

Veränderte Bildungsanforderungen durch die Etablierung neuer Technologien – projektintegrierte Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien

Abstract

Zentrales Ziel beruflicher Bildung ist die Ausbildung beruflicher Handlungskompetenz unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der sich wandelnden Berufsarbeit. Die Einführung neuer Technologien innerhalb eines Berufsfeldes erfordert meist eine Weiterbildung des Fachpersonals, welches im Umgang mit neuen Verfahren qualifiziert werden soll. Eine zeitnahe Entwicklung von Bildungskonzepten bereits bei der Etablierung neuer Technologien, unter Berücksichtigung der zukünftig geforderten Handlungskompetenz der unterschiedlichen Zielgruppen, ist dafür notwendig. In aktuellen Forschungsprojekten werden daher Bildungs- und Kommunikationsfragen bereits integrativ und projektbegleitend betrachtet. Didaktiker analysieren begleitend zum Technologieentwicklungsprozess die zukünftigen Anforderungen an das Fachpersonal, um gezielt Bildungsangebote zu konzeptionieren. Der so erreichte Austausch zwischen Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Didaktikern und Sozialwissenschaftlern in der Phase der Konzeption von Bildungsmaßnahmen sichert eine hohe fachliche Präzision der Lehr- und Lernmaterialien, deren Inhalte zudem dem aktuellen Stand der Forschung entsprechen. Die Analyse der Inhalte kann darüber hinaus für die Behandlung innovativer, technischer Themen in der Allgemeinbildung genutzt werden. Das schließt ein, dass auch gesellschaftliche Fragestellungen, welche ggf. mit der Etablierung neuer Verfahren einhergehen, in den Konzepten aufgegriffen werden. Durch die Auseinandersetzung der Lernenden mit entsprechend komplexen problemhaltigen Aufgaben wird deren Problemlösefähigkeit einschließlich der Bewertungskompetenz gefördert.

1 Einleitung

Die „Zukunft der Arbeit“ wird stark geprägt durch Innovationen. Der Anspruch des nachhaltigen Wirtschaftens erfordert die effiziente Kopplung von Technologien bzw. die Entwicklung neuer Technologien. Die Etablierung empfindlicherer Analysemethoden, präziser arbeitender Fertigungsmaschinen oder einer effizienteren Anlagenführung in der Praxis hat wiederum Konsequenzen auf die Gestaltung von Berufsarbeit. Um das Fachpersonal auf diese Veränderungen einzustellen und für neu entstehende Arbeitsaufgaben zu qualifizieren, müssen Aus- und Weiterbildungsangebote zur Verfügung stehen, welche sich am aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung orientieren und den Lernenden ermöglichen, dass hierfür notwendige „Know-How“ zu erwerben. Dies setzt voraus, dass neue Inhalte möglichst schnell in bestehende Aus- und Weiterbildungsstrukturen integriert werden.

Bisher verzögerte sich dieser Transfer stark, da über entsprechende Lehrkonzepte und Bildungsmaterialien erst nach der Einführung neuer Technologien in die Praxis nachgedacht wurde. Durch interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren, Naturwissenschaftlern, Didaktikern und Sozialwissenschaftlern soll in Forschungsprojekten die Erarbeitung von Bildungs- und Kommunikationskonzepten parallel zur naturwissenschaftlich-technischen Entwicklung ermöglicht werden. Das Ziel besteht dabei im zeitnahen und möglichst direkten Transfer der im Projekt generierten Inhalte und Erkenntnisse in „Alltagswissen“. Realisiert wird dieser Transfer über Kommunikations- und Bildungsmaßnahmen.

Am Beispiel des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projektes TransRisk werden im Folgenden Potenziale dieser Zusammenarbeit sowie daraus resultierender Inhalte aufgezeigt.

1.1 TransRisk – Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken durch neue Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf

Das Projekt TransRisk ist eines von 12 Verbundprojekten der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“. Übergeordnetes Ziel dieser Forschungsvorhaben ist, „ein innovatives und dynamisches System des Risikomanagements für einen vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz zu erarbeiten und in Form von Einzelbeispielen umzusetzen“ (BMBF). Dabei werden sowohl wirtschaftliche und ökologische als auch gesundheitliche und soziale Aspekte berücksichtigt, um einerseits Technologien zur Verringerung bzw. Vermeidung von Spurenstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf zu entwickeln und andererseits mit Hilfe von Bildungs- und Kommunikationskonzepten das Fachpersonal und die Bevölkerung über dieses Thema zu informieren und für mögliche Risiken zu sensibilisieren. In diesem übergeordneten Kontext fokussiert das Projekt TransRisk die Charakterisierung, Kommunikation und Minimierung von Risiken, welche durch neue Spurenstoffe und Krankheitserreger im Wasserkreislauf verursacht werden. Eine Gruppe von Wissenschaftlern arbeitet dabei an der Charakterisierung neuer Umweltschadstoffe sowie an der Bewertung potenzieller Schadwirkungen dieser Substanzen, während ein weiteres Team, bestehend aus Ingenieuren und Naturwissenschaftlern, parallel dazu Verfahren zur weitergehenden Abwasserreinigung entwickelt, optimiert und bewertet. Die Ergebnisse dieser Studien werden dabei projektbegleitend von Didaktikern analysiert, um daraus zielgruppenspezifische Bildungskonzepte für die Aus- und Weiterbildung professioneller Akteure im Umweltschutz zu entwickeln. Darüber hinaus werden Fortbildungskonzepte für Lehrende der Berufs- und Allgemeinbildung erstellt, um diese Berufsgruppe für das Thema zu sensibilisieren und als Multiplikatoren der Risikokommunikation zu befähigen.

1.2 Methodik zur projektbegleitenden Entwicklung von Bildungsmaßnahmen

Die Entwicklung neuer Bildungskonzepte erfordert neben der Analyse der im Forschungsprojekt generierten Erkenntnisse auch die Überprüfung der bereits für die

jeweiligen Zielgruppen thematisierten Inhalte. So können z. B. Technologien zur Verringerung von Spurenstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf auf bereits bekannten Verfahren aufbauen; zumindest ordnen sie sich als Teil (vierte Reinigungsstufe) in die klassische Abwasserreinigung ein.

Die konzeptionelle Erstellung von Bildungsmaßnahmen basiert folglich auf der Analyse der Ordnungsmittel (Ausbildungsverordnungen und Rahmenlehrpläne) sowie der bisher eingesetzten Lehrmaterialien. Hierüber kann verglichen werden, welche Ziele und Inhalte bislang für die berufliche Aus- bzw. Fortbildung der jeweiligen Zielgruppe gefordert und umgesetzt wurden und welche Wissenslücken bezüglich der anvisierten neuen technologischen Lösungen bestehen.

Die didaktische Aufbereitung der neuen Bildungsinhalte umfasst die Analyse, die sachlogische Strukturierung sowie didaktische Vereinfachung der Ergebnisse der Naturwissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Risikocharakterisierung und Risikomanagement. Hierzu bedarf es des engen Austausches zwischen Didaktikern und Ingenieuren/Naturwissenschaftlern. Leitmotiv für den Didaktiker ist herauszufinden, welche Konsequenzen die avisierte Technologieentwicklung für die Arbeit der verschiedenen Zielgruppen haben kann. Ausgehend vom Ziel, die berufliche Handlungsfähigkeit der jeweiligen Zielgruppen auch unter den veränderten Rahmenbedingungen zu sichern, müssen also zukünftige Arbeitsaufgaben vorausgesagt und das hierfür grundlegende (neue) Wissen zugeordnet werden.

Dies erfolgt in Kooperation mit den Projektpartnern, welche die neuen Technologien für die vierte Reinigungsstufe entwickeln und bewerten. Konkret werden die Wissenschaftler während ihrer Arbeit an und mit der Versuchsanlage begleitet. Darüber werden potenzielle Aufgaben und Kriterien für das Betreiben der Anlage ableitbar, z. B. Welche Parameter sind relevant und insofern zu kontrollieren? Welche Folgen sind bei Parameterabweichungen zu erwarten? Welche Eingriffsmöglichkeiten sind für die Fachkraft gegeben? usw. Dabei ist zu beachten, dass für die verschiedenen Zielgruppen (Facharbeiter, Meister im Bereich Abwassertechnik, Ingenieure) differente Aufgaben bedeutsam sein werden, womit auch die bildungsrelevanten Inhalte variieren.

Die Inhaltsanalyse kann ebenso genutzt werden, um Bildungskonzepte für den allgemeinbildenden Bereich zu fundieren, da auch hier das Thema der Abwasserreinigung im Unterricht ausführlich behandelt wird. Hier wird der Fokus allerdings nicht auf die beruflichen Arbeitsaufgaben, sondern auf den Wasserkreislauf und das technische System der vierten Stufe der Abwasserreinigung gerichtet.

Die erstellten zielgruppenspezifischen Bildungskonzepte werden exemplarisch erprobt, sowohl in der Modellregion des Projektes TransRisk – Donauried – als auch überregional.

2 Bildungsrelevante Inhalte der durch die Einführung neuer Technologien in der Abwasserreinigung veränderten Arbeit

Um ein Verständnis für die Bedeutung des Verfahrens der Abwasserreinigung bei den Lernenden zu erzeugen, müssen, unabhängig von der Schulart, zunächst folgende Inhalte vermittelt werden:

- der urbane Wasserkreislauf, inkl. Eintragswege und Wirkung von Schad- und Spurenstoffen auf die Umwelt,
- technische Verfahren zur (erweiterten) Abwasserreinigung,
- Handlungsoptionen zur Vermeidung/Minimierung des Eintrages von Schad- und Spurenstoffen in das Abwasser.

Ziel ist dabei die Vermittlung von Fachwissen zur Thematik der Abwasserreinigung sowie die Sensibilisierung der Lernenden gegenüber der Reinheit des Wassers, deren Erhaltung von der Gesellschaft unterstützt werden sollte. Für die Berufliche Bildung sind darüber hinaus vertiefte Inhalte zur Prozessführung bzw. zu Rahmenbedingungen der Prozessführung zu vermitteln.

Der Diskurs über die Problematik der Abwasserreinigung ermöglicht im Unterricht zudem die Förderung der Kompetenzen, welche von der Kultusministerkonferenz 2004 als Bildungsstandards für das Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss definiert wurden (vgl. KMK 2005). Aus bildungswissenschaftlicher Sicht haben sie schulartübergreifend Geltung, gleichwohl sie bislang noch nicht für alle Schularten beschlossen worden sind. Die vier Kompetenzbereiche *Fachwissen*, *Erkenntnisgewinnung*, *Kommunikation* und *Bewertung* verknüpfen Inhalts- und Handlungsdimensionen naturwissenschaftlichen Arbeitens in verschiedenen Anforderungsbereichen und bieten darüber hinaus auch Potenziale für fächerübergreifendes und -verbindendes Arbeiten (vgl. KMK 2005, 7f.). Im Besonderen der Aspekt der Bewertungskompetenz betont auch den Auftrag der naturwissenschaftlichen Bildung, Lernende zu befähigen, (chemische) Sachverhalte in verschiedenen Situationen erkennen und bewerten zu können (vgl. SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS UND SPORT 2011, 2) sowie sie „zu eigenverantwortlichem Handeln in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen“ (KMK 2002, 4) zu befähigen.

Bei der Behandlung der Thematik der Abwasserreinigung anhand eines aktuell diskutierten Forschungsthemas können, wie nachfolgend gezeigt wird, im Unterricht alle genannten Kompetenzbereiche miteinander verknüpft und somit gefördert werden.

2.1 Die Inhaltsstruktur für die Behandlung technischer Verfahren zur erweiterten Abwasserreinigung

Technische Verfahren werden in ihren Funktionsweisen am ehesten transparent, wenn einzelne Teilprozesse getrennt als Teilsysteme betrachtet werden. Entsprechend werden bedeutsame Inhaltskategorien auch auf der Ebene der Teilsysteme getrennt voneinander

strukturiert, um daraus bildungsrelevante Inhalte abzuleiten (vgl. NIETHAMMER 2006, 124). Übertragen auf das Beispiel der Abwasserreinigung bedeutet dies, dass die einzelnen Operationen der vierten Reinigungsstufe zunächst separat betrachtet werden, um sie in ihren wesentlichen Zusammenhängen (Wirkprinzipien) zu verstehen, bevor die einzelnen Teilprozesse auch im Zusammenhang mit den konventionellen Verfahren der Abwasserreinigung betrachtet werden. Thematisiert werden dabei jeweils *stoffliche*, *operationelle* sowie *konstruktive Aspekte*.

2.1.1 Betrachtung stofflicher Aspekte

Mit dem Einsatz eines technischen Verfahrens wird ein bestimmter Zweck verfolgt. Es ist daher vorab notwendig, Edukte und Produkte hinsichtlich ihrer Struktur und Eigenschaften zu vergleichen und zu definieren, mithilfe welcher chemischen Reaktion bzw. welcher physikalischen Operation die Produkte aus dem Edukt dargestellt werden können (Abb. 1). Die Ansprüche an das Produkt werden hierbei durch übergeordnete Kontexte vorgegeben.

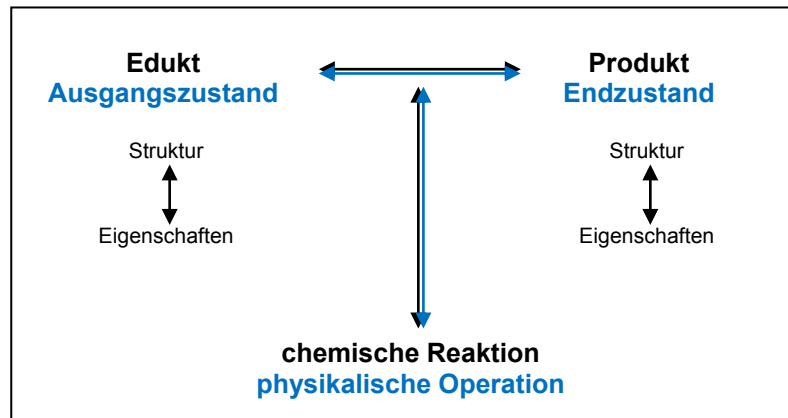


Abb. 1: Kategoriensystem zur sachlogischen Strukturierung der stofflichen Seite einer Prozesseinheit (vgl. NIETHAMMER 2006, 126)

Im Fall der Abwasserreinigung geht es darum, Spurenstoffe aus dem Abwasser zu entfernen. Es ist demzufolge zu erarbeiten, welche Eigenschaften der Wasserinhaltsstoffe in technischen Verfahren ausgenutzt werden können, um jene aus dem Wasser zu eliminieren. Hierfür werden passende Operationen bzw. Reaktionen gesucht. Weiterhin sind mögliche Optionen zum Nachweis des Erfolgs des eingesetzten Verfahrens im Vorfeld zu prüfen und auszuwählen, was wiederum die Reflexion der stofflichen Eigenschaften erfordert. Das Wissen über grundlegende Struktur-Eigenschafts-Beziehungen ist hierfür unerlässlich. Die Betrachtung der stofflichen Seite eines chemischen Verfahrens ermöglicht somit die Auseinandersetzung mit den Basiskonzepten der Chemie sowie deren kontextbezogene Anwendung.

2.1.2 Betrachtung operationeller Aspekte

Bereits bei der Diskussion über mögliche chemische Reaktionen bzw. physikalische Operationen zur gezielten Veränderung einer Eigenschaft bzw. eines Zustandes der beteiligten Stoffe werden Aspekte der *operationellen Seite* tangiert. Das Verständnis dieser Prozesse impliziert, dass die Wirkprinzipien (Mikroprozesse auf der Teilchenebene) transparent sind, sodass Einflussgrößen abgeleitet bzw. begründet werden können. Darüber lassen sich prozessauslösende (Katalysatoren, Aktivierungsenergie, etc.) und prozesserhaltende Bedingungen (Druck, Temperatur, Konzentration, etc.) erklären, die als Parameter durch die Fachkraft zu sichern sind.

Professionelle Akteure müssen in der Lage sein, Prozesserscheinungen richtig zu erkennen und zu interpretieren, um ggf. durch die Modifikation der Prozessparameter darauf reagieren zu können. Diese Diagnoseleistung kann sich auf *einen* Teilprozess, wie z. B. die Sicherung der umzusetzenden Stoffmenge in Abhängigkeit vom Druck, ebenso wie auf komplexere Verfahren beziehen. Außerdem sind in diesem Kontext beispielsweise auch Prozesse der Regenerierung oder Aufarbeitung von Anlagenbauteilen, wie z. B. Katalysatoren, zu bedenken.

2.1.3 Betrachtung apparativer Aspekte

Das Verständnis der *apparativen Seite* schließt sich logisch an die beiden vorangegangenen Betrachtungen an. Nur durch Kenntnis des konstruktiven Aufbaus einer Anlage ist das Fachpersonal in der Lage auf aktuelle Probleme im Verfahrensablauf zu reagieren. So kann zum Beispiel im Kontext der Abwasserreinigung bei einem plötzlichen Überschreiten der Grenzwerte für bestimmte Wasserinhaltsstoffe das Wissen über die Art der Prozessführung (kontinuierlich vs. diskontinuierlich) von Bedeutung sein. Durch rechtzeitige Regeneration, Reinigung oder den Austausch bestimmter Bauteile kann dann unter anderem die Einhaltung vorgegebener Werte erreicht werden. Das entscheidende Kriterium ist hierbei, dass dem Fachpersonal die Zusammenhänge zwischen der Funktion (stoffliche Änderungen, Parametersicherung usw.) und der konstruktiven Lösung transparent sind.

2.1.4 Betrachtung weiterer Rahmenbedingungen

Da sich technische Prozesse in übergeordnete Kontexte des Produktlebenszyklus einordnen, sind insbesondere für die berufliche Aus- und Weiterbildung, neben Kenntnissen über Wirkprinzipien und Prozessbedingungen technischer Verfahren, auch *wirtschaftliche, sicherheitstechnische, ökologische* und *rechtliche Dimensionen*, welche bei der Prozessführung zu beachten sind, relevant und somit in die Bildungskonzepte zu integrieren.

Die *wirtschaftliche Dimension* ist dabei vor allem bei der Projektierung neuer Verfahren von Bedeutung. Insbesondere Entwicklungskosten, Instandhaltungskosten, Anlagenkapazität, Rohstoffgewinnung und Entsorgung der Reststoffe etc. sind in der Planungsphase relevant. Für den Berufsalltag der Fachangestellten sind im Umgang mit technischen Verfahren jedoch vor allem Kenntnisse über eine effiziente Anlagenführung zur bestmöglichen Verwertung von

Rohstoffen und Energie in Kombination mit möglichst geringem Reststoffanfall vorrangig. Diese Kriterien gilt es in die Bildungskonzepte einzubinden und in Form von Optimierungsaufgaben exemplarisch mit den Lernenden zu diskutieren.

Weiterhin unterliegt der Betrieb technischer Prozesse Auflagen zum *Umweltschutz*. Im Besonderen bei chemischen Reaktionen entstehen Nebenprodukte, welche mitunter nicht weiterverwertet werden können und folglich entsorgt werden müssen. In diesem Kontext sind Umweltschutzrichtlinien für die Bereiche Luft, Wasser und Boden zu beachten. Diese einzuhalten sowie deren Erfüllung zu kontrollieren sind wesentliche Aufgaben professioneller Akteure in der Umwelttechnik. Grundlage dafür bilden Kenntnisse über relevante Gesetze und Verordnungen. Gerade im Bereich Abwasser sind diese auf EU-, Bund- und Länderebene zahlreich (z.B. EG-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser, Wasserrahmenrichtlinie der EG, Abwasserverordnung). Die Einhaltung definierter Grenzwerte bestimmter Wasserinhaltsstoffe sowie von Summenparametern zur Charakterisierung der organisch-chemischen Fracht müssen vor der Einleitung des gereinigten Abwassers in den Vorfluter kontinuierlich durch die Fachkraft kontrolliert und protokolliert werden. Diese Aufgabe erfordert nicht nur Kenntnisse über einfache Analyseverfahren zur Konzentrationsbestimmung der Wasserinhaltsstoffe sowie deren Auswertung, sondern auch Fachwissen zu den grundlegenden naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen. Als Aspekt der Qualitätssicherung ist das Fachpersonal daher bei der Etablierung neuer Technologien auch in neuen Methoden im Bereich der Wasseranalyse zu schulen.

Darüber hinaus muss bekannt sein, welche Handlungsschritte im Falle eines Störfalles zu durchlaufen sind, welche Institutionen ggf. benachrichtigt werden müssen und über welche Verfahren und Parameter dem Störfall gegengesteuert werden kann. An dieser Stelle wird wieder Bezug zu den Wirkprinzipien chemisch-physikalischer Prozesse genommen und damit deren Relevanz für die Berufsarbeit verdeutlicht.

Schließlich bildet die Beachtung *sicherheitstechnischer Aspekte* einen wichtigen Baustein zur Gewährleistung des reibungslosen Ablaufes der Prozesskette. Dies betrifft neben der sachgerechten Anlagenführung, unter Beachtung entsprechender Prozessparameter (Temperatur, Druck etc.), auch den sicheren Umgang mit Geräten und Chemikalien im Betrieb, insbesondere bei der Probenahme und -analyse. Der Sicherstellung der Unversehrtheit der Mitarbeiter ist eine priorisierte Stellung einzuräumen.

Eine isolierte Betrachtung technischer Prozesse ist demnach für die Aus- und Weiterbildung von Facharbeitern unzureichend. Für die Berufliche Bildung muss der dargestellte Zusammenhang der verschiedenen Aspekte (stofflich, operationell, apparativ) um die genannten Rahmenbedingungen erweitert werden.

Auf dieser Grundlage lassen sich die Inhalte zu neuen Verfahren der Abwasserreinigung zur Eliminierung/Minimierung der Spurenstoffe und Krankheitserreger im Abwasser, gezeigt am Beispiel der Adsorption an Aktivkohle als mögliche vierte Reinigungsstufe, wie folgt strukturieren (Abb. 2):

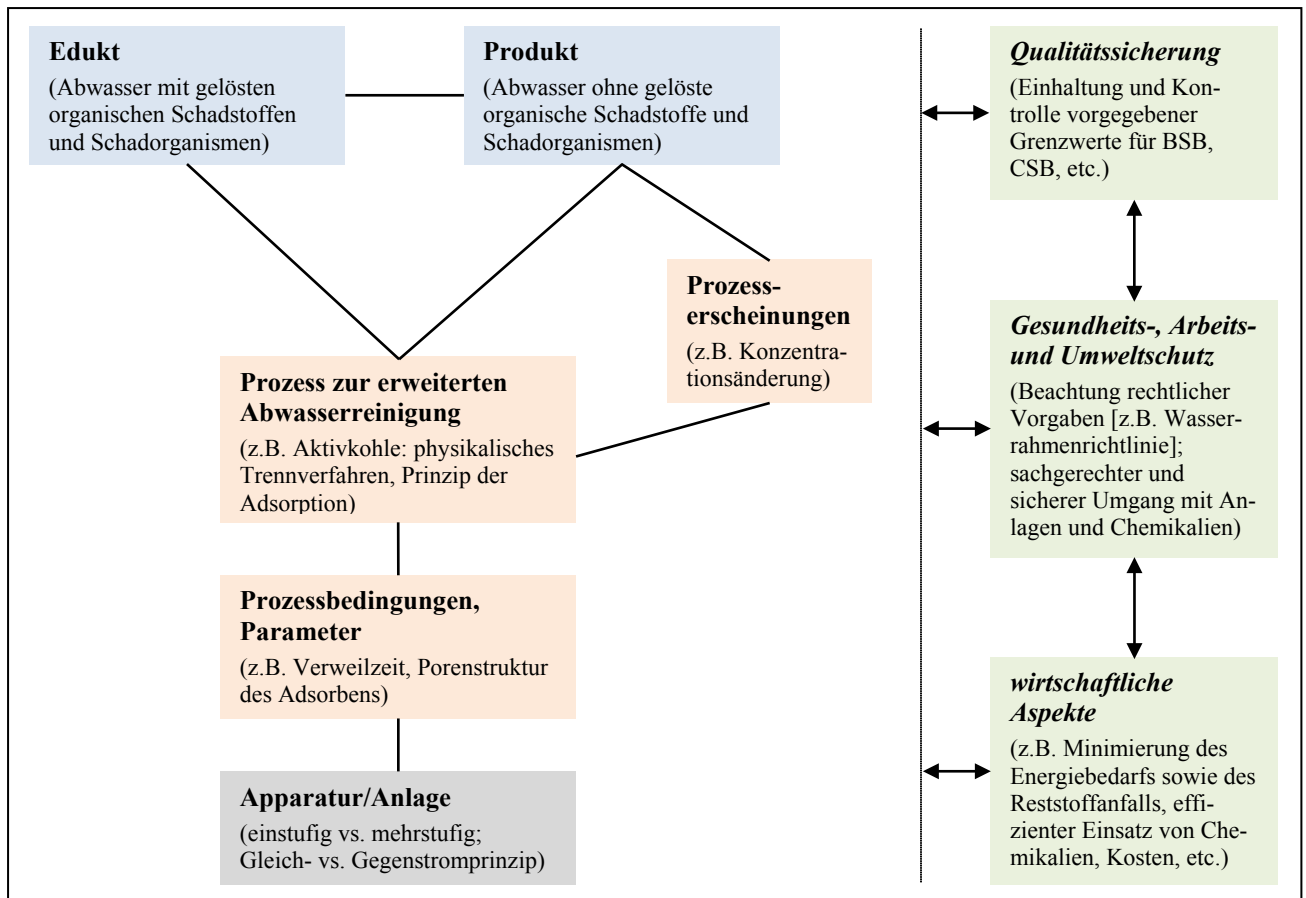


Abb. 2: Strukturierung der Lerninhalte bei der Behandlung technischer Verfahren am Beispiel der Adsorption an Aktivkohle als ein möglicher Prozess der erweiterten Abwasserreinigung (vgl. STORZ/WIRSING 1987, 149)

2.2 Inhalte im Kontext der Bewertung von Handlungsoptionen zur Vermeidung/Minimierung von Spurenstoffen im Abwasser

Berufliche Ausbildung muss neben dem oben skizzierten „Know-how“ zur Bewältigung von Arbeitsaufgaben (technisch-funktionales Sachwissen) auch einen Beitrag zum Selbst- und Weltverständnis von Auszubildenden leisten. Gleiches gilt für Lernende in der allgemeinbildenden Schule. Insofern ist der Förderung von Kommunikations- und Bewertungskompetenz ebenfalls ein hoher Stellenwert zuzurechnen, weswegen diese Fähigkeiten auch in jeden Rahmenlehrplan bzw. Lehrplan als Ziele aufgenommen wurden. Indem gesellschaftlich relevante Fragestellungen, welche bei der Entwicklung bzw. Etablierung neuer Technologien zu Tage treten und entschieden werden müssen, im Unterricht aufgegriffen und zum Diskussionsgegenstand werden, lernen die Schülerinnen und Schüler exemplarisch sich im Spannungsfeld Naturwissenschaft/Technik – Gesellschaft – Individuum zu positionieren. Um solche Situationen im Unterricht zu arrangieren, eignen sich nach EILKS et al. (2011) im Besonderen die Methoden des Rollen- und Planspiels, Dilemma-

Diskussionen sowie die Journalistenmethode, da sie alle „ein hohes Potenzial [haben], um ein Bewusstsein für ethische Fragen und Probleme [...] zu schaffen sowie Urteils- und Handlungsoptionen oder unterschiedliche Interessen gesellschaftsnah darzustellen“ (EILKS et al. 2001, 13). Durch geeignete Lehr- und Lernmaterialien kann den Schülern deutlich gemacht werden, dass es unterschiedliche, oft auch widersprüchliche Positionen und Meinungen zu einem Thema geben kann, die nicht immer in einer gemeinsamen Lösung aufgehen.

Für das Beispiel der Abwasserreinigung ist dieser Fall gegeben, da verschiedene Handlungsoptionen zur Eliminierung/Minimierung von Spurenstoffen im Wasserkreislauf bzw. zur Prävention des Eintrags von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf möglich sind. Diese differenten Lösungen sind zu bewerten und gegeneinander abzuwägen. Beide Lösungswege sowie auch kombinierte Lösungen aus Prävention und technischer Eliminierung haben Folgen für die Verbraucher, welche ganz unterschiedlich sein können. Sie reichen von erhöhten Abwassergebühren, über persönliche Einschränkungen durch verminderten Gebrauch bestimmter Produkte bis hin zu Belastungen, welche möglicherweise der ein oder andere Teil der Gesellschaft nicht auf sich nehmen kann oder möchte.

Für den Umgang mit solchen Dilemmata-Situationen kann den Lernenden ein Verfahrensablauf vermittelt werden, der die strukturierte Auseinandersetzung unterstützt: Zunächst sind mit Hilfe des verfügbaren Handlungs- und Sachwissens geeignete Handlungsoptionen zu suchen. Diese sind zu bewerten, indem sie bewusst gesellschaftlichen und persönlichen Werten und Normen gegenübergestellt werden. Dabei ist zum einen die Vereinbarkeit der o.g. Werte und Normen zu prüfen und zum anderen sind diese als Entscheidungskriterien zu gewichten. Das hierfür erforderliche Strategie- und Verfahrenswissen ist für die kritische Bewertung essentiell und soweit noch nicht vorhanden, in diesem Kontext zu vermitteln (vgl. BÖGEHOLZ et al. 2004, 101).

Werden gesellschaftlich-relevante Fragestellungen im Rahmen naturwissenschaftlich-technischer Betrachtungen aufgegriffen, kann naturwissenschaftlich-technischer Unterricht in der Allgemein- und Berufsbildung einen großen Teil zur Förderung der verantwortlichen Teilhabe der Lernenden an der Gesellschaft beitragen.

3 Ausblick

Sowohl technische als auch gesellschaftlich-relevante Fragestellungen können durch die enge Zusammenarbeit zwischen Didaktikern, Sozialwissenschaftlern, Ingenieuren und Naturwissenschaftlern zeitnah zu neuen Forschungsergebnissen und Entwicklungen in Bildungskonzepte integriert werden und der Praxis zur Verfügung gestellt werden. Die inhaltlichen Schwerpunkte müssen dazu, wie oben gezeigt, zielgruppenspezifisch variiert werden, da die Anforderungen der Berufsarbeit über die der Allgemeinbildung hinausgehen. Im Rahmen des BMBF-Projekts TransRisk werden daher Bildungskonzepte zum Thema der erweiterten Abwasserreinigung zielgruppenspezifisch für die Berufs- und Allgemeinbildung entwickelt und exemplarisch mit dem Ziel der Förderung ökologischer Bewertungs-

kompetenz sowie beruflicher Handlungskompetenz umgesetzt. Im Ergebnis der Projektarbeit werden folgende Lehr- und Lernmaterialien zur Verfügung stehen:

- Lehr- und Lernmaterialien für die Berufs- und Allgemeinbildung, darunter ein E-Learning-Modul für Facharbeiter im Umweltschutz,
- ein Themenband zur Thematik der Spurenstoffe im Wasserkreislauf für Fachkräfte und interessierte Bürgerinnen und Bürger,
- eine Internetplattform, welche der Öffentlichkeit sowie dem Fachpersonal aktuelle Informationen zu Verfahren der erweiterten Abwasserreinigung zur Verfügung stellt.

Die Ergebnisse der Forschung werden zudem in die Lehreraus- und -weiterbildung für den berufs- und allgemeinbildenden Bereich integriert, sodass ein zeitnaher Transfer der Ergebnisse dieses Forschungsprojektes in die Praxis gewährleistet werden kann.

Literatur

BMBF: RiSKWa Verbundprojekte. Online: <http://www.bmbf.riskwa.de/de/94.php> (16-05-2013).

BÖGEHOLZ, S./ HÖBLE, C./ LANGLET, J./ SANDER, E./ SCHLÜTER, K. (2004): Bewerten - Urteilen - Entscheiden im biologischen Kontext: Modelle in der Biologiedidaktik. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10, 89-115.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (1997): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV). Online: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/abwv/gesamt.pdf> (27-05-2013).

EILKS, I./ HÖBLE, C./ HÖTTECKE, D./ MENTHE, J. (2011): Der Klimawandel und die Bedeutung von Bewertungskompetenz für gesellschaftliche Teilhabe und allgemeine Bildung. In: EILKS, I./ FEIERABEND, T./ HÖBLE, C./ HÖTTECKE, D./ MENTHE, J./ MROCHEN, M./ OELGEKLAUS, H. (Hrsg.): Der Klimawandel vor Gericht. Materialien für den Fach- und Projektunterricht. Halbergmoos, 7-16.

KULTUSMINISTERKONFERENZ (KMK) (2002): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Fachkraft für Abwassertechnik (Beschluss der Kulturministerkonferenz vom 14.05.2002). Online: <http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/FKAbwasser.pdf> (21-05-2013).

NIETHAMMER, MANUELA (2006): Berufliches Lernen und Lehren in Korrelation zur chemiebezogenen Facharbeit. Bielefeld.

Richtlinie 91/271/EWG des Rates der europäischen Gemeinschaften vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (1998). Online: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/abwasser_richtlinie.pdf (27-05-2013).

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (2000). Online: <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/wasserrichtlinie.pdf> (27-05-2013).

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR KULTUS UND SPORT (Hrsg.) (2011): Lehrplan Gymnasium Chemie. Dresden.

SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (KMK) (Hrsg.) (2005): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. München, Neuwied.

STORZ, P./ WIRSING, G. (Hrsg.) (1987): Unterrichtsmethodik Technische Chemie. Berufstheoretischer Unterricht. Leipzig.

Zitieren dieses Beitrags

ALT, U./ NIETHAMMER, M. (2013): Veränderte Bildungsanforderungen durch die Etablierung neuer Technologien – projektintegrierte Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien. In: *bwp@* Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 07, hrsg. v. NIETHAMMER, M./ PFRENGLE, G., 1-12.
Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft07/alt_niethammer_ft07-ht2013.pdf

Die Autorinnen



ULRIKE ALT

Berufliche Fachrichtung Labor- und Prozesstechnik, Didaktik der Chemie

Technische Universität Dresden

01062 Dresden

E-mail: ulrike.alt@tu-dresden.de

Homepage: http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/erzw/erzwibf/ct/mitarbeiter_individuell/ulrike_alt



Prof. Dr. phil. habil. MANUELA NIETHAMMER

Berufliche Fachrichtung Labor- und Prozesstechnik, Didaktik der Chemie

Technische Universität Dresden

01062 Dresden

E-mail: manuela.niethammer@tu-dresden.de

Homepage: http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/erzw/erzwibf/ct/mitarbeiter_individuell/manuela_niethammer