



## Endbericht

**„Entwicklung innovativer interaktiver multimedialer Schulungsmodule als Baustein für den Know-How-Transfer zur Implementierung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft in unterschiedlich entwickelten Ländern“**

**DBU Fördervorhaben: AZ 32829/01**

Durchführung: Technische Universität Braunschweig  
Leichtweiß-Institut für Wasserbau  
Abteilung Abfall- und Ressourcenwirtschaft  
Prof. Dr.-Ing Klaus Fricke (Leitung)

M.Sc. Andrea Pfeiffer (Durchführung)

Unter Mitarbeit von: Christine Bleidorn, Nadine Meiser, Henrik Netz, B.Sc. Felix Lucht, B.Sc. Laura Eickeler, B.Sc. Joke Frerichs, Anna Heumann, Simon Heinze, János Papendorf, M.Sc. Ngoc Anh Nguyen, M.Sc. Karina Witten, Dr.-Ing. Kai Münnich, Dr. Peter Harborth

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	II
Zusammenfassung.....	1
1. Ausgangssituation .....	3
2. Randbedingungen .....	4
2.1. Grundsätze guter Lehre.....	4
2.2. E-Learning .....	6
2.3. Zielpersonen .....	7
3. Anforderungen und Infrastruktur .....	8
3.1. Anforderungen an das Material.....	8
3.2. Aufbereitungsformen für Inhalte.....	9
3.3. Anforderungen an die Infrastruktur.....	12
4. Projekterarbeitung .....	17
4.1. Gesamtkonzept .....	17
4.2. Antragsteller und Kooperationspartner .....	21
4.3. Öffentlichkeitsarbeit.....	23
4.4. Studentische Arbeiten.....	26
5. Umweltrelevanz des Projektes .....	28
6. Soziale und politische Aspekte .....	29
7. Evaluation/ Feedback.....	30
8. Mehrfachförderung .....	32
9. Ausblick .....	33
Literatur .....	35
Anhang .....	36

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die drei verschiedenen Lernbereiche .....	5
Abbildung 2:	kognitive Lernzieltaxonomie nach Bloom .....	5
Abbildung 3:	Basis guter Lehre .....	8
Abbildung 4:	Kategorien von teach4waste (eigene Darstellung) .....	17
Abbildung 5:	Aufgliederung der Kategorie Abfallaufkommen und - zusammensetzung .....	18
Abbildung 6:	Aufgliederung der Kategorie biologische Abfallbehandlung .....	19
Abbildung 7:	Aufgliederung der Kategorie Deponierung .....	20
Abbildung 8:	Herkunft der Summer School Teilnehmer .....	30
Abbildung 9:	teach4waste Beitrag im CReED Newsletter 01/16 (deutsch) .....	36
Abbildung 10:	teach4waste Beitrag im CReED Newsletter 01/16 (englisch) .....	37
Abbildung 11:	teach4waste Beitrag im CReED Newsletter 01/16 (portugiesisch) .....	38
Abbildung 12:	Paper zur Sardinia 1 von 7 .....	39
Abbildung 13:	Paper zur Sardinia 2 von 7 .....	40
Abbildung 14:	Paper zur Sardinia 3 von 7 .....	41
Abbildung 15:	Paper zur Sardinia 4 von 7 .....	42
Abbildung 16:	Paper zur Sardinia 5 von 7 .....	43
Abbildung 17:	Paper zur Sardinia 6 von 7 .....	44
Abbildung 18:	Paper zur Sardinia 7 von 7 .....	45

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Icons und die hinterlegten Medien für die Schnellnavigation .....	12
Tabelle 2:	Auflistung zu Öffentlichkeitsarbeit von teach4waste .....	24

## Zusammenfassung

Das durch die DBU geförderte Projekt (AZ 32829/01) „teach4waste“ hat sich die Erarbeitung von innovativen Unterrichtsmaterialien zum Fachgebiet der Abfallwirtschaft zum Ziel gesetzt. Entsprechend dem heutigen Zeitgeist sollen die erzeugten Inhalte digital über das Internet verfügbar gemacht werden. Die Zielgruppe ist sehr breit angelegt, so dass sowohl der interessierte Nutzer informiert, als auch Fachleute ausgebildet und (weiter)geschult werden können. Die auszubildenden Fachleute können somit sowohl Studenten ohne vorherige Fachkenntnis, die im Entsorgungszweig ihre beruflich Zukunft suchen, als auch bereits in der Abfallbranche tätige Mitarbeiter umfassen. Somit soll das Material sowohl für den außeruniversitären als auch universitären Einsatz einsetzbar sein. Ein weiterer Anspruch des Projektes ist es, vor allem länderspezifische Herausforderungen und Lösungsansätze herauszuarbeiten, um nicht Gefahr zu laufen, lediglich das Abbild einer etablierten beziehungsweise spezifischen Abfallwirtschaft darzustellen. Vielmehr soll auf Basis dieses Projektes der Grundstein für die Implementierung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft in den verschiedensten Regionen der Welt gelegt werden, welche sich in der Anwendung langfristig positiv auf das Weltklima und die Ressourcenbewirtschaftung auswirken wird. Bisher gab es keine Ausbildungseinheit in dieser Form. Diese Lücke zu schließen ist Gegenstand des Projektes teach4waste.

Für die Umsetzung dieses Vorhabens wurden in einer ersten Bearbeitungsstufe die grundsätzlichen didaktischen und technischen Methoden entwickelt, sowie eine Analyse der infrastrukturellen Umsetzung durchgeführt. Die zweite Bearbeitungsstufe umfasste die Produktion ausgewählter Fachmodule. Entgegen dem ersten Eindruck, dass diese beiden Bearbeitungsschritte losgelöst voneinander generiert wurden, muss an dieser Stelle auf die enge Verflechtung der Komponenten hingewiesen werden. Durch die Erprobung der ersten Fachmodule noch während der Bearbeitung konnten diese evaluiert und die Ergebnisse hieraus in die didaktischen Methoden eingearbeitet werden, um so schon während der Projekterarbeitung erste Optimierungsansätze zu erkennen und einzubeziehen.

Das konzeptionelle Grundgerüst umfasst nun übergeordnete Kategorien, die jeweils in Kurse untergliedert sind. Die darunterliegende Aufgliederungsebene sind die sogenannten Sektionen der einzelnen Kurse. Diese Systematik erlaubt es dem Nutzer, Themen nur anzureißen oder auch detailliert zu vertiefen. Weiterhin ist damit die Möglichkeit für die Anbindung weiterer spezifischer Thematiken, die sich zum Teil bereits bei der bisherigen Inhaltserstellung ergeben haben, aber auch für einen gezielten späteren Ausbau der Plattform, gegeben. Dieses Konzept wird auf der Website [www.teach4waste.com](http://www.teach4waste.com) mit der derzeit aktuellsten Version von Moodle (3.5.3) dargestellt.

Die mit Lernenden und Lehrenden durchgeführten sequentiellen Evaluierungen des erzeugten Lehrmaterials waren mehrheitlich positiv. Besonders hervorgehoben wurden hierbei die detailgetreuen und gut strukturierten Lehrvideos. Der wesentliche genannte

negative Aspekt der Analyse ist die Sprachenverfügbarkeit. Gerade Nutzer aus nicht-englischsprachigen Ländern wünschen sich das Angebot zusätzlich in ihrer jeweiligen Muttersprache.

Abschließend muss festgehalten werden, dass durch dieses Projekt die wichtigsten Grundlagen zur Vermittlung einer nachhaltigen Abfallwirtschaft gebündelt an einem Ort und vor allem digital und webbasiert verfügbar gemacht worden sind. Sowohl bei der Erarbeitung selbst als auch der Evaluierung der diversen Kurse konnte bereits weiterer Handlungsbedarf identifiziert werden. Dies umfasst zum einen die Bereitstellung weiterer Inhalte, wie beispielsweise der Aufbereitung von Abwässern, die während der Abfallbehandlung anfallen oder auch die Behandlung von unregelmäßig im Haushalt anfallenden Abfälle bis hin zur Sonderabfallbehandlung, um nur einige Beispiele zu nennen. Zum anderen unterstreichen vor allem die Evaluationsergebnisse ein enormes Potential bezüglich der abzudeckenden Sprachen.

## 1. Ausgangssituation

Das Bevölkerungswachstum zieht neben den augenscheinlichen Herausforderungen, wie der Versorgung mit Wasser, Lebensmitteln und Konsumgütern auch den (vermeintlich) sekundären Aspekt einer geregelten Abfallentsorgung mit sich. Die frühzeitige Einführung und Umsetzung einer gelebten nachhaltigen Abfallwirtschaft bringt nicht nur Vorteile in Hinsicht auf die Entsorgungssicherheit, sondern wirkt sich ebenfalls positiv auf den Klima- und Ressourcenschutz aus.

Als ein weiterer charakterisierender Aspekt der heutigen Zeit sind die rasante Entwicklung von Innovationen und die davon abhängige, stets wachsende Informationsflut zu nennen. Folglich wird das moderne Arbeitsleben nicht mehr nur vom Kapital, den Rohstoffen und der reinen Arbeitsleistung der Menschen bestimmt. Wissen muss als eine ebenso wichtige Ressource für die Produktionsprozesse verstanden werden [Kade und Seitter 2003]. Hierbei ist zu beobachten, dass stetig neue Innovationen erbracht werden, die mitunter auch bereits bestehende Systeme beeinflussen. Die reine Wissensanhäufung vor dem Einstieg ins Berufsleben, wie sie in der Vergangenheit noch üblich war, ist heute nicht mehr zeitgemäß. Vielmehr bedarf es dem lebenslangen Lernen entsprechend der aktuellen und individuellen Bedürfnisse [Kraemer und Müller 2001].

Die Schlüsselaufgabe der Zukunft ist folglich, die Ressource Wissen optimal zu bewirtschaften. In Hinblick auf die Informationsflut der vernetzten Welt, scheint die bloße Bereitstellung von Fakten wenig zielführend, weil aus abstrakten Modellen und Zahlen erst durch Verstehen der Zusammenhänge und Abhängigkeiten Wissen entstehen kann. Führt dieses Wissen zur Änderung des eigenen Verhaltens, beispielsweise bei der Prozessoptimierung, entspricht dies der Lerndefinition nach Anderson [Kiesel und Koch 2012]. Unter diesen Voraussetzungen muss Wissen gut verständlich dargestellt, präzise ausgedrückt und vor allem aktuell gehalten werden können. Anderenfalls ist ein effektives Wissensmanagement nicht dauerhaft zu erreichen. Vor diesem Hintergrund stellt die E-Learning Plattform das Herzstück dieses Projektes dar. Rein technisch können Daten durch die elektronische Speicherung problemlos und mit verhältnismäßigem Zeitaufwand aktualisiert werden. Weiterhin macht eine Website die zeit- und vor allem ortsunabhängige Wissensvermittlung möglich. Durch den Einsatz multimedialer Darstellungsformen kann das Lernen mittels verschiedene Wahrnehmungseindrücke unterstützt werden. Die E-Learning Plattform teach4waste hat sich zum Ziel gesetzt, Informationen attraktiv zur Verfügung zu stellen, die entsprechenden Verknüpfungen verständlich darzustellen und so einen aktiven Beitrag zur Umweltbildung der Bevölkerung zu leisten.

## 2. Randbedingungen

Die maßgebliche Arbeit bestand darin, zunächst ein tragfähiges Gesamtkonzept zu erstellen. Hierbei mussten sowohl die Grundsätze guter Lehre, die spezifischen Anforderungen von E-Learning als auch die jeweils anzusprechende Zielgruppe stets beachtet werden. Aus Gründen der Vereinfachung und um den Lesefluss positiv zu beeinflussen werden im Folgenden die unterschiedlichen Nutzer von teach4waste in der maskulinen Form bezeichnet beinhalten aber selbstverständlich auch die übrigen Geschlechtsgruppen. In den nachfolgenden drei Kapiteln 2.1 bis 2.3 wird jeder dieser Aspekte von der jeweiligen Basis bis zu den expliziten Auswirkungen auf die Bearbeitung von teach4waste eingehend erörtert.

### 2.1. Grundsätze guter Lehre

Grundsätzlich können zwei Lernformen voneinander unterschieden werden. Zum einen das formelle Lernen in Bildungseinrichtungen und zum anderen das informelle Lernen.

Formelles Lernen findet immer im Rahmen von Bildungsstätten, wie beispielsweise Schulen und Hochschulen, statt. Die Lerner beabsichtigt, neue Fertigkeiten zu erwerben, er agiert intentional. Die Lehrer begleiten bei diesem Prozess und bereiten die jeweiligen Inhalte nach den Grundsätzen der Didaktik auf. So sollen die Inhalte funktional sein, so einfach wie möglich erklärt werden und konsistent aufeinander abgestimmt präsentiert werden [Schoop und Anders 2001]. Die zu erwerbende Fähigkeit wird in einem entsprechenden Auftrag klar formuliert und wird abschließend in einer entsprechenden Prüfungssituation validiert. Hieraus resultiert auch die zumeist extrinsische Motivation, die Prüfung bildet den Anreiz, durch möglichst gute Ergebnisse belohnt zu werden, beziehungsweise einer Sanktionierung durch schlechte Ergebnisse zu entgehen [Fölsch 2010].

Im Gegensatz zum formellen Lernen kann das informelle Lernen abgegrenzt werden. Dieser Kategorie wird der Fertigkeitserwerb außerhalb von Bildungseinrichtungen zugerechnet. Das ausschlaggebende Merkmal ist, dass hier ohne eine explizite Aufgabenstellung gelernt wird [Fölsch 2010]. Der Lerner motiviert sich selbst aus Eigeninteresse am jeweiligen Thema, er ist intrinsisch motiviert. Das Betreiben eines Hobbys ist hierfür ein klassisches Beispiel. Die Motivation hierfür wird initial in der Begeisterung für das Thema gefunden. Die weitere Motivation wird hingegen hauptsächlich aus den bereits erzielten Erfolgen beziehungsweise der bislang ungestillten Neugier an weiteren Details gezogen. Vor diesem Hintergrund wird ersichtlich, dass intrinsisch motivierte Lerner äußerst dankbar für sehr detailreiche und überaus umfassende Bildungsmaterialien sind.

Auf die Lerneffizienz bezogen muss jedoch festgehalten werden, dass formelles Lernen im Gegensatz zum informellen Lernen deutlich leistungsfähiger ist. Dies kann vor allem durch die explizite Herausgabe eines Lernzieles begründet werden. In diesem Fall steuert der Lerner zielgerichtet auf den Erwerb der notwendigen Fähigkeit hin, ohne zusätzlich Zeit für Teilaspekte aufzubringen, die das schließlich relevante Prüfungsergebnis nicht

direkt fördern. Formelle Lernsituationen geben somit ziel- und vor allem zweckgerichtet den Weg für die Lerner vor. Hierdurch wird der beiläufige Wissenserwerb, der nicht unmittelbar dem Bestehen der Prüfung dient, weitestgehend minimiert.

Nicht nur der soeben vorgestellte Lernrahmen bestimmt die Aufbereitungsform der Inhalte, sondern auch das gesteckte Lernziel. Nach Bloom können diese wie folgt aufgliedert werden. Es werden drei Dimensionen unterschieden, die weiterhin in horizontale Ebenen unterteilt werden. So können Lernziele einen kognitiven, affektiven oder auch psychomotorischen Auftrag enthalten, vergleiche hierzu Abbildung 1 [Walzik 2017].



Abbildung 1: Die drei verschiedenen Lernbereiche

Das Erlernen von ganz greifbaren Fertigkeiten mit dem eigenen Körper gehört zur psychomotorischen Dimension. Der Lerner erwirbt zunächst durch Imitation Anderer Fähigkeiten, die er daraufhin selbst durch Manipulationen weiterentwickelt. Dadurch werden Prozesse weiter präzisiert und können schließlich automatisiert oder auch naturalisiert, das heißt ohne aktives Nachdenken, umgesetzt werden. Beispielhaft kann hier das Lernen des Fahrradfahrens in Erinnerung gerufen werden. Bezüglich der Reichweite von teach4waste ist dieser Lernbereich als der am wenigsten relevante zu identifizieren. Das Erlernen einer bestimmten körperlichen Tätigkeit spielt im Bereich der nachhaltigen Abfallwirtschaft keine wesentliche Rolle

In der Abbildung 2 sind die einzelnen Lernstufen der kognitiven Dimension dargestellt.

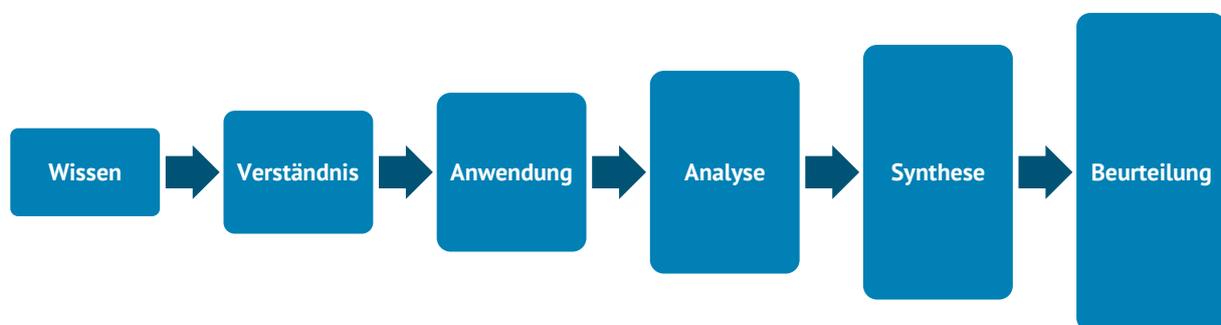


Abbildung 2: kognitive Lernzieltaxonomie nach Bloom

Ausgehend von der Basis des Fachwissens können Zusammenhänge verstanden werden, was schließlich zur Anwendung führt. Die sichere Anwendung von Wissen befähigt den Lerner, neue Situationen zu analysieren bzw. verschiedene Theorien zu verknüpfen und abschließend eine Bewertung, auch unter neuen Randbedingungen, vornehmen zu können. Die sechs kognitiven Lernziele stehen in einer direkten Abhängigkeit zueinander, ohne das Wissen können Prozesse nicht verstanden oder gar analysiert werden. Für das Projekt ist der kognitive Lernbereich der relevanteste, folglich empfiehlt es sich, gerade hier sorgsam vorzugehen. In Anlehnung an die Stufen der Lernziele ist deutlich ersichtlich, dass die fundierte Wissensvermittlung für qualitativ hochwertige Bildung unerlässlich ist.

Affektive Ziele fordern einen Kompetenzzugewinn im eigenen Handeln. So soll der Lerner auf einer ersten Stufe dem Lerngegenstand Aufmerksamkeit schenken und ihn beobachten. Im ersten Schritt soll also ein Bewusstsein für eine Thematik erweckt werden. Darauf aufbauend werden angemessene Reaktionen und das Bewerten von Verhaltensmustern vermittelt. Erst wenn diese Fähigkeit vorhanden ist, kann ein strukturiertes Wertesystem aufgebaut werden und der Lerner kann hierin seine eigene Erfüllung finden. Im Rahmen von teach4waste können affektive Lernziele nur auf lange Sicht und nicht direkt, sondern viel mehr durch die Entwicklung einer Haltung gefördert werden. Diese kann sich dafür aber auch direkt auf die der nachhaltigen Abfallwirtschaft angrenzenden Fachdisziplinen ausweiten.

## 2.2. E-Learning

E-Learning Konzepte bieten die Möglichkeit, den Lernprozess orts- und zeitunabhängig zu gestalten. So folgt die Wissensvermittlung durch die Nutzung von E-Learning der unumgänglichen Flexibilisierung durch die Globalisierung. Weiterhin können sich die Nutzer die Inhalte in ihrem eigenen Lerntempo aneignen und bei Bedarf bestimmte Themen noch einmal wiederholen. Darüber hinaus gestaltet sich die Wissensaneignung im digitalen Kontext interaktiver als im reinen Literaturstudium. Durch die Einbindung von Hyper-texten, Videos und Tonaufnahmen wird der Nutzer immer wieder zum eigenständigen Klicken aufgefordert und kann neben den abstrakten optischen Eindrücken auch plastisch visuelle und auditive Eindrücke auf sich wirken lassen. Hier wird dem Lerner hinsichtlich der Schwerpunktsetzung seiner eigenen Interessen entgegengekommen [Zwerenz 2008]. Neben diesen, nicht von der Hand zuweisenden Vorteilen von E-Learning-Konzepten muss auch der wesentliche Nachteil genannt werden. Das Lernen mit Hilfe dieser Darstellungsform erfordert ein hohes Maß an Selbstdisziplin. Der Lerner muss sich selbst eingestehen können, etwas noch nicht verstanden zu haben und entsprechend nachzuarbeiten.

Die zunehmende Verfügbarkeit an Hard- und Software sowie der nötigen Infrastruktur zur Nutzung von E-Learning-Plattformen tut ihr übriges zur weiteren Popularisierung dieses Lernsystems.

### 2.3. Zielpersonen

Der gestellte Antrag suggeriert eine sehr große und inhomogene Zielgruppe für diese E-Learning-Plattform. Bei näherer Betrachtung bilden sich jedoch drei Gruppen heraus. Neben den *zu Informierenden* bilden die *Lerner* die größte Gruppe, gefolgt von den zukünftig *Lehrenden*.

Die *zu Informierenden* oder auch Konsumenten haben keinen oder einen nur sehr geringen abfallwirtschaftlichen Hintergrund. Ihre Lernmotivation ist durchweg intrinsisch, sie lernen aus Begeisterung am Thema. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Lesen sehr langer Texte mit vielen Fachbegriffen abschreckend wirken wird. Jegliche interaktive Darstellungsform kann jedoch die Neugier wecken.

Im Gegensatz hierzu sind die *Lerner* überwiegend extrinsisch motiviert, der Erwerb von Wissen zum Erhalt eines Leistungsnachweises für die zielgerichtete Weiterqualifikation oder der Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes steht neben dem Antrieb zur Selbstverwirklichung im Fokus. Diese Gruppe verfügt bereits über ein abfallwirtschaftliches Grundverständnis und legt besonderen Wert auf die Vernetzung der Inhalte sowie eine detaillierte Darstellung, die jedoch auf das Wesentliche zur Anwendung im Beruf reduziert ist. Der Lerner benötigt einen schnellen Überblick mit der Möglichkeit der punktuellen Vertiefung in individuell relevanten Themengebieten.

Die *Lehrer* weisen bereits ein umfassendes Vorwissen auf und sollen durch die Bereitstellung der Materialien in der Durchführung ihrer eigenen Lehre unterstützt werden. Die Motivation kann hauptsächlich als intrinsisch identifiziert werden. Die Vermittlung des eigenen Fachwissens steht im Vordergrund. Eine extrinsische Motivation liegt erst bei der Beauftragung durch den Arbeitgeber oder eine Vergütung für erfolgreich abschließende Lerner vor. Dieser Zielgruppe soll ein breites Spektrum an Materialien in übersichtlicher Form zur Verfügung gestellt werden, mit dem individuelle Schwerpunkte gesetzt werden können, bzw. in das auch eigene Ausarbeitungen mit überschaubarem Aufwand eingearbeitet werden können.

Entsprechend dieser drei Zielgruppen ergibt sich, dass sowohl Informationsmaterial als auch Lern- und Lehrmaterialien benötigt werden. Unter Einbezug der verschiedenen Lernmotivationen und des Vorwissens ergeben sich hieraus verschiedene Anforderungen an das Material.

### 3. Anforderungen und Infrastruktur

Auf Basis der zuvor beschriebenen Ausgangssituation werden in diesem Kapitel die notwendigen Anforderungen abgeleitet. Hierbei werden die nachfolgenden Einzelaspekte separat betrachtet. Begonnen wird mit den zielgruppenspezifischen Anforderungen an das Material, es folgen Ausführungen über die möglichen verwendbaren Medienformen hin zu der notwendigen Infrastruktur.

#### 3.1. Anforderungen an das Material

Entsprechend der drei ermittelten Zielgruppen werden nachfolgend die Anforderungen an das Material herausgearbeitet. Hierbei fließen immer die Grundsätze guter Lehre ein, die auf den drei Säulen: Einfachheit, Kürze und Konsistenz (Abbildung 3) beruht.



Abbildung 3: Basis guter Lehre

- Einfach; der Inhalt sollte so einfach wie möglich aufbereitet werden, ohne dabei in Banalität zu entgleiten oder maßgebliche Details zu übergehen.
- Kurz; das prägnante Schildern der Sachverhalte und Zusammenhänge, ohne dabei den fokussierten Blick auf den Gegenstand zu verlieren und in Nebensächlichkeiten abzuschweifen.
- Konsistent; Fakten und Zusammenhänge müssen stringent erarbeitet werden und Verknüpfungen zu anderen Themenbereichen benötigen besonderes Augenmerk, um sowohl unnötige Wiederholungen als auch zu große Verständnislücken zu vermeiden. Denn beides hätte eine Frustration des Lerners zur Folge, die die Motivation stark herabsetzen kann.

So ergeben sich für den intrinsisch motivierten Konsumenten Informationsmaterialien, die auf das Wesentliche komprimiert, leicht verständlich und vor allem anschaulich sein sollen. Mit wenig Zeit- und Lernaufwand sollte ein fundierter Überblick über die Thematik und eine Erläuterung der einschlägig verwendeten Fachwörter gegeben werden. Um den Lerneffekt zu fördern, können prägnante Beispiele, sowie erlebbare Darstellungsformen einen maßgeblichen Betrag leisten. Vor allem die erlebbaren Darstellungsformen, sowie

eine interaktive Gestaltung der Website, die intuitiv erfahren werden kann, weckt oder erhält die Neugier für die weitere Beschäftigung mit einer nachhaltigen Abfallwirtschaft.

Die Bedarfe der Lerner gehen über die des Konsumenten deutlich hinaus. Hier sind ein allgemeiner Überblick und die Erläuterung von Fachbegriffen nicht mehr ausreichend. Vielmehr werden für den Lerner detailliertere und vor allem im Kontext verknüpfte Materialien benötigt, damit nicht nur die erste Stufe der kognitiven Lernziele (das Faktenwissen) geschaffen wird, sondern auch die darüber liegenden Lernziele bis hin zur Bewertungskompetenz erreicht werden können. Ausgehend von dieser Basis kann teach4waste dann auch eine Sensibilisierung von Zusammenhängen und Abhängigkeiten zu anderen Fachgebieten erzielen und darüber gar affektive Lernziele erreichen. Die Anforderungen an die gestalterische Ausarbeitung der Inhalte ist bei durchweg extrinsisch motivierten Lernern im Gegensatz zu den Konsumenten zweitrangig, da der eigene Erfolg im Prüfungsergebnis und nicht in der direkten Auseinandersetzung mit dem Material widergespiegelt wird. Dennoch machen gut aufbereitete Inhalte den Lernprozess attraktiver und können im Idealfall gar eine intrinsische Motivation im Individuum wecken.

Der Zielgruppe Lehrer hat den Anspruch, gutes Schulungsmaterial zur Verfügung gestellt zu bekommen. Gerade vor dem Hintergrund von distance learning und webbasierten Train-the-Trainer-Programmen sind selbsterklärende Materialien essentiell. Weiterhin sind über das klassische Lernmaterial hinausgehende Literaturverweise ein wichtiger Baustein für eine fachlich qualifizierte und methodisch sichere Inhaltsvermittlung in der Zukunft. Durch die gleichzeitige Erstellung der Materialien für alle drei Zielgruppen kann eine sehr hohe Konsistenz erzielt werden. Daraus folgt der Vorteil, dass vor allem Dozenten aus vorherigen Train-the-Trainer-Programmen bereits mit dem Material vertraut sind. Und so der Schritt vom Lerner zum Lehrenden deutlich erleichtert wird.

## 3.2. Aufbereitungsformen für Inhalte

In diesem Kapitel werden die diversen Aufbereitungsformen für die zu erarbeitenden Inhalte aufgezählt, sowie ihre geplante Verwendung im Projekt teach4waste abgeleitet.

An erster Stelle steht die klassische Medienform des Textes. Diese bereits sehr alte Form der Inhaltsdarstellung ist sowohl uns als Produzenten wie auch dem Nutzer gut vertraut und hat hierdurch den Vorteil, dass im Prinzip jeder beliebige Sachverhalt in dieser Form dargeboten werden kann. Es soll jedoch nicht auf die Annehmlichkeiten der digitalen Verfügbarkeit und Werkzeuge verzichtet werden. So werden in den Onlinetexten sogenannte Hypertexte verwendet. Auf teach4waste können diese optisch hervorgehobenen Wörter im Text beim Anklicken zu zwei verschiedenen Resultaten führen. Zum einen werden hier Fachbegriffe in einem Pop-Up Fenster erläutert und zum anderen werden so Verknüpfungen erzeugt, die einer leichteren interessengesteuerten Navigation dient. Die Erläuterung der Fachbegriffe mittels Pop-Up Fenstern hat für alle Nutzer Vorteile: Der abfallwirtschaftlich weniger gebildete wird in seiner Neugier bestätigt und lernt sogleich

den interaktiven und intuitiven Umgang mit der Plattform kennen. Bei den bereits vorgebildeten Nutzern haben sie hingegen den Vorteil, dass der Lesefluss durch erneute und in diesem Fall zumeist unnötige Wiederholung nicht gestört wird. Die Anreicherung der Texte mit Abbildungen, Diagrammen und Tabellen soll an geeigneten Stellen verdeutlichen oder auch zusammenfassen.

Die kognitiven und affektiven Lernziele können sehr wohl in dieser Form erreicht werden. Entsprechend den Erläuterungen zur Lernzieltaxonomie im Grundlagenteil soll der Lerner auf allen Stufen, von der reinen Kenntnis bis hin zur Beurteilung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen, befähigt werden. Darüber hinaus hat sich teach4waste zum Ziel gesetzt, dem Lerner ebenfalls affektive Werte zu vermitteln, sodass durch die Beobachtung der Ausgangssituation in Kombination mit dem erlernten Fachwissen neue angepasste Entsorgungslösungen generiert werden können. Die oben beschriebenen medialen Darstellungsformen bilden auch für diese Zielgruppe die Basis. Durch die kombinierte Nutzung von Video- und Animationssequenzen kann weiterhin die Wiedererkennung zwischen planerischen Elementen und der Praxisumsetzung gestärkt werden. Die Verwendung von Videomaterial, das direkt an der zugehörigen Stelle im Text eingebettet ist, bietet sich hier an. Für komplexe Sachverhalte haben Animation gegenüber Videos im Sinne der Vereinfachung entscheidende Vorteile. Darüber hinaus wird durch Fallbeispiele und Simulationen die eigene Handlungskompetenz in den Fokus gerückt.

Durch den Einsatz weiterer interaktiver Elemente wird der Nutzer zum Handeln aufgefordert, er wird dazu animiert, selbständig Dinge anzuklicken und zu entdecken. Hierfür eröffnet die derzeitige Entwicklung der Unterhaltungselektronik in Kombination mit der E-Learning-Plattform vielfältige Möglichkeiten. Hierbei findet jeweils ein Wechsel vom klassischen Lesen abstrakter Zeichen zum aktiven Interagieren, beispielsweise mit interaktiven Abbildungen oder 360°-Bildmaterial statt. Dieser Medienwechsel ist zu begrüßen, um die Konzentrationsfähigkeit des Nutzers über längere Zeit aufrecht erhalten zu können. Die derzeit den Markt erobernde Technik „Virtual Reality“ ist auch für teach4waste denkbar, zum Beispiel in Form von virtuellen Rundgängen in Abfallbehandlungsanlagen. Abschließend ist zu sagen, dass durch den Einsatz multimedialer Darstellungsformen, in welcher der denkbaren Formen auch immer, das Lernen mittels verschiedener Wahrnehmungseindrücke weitergehend unterstützen kann.

Die Dimension der Psychomotorik kann eine webgestützte Plattform allein aus den allgemeinen infrastrukturellen Randbedingungen (noch) nicht erfüllen. Zukünftig wäre dies mit „Virtual Reality“ denkbar, hierzu sind derzeit aber noch vor Ort Workshops unverzichtbar.

In Hinblick auf die Aus- und Weiterbildung arbeiten die Lerner aus dem Antrieb einer Erfolgsbestätigung. Im Rahmen der E-Learning-Plattform können zur Überprüfung des Lernerfolgs beispielsweise Tests mit der Ausgabe von Zertifikaten genutzt werden. Hierbei muss jedoch wieder auf die Lernzieltaxonomie nach Bloom verwiesen werden. Entsprechend wird nur soweit gelernt - das Verhalten geändert -, um das jeweilige Lernziel

zu erfüllen. Hieraus folgen Anforderungen an das Lern- und Prüfungsmaterial, denn es kann nur geprüft werden, was zuvor gelehrt wurde. Dies betrifft zum einen den inhaltlichen Detaillierungsgrad, zum anderen vielmehr die Art der Inhaltsaufbereitung. Für teach4waste sind kleine Quizze am Ende der Einheiten zum Selbsttest des Gelernten vorgesehen. Bei diesen Quizzen kommen ausschließlich geschlossene Fragen mit einer eindeutigen Lösung zum Einsatz, sodass der Nutzer ein qualifiziertes Feedback zu seinem aktuellen Wissensstand erhält. Weiterhin besteht so die Möglichkeit, bei falschen Antworten mit kurzen erläuternden Texten den Lerner noch auf die korrekte Lösung hinarbeiten zu lassen. Die Begrenzung auf geschlossene und eindeutige Fragen ist für die Selbstlernphasen nötig, da der Nutzer keine unmittelbare Möglichkeit zur individuellen Klärung, beispielsweise im Gespräch mit Fachleuten, hat. Würde an dieser Stelle mit offenen oder auch mehrdeutigen Lösungen gearbeitet werden, bestünde die Gefahr, vor allem den intrinsisch motivierten Lernern durch Frustrationsmomente die Freude am Lernen zu nehmen. Andererseits kann auch Frustration durch ein zu hoch angesetztes Niveau bei den Quizzen erzeugt werden.

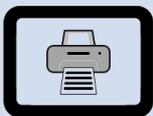
Selbstverständlich ist der Zielgruppe der Lehrenden der Zugriff auf alle bereits vorgestellten Darstellungsformen offen. Darüber hinaus werden vorgefertigte Foliensätze zu den jeweiligen Themen angeboten. Die Vertrautheit mit dem Lehrmaterial sorgt für Sicherheit bei den Dozenten und ist somit als eine wichtige Hilfestellung zu sehen.

Am Ende der Foliensätze stehen, im Gegensatz zu den Fragen aus den Quizzen, offen formulierte Fragen. Diese dienen dazu, die wesentlichen Begrifflichkeiten und Zusammenhänge, zum Teil unter neuen Gesichtspunkten, reflektieren zu können. Somit wird die tiefgehende Beschäftigung mit dem Thema gefördert. Bei der Nutzung dieser offenen Fragen ist es empfehlenswert, dem Lerner eine Möglichkeit des fachlichen Austausches zu geben. Bei Präsenzveranstaltungen ist dies systemimmanent durch Anwesenheit von Lerner und Lehrenden am selben Ort gegeben. Bei online durchgeführten Schulungen sollten im Vorhinein die Kommunikationswege per Mail, direkt zu dem Dozenten, oder im Forum, im Austausch mit der gesamten Lerngruppe, erörtert werden. Hierbei ist es gerade bei dem Austausch via Mail empfehlenswert, die Rahmenbedingungen (in welchem Zeitraum ist mit einer Rückmeldung in welcher Form zu rechnen) transparent darzustellen.

Weiterhin sind Downloadmedien vorgesehen. Das Wesentliche hierbei ist die Druckversion der Onlinetexte, sodass die Inhalte auch offline verfügbar werden. Weiterhin werden Übersichtstabellen, Formblätter sowie der Verweis auf weitere Literaturquellen zur Verfügung gestellt, hierdurch soll der Einstieg in eine weiterführende Erschließung der Thematik erleichtert werden.

Die Navigation in den einzelnen Kursen wurde so konzipiert, dass direkt unter der Überschrift die Icons der jeweils verfügbaren Medien aufgelistet (Druckversion, Video, Quizze, Präsentationsfolien, Extramaterial) und über diese auch direkt anwählbar sind. In Tabelle 1 sind die entsprechenden Icons mit der Zuordnung der jeweils hinterlegten Medienformen aufgelistet.

Tabelle 1: Icons und die hinterlegten Medien für die Schnellnavigation

Icon	hinterlegtes Medium
	Präsentationsfoliensatz (ggf. mit integrierten Videos/Animationen; offenen Fragen zur Reflexion)
	Video/Animation
	Druckversion des Onlinetextes
	weitere Literaturempfehlungen
	Quizze für die Selbstlernphase

So haben die Nutzer die Wahl, sich das Thema komplett von vorne zu erarbeiten oder nur in eines der Medien hinein zu schnuppern. Diese Stippvisite in den Kursen kann zur Verschaffung eines allgemeinen Überblicks sowie der Validierung, ob die eigenen Interessen in diesem Kurs berücksichtigt werden, genutzt werden. Durch das individuelle Nutzen der Plattform ist es möglich, die Inhalte zielgruppengerecht in verschiedenen Detailtiefen anzubieten. Hieraus lässt sich auch der vermeidliche Nachteil einer sehr großen und diversen Zielgruppe in einen Vorteil dieses Projektes ummünzen. Denn durch die gezielte und zeitgleiche Erarbeitung der Inhalte auf unterschiedlichen Detaillierungsgraden entsteht parallel eine äußerst hohe Konsistenz der Materialien. Dies wirkt sich vor allem im Bereich der Train-the-Trainer-Ausbildung positiv aus. Die zunächst lernenden und dann lehrenden Trainer sind mit dem Material bereits sehr vertraut.

### 3.3. Anforderungen an die Infrastruktur

Das Projekt teach4waste hat sich zum Ziel gesetzt, die erarbeiteten Inhalte dem Nutzer digital zur Verfügung zu stellen. Eine Möglichkeit, dies umzusetzen bieten Content Management Systeme (CMS). Eine ausführliche Definition für den Begriff CMS stellt das Gabler Wirtschaftslexikon zur Verfügung: Bei einem CMS handelt es sich demnach um ein Softwaresystem zur Unterstützung des Content (Inhalt) Managements. Aus fachlicher Sicht lässt sich ein Content Management System in drei Anwendungsmodule teilen: Das

Redaktionssystem erlaubt die Bearbeitung und Verwaltung von Inhalten, im Content Repository erfolgt die Speicherung der Inhalte und das Publishing System ermöglicht die Ausgabe der Inhalte z.B. im Internet oder in der Druckvorstufe. CMS basieren auf dem Prinzip der medienneutralen Verwaltung von Inhalten (Content). Wichtige Rollen für CMS spielen überdies die Komponenten Rechteverwaltung und Workflow Management. Hierfür werden Entwicklungswerkzeuge benötigt, die den ausgewählten Software-Entwicklungsprozess optimal unterstützen und beherrschbar machen. Spezifischer als CMS sind Lernmanagementsysteme (LMS), die sich auf Lehrinhalte beschränken. Dabei bildet ein LMS, auch Lernplattform genannt, i.d.R. den technischen Kern einer komplexen, webbasierten E-Learning-Infrastruktur. Es handelt sich dabei um eine auf einem Webserver installierte Software, die das Bereitstellen und die Nutzung von Lerninhalten unterstützt und Instrumente für das kooperative Arbeiten und eine Nutzerverwaltung bereitstellt. LMS sind somit eine soziale Software (Social Software), welche neben der reinen Informationsübertragung auch maßgeblich der menschlichen Kommunikation und der Zusammenarbeit dient [Kerres M. und Preußler A., 2012].

In Hinblick auf die Erstellung der teach4waste E-Learning-Plattform, welche die Basis des aufbereiteten Fachwissens begründen soll, sind neben den essentiellen Anforderungen an LMS auch besondere Anforderungen zu beachten, die sich aus der Projektgestaltung ergeben.

Grundsätzlich sollte eine Lernplattform nach Schulmeister [2003] folgende Funktionen erfüllen:

- eine Benutzerverwaltung (Anmeldung mit Verschlüsselung)
- eine Kursverwaltung (Kurse, Verwaltung der Inhalte, Dateiverwaltung)
- eine Rollen- und Rechtevergabe mit differenzierten Rechten
- Kommunikationswerkzeuge (Chat, Foren) und Werkzeuge für das Lernen (Whiteboard, Notizbuch, Annotationen, Kalender etc.)
- die Darstellung der Kursinhalte, Lernobjekte und Medien in einem netzwerkfähigen Browser

Für die Benutzerverwaltung ist es wichtig, dass ein Administrator eines LMS die Konten der Nutzer beaufsichtigt. Seine Aufgaben sind: Benutzernamen zu vergeben, Änderungen am Konto vorzunehmen oder jenes zu löschen. Bei der Vergabe eines Benutzerkontos muss beachtet werden, dass dieses durch ein Passwort geschützt wird. Dabei wird festgelegt, welche Rechte dem Nutzer zukommen. Neben einer Benutzer- muss auch eine Kursverwaltung angelegt werden. Sämtliche Verwaltungsvorgänge hinsichtlich der Kursangebote sind dabei zu beachten. Besonderes Augenmerk ist auf ein leicht zu bedienendes System zu legen, das problemlos eine Erweiterung um weitere Fachmodule zulässt. Eine übersichtliche Gestaltung der angebotenen Kurse und deren Planung und Durchführung sowie die zeiteffiziente Aktualisierung der Inhalte fördern die Funktionalität eines LMS. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, lassen sich die Plattformen in den

Lernalltag integrieren. Für teach4waste ergab sich weiterhin die Anforderung, eine frei verfügbare Software zu nutzen, um die Plattform auch über das Projektende hinaus ohne erheblichen finanziellen Aufwand betreiben zu können.

Vor dem Hintergrund dieser Randbedingungen wurde eine ausgiebige Recherche der verschiedenen frei verfügbaren Lernmanagement-Software-Systeme durchgeführt. Nachfolgend sind einige bekannte Softwares in diesem Bereich aufgelistet:

- Moodle
- StudIP
- CourseSites by Blackboard
- Sakai 11
- LatitudeLearning
- Dekeos
- Schoology
- iTunes U
- Cogno

Bei der Analyse der verschiedenen Systeme hat sich das Verwaltungssystem Moodle für die vorliegende Aufgabenstellung besonders empfohlen.

Moodle ist eine Freeware-Software zur Erstellung von online-Lernplattformen mit dem Ziel, das konstruktivistische Lernen in kleinen und auch sehr großen Gruppen, von bis zu mehreren tausend Teilnehmern, zu unterstützen. Die Lehrinhalte können von Trainern, Dozenten und Lehrern in sogenannten Kursräumen vollkommen frei gestaltet und ohne weitere Vorkenntnisse intuitiv bearbeitet werden. So ist das Präsentieren von Texten, Bildern, Videos, Tondateien als auch Animationen (bei freier Wahl des Formates) problemlos möglich. Weiterhin können auch Verlinkungen als Seitenblick zu weiterführenden Webseiten und Büchern eingepflegt werden. Die Lerner erhalten auf der Startseite einen Überblick der verschiedenen Kategorien, welche die jeweiligen Kurse enthalten. Dort können die Inhalte der verschiedenen Kurse begleitet, aber auch vollkommen selbständig auf verschiedene Art und Weise konsumiert werden. Moodle ist ebenfalls für den Dialog einerseits zwischen Trainern und Lernern und andererseits der Trainer, beziehungsweise Lernern untereinander konzipiert worden. Speziell sei hier auf die Chat- beziehungsweise Forenfunktion hingewiesen. Internationale Netzwerk- und Gruppenbildung wird unterstützt. Zudem ist ein stetiger Ausbau der Lehrinhalte von allen Beteiligten möglich, beispielsweise durch die Erstellung und Erweiterung eines verlinkten Lexikons („Wiki“). Auch ein Abprüfen der Lehrinhalte ist in Form von Tests mit verschiedenen Fragetypen möglich. Darüber hinaus verfügt das Programm über infrastrukturelle Werkzeuge, wie beispielsweise Abstimmungs- und Umfragebausteine und einem projektübergreifenden Glossar. Durch die von Moodle vielfältige Bereitstellung an verschiedenen Gestaltungsmodulen bietet dieses Programm einen leichten Einstieg in die E-Learning-Welt mit einem überschaubaren Pflegeaufwand für die Verantwortlichen.

Neben den erwähnten Funktionen können durch Moodle auch Lektionen erstellt werden, dies bedeutet die Segmentierung von Inhalten in kleine Abschnitte mit einer Verständnisabfrage, die erst bei korrekter Bearbeitung das nächste Segment freigibt. Auch der Aufbau eines Workshops ist denkbar, in dem mehrere Teilnehmer zusammen eine Fragestellung bearbeiten und durch Feedback untereinander eine optimierte Lösung erzielen. Für den individuellen Austausch zwischen zwei Personen besteht eine Messenger-Funktion. Somit ist über Messenger, Chat und Forum die Grundlage für eine umfassende Kommunikation auf allen Ebenen sichergestellt.

Das System Moodle besteht inzwischen seit zehn Jahren am Markt. Derzeit nutzen etwa 70.000 Einrichtungen wie Universitäten, Unternehmen und Schulen in 200 verschiedenen Ländern Moodle als Lernmanagementsystem. Vor allem in den USA ist die Software populär, sie wird aber auch im asiatischen und europäischen Raum mit stetigem Zuwachs verwendet. Durch das einfache „plug and play“ Prinzip beim Einstellen der Inhalte sind hinsichtlich der sprachlichen Vielfalt keine Einschränkungen zu erwarten. Vor allem die Zahl an Nutzern spricht für diese Software, da etwaig auftretende Probleme schnell durch Zusammenarbeit anderer Betreiber gelöst werden können. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass auch an der Technischen Universität Braunschweig bereits erfolgreich mit diesem System gearbeitet wird. Somit konnten erste Probeläufe mit dieser Lehr- und Lernsoftware intern begleitet und gefördert werden. Auf Grund der langen Markpräsenz dieser Software sind bereits sämtliche Schnittstellen für das zeit- und ortsunabhängige Lernen erschlossen. So kann mit dem PC, Tablet aber auch dem Smartphone gearbeitet werden.

Durch die vorstehenden Erläuterungen wird neben der Erfüllung der derzeitigen Anforderungen ebenso das Einsatzpotential dieser Verwaltungsplattform für zukünftige Fragestellungen ersichtlich.

Im Laufe der Projektbearbeitung wurden verschiedene Möglichkeiten zur Einbindung selbst erstellter interaktiver Inhalte in Moodle analysiert. Als ein sehr kompatibles und intuitiv zu verwendendes und vor allem freies Plug-In hat sich hierbei „h5p“ herausgestellt. Dieses Plug-In ist nun direkt auf teach4waste installiert und erlaubt die direkte Erstellung von interaktiven Komponenten, die besonders in den interaktiven Abbildungen, sowie den Quizen Anwendung findet. Auch dieses h5p verfügt bereits über responsive design, sodass die Inhalte sowohl auf Laptop und Tablet als auch dem Smartphone dargestellt werden können. Weiterhin können die Inhalte einzeln exportiert werden und so auch mit anderen geteilt werden, die diese Dateien wiederum mit h5p weiterbearbeiten können. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der Verwendung als Open Educational Resources (OER), nach dem Leitgedanken der UNESCO, sehr begrüßenswert.

Nach anfänglichen Versuchen, die Website für teach4waste auf einem virtuellen Server des universitätseigenen Rechenzentrums zu hosten, ist die Webpräsenz inzwischen bei dem kommerziellen Anbieter Strato gehostet. Neben den Vorteilen eines regelmäßigen Backups, der Versicherung bei Verlust durch Diebstahl oder physischem Versagen der

Komponenten sowie einer professionellen brandschutztechnischen Absicherung des Servers durch die Bereitstellung eines externen Betriebs ist vor allem die individuelle und flexible Gestaltung der benötigten Speicherkapazitäten und Rechenleistung für den gleichzeitigen Zugriff durch die User hervorzuheben. Dies wäre im universitätsinternen Kontext mit dem Gauß-IT-Zentrum, wie ursprünglich geplant, nicht möglich gewesen, da dies stets eine Sonderkonfiguration für die Abteilung Abfall- und Ressourcenwirtschaft bedeutet hätte. In einem einvernehmlichen Gespräch wurde sich auf die nun realisierte Lösung verständigt.

Im Dezember 2018 wurde das Moodlesystem erneut auf die stabil laufende Version 3.5.3 aktualisiert, um weiterhin sämtliche vom Anbieter zur Verfügung gestellten Tools und Neuerungen problemlos nutzen zu können. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der angepassten Darstellung auf verschiedenen Endgeräten wie Laptop, Tablets und Smartphones von Bedeutung. Das Erscheinungsbild der E-Learning-Plattform wurde unter Berücksichtigung der verfügbaren Designs der neuesten Moodle-Version (Moodle 3.5.3) und dem bislang entwickelten Corporate Design von teach4waste angepasst.

## 4. Projekterarbeitung

In diesem Kapitel wird der Weg der Projekterarbeitung beschrieben, hierbei wird sich auf die wesentlichen Ergebnisse konzentriert. Zu Beginn steht die Erörterung der inhaltlichen Strukturierung der Inhalte für die Website. In einem weiteren Schritt werden die über die Projektdauer beteiligten Projektpartner und ihre jeweilige Partizipation vorgestellt. Abschließend folgt ein Überblick über die bisherigen Aktivitäten hinsichtlich der Öffentlichkeitsarbeit.

### 4.1. Gesamtkonzept

Bei der Erarbeitung des Gesamtkonzeptes konnten verschiedene Themenfelder identifiziert werden. Hierbei sind *Themenfelder* entsprechend der Semantik in Moodle mit der Bezeichnung *Kategorie* gleichzusetzen. Abbildung 4 zeigt die in teach4waste vorgesehenen Kategorien.



Abbildung 4: Kategorien von teach4waste (eigene Darstellung)

Bei der Identifizierung und Reihenfolge der Kategorien wurde sich an dem „Lebensweg“ von Abfällen, sowie der politisch gewollten Verwertungs-Hierarchie orientiert.

Hieraus folgend wird mit der Kategorie Abfallaufkommen und -zusammensetzung begonnen. Es werden die unterschiedlichen Abfallfraktionen entsprechend der gängigen Abfallschlüssel vorgestellt, bevor die Durchführung der Abfallanalyse, zur Ermittlung der derzeitigen Abfallsituation im Untersuchungsgebiet, beschrieben wird.



Abbildung 5: Aufgliederung der Kategorie Abfallaufkommen und -zusammensetzung

Den Abschluss dieser Kategorie bilden die grundlegenden Laboranalysen für Wassergehalt und organische Trockensubstanz, Atmungsaktivität, Gasbildungspotenzial, sowie die Bestimmung von Parametern im Eluat.

Bei der Abfallerfassung und Anlieferung wird der gesamte Bereich von den verschiedenen Erfassungssystemen über den Transport in Müllfahrzeugen bis hin zu den Umladestationen, beziehungsweise der Bunkerung nach der Annahme und Registratur in Abfallbehandlungszentren abgedeckt.

Die Abfallaufbereitung und -konfektionierung umfasst sowohl trockene als auch nasse Aufbereitungsverfahren. Weiterhin werden in dieser Kategorie die Entwässerung, die



Entsprechend der Abbildung 6 folgt auf einen allgemeinen Einstieg die aeroben und anaeroben Prozesse. Sowohl die aeroben als auch die anaeroben Verfahren werden hier nochmals in den Abbauprozess, die maßgeblichen Prozessparameter, Steuerungsoptionen, technische Umsetzung und den Emissionen des Prozesses untergliedert. Die genaue Aufgliederung dieser Kategorie ist in der dargestellt.

Die Stufe der thermischen Abfallverwertung nach der Abfallhierarchie findet sich in der Kategorie „Thermische Verfahren“ wieder. Bei der Ausarbeitung wurde sich hier zunächst auf die Fragestellung der „Alternative Fuels“ konzentriert, da diese wirtschaftlich, unter anderem für aufstrebende Nationen, höchst interessant sind und ihnen eine hohe Relevanz bezüglich der festen Siedlungsabfälle zukommt. Die zukünftigen Planungen beinhalten einen umfangreicheren Ausbau dieser Kategorie. Begonnen wird mit dem Verbrennungsprozess selbst, über die maßgeblichen Prozessparameter, Verfahren, der Bemessung bis hin zu der detaillierten Beschreibung der entstehenden Produkte sowie der Emissionen.

Das Teilgebiet der Deponierung ist eines der ältesten und somit am besten erforschten in der Abfallwirtschaft. Daraus ergibt sich die umfangreiche Aufgliederung, die hier geplant ist. Als erste Unterpunkte der Diversifizierung sind entsprechend ihrer chronologischen Abfolge die Planung und der Bau, die Betriebsphase selbst, das Ende der Einlagerung bis zu einem optionalen Rückbau zu nennen. Für den Bereich Deponierung wurden bislang die Einzelaspekte Deponiebarrieren, Gasfassung, Deponiesickerwasser sowie Deponiebetrieb erarbeitet (siehe Abbildung 7).

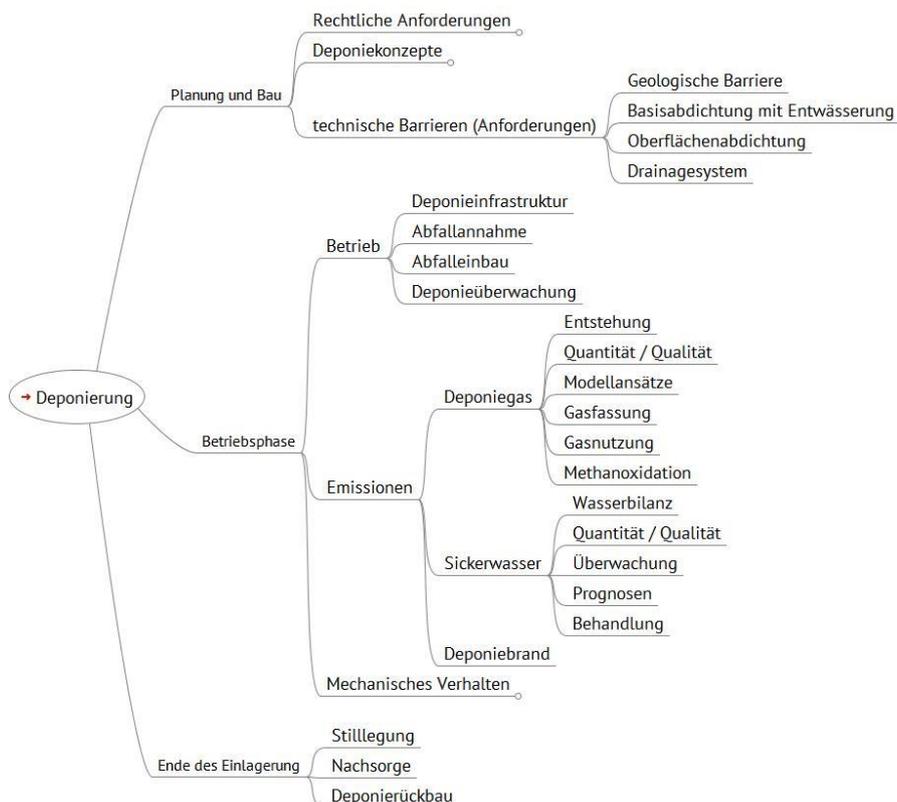


Abbildung 7: Aufgliederung der Kategorie Deponierung

Um die jeweiligen abluftbürtigen Emissionen aus den vorangegangenen vorgestellten Verfahren nicht einfach nur zu benennen, sondern Lösungen für ihre fachgerechte Entsorgung zu liefern, wurde die Kategorie der Abluftbehandlung in das Konzept eingegliedert. Hier sind - verglichen mit den übrigen Kategorien – mehr Verknüpfungen zu den anderen Kategorien zu erwarten.

Wie im Bereich der Abluftbehandlung gilt es auch für die in der Abfallwirtschaft anfallenden Abwässer, Grundlagen der Abwasserbehandlung zu vermitteln. Die Ausarbeitung dieser Kategorie wurde bislang lediglich angedacht.

Abschließend steht der Block der Nachhaltigkeit. Dieser setzt sich zum Ziel, die zuvor vermittelten Inhalte in einen größeren Kontext zu stellen und einen ersten Bewertungs- und Beurteilungspunkt zu bieten. Auf dieser Basis soll es den Nutzern möglich sein, ein nachhaltiges Umweltbewusstsein zu entwickeln. Die Untergliederung dieser Kategorie folgt den drei Säulen der Nachhaltigkeit und teilt sich daher auf in „Abfall und Umwelt“, „Abfall und Soziales“ und „Abfall und Ökonomie“. Entsprechend der derzeitigen politischen Situation wurde der erste Kurs aus dem Bereich „Abfall und Umwelt“ bereits erstellt. In dem Kurs „Abfall und Klima“ werden zunächst die wichtigsten Begrifflichkeiten definiert, bevor diverse Modellierungsansätze für die Bewertung von Treibhausgasemissionen eingehend erörtert werden.

Zu allen diesen sehr umfassenden Kategorien sind neben den sehr detaillierten Ausarbeitungen ebenfalls kurze Übersichtspräsentationen gerade für die Zielgruppe der zu informierenden, wie beispielsweise Stakeholdern und Politikern verfügbar, um dem Vortragenden hier die Auswahl aus den umfassenden „Lerner-Präsentationen“ abzunehmen. Hierbei wird der Fokus vor allem auf die prägnante Darstellung der Situation hinsichtlich der deutschen Abfallwirtschaft gelegt.

## 4.2. Antragsteller und Kooperationspartner

Der Antragsteller hat zu Beginn des Projektes, wie in Kapitel 4.1 eingehend erläutert, ein tragfähiges Gliederungskonzept für eine nachhaltige Abfallwirtschaft erarbeitet. Hierbei entstanden einzelne Kategorien, die jeweils durch Kurse, beziehungsweise Sektionen in den einzelnen Kursen, untergliedert wurden.

Die fachspezifische Ausarbeitung der Inhalte erfolgte maßgeblich durch den Antragsteller. Hinsichtlich der Kategorien „Alternative Fuels“ und „Abfall und Klima“, die nicht zu den Kernkompetenzen des Antragstellers gehören, konnten als Partner zum einen WhiteLabel-Tandem Projects e.U. und zum anderen das Öko-Institut gewonnen werden. Hierbei wurde stets auf eine konsistente Abstimmung zu den übrigen Inhalten geachtet. Darüber hinaus wurde bezüglich der Abfallanalyse mit dem Witzenhausen-Institut, dem deutschen Marktführer auf diesem Gebiet, zusammengearbeitet. Neben diesen maßgeblichen Kooperationen seien an dieser Stelle auf die fachliche Beratung von Prof. Dr.-Ing. habil.

Werner Bidlingmaier, Prof. Dr.-Ing. Norbert Dichtl, Prof. Dr.-Ing. Carsten Cuhls und Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann hingewiesen.

Bei der Produktion der eigens erstellten Videos wurde vorrangig mit den Firmen „Wiese Foto + Film GmbH und Co. KG“, „Cineview Filmproduktion“ und „ARC Tonproduktion“ zusammengearbeitet. Diese Kooperation hat sich aus früheren guten Erfahrungen bei der Projektbearbeitung empfohlen.

In Zusammenarbeit mit „Wiese Foto + Film“ wurden vor allem Livebild-Projekte und Filmarbeiten realisiert. Für Livebild-Projekte sind beispielhaft die Ansprache einer Kompostmiete durch Prof. Dr.-Ing. Klaus Fricke, sowie das Video zur Restabfallsortierung mittels Trommelsieb des Oberthemas „Abfallaufkommen und -zusammensetzung“ zu nennen. Neben den reinen Livebildern wurde der Teil der Sortierübersicht aus der Vogelperspektive mit dem Tonnenstellplan mit einer Zeichnung überlagert. Diese Darstellung sorgt für einen hohen Wiedererkennungswert. Die inhaltliche Ausgestaltung dieses Videos wurde in Kooperation mit dem Witzenhausen-Institut, sowie dem Entsorger ALBA durchgeführt.

Die Darstellung komplexer Abläufe, die mittels herkömmlicher filmischer Methoden nicht adäquat visualisiert werden können, wurden von der Cineview Filmproduktion in Form von Animationen umgesetzt. Hier sind vor allem die beiden Animationen zu den Prozessen in einer Kompostmiete zu nennen. Diese verdeutlichen zum einen den generellen Ablauf des aeroben Abbaus, sowie die jeweilige Veränderung der maßgeblichen Parameter und zum anderen die Vorgänge bei der passiven und aktiven Belüftung von Mieten.

Bei den zuvor präsentierten Video- und Animationsarbeiten wurde das Projekt auch durch den gemeinnützigen Verein CReED und seine Mitglieder im Einzelnen unterstützt. Diese Mitarbeit umfasste sowohl das Einbringen von Know-How, als auch das zur Verfügung stellen entsprechender Demonstrationsanlagen. Überdies entstanden in Kooperation mit CReED e.V. länderspezifische Filme, aus Brasilien, verschiedenen Ländern Afrikas und den Philippinen. Um einen einfachen Einstieg in die Problematik der jeweiligen Regionen zu erhalten, wird zunächst der bisherige Umgang mit Abfall gezeigt, um daraufhin das Potential einer nachhaltigen Abfallwirtschaft an Hand von ausgewählten Leuchtturmprojekten zu veranschaulichen. Folglich wird vor allem auf ganzheitlich integrierte, sowie innovative Projekte eingegangen. Neben dem reinen Darstellen dieser Vorzeigeprojekte soll der Nutzer ermutigt werden, sein erworbenes Wissen in anderen (Länder-)Kontexten anzuwenden und jenseits von etablierten Technologien neue innovative Konzepte zu erarbeiten.

Darüber hinaus wurden eigens vom Antragsteller Videos produziert. Für Schnitt und Vertonung dieser Aufnahmen, die hauptsächlich aus der Durchführung diverser laboratorischer Untersuchungen bestehen, konnte die ARC Tonproduktion als Kooperationspartner gewonnen werden.

Über diese explizite Unterstützung im fachlichen und filmischen Bereich hinaus konnten weitere Firmen aus der Abfallbranche, die nachfolgend einzeln vorgestellt werden, zur Teilnahme an teach4waste angeregt werden.

Die ALBA Braunschweig GmbH unterstützte das Projekt durch die Bereitstellung von Material und Flächen zur Durchführung der Abfallanalyse, sowie der Möglichkeit, erste 360°-Aufnahmen in ihrer Leichtverpackungs-Sortieranlage am Standort Braunschweig durchzuführen.

Besonders für die Kategorie Abfallaufbereitung und -konfektionierung erschien dem Antragsteller die komplette Neuerarbeitung der visuellen Darstellung der unterschiedlichen Aggregate als wenig zielführend, da die etablierten Anbieter bereits über sehr anschauliche, detailreiche und ansprechende Videos und Animationen verfügen. Vor diesem Hintergrund wurden Gespräche mit den Unternehmen Strabag, Stadler und Eggersmann geführt. Resultat dessen ist die Erlaubnis zur Nutzung der bereits vorhandenen Ressourcen für teach4waste.

Mit der Firma Naue, die im Bereich von Geotextilien im Deponiebau tätig ist, wurde ein reger Austausch zu der Gliederung dieser Kategorie gepflegt, darüber hinaus wurden entsprechende Videomaterialien zu besseren Veranschaulichung bestimmter Sachverhalte zugesagt.

Weiterhin wurden Videomaterialien des Anlagenbauers Doppstadt zur Verwendung bei teach4waste in Aussicht gestellt. Im Gespräch mit Herrn Henning Strunz (Geschäftsführer der Doppstadt Systemtechnik GmbH) wurde so verblieben, dass die Freigabe der Filme dann spezifisch entsprechend der jeweiligen Anforderungen erfolgen soll.

### 4.3. Öffentlichkeitsarbeit

Das Vorhaben ist bei diversen nationalen internationalen Bildungsinstitutionen und relevanten/interessierten Institutionen am Capacity Building vorgestellt worden. Hierzu zählen universitäre und außeruniversitäre Bildungseinrichtungen, der öffentliche Sektor mit seinen Fachbehörden und Unternehmen, sowie der private Sektor mit Unternehmen und Verbänden. Insgesamt fanden im Zeitraum zwischen März 2015 und Dezember 2018 rund 50 Präsentationen statt. Eine detaillierte Auflistung hierzu ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Vornehmliches Ziel war es, Partner für die Entwicklung, die permanente Evaluation der Entwicklungsschritte und für den geplanten zukünftigen Ausbau zu finden. In Deutschland kommen ausgewählte Module der interaktiven, multimedialen Schulungsmodule seit 2017 zur Anwendung. Für 2019 ist die Anwendung unter anderem für Italien (Universität Padua), für Brasilien (5 Universitäten und Verbände) und Hong Kong (Baptist University) vorgesehen.

Darüber hinaus hat sich das Projekt teach4waste für die sachdienliche und vor allem praxisbezogene Ausarbeitung der Inhalte gezielt Herstellern von Anlagentechnik und weiteren Akteuren der Abfallwirtschaft im Rahmen der erwähnten Informationsveranstaltungen, beziehungsweise in individuellen Gesprächen vorgestellt. Hierbei wurde vor allem auf die Partizipationsmöglichkeiten der jeweiligen Unternehmen eingegangen.

Hieraus ergab sich bereits die konkrete Zusammenarbeit mit dem Entsorger ALBA am Standort Braunschweig und dem Witzenhausen-Institut. Die Kooperation mit den Anlagenbauern Eggersmann und Stadler und dem Unternehmen Naue, das Geotextilien für den Deponiebau produziert, sind erfolgt. Darüber hinaus liegen von weiteren Unternehmen Interessensbekundungen an einer zukünftigen Zusammenarbeit vor.

Zur Bekanntmachung des Projektes im abfallwirtschaftlichen Umfeld wurden in erster Linie Vorträge gehalten. Hierbei muss zwischen der Erwähnung von teach4waste und dessen Chancen im übergreifenden Kontext und der expliziten Vorstellung und Diskussion des Projektes unterschieden werden. Darüber hinaus wurde im CReED-Newsletter 01/2016 ein Beitrag lanciert, der im Vorlauf zur Messe IFAT in München erschien. Dieser Newsletter erscheint in den Sprachen Deutsch, Englisch und Portugiesisch, spricht also eine breite Zielgruppe an. Ein Scan des Artikels in den jeweiligen Sprachen ist im Anhang angefügt (Abbildung 9 bis Abbildung 11). Anlässlich der SARDINIA 2017, einem internationalen Symposium für Abfallmanagement und Deponierung, erfolgte die Veröffentlichung des teach4waste-Papers im Tagungsband der Veranstaltung (siehe Anhang Abbildung 12 bis Abbildung 18).

Eine Auflistung der Öffentlichkeitsarbeit-Aktivitäten des Projektes befindet sich in chronologischer Reihenfolge in der nachstehenden

Tabelle 2: Auflistung zu Öffentlichkeitsarbeit von teach4waste

Jahr	Ort, Anlass	Auftraggeber/Durchführung
<b>2015</b>		
21.01.2015	Paris, Lavex Universität, KF	TU BS
01.-03.2015	Belgrad, Workshop Deutschland Serbien, KF	TU BS/BMWi
21.04.2015	Berlin, Südamerika Delegation, KF	TU BS/BMWi
25.-28.04.2015	Beirut, Kongress, KF	TU BS
04.-08.05.2015	Hannover, Tagung, CReED Stand, Burkart Schulte, Harald Wiese	TU BS/CReED
18.-20.05.2015	Hong Kong, Kongress und Ausstellung, KF	TU BS
11.05.2015	Altshausen, Stadler, KF	Stadler
25.-26.06.2015	Calbe Fa. Doppstadt, KF	CReED
02.07.2015	Hille, CReED, KF	CReED
02.08.2015	Augsburg, Führung und Vortrag Delegation Brasilien, KF	CReED
02.-04.09.2015	Expert Workshop + Regional Meeting – University of San Juan, Argentina, KF	Exceed
21.09.- 09.10.2015	Hille. Schulung, Strabag Slowenien	Strabag/TU BS/CReED
09.10.2015	Mexico City, UNAM, KF	TU BS

Jahr	Ort, Anlass	Auftraggeber/Durchführung
<b>2015</b>		
06.11.2015	Köln AVG und CReED, KF	CReED
11.2015	Deutsch Serbischer Unternehmer Workshop des BMWi, KF	Fa. Gudoni, BMWi
03.12.2015	CReED Mitgliederversammlung, Vorstellung des Projektes, KF	CReED
<b>2016</b>		
12.-15.01.2016	Alicante, Weiterbildung Kompostierung im ökologischen Landbau, KF	TU BS/ Naturkost Elkershausen
27.-28.01.2016	Hamburg Deponietagung, KF	TU BS
12.02.2016	Hille, CReED-Mitgliederversammlung, Pfeiffer	TU BS CReED
19.03.2016	Antalya, Exceed Kongress, KF	TU BS/Exceed
18.-20.04.2016	Kassel Abfallforum, CReED-Stand, Burkart Schulte	CReED
30.05.-03.06.2016 IFAT 2016	Präsentation des Projektes auf der IFAT 2016, zusätzlich wurden die Unternehmen durch einen Newsletter-Beitrag (CReED) auf das Vorhaben aufmerksam gemacht (Auflage: 2000 Stück in Deutsch, Englisch und Portugiesisch), KF, Burkard Schulte Harald Wiese	
07.09.2016	Rio de Janeiro, PUC-Alumni Seminar, KF, Christiane Pereira	TU BS/PUC
18.09.2016	San Jose, Argentinien, Exceed Regional-Meeting, KF, Christiane Pereira	TU BS/Exceed
13.06.2016	Rostock, VDLUFA Tagung	TU BS/VDLUFA
05.10.2016	Braunschweig Summer School	Exceed
09.12.2016	CReED Mitgliederversammlung, Vorstellung von Partizipationsmöglichkeiten, Andrea Pfeiffer	
<b>2017</b>		
13.01.2017	Präsentation des Projektes bei Institut für Wissensanalyse und -Synthese, Goslar, Andrea Pfeiffer	TU BS
06.02.2017	Dortmund, Workshop Delegation Serbien	TU BS/BMWi
10.02.2017	Bad Oeynhausen, Fa. Denius, CReED-Vorstandssitzung, KF	CReED
21.02.2017	Brasilia, Pro Biogas, KF	TU BS/BMBF/GIZ
24.02.2017	Sao Paulo, Umweltministerium Sao Paulo, KF	TU BS
13.-16.03.2017	Phuket, Exceed Kongress, KF	TU BS/Exceed
06.04.2017	Leipzig, Terratec, KF	CReED
25.-26.04.2017	Kassel Abfallforum, CReED-Stand, Burkart Schulte, Harald Wiese	CReED
21.07.2017	Espelkamp, Naue, Geschäftsleitung, KF	Naue
25.-28.07.2017	Braunschweig, Summer School, KF, Andrea Pfeiffer	TU BS/Exceed
08.-10.08.2017	Brasilia, 5 brasilianische Universitäten, KF, Christiane Pereira	TU BS/ProteGEEr
26.-28.09.2017	IFAT India, KF	EU

Jahr	Ort, Anlass	Auftraggeber/Durchführung
<b>2017</b>		
02.-06.10.2017	„16th International Waste Management and Landfill Symposium SARDINIA 2017“ Präsentation des Projektes, Andrea Pfeiffer	TU BS
10.10.2017	Köln, Messe Delegation Cebu Philippinen, Burkart Schulte	CReED
20.10.2017	Bali, Indonesien, Exceed Kongress, KF	TU BS/Exceed
<b>2018</b>		
14.-15.03.2018	Nairobi-Taka Taka, KF, Harald Wiese	TU BS/CReED
10.04.2018	Kassel Abfallforum, Ausstellung, Harald Wiese	TU BS/Witzenhausen-Institut
02.05.2018	Padua, Abfallwirtschaft und Klima, Erasmusprogramm, KF	TU BS/Universität Padua
05.06.2018	Zero waste Kongress, Brasilia, KF	TU BS/Zero Waste
14.-18.05.2018	IFAT München, KF, Christiane Pereira	TU BS/ProteGEEr
21.09.2018	Hille, Vortrag Delegation Usbekistan, KF	CReED/Naue
10.10.2018	Mexico City, Waste to Energy Congress, KF	GIZ
06.11.2018	Minden, CReED-Mitgliederversammlung, Cora Buchenberger	TU BS/CReED
22.11.2018	Sao Paulo, Brasilien, Messe Waste Expo, Cora Buchenberger	TU BS/ProteGEEr
03.12.2018	Nairobi, Kenia, Exceed Congress	TU BS/Exceed

#### 4.4. Studentische Arbeiten

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden ebenfalls studentische Arbeiten ausgeschrieben. Der Charakter dieser Studienarbeiten war vor allem analytisch, sodass das entwickelte System mit den Leitsätzen zum E-Learning beziehungsweise den Anforderungen an Open Educational Resources (OER) verglichen und daraus Optimierungen für teach4waste entwickelt wurden.

Nachfolgend sind die entstandenen Arbeiten aufgelistet:

- „Chancen und Herausforderungen von OER in der Abfallwirtschaft“  
(B.Sc. Alexandra Stascheit)
- „Evaluierung der E-Learning Plattform teach4waste“  
(B.Sc. Niklas Kreye)
- „Abhängigkeit von Interaktion und Lernerfolgen im E-Learning“  
(B.Sc. Laura Rabe)

Im Rahmen der Arbeit „Chancen und Herausforderungen von OER in der Abfallwirtschaft“ wurde neben der grundlegenden Definition der einschlägigen Begrifflichkeiten besonderes Augenmerk auf die Anforderungen, die vor allem frei verfügbares Lern- und Lehrmaterial erfüllen muss, gelegt. Daraufhin wurde eine Bestandsaufnahme von solchen Materialien im Bereich der Abfallwirtschaft durchgeführt und ausgewertet.

Im Rahmen der Arbeit „Evaluierung der E-Learning Plattform teach4waste“ wurde ein Zwischenfazit während der Projektbearbeitung gezogen. In einem ersten Schritt wurden

durch Literaturrecherchen die notwendigen Anforderungen an E-Learning-Plattformen im Allgemeinen identifiziert. Im nächsten Schritt erfolgte die Anpassung an die Rahmenbedingungen von teach4waste, bevor abschließend die erste Evaluation, vorwiegend der technischen Infrastruktur gewidmet, durchgeführt und bewertet wurde. Die Ergebnisse dieser Studienarbeit wurden umgehend während der weiteren Projektbearbeitung von teach4waste implementiert.

Frau Rabe widmete sich in Ihrer Arbeit „Abhängigkeit von Interaktion und Lernerfolg im E-Learning“ zunächst der Definition der Interaktion in Bezug auf die online-Lehre, bevor die Effekte auf die Lernergebnisse auf theoretischer und praktischer Basis eingehend analysiert wurden.

## 5. Umweltrelevanz des Projektes

Die direkte Umweltrelevanz von teach4waste ergibt sich erst aus der Nutzung und dem Erfolg der E-Learning-Plattform, also wenn die Nutzer aus dem fundierten kognitiven Wissen Bewusstsein in Hinsicht affektiver Lernziele entwickeln. Erst wenn der Mensch die Problematik und das Potenzial des von ihm erzeugten Abfalls kennt, findet eine Sensibilisierung für diese Thematik statt. Zuerst muss die Verknüpfung zwischen einer unzureichenden Abfallerfassung und der Verschmutzung von Landschaft, Gewässern und Luft erkannt werden, bevor sinnhafte Maßnahmen dagegen entwickelt werden können. Ebenso kann die Erkenntnis, dass Abfall auch eine Ressource darstellen kann, wie beispielsweise Papier, Glas, Metalle und organische Abfälle, zu einem geänderten Entsorgungsverhalten führen. Auch der pflichtbewusste Umgang mit umweltgefährdenden Abfällen benötigt zunächst die Identifizierung der Gefährdung selbst. Attraktiv dargestellte Inhalte sowie die Einbindung in den Gesamtkontext ermöglichen erst die Bildung eines Umweltbewusstseins. Erst wenn dieser Grundstein gelegt ist, kann eine nachhaltige Abfallwirtschaft erfolgreich in einer Gesellschaft implementiert werden, vgl. hierzu Kapitel 2.1. Ein wesentlicher Faktor für den Erfolg von teach4waste ist jedoch nicht nur das attraktive Äußere, sondern vor allem die Identifikationsmöglichkeit für den einzelnen Nutzer. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, auf die jeweiligen Spezifika einzugehen. Diese reichen von besonderen klimatischen Bedingungen, über den Grad der Technisierung bis hin zu der anschaulichen Erläuterung anderswo bereits genutzter technischer Lösungen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Projekt teach4waste durch die Schaffung eines Umweltbewusstseins beim Nutzer und dem Anstoß zu einer breit angelegten gesellschaftlichen Diskussion über das Thema nachhaltige Abfallwirtschaft, einen positiven Beitrag für den Umwelt- und Klimaschutz leisten kann.

## 6. Soziale und politische Aspekte

Wie in Kapitel 1 aufgezeigt, fordert das Bevölkerungs- und das damit einhergehende Wirtschaftswachstum zukünftig einen intelligenteren Umgang mit globalen Ressourcen. Bezogen auf die klassischen materiellen Ressourcen leistet der Abfallsektor explizit mit dem Recycling einen wichtigen Beitrag. Aber auch die stoffliche Verwertung von organischen Abfällen zur Biogas- und Kompostproduktion wirkt sich positiv auf eine verbesserte Ressourcenbewirtschaftung aus. Stoffe können im Kreislauf geführt werden oder die Organik kann durch stoffliche Verwertung einen aktiven Beitrag zur Energieerzeugung leisten. Gleichmaßen ist an dieser Stelle der Schutz des Klimas durch eine nachhaltige Abfallwirtschaft zu nennen. So kann mit einer geordneten Abfallwirtschaft der Bedarf an energieintensiv geförderten Rohstoffen gesenkt werden und die direkte Klimaschädigung durch die Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen gesenkt werden. Aber auch hinsichtlich der Ressource Wissen leistet teach4waste einen wichtigen Beitrag, um die zeit-effiziente und qualitativ hochwertige Wissensaneignung im Bereich der Abfallwirtschaft zu ermöglichen. Als Folge all dieser Aspekte ergibt sich die Nachfrage nach abfallwirtschaftlich gebildetem Personal, welches teach4waste in seiner Ausbildung unterstützen kann.

## 7. Evaluation/ Feedback

Bereits während der Projektbearbeitung wurde großen Wert auf die prozessbegleitende Qualitätssicherung gelegt. Dies umfasst sowohl die infrastrukturellen Anforderungen als auch die Güte der fachlichen Inhalte.

Die technischen Rahmenbedingungen wurden neben der essentiellen Analyse der aktuellen Marktsituation im Vorfeld der Websiteerstellung, nach dem Aufsetzen, durch eine bislang nicht im Projekt involvierte Person evaluiert. Die Bewertung erfolgte im Rahmen einer Studienarbeit, hierbei wurde der Fokus auf die intuitive Bedienbarkeit der Oberfläche gelegt. Das Ergebnis dieser wissenschaftlichen Ausarbeitung war neben einigen Einarbeitungen auf der Website, ein Fragebogen für nachfolgende Nutzerbefragungen.

Um mit der Gestaltung der fachlichen Inhalte möglichst nah an die Bedarfe der Nutzer zu kommen, wurden projektbegleitend Inhaltskomponenten an Lernern getestet. Die Erkenntnisse wurden sowohl in die bestehenden Materialien eingepflegt, als auch in der Erstellung weiterer Inhalte berücksichtigt. So konnten beispielsweise Missverständnisse bezüglich Definitionen und Fachbegriffen aufgedeckt werden und das Autorenteam wurde wiederholt für Stringenz und Konsistenz der Inhalte sensibilisiert. Bei der Evaluation im Rahmen einer von der Abteilung Abfall- und Ressourcenwirtschaft der TU Braunschweig mitbetreuten, internationalen Summerschool von Exceed Swindon wurde ein Faktor besonders hervorgehoben: die Teilnehmer aus nicht deutsch- beziehungsweise englischsprachigen Ländern äußerten im freien Feedback den Wunsch nach einer Version in ihrer jeweiligen Landessprache. In der nachfolgenden Abbildung 8 sind die Herkunftsländer, sowie die Anzahl der Teilnehmer dargestellt.

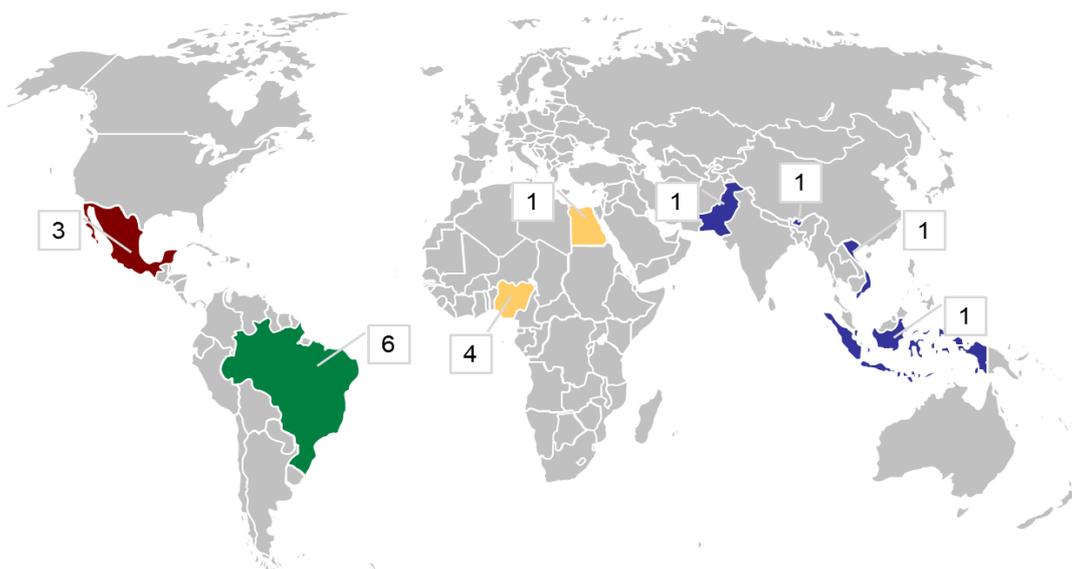


Abbildung 8: Herkunft der Summer School Teilnehmer

Nachfolgend sind einige repräsentative Kommentare aus dem Freitext Feedback von den Teilnehmern der Summerschool aufgeführt:

- *easy to understand*
- *well structured*
- *detailed explanation*
- *unfortunately not in a Nigerian tongue*
- *to less examples of emerging countries*

Folglich werden vor allem die detaillierte und logisch strukturierte Aufbereitung sowie die gute Verständlichkeit gelobt. Weiteres Potential wird, wie erwähnt, in dem Angebot in weiteren Sprachen gesehen. Davon ausgehend ist vor allem das Feedback „easy to understand“ nochmals positiver zu bewerten, da trotz der Sprachbarriere der Inhalt als gut verständlich bewertet wurde. Eine weitere Anmerkung mit Verbesserungspotential ist der Hinweis, dass bislang zu wenig Beispiele aus aufstrebenden Ländern einbezogen wurden. Dieser Rückmeldung wurde bereits projektbegleitend mit Filmen zu Regionen Brasilien, afrikanischen Ländern und den Philippinen begegnet. Diese Filme zeigen zum Einstieg die derzeitige abfallwirtschaftliche Situation der Region, um ein Grundverständnis für die Randbedingungen zu vermitteln. Der Fokus liegt jedoch auf der Vorstellung innovativer Leuchtturmprojekte.

Die bis hierhin gemachten Evaluationen und eingeholten Feedbacks wurden immer von den Nutzern in der Position des Konsumenten beziehungsweise Lernalern durchgeführt. Da sich das Projekt neben der Verfügbarmachung von Lernmaterialien aber ebenso die Bereitstellung von qualifiziertem Unterrichtsmaterial zum Ziel gesetzt hat, wurde auch dieser Aspekt in Rahmen der Selbstevaluation untersucht. Hierzu wurden Studenten der TU Braunschweig in verschiedene Gruppen eingeteilt und erhielten verschiedene Kurse zum Selbststudium zugeteilt. In der ersten Untersuchungsphase wurden ihnen alle erstellten Medien für die Aneignung der Inhalte zur Verfügung gestellt. In der zweiten Phase wurden sie aufgefordert, lediglich mit Hilfe der vorgefertigten Folienpräsentation den übrigen Gruppen den Inhalt ihres Kurses zu vermitteln. Bei der Analyse dieser Untersuchung ging aus der ersten Phase hervor, dass die Materialien intuitiv und ohne Probleme von den -hier noch - Lernern bearbeitet werden konnten. In der zweiten, für die Optimierung der teach4waste-Inhalte relevanteren Phase konnten interessante Beobachtungen gemacht werden: Generell muss festgehalten werden, dass alle gehaltenen Vorträge die Hauptfakten korrekt wiedergegeben haben. Lediglich bei einigen Erläuterungen ist die vorgedachte Argumentationskette nicht direkt erkannt worden. Mit diesem Wissen wurden die Folien erneut überarbeitet, wobei sich gezeigt hat, dass genau an den Stellen, an denen im Vortrag Sinnbrüche aufgetreten sind, auch in den Folien für die im Thema stehenden Bearbeiter der Präsentation selbstverständlich erscheinende Bausteine fehlten. Durch die intensive Beschäftigung mit diesen Beispielkursen wurde das Autorenteam für solche Zusammenhänge und Übergänge, was die Qualität der Materialien gesteigert hat.

## 8. Mehrfachförderung

Bereits die ersten Präsentationen des Projektes erzeugten sehr hohes Interesse an teach4waste und auch die Gespräche mit möglichen Kooperationspartnern waren äußerst ermutigend. Die Idee, auf einer Website die gesamte Spannweite der Abfallwirtschaft abzubilden und mit interaktiven und multimedialen Inhalten erlebbar zu machen, schien längst überfällig zu sein. Da sich die TU Braunschweig mit etlichen Umsetzungsformen hierbei auf Neuland bewegte, wurden als Kooperationspartner für das DBU-geförderte Projekt auf Unternehmen, mit denen schon zuvor erfolgreich zusammengearbeitet wurde, gesetzt. Hier sind beispielsweise das Öko-Institut, das Witzenhausen-Institut sowie White Label Tandem Projects e.U. zu nennen, die für die Fachexpertise in den jeweiligen Themenfeldern herangezogen wurden. Auch die interessierten Anlagenhersteller wurden bereits in das Projekt einbezogen, sofern sie nicht Vertreter der bislang noch unbearbeiteten Themen sind.

Gegenüber diesen fachlichen und werbenden Beiträgen ist die Ausweitung der tatsächlichen Lehrinhalte schwieriger zu bewerkstelligen. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit sind unter anderem Universitäten aus Brasilien auf teach4waste aufmerksam geworden und haben großes Interesse an einer Zusammenarbeit angemeldet. Im Rahmen der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) wurde eine Kooperation (IKI Klimafreundliche Technologien und Capacity Development zur Umsetzung der nationalen Abfallpolitik in Brasilien) geschlossen, die in einem ihrer Arbeitspakete vorsieht, mit Universitäten in Brasilien zusammenzuarbeiten und abfallwirtschaftliche Lerneinheiten nach individuellem Bedarf der jeweiligen Universität zu entwickeln. Die so erstellten Inhalte sollen dann auf das teach4waste-Projekt aufgesattelt werden. Dies könnte als Gegenleistung für die bereits erarbeitete Expertise der TU Braunschweig im Hinblick auf die Erstellung von E-Learning Inhalten verstanden werden.

Inzwischen haben die Universität Padua (Italien) und die Baptist Universität (Hong Kong) sowie Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann von der Universität Clausthal Zellerfeld Interesse an diesem brasilianischen Kooperationskonzept bekundet. Wobei festgehalten werden muss das Prof. Dr.-Ing. Daniel Goldmann ebenfalls in Brasilien selbst in der Ausbildung von Fachkräften tätig sein möchte wohingegen die beiden Universitäten die Materialien dann bei sich vor Ort für die Lehre nutzen möchten.

Überdies hinaus besteht seitens der TU Braunschweig ein sehr großes Interesse daran, möglicherweise in einem anschließenden Folgeprojekt die Tätigkeit im Gebiet E-Learning weiter auszubauen, sodass kontinuierlich an der Darstellung aller abfallwirtschaftlicher Themen gearbeitet werden kann.

## 9. Ausblick

Bereits während der Erarbeitung des Gesamtkonzeptes für teach4waste, aber auch im weiteren Prozess konnten immer wieder Themenfelder identifiziert werden, welche nicht originär zur Behandlung fester Siedlungsabfälle gehören, wie beispielsweise die Abluft- oder Abwasserbehandlung. Auf Grund dieser Nicht-Zugehörigkeit wurden sie im Rahmen dieses Projektes nicht bearbeitet. Die Plattform unter anderem auf die oben genannten Teilaspekte auszuweiten ist ein zukünftiges Ziel, um dem Nutzer langfristig gesehen eine umfassende Basis für abfallwirtschaftliche Themen bieten zu können. Bislang müssen Interessierte entweder deutlich unattraktiver in diversen Büchern nachlesen oder deutlich mühsamer auf einer Vielzahl von Websites recherchieren. Eine Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen, wurde in Form der IKI-Kooperation mit brasilianischen Universitäten bereits wahrgenommen, dadurch dass die spezifischen Anforderungen für brasilianische Schwerpunkte mit in teach4waste integriert werden.

Sowohl unsere Evaluationsergebnisse als auch die aktuelle Zusammenarbeit zeigt immer wieder auf, dass eine Ausarbeitung in Deutsch und Englisch zwar den Anforderungen an eine internationale Website entspricht, jedoch nicht in jedem Fall ausreichend ist. Gerade Nichtmuttersprachler haben beim Lernen in einer anderen Sprache Hemmungen, die es durch eine gezielte Erweiterung des Sprachangebotes zu beheben gilt. Aus derzeitiger Sicht empfiehlt sich hierfür vor allem Spanisch, beziehungsweise Portugiesisch, da diese Sprachen im internationalen Umfeld zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Neben den inhaltlichen Punkten soll teach4waste auch hinsichtlich der eingesetzten Technik in der Zukunft noch breiter aufgestellt werden. Bereits in der Projektbearbeitung wurden erste Testaufnahmen für 360°-Darstellungen gemacht, die hinsichtlich ihrer Funktion, einen vollständigen Überblick einer Abfallbehandlungsanlage zu zeigen, auch gute Ergebnisse erzielen konnte. Jedoch war die Qualität der Aufnahmen (noch) nicht mit den Qualitätsansprüchen des Projektes zu vereinbaren. Weiterhin wurde bei diesen ersten Probeaufnahmen festgestellt, dass eine störungsfreie Nutzung eine sehr sorgfältige Vorplanung und sehr aufgeschlossene Anlagenbetreiber benötigt. Zukünftig besteht das Ziel solche Materialien zur Verfügung stellen zu können.

Die Einführung von QR-Codes ist derzeit im Labor der TU Braunschweig in der Umsetzung. Zukünftig sollen die Studenten nur noch die Codes abscannen müssen und dann die Anleitung zu der jeweiligen Analytik direkt auf ihrem Endgerät angezeigt bekommen. Die Codes werden im jeweiligen Downloadbereich zur Verfügung gestellt, damit der Anwender diese nur noch ausdrucken muss und an die geeignete Stelle in seinem Unternehmen anbringen kann.

Gegenüber diesen beiden geplanten technischen Neuerungen ist als langzeitlicher Ausblick noch die Einbeziehung von augmented beziehungsweise virtual reality zu nennen. Hierdurch wäre es dem Nutzer möglich, sich nicht nur Anlagen digital anzusehen (wie bei

den 360°-Aufnahmen), sondern mit dem passenden Equipment (Brille und ggf. Controllern) frei durch die virtuellen Anlagen zu laufen und gar sensorische Fähigkeiten zu erlernen.

## Literatur

- Fölsch, Thomas** (2010): Kompetenzentwicklung und Demografie. Zugl.: Kassel, Univ., Diss., 2010. Kassel: Kassel Univ. Press (Schriftenreihe Personal- und Organisationsentwicklung, 9). Online verfügbar unter <http://www.upress.uni-kassel.de/online/frei/978-3-89958-938-2.volltext.frei.pdf>.
- Kade, Jochen; Seitter, Wolfgang** (2003): Von der Wissensvermittlung zur pädagogischen Kommunikation. In: *ZfE* 6 (4), S. 603–618. DOI: 10.1007/s11618-003-0060-z.
- Kerres, Michael; Preußler, Annabell** (2012): *Mediendidaktik*. In: Dorothee Meister, Friederike von Gross und Uwe Sander (Hrsg.): *Enzyklopädie Erziehungswissenschaft Online*.
- Kiesel, Andrea; Koch, Iring** (2012): Lernen. Grundlagen der Lernpsychologie. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden (Basiswissen Psychologie). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93455-6>.
- Kraemer, Wolfgang; Müller, Michael W.** (2001): Corporate Universities und E-Learning. Personalentwicklung und lebenslanges Lernen. Strategien - Lösungen - Perspektiven. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-05672-0>.
- Schoop, Eric; Anders, Andrea** (2001): Strukturierte Aufbereitung von Inhalten für eine Wissensvermittlung über multiple Medien. In: *Wirtschaftsinf* 43 (1), S. 47–55. DOI: 10.1007/BF03250781.
- Schulmeister, Rolf** (2003): Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik
- Walzik** (2017): Lernzieltaxonomien. Online verfügbar unter <https://dbs-lin.ruhr-uni-bochum.de/lehreladen/planung-durchfuehrung-kompetenzorientierter-lehre/kompetenz-pruefen/lernzieltaxonomien/>, zuletzt aktualisiert am 2017, zuletzt geprüft am 08.08.2017.
- Zwerenz, Karlheinz** (2008): E-Learning-Szenarien für die Statistik-Ausbildung: Virtuelle Hochschule und Live-E-Learning. In: *Wirtsch Sozialstat Arch* 2 (1-2), S. 165–174. DOI: 10.1007/s11943-008-0039-6.

## Anhang

DEUTSCH



**Globales Netzwerk für nachhaltige Abfallwirtschaft**  
*global network for sustainable waste management*

Corporation • Research • Education • Demonstration



---

### teach4waste – Aus- und Weiterbildung für Entwicklungs- und Schwellenländer

Die Bereitstellung von qualifiziertem Personal sowohl in Deutschland, insbesondere aber auch in den Zielländern (Entwicklungs- und Schwellenländer) schafft die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung organisatorischer und betrieblicher Abläufe.

Im Projekt teach4waste, gefördert von der DBU in Osnabrück, wird von den CReED-Mitgliedern Technische Universität Braunschweig und Wiese Foto + Film ein innovatives, interaktives und multimediales Schulungsprogramm zum Themenbereich Abfallwirtschaft entwickelt. Entsprechend des umfassenden Ansatzes ergibt sich ein breites Feld an Zielgruppen, von Politikern, über Betreiber bis hin zu Anlagenpersonal. Zielregionen sind sowohl Industriestaaten als auch Entwicklungs- und Schwellenländer. Das Schulungsprogramm wird mit dem Programm „moodle“ in Form einer E-Learning Plattform bereitgestellt und ist ab Ende 2017 verfügbar.

Die Partnerschaft zu den CReED-Mitgliedern bietet hierbei die Möglichkeit, anschauliches und praxisnahes Schulungsmaterial zu erstellen. CReED-Mitglieder können durch Bereitstellung u.a. von Informationen, Filmsequenzen und Animationen ihre Sachkompetenzen in das Schulungsprogramm einfließen lassen und präsentieren.



International E-Learning Platform for Waste and Resource Management

Auskunft erteilen M.Sc. Andrea Pfeiffer, Dr. Peter Harborth und Harald Wiese  
[andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de](mailto:andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de)  
[peter.harborth@tu-braunschweig.de](mailto:peter.harborth@tu-braunschweig.de)  
[hw.wiesefotofilm.de](http://hw.wiesefotofilm.de)

### Impressum

**CReED - Geschäftsstelle**  
Dipl. Ing. Bernd Büscher  
(buescher@creed-ev.de)

**Redaktion**  
Prof. Dr. Klaus Fricke  
(klaus.fricke@tu-braunschweig.de)  
Dipl. Ing. Burkart Schulte  
(schulte@creed-ev.de)

**LayOut und Produktion**  
Wiese Foto & Film GmbH & Co. KG  
(info@wiesefotofilm.de)

**Newsletter 01/2016** (Mai 2016)

**CReED-Filmproduktionen**  
zum Thema Abfallwirtschaft ab sofort auf dem CReED-YouTube-Channel bitte nach „creed ev“ suchen oder als Direkt-Link <https://www.youtube.com/channel/UCSiR6AEsqlfhyzMUe8OT-3w>. Es besteht die Möglichkeit den Channel zu abonnieren, dann werden Sie bei Neueinstellungen informiert.  
CReED ab sofort auch auf facebook unter [www.facebook.com/creedev01](http://www.facebook.com/creedev01)



[www.creed-ev.de](http://www.creed-ev.de)

Abbildung 9: teach4waste Beitrag im CReED Newsletter 01/16 (deutsch)

ENGLISCH



**CREED**  
Corporation • Research • Education • Demonstration

**Globales Netzwerk für nachhaltige Abfallwirtschaft**  
*global network for sustainable waste management*

**E-Learning**



---

### teach4waste – Training and Education for Developing and Emerging Countries

The providing of qualified personnel in Germany but especially in the targeting countries (developing and emerging countries) creates the conditions for the successful implementation of organizational and operational processes. In the project teach4waste, supported by the DBU in Osnabrück, an interactive and multimedia training program for waste management is developed by the CREED members Technische Universität Braunschweig (TU BS) and Wiese Foto + Film. Following the broad approach a wide field of target groups from politicians and operators to the plant personnel is induced. The target regions are industrial countries and developing and emerging countries. The training program will be provided with the application "moodle" in form of a web based e-learning platform that will

be available from the end of 2017 on. The partnership with the CREED members offers the possibility to create vivid and hands-on oriented training material. CREED members could spread and present their expertise in the training program in form of information, video sequences and animations.



**teach4waste**  
International E-Learning Platform for Waste and Resource Management

For additional information please contact M.Sc. Andrea Pfeiffer, Dr. Peter Harborth or Harald Wiese  
[andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de](mailto:andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de)  
[p.harborth@tu-braunschweig.de](mailto:p.harborth@tu-braunschweig.de)  
[hw@wiesefotofilm.de](mailto:hw@wiesefotofilm.de)

### Impressum

**CREED - Geschäftsstelle**  
Dipl.-Ing. Bernd Büscher  
(buescher@creed-ev.de)

**Redaktion**  
Prof. Dr. Klaus Fricke  
(klaus.fricke@tu-braunschweig.de)  
Dipl.-Ing. Burkart Schulte  
(schulte@creed-ev.de)

**LayOut und Produktion**  
Wiese Foto & Film GmbH & Co. KG  
(info@wiesefotofilm.de)

**Newsletter 01/2016 (Mai 2016)**

**CREED-Filmproduktionen**  
zum Thema Abfallwirtschaft ab sofort auf dem CREED-YouTube-Channel: bitte nach „creed ev.“ suchen oder als Direkt-Link <https://www.youtube.com/channel/UC5iR6AEsqLfhyzMUe8OT-3w>. Es besteht die Möglichkeit den Channel zu abonnieren, dann werden Sie bei Neueinstellungen informiert.  
CREED ab sofort auch auf facebook unter [www.facebook.com/creedev01](http://www.facebook.com/creedev01)








[www.creed-ev.de](http://www.creed-ev.de)

Abbildung 10: teach4waste Beitrag im CREED Newsletter 01/16 (englisch)

PORTUGUESISCH



**CREED**  
Corporação • Pesquisa • Educação • Demonstração

**CReED Rede global para um desenvolvimento sustentável**  
*global network for sustainable waste management*



E-Learning

**teach4waste – Formação e educação especializada para países emergentes e em desenvolvimento**

O capital humano qualificado tanto na Alemanha como nos demais países (países emergentes e em desenvolvimento) é a principal ferramenta para o planejamento, implementação e operação de sistemas sustentáveis de gestão de resíduos.

No projeto teach4waste, promovido pelo DBU em Osnabrück, os membros do CReED a Universidade Técnica de Braunschweig e a Wiese Foto & Film desenvolveram um programa de treinamento inovador, interativo e multimídia para o mercado de gestão de resíduos. Seguindo uma abordagem global, surge uma ampla gama de grupos-alvo composto por políticos, técnicos e operadores de plantas de tratamento. Países industrializados, emergentes e em desenvolvimento são as regiões-alvo.

O programa de treinamento está disponibilizado através o programa "moodle" em modo de e-Learning e será acessível a partir do fim do ano 2017.

A parceria entre os membros do CReED oferece a possibilidade de desenvolver material de treinamento orientado para a condição local e de abordagem prática. E ainda, os membros do CReED poderão disponibilizar outras informações e promover novas sequências do filme, garantindo a atualização do material de comunicação desenvolvido.

**Mais informações serão fornecidas pelos**  
**M.Sc. Andrea Pfeiffer, Dr. Peter Harborth e Harald Wiese**  
[andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de](mailto:andrea.pfeiffer@tu-braunschweig.de)  
[p.harborth@tu-braunschweig.de](mailto:p.harborth@tu-braunschweig.de)  
[hw@wiesefotofilm.de](mailto:hw@wiesefotofilm.de)




[www.creed-ev.de](http://www.creed-ev.de)

**Impressos**

**CReED – Agência**  
Dipl.-Eng. Bernd Büscher  
(buescher@creed-ev.de)

**Equipe editorial**  
Prof. Dr. Klaus Fricke  
(klaus.fricke@tu-braunschweig.de)  
Eng. Adv. Christiane Pereira  
(chrdiasp@tu-braunschweig.de)

**Layout e Produção**  
Wiese Foto & Film GmbH & Co. KG  
(info@wiesefotofilm.de)

**Boletim de Notícias 01/2016**  
(Maio 2016)

**CReED-Produção cinematográfica**  
A partir de agora existe no Youtube um canal do CReD abordando a gestão de resíduos. Por favor procure por "creed ev" ou entre no link direto <https://www.youtube.com/channel/UCSiR6AEsqLfhzMUe8OT-3w>  
É possível se-inscrever no canal para receber informações sobre novos vídeos.  
Agora o CReED também está no facebook, segue [www.facebook.com/credev01](http://www.facebook.com/credev01)



Abbildung 11: teach4waste Beitrag im CReED Newsletter 01/16 (portugiesisch)

## **teach4waste** FIRST INTERNATIONAL E-LEARNING PLATFORM FOR WASTE AND RESOURCE MANGAGEMENT

A. PFEIFFER\*, P. HARBORTH\*, K. FRICKE\*

*\* Department of Waste and Resource Management, Leichtweiss-Institute for Hydraulic Engineering and Water Resources, Technische Universität Braunschweig, Beethovenstr. 51a, 38106 Braunschweig, Germany*

**SUMMARY:** Over the last 2 years, multimedia/interactive learning and teaching material for waste management was developed. The Deutsche Bundestiftung Umwelt, DBU, funds this process. The main objective of this project is to implement a sustainable and adopted waste management around the world. It focuses as well on developing/emerging countries as industrialised countries, for example in Asia, Africa, Latin America and Eastern Europe. In addition to the classical "Know-How-Transfer" tools like workshops and so on, the opportunities of new media is used. The basis represents an interactive E-Learning platform called "teach4waste". It rests upon the open source software moodle and enhances the user with "Train the Trainer" systems to organise a proper "Capacity Building". The E-Learning platform targets to groups with diverse levels of knowledge and areas of interest like politicians, government representatives, plant engineers and operating staff. Therefore, the comprehensive content is in more than 35 individual and compact units divided, which are crosslinked with one another. Moreover visualisation is a big point for improve the learning success. For this purpose, every state of the art multimedia technology, like interactive image, video, animation and enhanced video with augmented reality and virtual reality applications, is used. Furthermore, extra material as literature links, forms, calculations, quizzes and slides consolidate the knowledge.

### 1. INTRODUCTION

The world population, currently about 7.35 billion people, will continue to grow strongly in the coming years<sup>1</sup>. Apart from the obvious challenges, the supply of water, food and consumer goods, this also entails the supposedly secondary aspect of regulated waste disposal systems. The early introduction and implementation of a sustainable waste management system not only offers advantages with regard to disposal safety, but also has a positive effect on resource and climate protection.

Good waste management practice covers three elements: technology, personnel and public consensus. The systems and technologies for sustainable waste and resource management are largely available, with the exception of necessary adjustments. Trained personnel to implement a sustainable waste management, especially in developing and newly industrialised countries, is often not available. Likewise, the broad population often lacks an understanding of sustainable waste management. For the creation of a public environmental awareness, one needs well-prepared information material.

Proceedings Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium/ 2 - 6 October 2017  
S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy / © 2017 by CISA Publisher, Italy

Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium / 2 - 6 October 2017



With regard to staff training, pure information products are not enough; therefore the teaching material has to explain the larger content and in this case being innovative. However, the project teach4waste has not only aimed at providing information and teaching materials, but rather wants to implement capacity building in the global waste sector. With train the trainer programs learners themselves become trainers. The centrepiece of this project is an e-learning platform. It makes time- and local-independent knowledge transfer possible. Using multimedial representations, various perceptual impressions can improve learning. The great advantage of this comprehensive framework from the information material to the teaching material is the consistently coordinated content.

## 2. KNOWLEDGE AND THEIR MEDIATION

### 2.1 Knowledge

Capital, raw materials and pure work done by the people is no longer the base of modern working life. Knowledge gets an equally important resource for the production processes<sup>2</sup>. In the future innovations especially will influence existing systems. The pure accumulation of knowledge before entering the workplace, as it was still common in the past, is no longer contemporary. Rather, a culture of lifelong learning according to current needs must be implemented<sup>3</sup>.

The key question of the future is thus to manage the resource of knowledge, optimally. In terms of the information flow of the interconnected world, the mere provision of facts seems to be less purposeful, because abstract models and figures can only result from understanding the connections and dependencies of knowledge. If this knowledge leads to the change of one's own behavior, for example in process optimisation, this corresponds to the learning definition according to Anderson<sup>4</sup>. Under these conditions, knowledge has to be clearly, comprehensible and, above all, up-to-date. Otherwise effective knowledge management cannot be successful permanently.

### 2.2 Learning

In principle, there are two forms of learning. On the one hand, formal learning in educational institutions and, on the other, informal learning.

Formal learning always takes place within the framework of educational institutions such as schools and universities. The learner intends to acquire new skills one acts intentionally. Teachers accompany this process and prepare the contents according to the principles of didactics. Thus, the content should be functional, be explained as simply as possible, and presented in consistent constellation<sup>5</sup>. The clearly formulated educational objective is in a corresponding order and a corresponding test situation will validate it. This also results in the mostly extrinsic motivation; pass the test by the best possible results is the incentive or to avoid sanctioning through bad results<sup>6</sup>.

In contrast stands informal learning. Acquisition of skills in this category occur outside educational institutions. The key feature is that there is not explicit task position<sup>5</sup>. The learner motivates himself by his own interest in the respective topic one is intrinsically motivated.

In terms of learning efficiency, formal learning is significantly more effective than informal learning. That is because of the explicit publication of a learning goal. Formal learning situations provide targeted guidance for the learners. This minimizes the incidental acquisition of knowledge, which does not directly serve to pass the test.

Not only, the just described learning frame, determined the form of the content, but also the learning goal. According to Bloom, these can be broken down as follows. There are three

Abbildung 13: Paper zur Sardinia 2 von 7

dimensions, subdivided into horizontal layers. For example, learning goals may include a cognitive, affective, or even psychomotor assignment<sup>7</sup>.

The cognitive dimension includes the acquisition of knowledge about understanding and application, as well as the analysis, synthesis and evaluation of the relevant subject areas. Starting from the basis of the specialized knowledge, understanding connections that finally leads to the application. The secure application of knowledge enables the learner to analyse new situations or to link different theories and conclude an assessment even under new boundary conditions.

Affective goals demand an increase in competence in their own actions. In this way, the learner should pay attention and observe the learning object on a first level. Based on this, one reacts appropriate and generates an evaluation of behavior patterns. Only when this ability is present one can build up a structured value system and the learner can find its own fulfillment.

The learning of very tangible skills with one's own body belongs to the psychomotor dimension. The learner first acquires by imitation of other abilities, which one develops oneself through manipulations. As a result, processes are further refined and can finally be automated or even naturalized, using without active reflection. For example the learning of riding a bike.

### 2.3 E-learning

As already mentioned in the introduction, e-learning concepts offer the possibility to make the learning process independent of time and place. Thus, the knowledge transfer by e-learning follows the inevitable flexibilization through globalization. Furthermore, users can learn the content in their own learning speed and, if necessary, repeat certain topics again. In addition, the knowledge acquisition in the digital context is more interactive compared to pure literary studies. Through the integration of hypertexts, videos and sound recordings, the user can independently click on the button. Here, the learner has approached the focus of his own interests<sup>8</sup>. In addition to these non-obvious advantages of e-learning concepts, it also has one main disadvantage. Learning with this representation requires a high degree of self-discipline. The learner has to confess not yet understood and to work on it again.

The increasing availability of hardware and software as well as the necessary infrastructure for the use of e-learning platforms will help further popularise this learning system.

## 3. SPECIFIC REQUIREMENTS FOR THE teach4waste PROJECT

From the above-mentioned basics of knowledge and their mediation as well as e-learning in particular, explicit requirements arise for the teach4waste material. The following is an introduction to these aspects. The analysis of the target group is the necessary basis for producing high-quality material.

### 3.1 Target group analysis

A very large and inhomogeneous target group will use this e-learning platform. There are three main groups with different requirements. In addition to the consumers, the learners form the largest group followed by the future teachers.

The consumers wanted to be informed and have no or very little waste management background. Their motivation to learn is consistently intrinsic, they learn because of enthusiasm on the topic. Consequently reading of very long texts with many technical terms has a deterrent effect. Any interactive forms of presentation can arouse the curiosity.

In contrast to this, the learners are predominantly extrinsic motivated, the acquisition of knowledge to maintain a proof of achievement for the goal-oriented further qualification or the safeguarding of one's own workplace is in addition to the drive to self-realization predominantly

Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium / 2 - 6 October 2017



in the focus. This group already has a basic understanding of waste management and attaches particular importance to the networking of the content as well as a detailed presentation, reduced to the essentials. The learner needs a quick overview with the possibility of selective deepening in relevant subject areas.

Teachers already have a comprehensive knowledge of the subject and are supposed to find supported by the provision of the materials in the execution of their own teaching. The motivation is primarily intrinsic. The focus is transferring own specialist knowledge. An extrinsic motivation is only given when the employer is commissioned or a remuneration for successful completion of the learner. This target group needs a broad spectrum of materials, with the possibility to set individual emphases.

According to these three target groups, it is evident that both information materials as well as learning and teaching materials are needful. Taking into account the various learning motifs and the preliminary knowledge, this result in various requirements for the material.

Information material must be compressed to the essentials, easy to understand and, above all, vivid. In order to intensify the learning effect in the broad population, which deal solely with their own motivation with the subject, clear examples and tangible forms of presentation are necessary. To this end, the current development of the entertainment electronics in combination with the e-learning platform opens up a wide range of possibilities. Starting with the classic media forms such as hypertexts, mapping, diagrams and tables. Conducted with videos and animations for the presentation of sequences and simplification of complex procedures. The use of interactive illustrations, little quizzes and 360 ° image material, some day even virtual reality, increases the interactivity with the user and thus arouses interest.

With regard to education and training, the learners work from the drive of a successful acknowledgment. Within the framework of the e-learning platform, for example, tests with the issuance of certificates may be used to check the learning outcome. However, referred back to the learning target taxonomy by Bloom. Only taught content, which is corresponding to the learning goal, can make a progress or change. These results in corresponding requirements for the learning and testing material, it is only possible to test what has been taught before. This concerns, on the one hand, the degree of detailing, on the other hand, the type of preparation.

The dimension of psychomotorism cannot be met by a web-based platform from under the general infrastructural boundary conditions, yet. On-site workshops are indispensable.

However, the cognitive and affective learning objectives can be achieved very well in this form. According to the explanations on the learning goal taxonomy in chapter 2, the learner learns from pure knowledge up to the assessment of waste management measures. In addition, teach4waste aims to provide the learner with affective values, so that by observing the initial situation combined with the acquired knowledge, the generation of new customized disposal solutions is possible. The medial representations described above also form the basis for this target group. Through the combined use of video and animation sequences, the re-recognition between planning elements and practice clears up. In addition, case studies and simulations will focus on the learner's own expertise.

The target group teacher has the right to get good training material. By the simultaneous production of the materials for all three target groups, a very high consistency is ensured. The advantage of this is that teachers from the Train the Trainer programs are already familiar with the material. Obviously, this target group is open to all forms of material already presented. In addition, downloading prefabricated folio sets on the respective topics. The familiarity with the teaching material ensures the safety of the lecturers and is therefore an important aid.

Abbildung 15: Paper zur Sardinia 4 von 7

### 3.2 Representation forms und functions

For the majority of waste management problems, basic solutions already exist, whose adaptation to the respective boundary conditions is rather the challenge. Against this background, the explanation of the basic system is the ultimate goal of the e-learning platform. In addition, show different procedures briefly and concisely. Particular draw attention to the networking of the connections and the dependence of the respective dependencies, by the use of so-called hypertexts. Only through this step will the user be able to generate their own solutions later on. Furthermore, the user get links to further literature for his individual self-study. As mentioned above, interactivity between the user and the platform gave the integration of interactive images, videos and animations. The elements of the quizzes, 360 ° images, as well as simulations and case examples intensify this aspect again and are a part of gamification. The experienced content remains present in the memory.

The offered case studies correspond to the requirements of constructivist learning. A constructivist approach is the process of developing a solution, the solution is open, and several suitable solutions are conceivable<sup>9</sup>.

## 4. REALISATION OF teach4waste

From the target group analysis, it emerged that the groups of consumers and learners differed above all in terms of the degree of detail required. The group of teachers also have high demands on the scope of the content provided, as well as further literature and presentation media for support in their own teaching. All groups have in common that attractive material with a high degree of individualisation is in need. In connection with the above-mentioned foundations, it is clear from this that the principle of good didactics is decisive for this project. The contents have to be as briefly as possible, in a clear and coherent way. The use of a web-based e-learning concept takes account of the requirements of self-determined learning. The requirements are very high with regard to the objective of the taxonomy of learning objectives. Since all target groups are to be empowered, to understand the connections in order to solve new situations and build up their own value system.

### 4.1 Framework

To date, there are three target groups, but the goal is to create a platform that meets all requirements in one. With regard to the preparation of the content, the simplification as well as attractive and innovative presentation benefit all target groups. An explicit preparation for each individual target group thus appears to be less effective. Rather, the structure of the content has a significant influence. The content of sustainable waste management has various thematic areas, such as waste disposal and composition, transport and treatment procedures. Each of these topics includes several modules, such as basic knowledge, boundary conditions and effects. If desired, further submodules are possible, for example, for delimiting different types of processes from one another. The essential property of the modules is that they form within themselves a closed unit, connected to the overall context via links. At this point, the user can decide for oneself which degree of detail he would like to deal with a question. Through this horizontal stratification of the content, all target groups work on just one platform. However, this also requires a very intuitive and clear menu navigation on the platform. For this reason, the website jots down the path of your own learning at any time. Furthermore, a click on the logo returns one to the homepage at any time and a help button is available, too. This help button contains an explanatory video for navigation on the e-learning platform.

Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium / 2 - 6 October 2017



The other supplementary elements form sheets, instructions and links serve primarily to support the self-study, be it in the form of the execution of analysis methods or the further deepening of the contents with corresponding literature.

#### 4.2 E learning plattform

The freeware software Moodle is the basis for the project teach4waste. It was developed to create online learning platforms. According to the responsive design, the platform interacts with both the PC, tablet and the smartphone.

The goal of Moodle is to support the constructivist learning in small and very large groups of several thousand participants. In this way, the content of the course in so-called "classrooms" can be modified completely freely and used intuitively without prior knowledge. This makes the presentation of texts, pictures, videos, audio files and animations (with free choice of format) and the setting of links easily possible.

The learner has access to the various topics and can accompany the contents in part, but also consume them completely independently in different ways. Moodle has several options for the dialogue between coaches and learners, as well as the coaches and learners. Special mention should be made here of the chat or forum function. This supports international network and group formations. In addition, a continuous expansion of the teaching contents is possible by all participants, for example through the creation and expansion of a linked lexicon ("Wiki"). The examination of knowledge by teachers in the form of tests with different types of questions is possible. In addition, the program also has infrastructural tools, such as, for example, reconciliation, questionnaires, and a cross-project glossary. With the Moodle versatile deployment on different design modules, this program offers an easy entrance to the online-based teaching with a manageable maintenance effort for the responsible persons.

In addition to the already mentioned functions, Moodle can also create lessons, which means the segmentation of content into modules with a comprehension query, which only releases the next segment when it is correctly answered. The construction of a workshop is also conceivable, in which several participants work together on a questionnaire and achieve an optimized solution by means of feedback. There is a messenger function for the individual exchange between two persons. Thus, Messenger, Chat and Forum provide the foundation for comprehensive communication at all levels.

In addition, Moodle can theoretically work with the PC, tablet but also the smartphone by responsive design.

#### 5. RESULTS AND CONCLUSIONS

The e-learning platform itself with the first topic areas is currently in the evaluation by test probands. The results so far reflect a high level of user satisfaction. Nevertheless, improvement potential is there, which is already incorporated. Furthermore, the presentation of the content in several languages will be essential for the success and future continuation of this project. For this reason, the focus will be on the translation into other languages, in addition to the further expansion of the content.

Finally, one has to notice that the basic structure of the implemented overall concept teach4waste is recommended as viable. The e-learning platform is steadily gaining in content and is becoming increasingly attractive to users.

However, for a comprehensive presentation of the global waste management situation, many should contribute to this project. Further possibilities for participation are conceivable consulting, material supply or evaluations.

Abbildung 17: Paper zur Sardinia 6 von 7

Sardinia 2017 / Sixteenth International Waste Management and Landfill Symposium / 2 - 6 October 2017



#### AKNOWLEDGEMENTS

The Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU (German Federal Environmental Foundation)  
Alba Braunschweig GmbH  
Witzenhausen-Institut for Waste, Environment and Energy GmbH  
Wiese Foto+Film GmbH & Co. KG  
ACR Tonproduktion

#### REFERENCES

- Ribeiro I. Microsoft Word - Key Findings WPP 2015\_Final.docx.
- Kade J, Seitter W. Von der Wissensvermittlung zur pädagogischen Kommunikation. ZfE [Internet]. 2003;6(4):603–618 10.1007/s11618-003-0060-z.
- Kraemer W, Müller MW. Corporate Universities und E-Learning: Personalentwicklung und lebenslanges Lernen. Strategien - Lösungen - Perspektiven [Internet]. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag; 2001. 572 p. ger. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-663-05672-0>.
- Kiesel A, Koch I. Lernen: Grundlagen der Lernpsychologie [Internet]. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden; 2012. 140 p. (Basiswissen Psychologie). ger. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93455-6>.
- Schoop E, Anders A. Strukturierte Aufbereitung von Inhalten für eine Wissensvermittlung über multiple Medien. Wirtschaftsinf [Internet]. 2001;43(1):47–55 10.1007/BF03250781.
- Fölsch T. Kompetenzentwicklung und Demografie [Zugl.: Kassel, Univ., Diss., 2010] [Internet]. Kassel: Kassel Univ. Press; 2010. 146 p. (Schriftenreihe Personal- und Organisationsentwicklung; vol. 9). ger. Available from: <http://www.upress.uni-kassel.de/online/frei/978-3-89958-938-2.volltext.frei.pdf>.
- Walzik. Lernzieltaxonomien [Internet]; 2017 [modified 2017; cited 2017 Aug 8]. Available from: <https://dbs-lin.ruhr-uni-bochum.de/lehreladen/planung-durchfuehrung-kompetenzorientierter-lehre/kompetenz-pruefen/lernzieltaxonomien/>.
- Zwerenz K. E-Learning-Szenarien für die Statistik-Ausbildung: Virtuelle Hochschule und Live-E-Learning. Wirt. Sozialstat Arch [Internet]. 2008;2(1-2):165–174 10.1007/s11943-008-0039-6.