

LERNKATALYSATOREN UND KONVERGIERENDE OBJEKTE

Volker Ahrens und Martin Hieronymus
NORDAKADEMIE, {volker.ahrens, martin.hieronymus}@nordakademie.de

Abstract 1 *Objekte können im sozialen Prozess des Lernens eine zentrale Rolle spielen. Dazu müssen sie jedoch bestimmte Eigenschaften aufweisen und gezielt eingesetzt werden. Im Kontext der Theorie sozialer Systeme bieten spezifische Theorien wie die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), der Symbolische Interaktionismus oder die Affordanztheorie dazu Ansatzpunkte. Am Beispiel einer konkreten Lehrveranstaltung wird demonstriert, wie diese in der akademischen Lehre wirksam umgesetzt werden können.*

Keywords *Kompetenzorientierte Lehre, Lernkatalysatoren, Konvertierende Objekte.*

Abstract 2 *In the social process of learning, objects can play a crucial role. To do so, however, they must have certain characteristics and be used in a targeted manner. In the context of social systems theory, specific theories such as the Actor Network Theory (ANT), Symbolic Interactionism or Affordance Theory offer starting points for this. Using the example of a specific course, we will demonstrate how these can be effectively implemented in academic education.*

Keywords *Competence-oriented teaching, Learning Catalysts, Boundary Objects.*

KOMPETENZEN

Weitgehend unbestritten ist die Forderung, dass Absolventinnen und Absolventen eines Studiums vor allem eines sein sollen: kompetent. Damit sind die durch Individuen erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten gemeint, die benötigt werden, um Probleme zu lösen, „sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ [Weinert, 2001, S. 27 f.].

Kompetenz ist also ein mehrdimensionaler Begriff, der im Hinblick auf die konkrete Vermittlung weiter aufgeschlüsselt werden muss. Roth [vgl. 1971, S. 389 f.] unterscheidet dazu die Selbst-, Sach- und Sozialkompetenz, also die Fähigkeit, für sich selbst verantwortlich zu handeln, die Fähigkeit, innerhalb bestimmter Fachgebiete handlungs- und urteilsfähig zu sein, und die Fähigkeit, politische, zivilgesellschaftliche und kulturelle Verantwortung zu übernehmen. Der Deutsche Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (DQR) ergänzt diese Kompetenzen durch die Methodenkompetenz, die als Querschnittskompetenz insbesondere dazu dient, die übrigen Kompetenzen zu erschließen [vgl. AK DQR, 2011, S. 4]. Daraus ergibt sich schließlich das Kompetenzmodell des Qualifikationsrahmens für deutsche Hochschulabschlüsse (HQR) der Kultusministerkonferenz (KMK). Damit verbunden sind die Niveaus der Kompetenzen für Bachelor- und Master-Abschlüsse sowie für Promotionen [vgl. HQR, 2017, S. 6 ff.].

Für einzelne Fachdisziplinen sind diese Kompetenzen beispielsweise in spezifischen Qualifikationsrahmen weiter konkretisiert [vgl. z. B. Abawi et al., 2019]. Für die Ingenieurwissenschaften ist dies insbesondere der fachspezifische europäische Rahmen für die Ingenieure (EUR-ACE®). Im Hinblick auf die weiteren Ausführungen geht aus diesem Dokument zum Beispiel hervor, dass auf dem Bachelor-Niveau unter anderem die Fähigkeit zur Entwicklung von Prozessen gefordert ist, welche auch nicht-technische Aspekte wie Arbeits- und Gesundheitsschutz, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit sowie die Auswahl und Anwendung geeigneter Entwicklungsmethoden einbeziehen kann [vgl. ENAEE, 2015, S. 7].

An der NORDAKADEMIE, einer privaten, staatlich anerkannten Fachhochschule mit Standorten in Elmshorn und Hamburg, werden diese Kompetenzen im Bachelor-Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen im Modul Produktions- und Qualitätsmanagement (PQM) vermittelt.

Die Entwicklung durchdachter Wertvorstellungen und eine selbstbestimmte Bindung an Werte als Beitrag zur Entwicklung einer Selbstkompetenz sind in diesem Modul insoweit relevant, als ein großer Teil der industriellen Produktion von Gütern in Weltregionen erfolgt, in denen zum Beispiel der Schutz des Lebens und der Gesundheit der Beschäftigten oder der Schutz der Umwelt einen anderen Stellenwert haben als am Studienort. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen des Moduls zwar keine konkrete Wertorientierung vermittelt, wohl aber, dass es notwendig ist, eigene Wertvorstellungen zu entwickeln, und wie es möglich ist, zu solchen Vorstellungen zu gelangen und sich daran zu binden [vgl. z. B. Nida-Rümelin, 2012].

Als Methodologie liegt dem Modul das Systems Engineering [vgl. z. B. Ahrens, 2020; Haberfellner, de Weck, Fricke, Vössner, 2015] zugrunde. Damit soll eine allgemeine Kompetenz zur Lösung von Problemen vermittelt werden. Dazu werden auch kognitionswissenschaftliche Grundlagen des Problemlösens [vgl. z. B. Sell, Schimweg, 2002] behandelt. Schließlich bietet die interdisziplinäre Anwendbarkeit der zugrundeliegenden allgemeinen Systemtheorie [vgl. von Bertalanffy, 2015] die Möglichkeit, auch andere Wissensgebiete wie zum Beispiel die Theorie sozialer Systeme [vgl. Luhmann, 1996] einzubeziehen.

Fachlich werden am Beispiel der Montage eines Getriebes vor allem arbeitswissenschaftliche Grundlagen vermittelt. Im Sinne eines Stakeholder-Value-Managements gehören dazu Ergonomie und Zeitwirtschaft auf der Basis der REFA-Methodenlehre [vgl. z. B. Schmauder, Spanner-Ulmer, 2014] und der MTM-Methodologie [vgl. z. B. Bokranz, Landau, 2012] sowie Arbeitsschutz auf der Basis von ISO 45001. Hinzu kommen das Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001 und der Umweltschutz nach DIN EN ISO 14001 beziehungsweise EMAS. Allen genannten Aspekten liegt die Idee einer schlanken Produktion zugrunde [vgl. z. B. Liker, 2016].

Schließlich werden soziale Kompetenzen dadurch vermittelt, dass die Gestaltung eines Arbeitssystems zur Getriebemontage als Teamarbeit konzipiert ist. In den Teams müssen die Studierenden jeweils unterschiedliche Rollen einnehmen, um die in der Praxis übliche Interdisziplinarität der Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen zu simulieren. Dadurch lernen sie die Zielkonflikte kennen, die bei der Lösung komplexer Probleme regelmäßig auftreten. Daraus ergibt sich wiederum die Herausforderung, Kompromisse zu finden und die damit oft einhergehenden Ambivalenzen auszuhalten, ohne in persönliche Konflikte zu geraten.

LERNEN ALS SOZIALER PROZESS

Nachdem nun die Frage nach dem Was geklärt wurde, geht es im Folgenden um das Wie, also um eine geeignete Art der Vermittlung der genannten Kompetenzen. Auf der Basis eines konstruktivistischen Verständnisses [vgl. Reinmann, Mandl, 2006] wird Lernen als aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, situierter und sozialer Prozess verstanden [vgl. Schaper, Sonntag, 2007]. Die Studierenden sollen also das tun, was sich aus dem lateinischen Ursprung dieser Bezeichnung ableiten lässt: sich (selbst) bemühen, (selbst) danach trachten, etwas zu erforschen. Den Lehrenden bleibt die Rolle, zwischen den Studierenden und dem, was es zu erforschen gibt, zu vermitteln. Dazu sollen sie zum Beispiel Handlungs- und Erfahrungssituationen schaffen, in denen die Lernenden individuelle Lernerfahrungen machen können.

Das Berufsbild des Ingenieurs beziehungsweise der Ingenieurin ist in besonderer Weise durch die Arbeit an und mit Objekten geprägt. Daher soll der Rolle von Objekten nachfolgend besondere Aufmerksamkeit

zukommen. Nach Luhmann [1996, S. 199 ff.] bestehen soziale Systeme aus Kommunikation; ihre Elemente sind also einzelne Kommunikationsakte und nicht etwa, wie zumeist angenommen wird, Personen. Kommunikation wird dabei nicht im technischen Sinne als Datenübertragung oder als Übertragung von Informationen verstanden, sondern als Einheit aus Information, Mitteilung und Verstehen [vgl. ebd., S. 203].

Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht geht diese Abstraktion noch nicht weit genug, denn obwohl Luhmann [vgl. ebd., S. 119 f.] vor einer Unterscheidung in aktive Subjekte (Personen) und passive Objekte (Gegenstände, Dinge) warnt, räumt er Menschen als Gegenstand sozialwissenschaftlicher Forschung doch den Vorrang ein. Und so definiert er dann zum Beispiel, dass die Person das ist, was von einem Menschen in einer Organisation relevant ist [Luhmann, 2011, S. 89]. Zugleich definiert er eine Person als eine durch Kommunikation konstruierte, fiktive Eigenschaft, die einem Menschen zugerechnet wird. Und tatsächlich lässt sich diese Interpretation aus dem lateinischen Ursprung (per „durch“ und sonare „tönen“) ableiten, denn in der Antike wurde damit eine Maske bezeichnet, die im Theater getragen wurde, um eine entsprechende Rolle zu spielen. Der Körper des Menschen verbarg sich hinter der Maske (Person) ebenso wie die Psyche. Auf der Grundlage eines solchen Verständnisses definiert auch Simon [vgl. 2007, S. 44] eine Rolle als ein Bündel von Erwartungen charakteristischer Verhaltensweisen. Unterschiedliche Personen, welche dieselbe Rolle innehaben, sind demnach mit gleichen Verhaltenserwartungen konfrontiert, so dass die entsprechenden Verhaltensmuster trotz wechselnder Besetzung der Rollen stabilisiert werden können. Diese Fokussierung auf Menschen, die in sozialen Systemen als Personen bestimmte Rollen einnehmen, verstellt den Blick auf Objekte, obwohl der Mensch als „Mängelwesen“ [Gehlen, 1961, S. 93 ff.] existenziell von ihnen abhängig ist, insoweit also ohne Technik gar nicht gedacht werden kann. Das kann, muss man aber im Grunde gar nicht dadurch deutlich machen, dass man stets von sozio-technischen Systemen [vgl. Ropohl, 2009, S. 44] spricht.

Die weiteren Überlegungen gehen nun dahin, den Objekten wieder mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Dazu muss man die Soziologie gar nicht neu erfinden. Im Gegenteil: Vor allem Luhmann (vgl. 1996) hat ihr eine sehr umfassende Theorie zugrunde gelegt, die weithin anerkannt ist. Ergänzend dazu sollen nachfolgend allerdings vier Ansätze skizziert werden, die bei der Einbeziehung von Objekten hilfreich sein können.

Zu diesen Ansätzen gehört die Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), die Menschen und Gegenstände gleichrangig behandelt [vgl. Latour, 2017, S. 121 ff.]. Dem verleiht sie dadurch Nachdruck, dass sie Menschen nicht als aktive Subjekte, also als Akteure, und Gegenstände nicht als Objekte bezeichnet, sondern beide quasi neutral als Aktanten. Latour verweist in diesem Zusammenhang auf den allgemeinen Sprachgebrauch, nach dem ein Wasserkessel Wasser kocht, ein Messer Fleisch schneidet und ein Geländer Kinder vor dem Fallen bewahrt. Diese Beobachtung alltäglicher Kommunikationen veranschaulicht den theoretischen Ansatz.

Ein zweiter Ansatz findet sich im Symbolischen Interaktionismus, nach dem Kommunikation Symbole verwendet, also Träger von Bedeutungen, die für alle Beteiligten in einem bestimmten Kontext hinreichend gleich sind. Solche Symbole können auch Objekte sein [vgl. Blumer, 1969, S. 81 ff.]. Systemtheoretisch formuliert geht man im Symbolischen Interaktionismus davon aus, dass Menschen mit Gegenständen auf der Grundlage der Bedeutungen kommunizieren, die sie ihnen zuschreiben. Diese Bedeutungen werden aus der sozialen Interaktion der Kommunikationspartner abgeleitet oder entstehen aus ihr. Darüber hinaus werden die Bedeutungen der Symbole (z. B. Objekte) mit fortschreitendem Kommunikationsprozess nicht nur genutzt, sondern auch verändert [vgl. ebd., S. 81 ff.]. Mit diesem fortwährenden Prozess der Verständigung über die Bedeutung von Symbolen verändern sich wiederum auch die daran Beteiligten. Damit müssen auch Objekte (Symbole), die ja auf den ersten Blick passiv zu sein scheinen, quasi aktiv kommunizieren können [vgl. Luhmann, 2011, S. 195].

Der dritte Ansatz leitet sich aus dem Symbolischen Interaktionismus ab [vgl. Meister, 2011, S. 46] und nimmt vor allem die Objekte selbst in den Blick. Als Boundary Objects müssen diese einerseits so plastisch

sein, dass sie sich an die Bedürfnisse und Einschränkungen der übrigen Kommunikationspartner anpassen können, andererseits müssen sie aber auch robust genug sein, um ihre Identität zu wahren [vgl. Star, Griesemer, 1989, S. 393]. Dies können unter anderem physisch realisierte Analogiemodelle sein, „die einen abstrakten Zusammenhang (das zu Modellierende) in einfach zu bearbeitendem Material anschaulich oder auch manipulierbar machen, wie etwa bei einem physisch realisierten Planetenmodell der Atome. Die Rolle von solchen Analogiemodellen beschränkt sich nicht auf die Illustration von bereits ‚fertigen Wissen‘, sondern sie können in der wissenschaftlichen Erkenntnisproduktion eine wichtige Rolle spielen“ [Meister, 2011, S. 49]. Eine häufig zitierte Studie, die Boundary Objects in dieser Weise nutzt, ist die von Carlile [2002, S. 442 ff.]. Darin wird die arbeitsteilige Entwicklung eines Produkts in einem großen Unternehmen untersucht und die Wirkung eines 3D-CAD-Modells als Boundary Object nachgewiesen.

Schließlich weist Gibson [vgl. 1973, S. 346] Objekten einen Angebotscharakter zu und bezeichnet diesen als Affordanz. So bietet zum Beispiel ein Stuhl an, sich darauf zu setzen. Insoweit wird Gegenständen also eine aktive Rolle im oben definierten Sinne zuerkannt.

Nachfolgend sollen nun zwei konkrete Rollen untersucht werden, die von Gegenständen eingenommen werden können, um zur Kommunikation und damit zur Stabilisierung sozialer Systeme beizutragen. In der zunächst diskutierten Rolle sollen sie als Katalysatoren wirken, in der daran anschließend untersuchten Rolle als Konverter.

Katalysatoren ermöglichen oder erleichtern bekanntlich Reaktionen, ohne sich dabei selbst zu verändern. Diese Eigenschaft wird im technischen Teil des Wirtschaftsingenieur-Studiums an der NORDAKADEMIE für zwei Zwecke genutzt. Anhand eines Getriebes werden (1) über mehrere Module hinweg Zusammenhänge zwischen den jeweils unterschiedlichen Themengebieten aufgezeigt. Darüber hinaus (2) wird daran fortwährend das Wechselspiel zwischen Theorie und Praxis demonstriert.

(1) Zwar ist der insgesamt zu vermittelnde Stoff anders als durch eine Aufteilung auf unterschiedliche Teilgebiete gar nicht zu bewältigen und in weiten Teilen entspricht diese Aufteilung auch der in Wissenschaft und Praxis üblichen Arbeitsteilung, doch ein Nachteil dieser Aufteilung besteht darin, dass die Zusammenhänge zwischen den Teilgebieten aus dem Blick geraten können. Werden jedoch in jedem Modul Bezüge zum immer gleichen Objekt hergestellt, kann dies einen Beitrag zur Herstellung von Zusammenhängen zwischen den Teilgebieten leisten. So lässt sich zum Beispiel in der Technischen Mechanik aufzeigen, auf welche Bauteile sich die Berechnungen beziehen. Im Rahmen der Werkstofftechnik können daraus Konsequenzen für eine geeignete Werkstoffauswahl abgeleitet werden. In der Konstruktionslehre werden die daraus resultierenden Lernergebnisse angewendet, um ein Getriebe zu konstruieren. Schon dabei werden auch fertigungstechnische Möglichkeiten und Grenzen berücksichtigt, die im Modul zur Fertigungstechnik aufgegriffen und weiter vertieft werden. Im Produktionsmanagement geht es schließlich darum, anhand einer Getriebemontage Aspekte der Arbeitswissenschaft, des Qualitätsmanagements, des Arbeitsschutzes und des betrieblichen Umweltschutzes zu vermitteln sowie das Projektmanagement zu trainieren. Daraus ergibt sich ein fortwährendes Wechselspiel zwischen Spezialisierung und Generalisierung. Darüber hinaus wird Theorie praktisch erfahrbar, wenn Studierende beispielsweise zugleich die Antriebs- und die Abtriebswelle des Getriebes ergreifen und beim Drehen spüren, wie sich Drehmoment und Drehzahl wandeln.

(2) Die zweite Funktion des Getriebes als Lernkatalysator besteht darin, Abstraktion und Modellbildung zu vermitteln, die auf dem Weg zu einem wissenschaftlichen Arbeiten oft eine Herausforderung darstellen. Ausgehend vom immer gleichen Objekt lässt sich zeigen, dass und wie verschiedene Teilgebiete davon jeweils ganz unterschiedliche Modelle ableiten, um mit ihrer Hilfe je spezifische Probleme zu lösen. Durch Verweise auf die allgemeine Modelltheorie [vgl. Stachowiak, 1973] und ihre grundlegenden Prinzipien wie die der Abbildung, der Verkürzung und des Pragmatismus wird ein Verständnis für die Möglichkeiten

und Grenzen der jeweiligen Teilgebiete geweckt und die Notwendigkeit von Perspektivwechseln aufgezeigt. Werden, wie heute üblich, in verschiedenen Modulen unterschiedliche Lernkatalysatoren eingesetzt, ist dieser Effekt nicht so groß.

Diese Wirkung wird von theoretischen Überlegungen gestützt [vgl. Meister, 2011, S. 70 f.]. Zugleich hat der Einsatz von Boundary Objects in Form von Lernkatalysatoren aber auch Grenzen, denn ihre weitgehende Unveränderlichkeit ermöglicht keine Gestaltung und fördert daher keine Innovation. Stattdessen beschränkt er sich auf die Unterstützung des Wissenserwerbs und des Verständnisses technischer und technologischer Zusammenhänge.

Wenn Objekte genauso wie Subjekte zur Stabilisierung sozialer Systeme beitragen sollen, müssen sie in vergleichbarer Weise zur fortwährenden Erzeugung der Elemente beitragen, aus denen die Systeme bestehen: Kommunikationsakte. Fortwährend muss die Erzeugung deshalb erfolgen, weil Kommunikation stets nur in der Gegenwart stattfindet, so dass die einzelnen Kommunikationsbeiträge sehr flüchtig sind: eben ausgesprochen, werden sie sogleich von weiteren Beiträgen abgelöst und gehen letztlich entweder in zusammenfassende Erinnerungen ein oder verlieren sich im Vergessen. Ein soziales System, das aufhört zu kommunizieren, hört auf zu existieren.

Zweifellos können Dinge (Objekte) nicht genauso kommunizieren wie Menschen (Subjekte). Darauf kommt es aber auch gar nicht an. Entscheidend ist, dass ihre Beiträge zur Kommunikation ebenso zur Stabilisierung sozialer Systeme beitragen wie Beiträge, die von Menschen (Personen) ausgehen. Worin die Beiträge von Objekten bestehen, erklären Gibson [vgl. 1973] und darauf aufbauend Norman [vgl. 2013, S. 10 ff.] mit ihrem Angebotscharakter (Affordanz). Einen solchen Charakter hat grundsätzlich jedes relevante Objekt, dies allerdings je nach Kontext und Beschaffenheit mal mehr und mal weniger. Im Hinblick auf das Verfolgen konkreter Zwecke ergibt sich daraus die Frage, wie Boundary Objects beschaffen sein müssen, damit sie in einem bestimmten Kontext die gewünschte Wirkung möglichst effizient und effektiv entfalten [vgl. Meister, 2011, S. 103]. Hier lässt sich diese Frage dahingehend weiter konkretisieren, wie Objekte beschaffen sein müssen, um den Kompetenzerwerb zu unterstützen. Und ganz konkret geht es in dem hier betrachteten Anwendungsfall darum, ein Objekt so zu gestalten, dass es in einer Handlungs- und Erfahrungssituation

- die Anwendung der Methodologie des Systems Engineerings zur Lösung von Problemen erlaubt (Methodenkompetenz),
- die Gestaltung eines Arbeitssystems für die industrielle Produktion unter Berücksichtigung der teilweise zueinander im Konflikt stehenden Interessen aller Anspruchsgruppen (Kunden, Unternehmer, Beschäftigte, natürliche Umwelt usw.) ermöglicht (Fachkompetenz),
- das Arbeiten in Teams erfordert (Sozialkompetenz) und
- die Entwicklung eigener Wertvorstellungen und das freiwillige Binden an kollektive Werte fördert.

Meister [vgl. 2011, S. 9] beruft sich bei seiner Suche nach einer Antwort auf diese Frage auf den ursprünglichen Ansatz von Star und Griesemer [vgl. Star, 2010, S. 608] und insbesondere auf die Notwendigkeit, dass ein Objekt einen doppelten Bezug ermöglichen muss. Dazu muss es eine innere Einheit bilden zwischen einer unspezifischen Repräsentation allgemeiner, deutungsoffener Prinzipien einerseits und einer Repräsentation fachspezifischen Wissens andererseits. Umgekehrt kann man sagen, dass beide Repräsentationsformen von allen Beteiligten „dauerhaft als Repräsentationsformen desselben Objektes wahrgenommen werden“ [Meister, 2011, S. 9]. Damit übernehmen Boundary Objects eine Brückenfunktion zwischen ver-

schiedenen Domänen [vgl. ebd., S. 93], die ohne die Vermittlung durch das Objekt weniger gut miteinander kommunizieren könnten. Das Objekt redet quasi mit und übersetzt, was übersetzt werden muss, um verstanden zu werden. Daher wird es hier als konvertierendes Objekt bezeichnet. Deutungsoffenheit lassen nur solche Objekte zu, die unfertig sind oder lediglich Modelle (Prototypen, Skizzen o. ä.) darstellen. Fertige Objekte, also zum Beispiel verkaufsfähige Produkte oder einsatzbereite Arbeitssysteme, können dagegen nur Katalysatoren im oben definierten Sinne sein. Der unfertige Zustand beziehungsweise der modellhafte Aufbau erlauben zudem eine Veränderung der entsprechenden Objekte. Eine solche Veränderung fördert die Generierung immer neuer Elemente (Kommunikationsakte) und damit die Stabilisierung sozialer Systeme.

Für die an der NORDAKADEMIE durchgeführte Lehrveranstaltung im Modul PQM wird das Cardboard Engineering [vgl. Gorecki, Pautsch, 2012, S. 29 ff.; Hagen 2009, S. 10 ff.] als didaktische Methode zur Konzeption von Arbeitssystemen verwendet. Dabei werden aus Karton Modelle (Mockups) von Arbeitssystemen im Maßstab 1:1 gebaut (Abbildung 1). Das Arbeitssystem soll zur Montage des Getriebes dienen, das oben als Lernkatalysator eingeführt wurde. Das Ausgangsmaterial ist im gerade skizzierten Sinne zunächst noch vollkommen unfertig und auch das Ergebnis der Konzeption kann aufgrund des gewählten Materials gar kein einsatzberechtigtes Arbeitssystem darstellen. Es bleibt unfertig und damit deutungsoffen. Damit erfüllt es eine der Bedingungen für eine besonders gute Wirksamkeit als konvertierendes Objekt.



Abbildung 1: Modell eines Arbeitssystems aus Karton

Aus didaktischer Sicht relevant sind weiterhin die Perspektiven der Lehrenden auf der einen Seite und die der Lernenden auf der anderen. Das erfordert einen doppelten Bezug zum Objekt: Einerseits repräsentiert das Objekt die fachspezifischen Lehrinhalte, andererseits lässt es den Lernenden aber Spielräume für eigene Deutungen und Gestaltungsperspektiven, ermöglicht also aktive, selbstgesteuerte, konstruktive und situierte Lernprozesse im Sinne von Schaper und Sonntag [vgl. 2007]. Lehre erfolgt auf dieser Basis nicht nach dem Modell des Nürnberger Trichters, sondern nach einem konstruktivistischen Verständnis des Kompetenzerwerbs. Auf diese Weise erfüllt das Objekt eine Brückenfunktion zwischen den zunächst überwiegend impliziten Kompetenzen der Lernenden und dem expliziten Fachwissen, das es zu erlernen gilt.

Dank der fortschreitenden Veränderung des Objekts vom Karton als Ausgangsmaterial bis zum fertigen Modell beteiligt sich das Objekt kontinuierlich an der zur Aufrechterhaltung des sozialen Systems notwendigen Kommunikation, indem es bei jeder Veränderung neue Informationen mitteilt, die bei den Beteiligten verstanden werden müssen. Dadurch werden wiederum auch bei den Lernenden neue Informationen generiert, die zwischen ihnen, mit dem Objekt und bei Bedarf auch mit den Lehrenden geteilt werden, um im Zuge dieser unablässigen Kommunikation zu immer neuen Einsichten zu gelangen, die sich stets auch im jeweiligen Zustand des Objekts manifestieren.

Beobachtungen während der Lehrveranstaltungen, die in dieser Form bereits seit 12 Jahren durchgeführt werden, zeigen regelmäßig, dass dieser Prozess tatsächlich nie von sich aus endet, weil das Modell auch nach seiner Fertigstellung immer noch ein Modell ist, immer noch deutungsoffen, immer noch anschlussfähig für fortgesetzte Kommunikation. Immer wieder erklären Lernende am Ende der Lehrveranstaltung, dass sie gern noch mehr Zeit gehabt hätten, ihr Arbeitssystem noch weiter auszugestalten oder gar eine weitere Version davon zu bauen.

Vor diesem Hintergrund können die letztlich abgelieferten Modelle nicht unmittelbar mit in der industriellen Praxis eingesetzten Arbeitssystemen verglichen werden. An einem solchen Maßstab gemessen, erscheinen die im Zuge der Lehrveranstaltung entwickelten Modelle in vielerlei Hinsicht als realitätsfern. Das aber wäre nur in der betrieblichen Anwendung ein Problem, wenn das Ziel darin besteht, ein realisierbares Arbeitssystem zu konzipieren [vgl. Ahrens, 2019]. Zwar gilt es auch im Rahmen der Lehrveranstaltung, die Kompetenz zur Konzeption praktisch einsetzbarer Arbeitssysteme zu vermitteln, aber auf dem Weg dorthin dienen die dabei eingesetzten Objekte als Katalysatoren und Konverter. Sie sollen die Lernenden aktivieren, einen selbstgesteuerten und konstruktiven Lernprozess unterstützen und dazu eine Handlungs- und Erfahrungssituation bieten, in der sich die Lernenden in einem geschätzten Rahmen ausprobieren und ihre Kreativität entfalten können, und auf dem Bachelor-Niveau geht es zunächst auch „nur“ um die Aneignung von Grundlagen [vgl. HQR, 2017, S. 6 ff.].

Referenzen

- Abawi, Daniel F.; Ahrens, Volker; Bäßler, Rudolf; Brettel, Malte; Dittmann, Uwe; Engelberger, Hermann; Hildebrand, Wolf-Christian; Leibnitz-Ponto, Yvonne; Merchiers, Andreas; Ol-sowski, Gunter; Pumpe, Dieter; Schätter, Alfred; Schmager, Burkhard; Schuchardt, Christian; Hirschhausen, Christian von; Werner, Matthias; Zadek, Hartmut (2019). Qualifikationsrahmen Wirtschaftsingenieurwesen. 3. Aufl. Steinbeis-Edition, Stuttgart.
- Ahrens, Volker (2019). Arbeitssystemgestaltung mit Cardboard Engineering. Arbeitspapiere der NORDAKADEMIE, Nr. 2019-02.
- Ahrens, Volker (2020). Abschlussarbeiten richtig gliedern in Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft. 2. Aufl. v/d|f Verlag, Zürich.
- Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (AK DQR) (2011). Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (DQR). Berlin.
- Bertalanffy, Ludwig von (2015). General Systems Theory: Foundations, Development, Applications. Braziller, New York.
- Blumer, Herbert (1969). Symbolic Interactionism: Perspective and Method. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bokranz, Rainer; Landau, Kurt (2012). Handbuch Industrial Engineering: Produktivitätsmanagement mit MTM. 2. Aufl. Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
- Boswarthick, David; Hersent, Oliver; Elloumi, Omar (2012). M2M Communications: A Systems Approach. Wiley, Hoboken.
- Carlile, Paul R. (2002). A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development. Organization Science 13 (4), S. 442-455.
- European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAE) (2015). EUR-ACE® Framework Standards and Guidelines. Brüssel.
- Gehlen, Arnold (1961). Anthropologische Forschung. Rowohlt, Reinbek.
- Gibson, James J. (1973). Die Sinne und der Prozess der Wahrnehmung. Hans Huber, Bern.
- Gorecki, Pawel; Pautsch, Peter (2012). Cardboard Engineering. In: Productivity Management 17(2), S. 29-31.
- Haberfellner, Reinhard; Weck, Oliver L. de; Fricke, Ernst, Vössner, Siegfried (Hrsg.) (2015). Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung. 13. Aufl. Oerlikon-Füssli-Verlag, Zürich.
- Hagen, Christian (2009). Cardboard Engineering und MTM. MTM aktuell 04, S. 10-12.
- Latour, Bruno (2017). Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. 4. Aufl. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Liker, Jeffrey K. (2016). Der Toyota Weg: 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns. 10. Aufl. FinanzBuch, München.
- Luhmann, Niklas (1996). Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie. 6. Aufl. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Luhmann, Niklas (2011). Organisation und Entscheidung. 3. Aufl. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Meister, Martin (2011). Soziale Koordination durch Boundary Objects am Beispiel des heterogenen Feldes der Servicerobotik. Diss. Technische Universität Berlin.
- Nida-Rümelin, Julian (2012): Angewandte Ethik: Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung. Ein Handbuch. 2. Aufl. Alfred Kröner Verlag, Stuttgart.
- Norman, Don (2013). The Design of Everyday Things. Basic Books, New York.
- Philipp, Tobias (2016). Netzwerkforschung zwischen Physik und Soziologie: Perspektiven der Netzwerkforschung

mit Bruno Latour und Harrison White. Springer VS, Wiesbaden.

Reinmann, Gaby; Mandl, Heinz (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In Krapp, Andreas; Weidenmann, Bernd (Hg.): Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch. Beltz, Weinheim. S. 613–658.

Ropohl, Günter (2009). Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik. Universitätsverlag Karlsruhe.

Roth, Heinrich (1971). Pädagogische Anthropologie: Entwicklung und Erziehung. Bd. 2. Schroedel, Hannover.

Schaper, Niclas; Sonntag, Karlheinz (2007). Weiterbildungsverhalten. In Frey, Dieter; Rosenstiel, Lutz von (Hg.): Wirtschaftspsychologie: Enzyklopädie der Psychologie. D/III/6. Hogrefe, Göttingen. S. 573–648.

Schmauder, Martin; Spanner-Ulmer, Birgit (2014). Ergonomie: Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation. Hanser, München.

Sell, Robert; Schimweg, Ralf (2002). Probleme lösen: In komplexen Zusammenhängen denken. 6. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

Simon, Fritz B. (2015). Einführung in die systemische Organisationstheorie. 5. Aufl. Carl-Auer, Heidelberg.

Stachowiak, Herbert (1973). Allgemeine Modelltheorie. Springer, Wien, New York.

Star, Susan Leigh; Griesemer, James R. (1989). Institutional ecology, ‚translations‘ and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology. 1907-39. *Social Studies of Science* 19, S. 387-420.

Star, Susan Leigh (2010). This is not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. *Science, Technology, & Human Values* 35, S. 601-617.

Weinert, Franz Emanuel (Hg.) (2001). Leistungsmessung in Schulen. 2. Aufl. Beltz, Weinheim.