

## Dokumentation AS 3.2: Konzeption von Lehr-Lern-Arrangements und Bildungskonzepten

Autor	Michael Scharp (IZT)
Verbundprojekt	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH, Wuppertal Dr. Carolin Baedeker (Projektleitung), Martina Schmitt  Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen, Friedberg Prof. Dipl.-Ing. Holger Rohn, Stefanie Hillesheim  IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH, Berlin Dr. Michael Scharp M.A.
Förderung	Umweltbundesamt, FKZ 3720 16 102 0, Laufzeit 2019-2023

### Arbeitspaket 3: Erprobung von Lehr-Lern-Arrangements zur Ressourcenkompetenz

Koordination	WI, Mitarbeit: IZT, THM
Ziel	Modellhafte Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Lehr-Lern-Arrangements Förderung der Ressourcenkompetenz unter Nutzung vorhandener Materialien ausgewählten Hochschulen
Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dekonstruktion bekannter Materialien der Wertschöpfungskettenanalyse</li> <li>2. <b>Konzeption von Lehr-Lern-Arrangements zur Förderung der Ressourcenkompetenz</b></li> <li>3. Praktische Erprobung der Lehr-Lern-Arrangements und Kompetenzmessung</li> <li>4. Vergleichende Auswertung der praktischen Erprobung</li> </ol>
Vorgehensweise / Methode	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dekonstruktion von Bildungsmaterialien</li> <li>- Deduktion von Aufgabenstellungen und Lehr-Lern-Arrangements</li> <li>- teilnehmende Beobachtung und Kompetenzmessung</li> <li>- Evaluation</li> </ul>
Produkte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modulare Bildungselemente</li> <li>2. Acht Lehr-Lern-Arrangements (je vier für Bachelor- und Masterstudiengänge)</li> <li>3. Umsetzung der Lehr-Lernarrangements und Evaluation der Ressourcenkompetenz</li> </ol>

## 2. Aufgabenstellung AS 3.2 - Konzeption von Lehr-Lern-Arrangements und Bildungskonzepten

Ziel des AP 3 war die modellhafte Entwicklung und Erprobung unterschiedlicher Lehr-Lern-Arrangements zur Förderung der Ressourcenkompetenz unter Nutzung vorhandener Materialien. Dies sollte an zwei ausgewählten Hochschulen erfolgen: Einerseits in dem Fachbereich Produktdesign der Folkwang Universität der Künste Essen (FudK, Design) und andererseits am Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen der THM - Technische Hochschule Mittelhessen, Giessen / Friedberg.

Gemäß Antrag war geplant, eine Zusammenstellung vorhandener Materialien zu anwendbaren Lehr-Lern-Arrangements zusammenzustellen und diese zur Diskussion bzw. zur Erprobung in acht verschiedenen Bildungskontexten von Designer\*innen und Ingenieurwissenschaften, jeweils für Bachelor- und Masterstudiengänge.

Im Projektverlauf zeigte sich jedoch, dass es so gut wie keine öffentlich zugänglichen Vorlesungs- oder Seminarmaterialien gab. Diese waren nur den Teilnehmenden der Hochschulveranstaltungen zugänglich soweit sie von den Dozent\*innen zur Verfügung gestellt wurden. Vor diesem Hintergrund wurde nach der Diskussion des Sachverhaltes mit UBA und BMUV beschlossen, dass für die THM ein sehr fachbezogenes Modul für Wirtschaftsingenieur\*innen entwickelt werden sollte und für die Designer\*innen ein Grundlagenmodul. Letzteres ergab sich auch den Forderungen der Interviews und der Fokusgruppen, dass die "nachhaltige Materialkunde" bisher beim Design zu kurz kommt. Die Themen dieses Grundlagenmoduls wurden durch die Analyse der Interviews (AS 2.2) und Fokusgruppen (AS 2.3) gewonnen und wurden im Dokument „AS 3.1 Dekonstruktion von Materialien“ dargestellt.

Auf dieser Basis wurde der Arbeitsschritt AS 3.2 wie folgt bearbeitet:

- Die Methodische Vorgehensweise zur Konzeption von Lehr-Lern-Arrangements wurde ausgearbeitet (s. Kapitel 1)
- Die Auswertung der Interviews und Fokusgruppen (vgl. AS 3.1) wurde tabellarisch nach Themen ausgewertet und strukturiert, indem zusammengehörige Themen zu einer Gruppe zusammengefasst wurden

## 1. Methodische Vorgehensweise zur Konzeption von Lehr-Lern-Arrangements

Ziel des AP 3 war die modellhafte Entwicklung (AS 3.2) und Erprobung (AS 3.3) unterschiedlicher Lehr-Lern-Arrangements zur Förderung der Ressourcenkompetenz unter Nutzung vorhandener Materialien (AS 3.1). Dies sollte an zwei ausgewählten Hochschulen - der THM (Friedberg, Wirtschaftsingenieur\*innen) und der Folkwang Universität der Künste (Essen, Designer\*innen) erprobt werden.

In den Arbeitspaketen 1 und 2 zeigte sich jedoch, dass so gut wie keine hochschulspezifischen Lehr-Lern-Materialien öffentlich verfügbar sind (Zitat aus den Interviews): *„.. es auf Grund der Dynamik vergleichsweise wenig feststehende*

*Lehrmaterialien, zumeist handelt es sich um Materialien, die von den Lehrkräften in Eigenarbeit und häufig auf das Semester bezogen, aufbereitet und ggf. den Studierenden zur Verfügung gestellt werden*". Insgesamt wurde aus den Interviews der Schluss gezogen, dass es *"fertige für externe Personen zugängliche Lehr-/Lernmaterialien/-skripte, die längerfristig Verwendung finden, nach den Berichten der Befragten eher nicht vorliegen"*.

Dies mag zwei Gründe haben: Zum einen erstellen Dozent+innen ihre Vorlesungs- und Seminarmaterialien als geistiges Eigentum, welches so gut wie niemals als OER-Material veröffentlicht wird. Zum anderen erlaubt das Medienrecht eine sehr breite Nutzung von Bildern und Quellen für die Bildung, aber diese dürfen nicht veröffentlicht werden soweit sie Urheberrechte tangieren. Eigentlich ist das Medienrecht sogar noch strenger: Nach Abschluss eines Seminars sind diese Materialien sofern sie Urheberrechte Dritter tangieren auch zu entfernen.

Sowohl in den Interviews als auch in den Fokusgruppen wurde immer wieder benannt, dass die Grundlagen für die Ausbildung von Ressourcenkompetenz nicht vorhanden sind (Zitate stammen aus der Auswertung AS 2.2 Interviews und AS 2.3 Fokusgruppen):

- *Differenzierte Betrachtung nötig über Studienverlauf BA und MA. In Master eher die höheren Taxonomiestufen enthalten, aber im Grunde steigert sich das mit der Semesterhöhe. im ersten Semester bewegt man sich tendenziell eher in ersten 3 Taxonomiestufen,*
- *Eine interviewte Person betont, dass es häufig viele Ansatzpunkte im eigenen Stoff gibt, die man erkennen und ausbauen kann. Zu Beginn würden es reichen mit 2-3 Beispielen klein anzufangen. Ein Beispielfundus ist hier ein hilfreiches Instrument.*
- *... dass [es] Im Bereich Gestaltung eines breiten Überblickwissens [bedarfs], zumal verschiedene Theorien, Materialien, Technologien und praktische Kenntnisse etc. bedeutsam sind.*
- *Als wesentlich betrachtet wird es zudem, neben Stoffflüssen und -kreisläufen - ökologischen Fragestellungen - auch sozio-kulturelle Aspekte (Wechselwirkung der Systeme: soziale Praktiken, Pfadabhängigkeiten, Infrastrukturen, Rebound-Effekte) in die Betrachtung einbezogen werden.*
- *Viele der befragten Personen berichten davon, dass die Themen auf der Metaebene teilweise schon in allen Schwerpunkten oder Studiengängen behandelt werden, jedoch manchmal nur punktuell und nicht systematisch.*
- *"Es geht schwerpunktmäßig darum, Wissensvermittlung zu betreiben, ganz stark bezogen auf die komplexen Wechselwirkungen und systemischen Zusammenhänge bezogen*
- *"In den ersten Semestern, werden eher die grundlegenden Inhalte und Methoden vermittelt, meist verbunden mit kleineren Aufgabenstellungen und Projekten.*
- *„Ziel ist es Grundbegriffe zu klären und für bestimmte Aspekte zu sensibilisieren. Den Studierenden soll ein Überblick sowie die Fähigkeit vermittelt werden, die richtigen Fragen an der richtigen Stelle zu stellen.*

Vor diesem Hintergrund wurde nach der Diskussion des Sachverhaltes mit UBA und BMUV beschlossen, dass für die THM ein sehr fachbezogenes Modul entwickelt werden sollte und für die Designer\*innen ein Grundlagenmodul. Letzteres ergab sich auch den Forderungen der

Interviews und der Fokusgruppen, dass “Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz” in all seinen Facetten und die “Nachhaltigkeit” bisher beim Design zu kurz kommt.

Das Grundlagenmodul soll auf das Material “Aluminium” ausgerichtet werden aus verschiedenen Gründen:

1. Aluminium ist eines der Massenmetalle, dessen Produktion einen wesentlichen Beitrag zum Klimawandel leistet.
2. Aluminium wird nicht nur spezifisch, sondern sehr breit verwendet - vom Automobilbau über Gebäudeteile und Maschinen bis hin zu Massenartikeln wie Dosen oder Verbrauchsartikeln wie Aluminiumfolie.
3. Aluminium ist sowohl für Designer\*innen als auch für Wirtschaftsingenieur\*innen relevant, da sie beide in ihren Konstruktionen dieses Leichtmetall verwenden
4. Die Wertschöpfungskette von Aluminium ist global - sowohl die Produktion als auch die Herstellung von Halbzeugen und Produkten sowie deren Nutzung.
5. Für die Produktion von Aluminium gibt es unterschiedliche Verfahren und die Nutzung unterschiedlicher Energiesysteme - hier lassen sich Defizite und gute Beispiele für Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz beispielhaft sehr gut aufzeigen.
6. Last but not least kann das Grundlagenmodul für die Vermittlung von Ressourcenkompetenz sowohl bei den Designer\*innen als auch bei den Wirtschaftsingenieur\*innen genutzt werden.

Da mangels öffentlich verfügbarer Materialien eine Dekonstruktion nicht möglich war, wurde ein alternativer Weg beschritten. Hierzu erfolgten eine Auswertung der Interviews und der Fokusgruppen hinsichtlich von geforderten Kompetenzen und vorgeschlagenen Themen (s.u.). Im Zuge der Interviews und der Fokusgruppen zeigte sich jedoch ein zweites Problem. Wie im Arbeitspapier AS 2.2 dargestellt, gibt es standardisierte Anforderungen an die Formulierung von Kompetenzen. Beispiele sind:

- Wissen/Erinnern: **Nennen** Sie wichtigsten Stoffströme.
- Wissen/Erinnern: **Definieren** Sie DMI, DMC, KEA und KRA.
- Analysieren: **Vergleichen** Sie die Bedeutung der metallischen, der mineralischen und der biotischen Stoffströme hinsichtlich des Ressourcenaufwandes und der THG-Dimensionen.

Wie schon im Arbeitsschritte 2.2 festgestellt, sollten die Bildungsmodule eigentlich kompetenzorientiert formuliert werden (nennen..., definieren..., vergleichen... u.a.), jedoch ist dies in den Modulbeschreibungen der Hochschulen nur selten der Fall und eher die Ausnahme. Dies zeigte sich auch in den Interviews und den Fokusgruppen, dass nicht das Vermögen, etwas zu “können” (im weitesten Sinne des Wortes von Wissen bis Synthetisieren), genannt wurde, sondern zumeist Themen (Nachhaltigkeit, Ressourcenströme, Wertschöpfungsketten etc.). Nur selten wurden die korrekten Formulierungen gewählt wie z.B. die *“Fähigkeit, Ressourcenströme zu modellieren oder zu analysieren”* oder die *“Kenntnis [Wissen] über mögliche Arten von Ressourcen”*.

Dennoch lassen sich aus den Interviews nähere Bestimmungen hinsichtlich der benötigten Kompetenzen ableiten. Beispielhaft wurden bei den Interviews mit Dozenten für Wirtschaftsingenieure Kompetenzen wie folgt charakterisiert:

- *Eine Differenzierte Betrachtung ist nötig über Studienverlauf BA und MA. In Master eher die höheren Taxonomiestufen enthalten, aber im Grunde steigert sich das mit der Semesterhöhe. im ersten Semester bewegt man sich tendenziell eher in ersten 3 Taxonomiestufen, ....*
- *Das es eben bspw. ökologische Kategorien gibt, die global sind und welche, die sind lokal (Wasser vs. Klimawandel). Und dass dann als Kompetenz zu lernen, wie man das in Bezug zum unternehmerischen Handeln setzt.*
- *und sollen auch in der Lage sein, sogenannte Schnittstellenkompetenzen zu erwerben. Das heißt zwischen den einzelnen Phasen des Lebenszyklus (Produktentstehung vs End of Life) als auch Schnittstellenkompetenz im Bereich der Dimensionen einer Nachhaltigkeit (Soziale Gesellschaft vs Wirtschaftlichkeit und Umwelt)*
- *... und dann lernen sie sehr spezifisch einzelne Kompetenzen kennen im Bereich des Ausgestaltens, Gestaltung einer Supply Chain, Ökobilanz, welche Schritte gehören zu Life Cycle Costing*
- *... aber sie können eine Ökobilanz einordnen und Ergebnisse anwenden*
- *Keine eindimensionale Sichtweise, sondern immer auch Nachhaltigkeit im Blick behalten. Sie sollen die Nachhaltigkeit ihres Tuns erlernen, sodass sie das auch später im Job anwenden.*
- *Nachhaltiges Ressourcen- und Umweltmanagement: Das ist das erste Modul, wo sie aus BA-Fragestellung rausgehen (Wissen aneignen) und mit Nachhaltigkeit in Kontakt kommen, ab 4. Semester. Sie sollen mitnehmen, dass Rohstoffnutzung etwas Wichtiges für unsere gesamte Ökonomie ist, auf der anderen Seite aber auch eine Beschränktheit hat.*

Zusammenfassend kann man feststellen, dass Ressourcenkompetenz sich in einem grundlegenden Wissen manifestieren muss, aber dieses Wissen dafür dient die Schnittstellen der Wertschöpfungskette zu verbinden, da jede Wertschöpfungsstufe nicht nur das Material betrifft, sondern auch eine ökologische und soziale Dimension hat. Hierbei kommt es nicht auf die Tiefe des Wissens an, sondern zu Wissen, dass weitere relevante Aspekte gibt, die es bei Entscheidungen zu berücksichtigen gilt.

Nichts desto Trotz lässt sich dieses Manko des Kompetenzverständnisses auch ins positive drehen, indem einerseits von den Themen aus auf konkrete Kompetenzen für Lehr-Lern-Arrangements geschlossen wird (deduktive Ableitung durch die Autor\*innen), und andererseits eine weitere Erkenntnis aus dem Arbeitsschritt 2.2 genutzt wird. Hier wurden drei Formate vorgeschlagen:

1. eine Vorlesung,
2. ein Vortrag in Verbindung mit einer Gruppenarbeit und
3. eine Vorlesung in Verbindung mit einer Projektarbeit.

Angesichts der Schwierigkeiten einerseits der fehlenden Materialien für eine Dekonstruktion und Synthese von neuen Lern-Lehr-Arrangements und andererseits der Schwierigkeiten in Corona-Zeiten Testveranstaltungen in den Hochschulen durchzuführen, sollte für den Arbeitsschritt 3.2 ein doppelter Weg begangen werden: Einerseits eine Fachveranstaltung über mehrere Wochenstunden an der THM sowie einem Angebot an Design-Hochschulen mit

einem Basismodul. Letzteres stützt sich auf die Forderungen aus den Interviews und den Fokusgruppen wie z.B. der Aussage (Fokusgruppe Wirtschaftsingenieurwesen): *Ich würde es allgemein sinnvoll finden, wenn es ein nachhaltigkeitsorientiertes Modul im 1. Semester gibt. So bekommen alle Erstsemester einen ersten Überblick über das Thema Nachhaltigkeit, so haben alle erstmal Basics mitbekommen und können dann entscheiden, in welche Richtung man geht.*

Vor diesem Hintergrund wird für die Designer\*innen und die Wirtschaftsingenieur\*innen eine Vorlesung entwickelt, die sich auf das erste Semester richtet. Da parallel auch ein Messinstrument für Kompetenz entwickelt wird (siehe AS 2.4), sind die Materialien auch in Seminarien einsetzbar aufgrund der digitalen interaktiven Aufgabenstellung. Einschränkend muss aber festgestellt werden, dass zentrale Elemente in der Ausbildung für Wirtschaftsingenieur\*innen und Designer\*innen nicht in diesem Rahmen aufgenommen werden können: Projekt- und Studienarbeiten (ebenso Gruppenarbeiten). Dies ist mit dem gegebenen Forschungsbudgets und im Zeitrahmen nicht leistbar (und war auch nicht Teil der Antragskonzeption).

Die Vorlesung bzw. das Seminar wurden in folgenden Schritten unter Berücksichtigung der Struktur des AP 3 entwickelt:

1. Auswertung der Interviews von Dozent\*innen Wirtschaftsingenieur\*innen und Designer\*innen (vg. AS 2.2) -> Suche nach benannten Themen und Kompetenzen
2. Auswertung der Interviews von Dozent\*innen Wirtschaftsingenieur\*innen und Designer\*innen (vg. AS 2.2)-> Suche nach benannten Themen und Kompetenzen
3. Erstellung einer Themenlist
  - a. Gliederung der Themen nach Basiswissen und weiteren spezifischen Themen (um das Lehr-Lern-Arrangement in zwei oder mehr aufeinander aufbauenden Seminaren zu verwenden)
  - b. Vorschläge für eine Kompetenzformulierung der Themen
  - c. Erstellung eines Foliensatzes zu den ausgewählten Themen
  - d. Erstellung von interaktiven Aufgaben zu den Themen (siehe hierzu das Konzept in AS 2.4)
  - e. Erstellung Strukturierung der Aufgaben für eine Pre- und Post-Befragung zur Kompetenzermittlung
  - f. Cloud-basierte zur Verfügungstellung der Materialien

Im Folgenden wird eine Auflistung möglicher Themen für Designer\*innen gezeigt, die sich auf Basis der Interviews und der Fokusgruppen ergab. Wir gehen jedoch davon aus, dass diese Themen auch für Wirtschaftsingenieur\*innen in gleicher Weise genutzt werden. Hierbei wurden verschiedene Kategorien wie Basiswissen, Materialkunden und andere gewählt, um ein Lern-Lehr-Arrangement strukturieren zu können.

## 2. Themen es Grundlagen-Seminars „Aluminium“

In der folgenden Tabelle werden die Themen eines Grundlagen-Seminar für Wirtschaftsingenieur\*innen und Designer\*innen aufgeführt, die auf Basis der Interviews und der Fokusgruppen gewonnen wurden-

Tabelle: Themen des Grundlagenseminars „Aluminium für Designer\*innen“

Thema	Beschreibung
Klimawandel und Nachhaltigkeit	Nachhaltigkeit, SDGs, Emissionen und ihre Verursacher (Länder und Sektoren), Zukunftsprognosen,
Ressourcennutzung in Deutschland:	Ressourcensystematik, Ressourcennutzung und Emissionen, Rohstoffkonsum, Ressourcenverbrauch und THG-Emissionen, Ressourcennutzung der Haushalte, Rohstoffkonsum nach Materialien, direkten und indirekte Rohstoffflüsse, 3-Erden-Problem
Materialkunde	Eigenschaften von Aluminium, Aluminiumproduktion und Verwendung, Ressourcenvorkommen von Aluminium, (Statische) Reichweite von Aluminium, Verwendung, Import-Export-Bilanzen, Verbrauch von Aluminium innerhalb Deutschlands
Wertschöpfungskette von Aluminium	Stufen der Aluminiumproduktion, Aluminiumalternativen für unterschiedliche Produkte, THG-Vergleiche, Beispiel Fahrradrahmen: Alu, Stahl oder Carbon, Beispiel Rohstoffe für Coffee-to-Go-Becher,
Nachhaltigkeitsbewertungen von Aluminium	Stoffstromanalyse von Aluminium - die Wertschöpfungsstufen von Aluminium und seine Umweltprobleme, Ökobilanzierung von Aluminiumprodukten im Vergleich im alternativen Produkten, Praxisaufgaben: THG-Berechnungen
Dimensionen der Nachhaltigkeit	Ökonomische Kriterien: Wertschöpfung Soziale Dimension: Aluminium als Teil unseres Wohlstandes Lieferkettengesetz und Aluminium
Nachhaltige Nutzung	Recycling und Kreislaufwirtschaft, Substitution, Eco-Design, Materialeffizienz, Suffizienz