracht. Um diese Wissen zu untermauern, werden Fallstudien betrachtet. Konkret kommen in diesem Fall kleine Firmen mit innovativen Ansätzen per Video zu Wort. Die in den „Core Weeks“ enthaltenen Fallstudien sind dann mit kurzen Texten oder Videos zum übrigen Lerninhalt verbunden.

Die Interviews in Deutschland werden durch das TU-eigene Filmteam um Herrn Zimmer gedreht und nachbearbeitet. Damit ist gewährleistet, dass das theoretische Wissen durch praktische Beispiele nachvollziehbar veranschaulicht wird und das MOOC somit einen relevanten und aktuellen Zusammenhang zwischen diesen herstellt. Die letzte Woche fasst alle Inhalte noch einmal zusammen. Die wichtigsten Punkte werden aufgezeigt. Dies soll den Teilnehmern zum Abschluss motivieren, sich mit dem Thema auch nach dem Kurs während der Gestaltung von Produkten auseinanderzusetzen.

Internationale Zusammenarbeit

Das Projektkonsortium setzt sich aus Mitarbeitern der TU Delft (Faculty of Architecture and the Built Environment), der Universität Leiden (Institute of Environmental Sciences) und dem Forschungsinstitut Swerea (Department of Energy and Environment) aus Göteborg zusammen. Die Mitarbeiter selbst kommen aus Island, Bulgarien, Mexiko, Großbritannien, den Niederlanden, Schweden und Deutschland, Englisch ist entsprechend die Projektsprache. Projektträger ist das EIT Raw Materials, einer Einrichtung zur Forschungsförderung der EU-Kommission. Die Unterstützung von Projekten in der Lehre, die die Reduzierung oder Verbesserung der primären Rohstoffgewinnung haben, wird dabei gefördert.



Abbildung 4: Mitglieder und Logos des Konsortiums und des Projektpartners EIT RAW Materials

Das IMW hat in diesem Projekt die Projektleitung inne. Die Organisation sowohl verwaltungstechnisch, als auch inhaltlich liegt in unserer Verantwortung. Wesentliche Unterstützung erhalten wir dabei von der Koordinatorin für EU-Forschungsprojekte der TU, Frau Mrotzek-Blöß. Hinsichtlich der Erstellung eines MOOC stehen uns die erfahrenen Kollegen aus Delft und Leiden, die bereits mehrere MOOCs erstellt haben, zur Seite. So werden die Studioaufnahmen auch im New Media Center in Delft abgedreht, wo Technik und Know-How in Sachen MOOC zur Verfügung steht.

Die Zusammenarbeit über die großen Distanzen erfolgt, neben Reisen der Projektmitarbeitern, mittels einem Videokonferenzsystem und der neuen Cloudlösung der TU Clausthal. Die Erfahrung zeigt, dass diese technischen Hilfsmittel die Arbeit erheblich erleichtern, die regelmäßige persönliche Zusammenarbeit am selben Ort aber nicht ersetzen können.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Arbeit am MOOC geht in seine finale Phase, der Start ist für das späte Frühjahr 2018 geplant. Anfang des Jahres starten wir mit der Bewerbung des MOOC, um eine möglichst hohe Teilnehmerzahl zu generieren. Neben Studierenden der Ingenieurwissenschaften sind auch Konstrukteure, Produktentwickler und Entscheider in der Industrie eine Zielgruppe. Die Antriebe in der Entscheidungsfindung für eine Kreislaufwirtschaft sollen so Verbreitung und Anwendung finden.

Literatur

- /1/ Verein Deutscher Ingenieure: Recyclingorientierte Produktentwicklung. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2002
- /2/ Ellen MacArthur Foundation: Circular Economy - The butterfly diagram.