Dawinci

Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie

Abschlussbericht des Projektes 2009 - 2012

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Sozialfonds

DLR Projektträger im DLR

ESF
Europäischer Sozialfonds
für Deutschland

Förderer

Dawinci

Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie

Abschlussbericht 2012

Herausgeber
Prof. Dr. Reinhard Keil, Dr. Hans Jürgen Metternich, Dr. Steffan Ritzenhoff

Autoren
Andreas Ackermann, Jürgen Bombeck, Dr. Karl-Heinz Brühl,
Dr. Theo Fecher, Ralf Holzschuh, Antonius Kappe, Helmut Kathol,
Prof. Dr. Reinhard Keil, Volker Kemper, Klaus Lebherz, Hannelore Lojewsky,
Dr. Hans Jürgen Metternich, Dominik Niehus, Daniel Ossenschmidt,
Thomas Pabst, Matthias Pütz, Dr. Steffan Ritzenhoff, Prof. Dr. Niclas Schaper,
Guido Scholz, Dr. Peter Schulz

Layout und Design
Katharina Klassen

Aktuelle Informationen unter www.dawinci-projekt.de

© Projektpartner DAWINCI, Mai 2012

Projektpartner

ChemKom e.V.
Chemiekompetenzzentrum Marl
Hagenstraße 28
45768 Marl

Creos Lernideen und Beratung GmbH
Herforder Straße 22
33602 Bielefeld

Evonik Industries AG
Rellinghauser Straße 1-11
45128 Essen

Evonik Industries AG (Industriepark Wolfgang GmbH)
Bildungszentrum Rhein-Main
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau

Evonik Industries AG (Infracor GmbH)
Ausbildung im Chemiepark Marl
Paul-Baumann-Straße 1
45772 Marl

Provadis GmbH
Industriepark Höchst
65926 Frankfurt

Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut
Fachgruppe Kontextuelle Informatik
Fürstenallee 11
33102 Paderborn

Universität Paderborn, Institut für Humanwissenschaften
Lehrstuhl für Arbeits- und Organisationspsychologie
Warburger Straße 100
33098 Paderborn

Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeber 9

1. Durchlässigkeit in der Bildung – Herausforderung für die Zukunft 11

2. Methodischer Ansatz 14

2.1 Analyse der Aus- und Weiterbildungscurricula 16

2.2 Analyse der Bildungsbiografien 20

3. Ergebnisse des Projektes 25

3.1 Ausarbeitung der Lerninhalte....25

3.1.1 ChemKom e.V. – Bioverfahrenstechnik....25

3.1.1.1 Aufbau und Inhalte des Moduls Bioverfahrenstechnik 25

3.1.1.2 (Bildungs)ziele des Moduls Bioverfahrenstechnik....28

3.1.1.3 Voraussetzungen für den Einsatz des Lernmoduls....31

3.1.2 Creos Lernideen & Beratung GmbH – Mathematik – Softskills....31

3.1.2.1 Lerninhalte des Moduls Mathematik 31

3.1.2.2 Lerninhalte des Moduls Softskills....36

3.1.3 Evonik Industries AG / Industriepark Wolfgang GmbH – Personalwirtschaft und Führungsaufgaben....39

3.1.3.1 Verortung der Inhalte in den Curricula 39

3.1.3.2 Inhaltliche Lernschwerpunkte der Module....40

3.1.3.3 Ausarbeitung und Bereitstellung der Module 45

3.1.4 Evonik Industries AG / Infracor GmbH – Betriebswirtschaft – Energien in der Produktion – Syntheseplanung 45

3.1.4.1 Betriebswirtschaft....47

3.1.4.2 Energien in der Produktion 50

3.1.4.3 Syntheseplanung 53

3.1.5 Provadis Partner für Bildung und Beratung GmbH – Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in der chemischen Produktion 56

3.2 Nutzungsleitfaden 62

3.2.1 Berufliche Handlungskompetenz 62

3.2.2 Vermittlung der Lerninhalte 64

3.2.2.1 Bearbeitung des Lerninhaltes ausgehend vom WBT (Selbstlernen des Lernenden) 66

3.2.2.2 Bearbeitung des Lerninhalts ausgehend vom Skript und den Präsentationsfolien (Präsenzvortrag des Lehrenden) 67

3.2.2.3 Bearbeitung des Lerninhalts mit Umsetzung in praktische Erfahrungen (Kombination von Selbstlernen und beruflicher Praxis) 67

3.2.2.4 Bearbeitung des Lerninhalts mit Hilfe aller Medien 68

3.2.3 Modulprüfung 69

3.2.3.1 Kompetenzorientiertes Lehren und Prüfen 69

3.2.3.2 Auswahl passgenauer Prüfungsformen 71

3.3 Einsatz und Nutzung von Medien und Plattform 72

3.3.1 Technische Spezifikationen 72

3.3.2 Didaktische Aspekte 73

4. Durchlässigkeitsorientierte Bildung 76

4.1 Kompetenzmodell 77

4.2 Systemarchitektur 83

4.3 Kompetenzportfolio 84

5. Evaluation 91

5.1 Erprobung von Kompetenzmodell und Kompetenzportfolio 91

5.2 Bewertung der Inhalte 93

5.2.1 Methodik 93

5.2.2 Ergebnisse 98

5.2.2.1 Evaluationsergebnisse zum Modul Betriebscontrolling 99

5.2.2.2 Evaluationsergebnisse zum Modul Bioverfahrenstechnik ... 100

5.2.2.3 Evaluationsergebnisse zum Modul Energien in der chemischen Produktion 101

5.2.2.4 Evaluationsergebnisse zum DAWINCI-Modul Mathematik . 102

5.2.2.5 Evaluationsergebnisse zum Modul Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik 103

5.2.2.6 Evaluationsergebnisse zum Modul Personalwirtschaft 104

5.2.2.7 Evaluationsergebnisse zum Modul Softskills 105

5.2.2.8 Evaluationsergebnisse zum Modul Syntheseplanung 106

5.2.2.9 Zusammengefasste Modul-Bewertungen 107

6. Zusammenfassung und Ausblick 108

7. Anhang 112

7.1 Kompentenzen im DAWINCI – Projekt 112

7.1.1 Kompetenzen Chemikant 112

7.1.2 Kompetenzen Chemielaborant 118

7.1.3 Kompetenzen Industriemeister Chemie 124

7.1.4 Kompetenzen Chemietechniker 133

7.1.5 Kompetenzen Bachelor of Engineering 140

7.2 Nutzungsleitfäden DAWINCI – Projekt 146

7.2.1 Nutzungsleitfaden Betriebscontrolling 146

7.2.2 Nutzungsleitfaden Bioverfahrenstechnik 154

7.2.3 Nutzungsleitfaden Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik 162

7.2.4 Nutzungsleitfaden Energien in der Produktion 171

7.2.5 Nutzungsleitfaden Führungsaufgaben 180

7.2.6 Nutzungsleitfaden Mathematik 187

7.2.7 Nutzungsleitfaden Personalwirtschaft 196

7.2.8 Nutzungsleitfaden Softskills 204

7.2.9 Nutzungsleitfaden Syntheseplanung 210

ELCH – E-Learning in der Chemie 219

Vorwort der Herausgeber

Unser Bildungssystem benötigt neue Impulse in Form eines Modernisierungsschubs – und dies gilt auch für die berufliche Bildung. Dabei ist die dringlichste Aufgabe der beruflichen Bildung dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken.

Aufgrund der föderalen Struktur des Bildungssystems in Deutschland ist die (Weiter-)Entwicklung von Bildungsgängen häufig nicht aufeinander abgestimmt – selbst wenn gleich Verantwortlichkeiten vorliegen. Werden die Wege beruflicher Bildung – also duale Ausbildung und Hochschulbildung – als voneinander getrennte Wege betrachtet, deuten sich keine Redundanzen an. Die realen, persönlichen Bildungswege sind aber nicht mehr gradlinig. Die Durchlässigkeit zwischen den Bildungsgängen, jedweder Herkunft, hat sich deutlich erhöht. Es ist heute nahezu als Normalfall anzusehen, dass ausgehend von einer dualen Ausbildung – parallel oder konsekutiv – eine betriebliche Weiterbildung zum Industriemeister oder ausbildungsbegleitend ein Studium absolviert wird, verbunden mit den damit einhergehenden redundanten Ausbildungsinhalten.

So werden Schüler in die Grundzüge der Präsentation eingewiesen. Erste Erfahrungen können im Rahmen von Referaten oder Gruppenarbeit gesammelt werden. Eine weitere Vertiefung des Erlernten erfolgt in der dualen Ausbildung. Da Team- oder Gruppenarbeit sich zu einer elementaren Basis im heutigen Berufsalltag entwickelte, sehen sich Facharbeiter oder Mitarbeiter der kaufmännischen Bereiche eines Unternehmens immer wieder mit Situationen konfrontiert, in denen ein umfassendes Wissen zum Thema Präsentationstechniken sehr hilfreich wirkt. In einigen Berufsbildern müssen praktische Arbeitsergebnisse gar in Prüfungen präsentiert werden.

Auch an den Hochschulen werden die Grundlagen des Präsentierens vermittelt und auch angewendet. Im angesprochenen Beispiel „Präsentation“ bedeutet dies, dass in der dualen Ausbildung Erlerntes im nächsten Bildungsschritt – Industriemeister oder Chemietechniker – ebenfalls als Teil des Curriculums gelehrt und abgeprüft wird. Folgt dem ersten beruflichen Weiterbildungsschritt noch ein Studium, so wiederholt sich der Fachinhalt ein weiteres Mal.

Die anzuwendende Technik ändert sich im Zuge der Ausbildungsschritte nicht, nur der darzustellende Inhalt. Obgleich also bereits in einem sehr frühen Stadium Präsentieren als übergreifende Kompetenz vermittelt wird, treten aufgrund mangelnder Abstimmung der Verordnungsgeber in der Entwicklung der Curricula vermeidbare Wiederholungen auf.

Mit dem Projekt DAWINCI wurden vor diesem Hintergrund folgende Ziele verfolgt: Zunächst sollte aufgezeigt werden, dass Redundanzen in den Curricula unterschiedlicher Bildungsgänge nicht die Ausnahme sind, sondern in vielfältiger Form vorhanden und identifiziert werden können. Darüber hinaus wurden Umsetzungsvorschläge entwickelt, die eine zielgerichtete, bildungsgangübergreifende Vermittlung ermöglichen. Dabei standen auch veränderte Lernformen und -umgebungen im Fokus des Projektes, die räumlich und zeitlich unabhängiges Lernen ermöglichen. „Lebenslanges Lernen“ wird damit ein integraler Bestandteil unserer Informationsgesellschaft.

In einem weiteren Schritt muss außerdem eine Anerkennung vorhandenen Wissens auf Basis von Kompetenzen etabliert werden.

Hierzu diente die Entwicklung eines Kompetenzrasters, in dem die personalen Kompetenzen mit den curricularen Anforderungen und Nachweisen verknüpft wurden. Für den Lernenden bietet dies die Möglichkeit einer persönlichen Bilanzierung der derzeitigen Kompetenzen. Die von außen Beurteilenden, wie Personalverantwortliche oder Vorgesetzte, können anhand des Kompetenzrasters im Sinne eines Bewertungsinstrumentariums das Potenzial von Mitarbeitern und deren Einsetzbarkeit in der betrieblichen Organisation einschätzen, die Notwendigkeit von Weiterbildungsmaßnahmen abschätzen oder eine Personalentwicklung einleiten. Betriebliche Anforderungen und persönliche Bildungsplanung werden auf diese Weise miteinander verwoben.

1. Durchlässigkeit in der Bildung – Herausforderung für die Zukunft

Mit ihren innovativen Materialien, Vorprodukten und Ideen sowie ihrem Know-how für die Anwendung ihrer Produkte ist die chemische Industrie bedeutendster Impulsgeber für technologische Innovationen in vielen Branchen. Prominente Beispiele sind die Entwicklung neuer Produkte für noch wirksamere und wirtschaftlichere Lösungen auf Gebieten wie Wärmedämmung, Nutzung erneuerbarer Energiequellen und Elektromobilität.
Die chemische Industrie ist kapitalintensiv, weil ihre Produktionsverfahren den Einsatz energieintensiver und komplexer technischer Anlagen erfordern. Diese sind im Regelfall hoch automatisiert und benötigen daher relativ wenig, dafür aber hervorragend ausgebildetes Betriebspersonal. Angesichts der anspruchsvollen Anforderungen benötigen heutige und zukünftige Akteure in der chemischen Industrie auf allen Verantwortungsebenen neben vielen anderen auch umfangreiche Chemiekenntnisse, damit sie fachliche Inhalte vollständig und richtig kommunizieren, die Herausforderungen einer innovativen und nachhaltigen Produktion annehmen und deren Chancen wie auch Risiken fundiert beurteilen können.

Die Entwicklungen im Bereich der chemischen Industrie – und nicht nur hier – sind für die nächsten Jahre auch dadurch gekennzeichnet, dass sie einerseits auf einen absehbaren Mangel an qualifizierten Arbeitskräften, andererseits auf die zunehmende Modularisierung von Bildung und Ausbildung im Rahmen eines einheitlichen europäischen Bildungsraumes (Bologna-Prozess) reagieren muss. Die damit einhergehende notwendige Flexibilisierung von Bildungs- und Ausbildungsprozessen ist aber mit tradierten und weitgehend standardisierten Berufsbildern und Curricula nicht zu leisten. Neue Bildungswege müssen eröffnet werden, die den Wechsel und den Übergang zwischen verschiedenen Praxis- und Berufsfeldern erleichtern bzw. überhaupt erst ermöglichen.

Die Verabschiedung eines Europäischen Qualifikationsrahmens (EQF[1]) und seine Konkretisierung und Anpassung an nationale Besonderheiten im Zuge eines Nationalen Qualifikationsrahmens (DQR[2]) zeigen ordnungspolitische Vorgaben und Orientierungsmöglichkeiten auf, um die Durchlässigkeit zwischen Bildungsgängen und -ebenen zu ermöglichen. Ihre Umsetzung in konkreten Berufsfel-

[1] Europäische Gemeinschaften, 2008: Der europäische Qualifikationsrahmen

[2] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat für Grundsatzfragen der beruflichen Bildung (2009): Die Einführung eines Nationalen Qualifikationsrahmens in Deutschland (DQR) – Untersuchung der Möglichkeiten für den Bereich des formalen Lernens

dern steht allerdings noch – mit Ausnahme erster Pilotvorhaben – weitgehend aus.[3] In diesem Zusammenhang gilt es auch, die Potenziale der Weiterbildung im Sinne einer verbesserten Anrechenbarkeit auf Bildungswege und -abschlüsse effektiver zu erschließen.[4]
Es besteht somit ein zunehmender Bedarf an Individualisierung und Flexibilisierung von Bildungs- und Entwicklungsprozessen. Hierzu sind einerseits die Übergänge zwischen beruflichen und hochschulischen Bildungsgängen sowie die damit verbundenen beruflichen Positionen und Tätigkeiten vor dem Hintergrund zunehmend heterogener Bildungsbiographien zu erleichtern und transparent zu machen. Dies erfordert aber andererseits nicht nur curriculare und strukturelle Anpassungen bzw. Innovationen der beruflichen Bildungsgänge. Darüber hinaus müssen entsprechende durchlässige Bildungsprozesse auch didaktisch und lernpsychologisch gefördert werden. Das heißt, die Lernenden müssen dabei unterstützt werden, ihre Bildungsanstrengungen und -wege individueller und in einem deutlich höheren Maße selbstorganisiert und eigeninitiativ zu gestalten. In Bezug auf die Gestaltung von Übergängen beinhaltet dies Prozesse der Identifizierung von beruflichen (Weiter-) Entwicklungsmöglichkeiten sowie der Motivierung zur beruflichen Weiterentwicklung, die Bilanzierung eigener Kompetenzen und Fähigkeiten als Voraussetzung für spezifische Bildungs- und Berufswege sowie die individuelle Gestaltung von Bildungswegen und Lernprozessen zur Aneignung erforderlicher Qualifikationen und Kompetenzen.[5]
Entsprechende Innovations- und Anpassungsprozesse zur Individualisierung und Flexibilisierung von Bildungs- und Entwicklungsprozessen in bestimmten beruflichen Feldern stellen an alle beteiligten Akteure und Institutionen enorme Anforderungen. Die Lernenden müssen im Rahmen von Aus- und Weiterbildungsprozessen Reflexions- und Bilanzierungsfähigkeiten in Bezug auf ihren eigenen Kompetenzerwerb entwickeln. Dazu gehört eine bessere Einschätzung erworbener Qualifikationen und Kompetenzen sowie die Fähigkeit sich im Aus- und Weiterbildungsbereich so zu orientieren, dass anschlussfähige Bildungsangebote erschlossen werden können. Sie müssen in deutlich höherem Maße Lernbereitschaft und Eigeninitiative zur beruflichen Weiterentwicklung ausbilden, um ihre berufliche Entwicklung in Bezug auf ein lebensbegleitendes Lernen hin zu orientieren und Übergänge zwischen verschiedenen Berufs- und Bil-

[3] Weiß, R. (2008): Durchlässigkeit in der kaufmännischen Bildung – von der Schule über Aus- und Weiterbildung bis zur Hochschule. Verfügbar unter: http://www.bibb.de/dokumente/pdf/42_veranstaltung_vlw_220906_weiss.pdf

[4] Brosi, W (2008): Mehr Durchlässigkeit wagen. Verfügbar unter: http://www.bibb.de/dokumente/pdf/a1_bwp_06_2004_kommentar.pdf

[5] Schaper, N. & Sonntag, K. H. (2007): Weiterbildungsverhalten. In D. Frey & L. v. Rosenstiel (Hrsg.), Wirtschaftspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie D/III/6, Göttingen: Hogrefe, S. 573-648

dungsstationen selbst voranzutreiben und erfolgreich zu bewältigen. Weiterhin müssen die Lernenden befähigt werden, sich erforderliches Wissen stärker als bisher selbstgesteuert und/oder kooperativ anzueignen, um individuelle Lern- und Entwicklungswege kompetent und wirkungsvoll gestalten zu können.
Auf der anderen Seite erfordern flexibilisierte und individualisierte Bildungsprozesse auch die Bereitstellung effektiver Unterstützungssysteme, die entsprechenden Lern- und Handlungsprozessen Orientierung geben und ihre Ausübung fördern. Schließlich müssen sich die involvierten Aus- und Weiterbildungseinrichtungen auch im Bereich der Bildungsangebote entsprechend neu orientieren. Dazu gehört unter anderem, vorhandene Inhalte so umzustrukturieren bzw. partiell durch neue zu erweitern, dass eine Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung ermöglicht wird. Das heißt, Angebote müssen so flexibilisiert werden, dass sie einerseits immer noch die bewährten institutionalisierten Ausbildungswege abbilden, andererseits aber Personen mit unterschiedlichem Ausbildungshintergrund und differenzierten Praxiserfahrungen adäquate Ein- und Umstiegsmöglichkeiten anbieten.

2. Methodischer Ansatz

Die Förderung durchlässiger und anschlussfähiger Bildungsprozesse gilt als Schlüsselproblem des Projektes DAWINCI. Hierzu wurden Instrumente und Lernszenarien („E-learning patterns“) entwickelt, die einen individualisierten sowie selbstgesteuerten und kooperativen Kompetenzerwerb in Übergangsphasen fördern. Der Wandel zu einer zunehmend auf Selbststeuerung und Kompetenzerwerb orientierten Ausbildung stellt an sich schon einen erheblichen Umorientierungsprozess dar, der mit deutlichen Akzeptanzproblemen zu rechnen hat. Es geht aber nicht nur um didaktische Probleme und die Frage, wie ein eigenständiger Kompetenzerwerb in beruflichen Lernfeldern wirkungsvoll gefördert werden kann. Vielmehr erfordert die Einbettung dieser Modifikationen in ein bestehendes Praxisfeld der Berufsausbildung und Weiterbildung Anpassungen, bei denen die Balance zwischen einer etablierten Ausbildungs- und Weiterbildungspraxis und den Anforderungen an die Flexibilisierung des Personalmarktes neu austariert werden muss. Insofern bestand eine wichtige Herausforderung des Projekts darin, die Bereiche zu identifizieren und inhaltlich neu umzusetzen, bei denen Anpassungen im Sinne einer besseren Durchlässigkeit erforderlich sind. Gleichzeitig galt es, die Anpassungsbedarfe der unterschiedlichen Funktionsbereiche in den Unternehmen zu ermitteln, zu berücksichtigen und letztendlich zu verzahnen. Eingebunden wurden hierzu unterschiedlichste Akteure vom Auszubildenden bis hin zur Führungskraft. Durch die Anpassungen der Bildungsgänge im Sinne einer verbesserten Flexibilität und Durchlässigkeit galt es, Mehrwerte zu realisieren, die im Interesse aller Beteiligten und Interessengruppen liegen, ohne dabei das Verhältnis von Aufwand und Nutzen für eine Seite aus der Balance zu bringen. So muss beispielsweise die Qualität einer Ausbildung trotz unterschiedlicher Bildungsbiographien und -wege gesichert werden, ohne dass dabei die jeweils Auszubildenden mit dem Erwerb mehrfacher und nur leicht divergierender Inhalte oder Kompetenzen überfrachtet werden.

Um das zu erreichen, wurden Überlappungsbereiche und korrespondierende Lerninhalte zwischen verschiedenen Ausbildungswegen sorgfältig identifiziert. Auf deren Grundlage wurde ein Kompetenzraster entwickelt, das übergreifende Kern- und Querschnittskompetenzen bei Berufen der chemischen Industrie abbildet, aber auch eine Differenzierung der Lern- und Kompetenzanforderungen bei den verschiedenen Berufsrichtungen sowie Ausbildungsgängen und -stufen erlaubt. Die abgeleiteten Kompetenzprofile bzw. Kompetenzanalyseraster wurden praxisgerecht und handhabbar gestaltet, so dass sie Erfordernisse der betrieblichen Ausbildungs- und Personalpraxis erfüllen. Darüber hinaus sollten die bei der Gestaltung anschlussfähiger Ausbildungsangebote neu zu schaffenden Lerninhalte so beschaffen sein, dass sie nach Möglichkeit auch bestehende Defizite in der Ausbildung beseitigen helfen. Das

heißt, sowohl die Analyse der Lerninhalte als auch der Kompetenzstrukturen sollte sich nicht nur auf vorhandene Ausbildungscurricula, sondern außerdem auf Anforderungen realer Arbeits- und Geschäftsprozesse beziehen. Sie wurden somit unmittelbar aus der aktuellen Arbeits- und Ausbildungspraxis heraus entwickelt und dort auch direkt erprobt. Um die Übertragbarkeit des Ansatzes zu gewährleisten, wurde dieser an unterschiedlichen Inhalten entwickelt und für unterschiedliche Ausbildungsbereiche demonstriert.

Zur Erstellung der DAWINCI-Projektprodukte wurden im Vorfeld durchlässigkeits- und anschlussrelevante Aspekte erfasst. Die Analysen der Aus- und Weiterbildungscurricula sowie der dazugehörigen Bildungsbiografien von Aus- und Weiterbildungsteilnehmern lassen bei den ausgewählten Chemieberufen durchgängige Lerninhalte erkennen. Diese dienen exemplarisch als Grundlage für die Entwicklung eines auf einem Kompetenzmodell basierten Portfoliomanagementsystems mit den dazugehörigen multimedialen Lerninhalten.

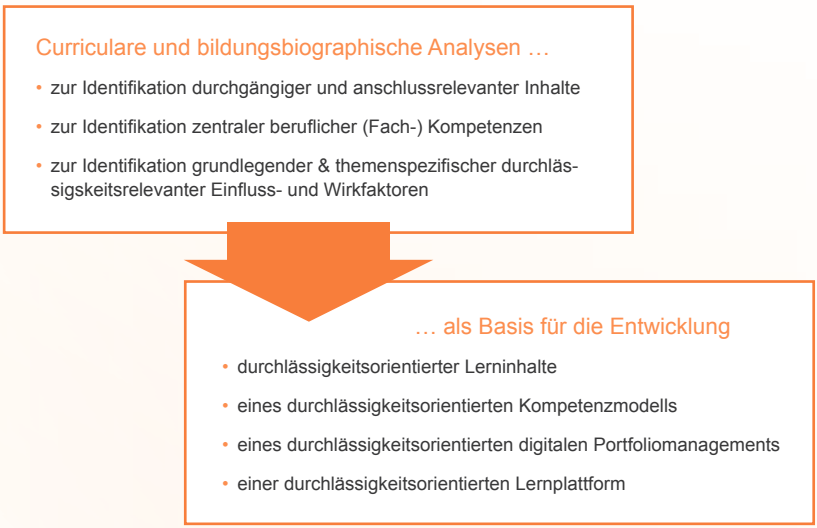


Abbildung 2 - 1: Grundlegende Vorgehensweise zur Analyse der Curricula

2.1 Analyse der Aus- und Weiterbildungscurricula

Zur curricularen Analyse wurden die aktuellen Rahmenlehrpläne, Ausbildungsverordnungen sowie betrieblichen und schulischen Curricula primär von Chemikanten[6], Chemielaboranten[7], Meister-[8] und Technikerausbildungen[9] der Chemieberufe und Modulhandbücher von chemietypischen Bachelorstudiengängen (wie dem Bachelor-Chemieingenieurwesen)[10] herangezogen.

Hierbei wurden für die jeweiligen im DAWINCI-Projekt bearbeiteten Themen und elektronischen Lerneinheiten, wie beispielsweise Energieübertragung, Elektro-, Mess- und Regelungstechnik oder Moderationsverfahren, bei den curricularen Analysen die durchgängig beschriebenen, d.h. anschlussrelevanten fachlichen Anforderungen und Inhalte identifiziert.

Der Vergleich der Curricula offenbarte in einer ersten Auswertung einen unterschiedlichen Umfang an fachlich inhaltlichen Überschneidungen. Am Modul „Energien in der Produktion“ kann dabei exemplarisch dargestellt werden, dass die einzelnen Tätigkeiten unter Berücksichtigung des betrieblichen Aufgabenumfelds in der betrieblichen Anwendung aber durchaus mit unterschiedlichen Kompetenzanforderungen belegt sein können. Das Modul startet aus diesem Grund mit einer grundlegenden Einführung in die physikalischen Grundlagen und deckt die Anforderungen mehrerer Berufsbildpositionen im Bildungsgang Chemikant[4] ab. So behandelt der Abschnitt I: Pflichtqualifikationen: 3. Betriebliche Maßnahmen zum verantwortlichen Handeln (Responsible Care) (§ 4 Absatz 2 Abschnitt I Nummer 3.4 – Einsetzen von Energieträgern), das Einsetzen von Energieträgern sowie unter Beachtung des Wirkungsgrades und des Gefährdungspotenzials deren Einsatz im Produktionsumfeld. Die Zusam-

[6] Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemikant/Chemikantin (Stand: 23.04.2009); Verordnung über die Berufsausbildung zum Chemikanten/zur Chemikantin (Stand: 10.06.2009)

[7] Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemielaborant/Chemielaborantin (Stand: 18.03.2005); Verordnung über die Berufsausbildung im Laborbereich Chemie, Biologie und Lack (Stand: 23.3.2000)

[8] Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss Geprüfter Industriemeister/Geprüfte Industriemeister-in Fachrichtung Chemie (Stand: 15.09.2004)

[9] Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung-Fachschule für Technik; Fachrichtung Chemietechnik: Schwerpunkte: Betriebstechnik und Labortechnik (Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Stand: 01.02.2007)

[10] Modulhandbuch-Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster-University of Applied Sciences; Modulhandbuch-Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng) der Hochschule Niederrhein-Niederrhein University of Applied Sciences

menhänge der Energieumwandlung und die Wirkungsweise der Energieträger müssen unterschieden werden, um in anderem fachlichen Kontext aufbauend auf diesen Grundlagen Produktionsprozesse einschließlich der Ver- und Entsorgung und unter Berücksichtigung von Umweltschutzmaßnahmen betreiben zu können (§ 4 Absatz 2 Abschnitt I Nummer 10 – Betreiben von Produktionsanlagen).

In der Weiterbildung zum Industriemeister Chemie erweitert sich die Aufgabenstellung. Im Qualifikationsschwerpunkt „B. Handlungsspezifische Qualifikationen“ wird der Umgang mit energetischen Ressourcen sowohl im I. Handlungsbereich „Chemische Produktion“ (2. Chemische Prozesse und Verfahren) als auch im II. Handlungsbereich „Organisation, Führung und Kommunikation“ (6. Verantwortliches Handeln im Betrieb – Responsible Care) berücksichtigt. Die übergreifende Kompetenz, „die Vernetzung ökonomischer, ökologischer und sozialer Faktoren bei der Führung von Mitarbeitern zu berücksichtigen und dabei in den Bereichen Arbeits- und Anlagensicherheit sowie Gesundheits- und Umweltschutz den Rahmen gesetzlicher Vorschriften und betrieblicher Vorgaben zu beachten“ belegt die erweiterten Anforderungen an die Führungsfunktion und -aufgabe eines Industriemeisters Chemie im betrieblichen Einsatz. Die Bedeutung des Themas „Sustainable Development“ manifestiert sich in der Selbstverpflichtung der Chemischen Industrie, sich über gesetzliche Anforderungen hinaus für eine zukunftsfähige Entwicklung der Menschheit einzusetzen.[11] Für die Erarbeitung von Nachhaltigkeitszielen sind lernende Organisationen erforderlich, die nicht zuletzt ein Ausgangspunkt für die Veränderung in der beruflichen Ausbildung hin zu einem „Lebenslangen Lernen“ darstellt. Alle Aspekte des „Verantwortlichen Handelns“ müssen dementsprechend ausbildungsgangübergreifend über das gesamte Berufsleben vermittelt werden. Diese sehr nah an der betrieblichen Realität orientierten Anforderungen zur nachhaltigen Entwicklung finden sich in den Curricula der Fach- und Hochschulen nicht wieder.

[11] Verband der Chemischen Industrie, Leitlinien für Responsible Care (1999)
International Council of Chemical Associations, Responsible Care, Global Charter (2006);
„... Sustainable development ist der Versuch, dringende Probleme strategiegeleitet zu lösen. Sustainable development hat daher wenig mit der Lenkung von Stoffströmen und noch weniger mit der Befriedigung von Bedürfnissen künftiger Generationen, die wir gar nicht kennen können, zu tun. Vielmehr ist sustainable development der viel bescheidenere Versuch, drängende Probleme der Gegenwart und der bereits absehbaren Zukunft unserer Kinder wie etwa - global gesehen - die notwendige Verdoppelung der Nahrungsmittelproduktion in nur 25 Jahren oder - auf nationaler Ebene - die notwendige Anpassung der Systeme sozialer Sicherung an die Bedingungen der Globalisierung etwas klüger und weitsichtiger, das heißt strategiegeleitet und daher mit weniger unerwünschten Nebenwirkungen zu lösen. …“.

Eine zweite Auswertungsrichtung belegt die unterschiedliche Nutzung von fachlichen Begrifflichkeiten und die damit einhergehende Umsetzungsvielfalt. So zeigt die Auswertung der Ausbildungsverordnungen, Ausbildungsrahmenpläne und Hochschulrahmenpläne, dass der Begriff Bioverfahrenstechnik nicht immer einheitlich beschrieben wird. In einigen Verordnungen fehlt die inhaltliche Berücksichtigung trotz inhaltlicher Relevanz für das angestrebte Berufsziel komplett. Es galt daher in der Ausarbeitung des Moduls Bioverfahrenstechnik die zugrundeliegenden bzw. fachlich analogen Inhalte der Curricula zu berücksichtigen, gleichzeitig aber die Lernszenarien so zu gestalten, dass fehlende Beschreibungen fachspezifisch ergänzt und übergreifende Aspekte integriert werden. Beispielhaft sei hier der Ausbildungsrahmenplan für den Chemikanten erwähnt, in dem in der Beschreibung der Berufsbildposition „1.6 Verfahrenstechnische Grundoperationen“ erläutert wird „Grundoperationen zu unterscheiden und Geräte ihren Einsatzgebieten zuordnen“ oder in „1.9 Messtechnik“ die Aufgaben umrissen werden „die Messprinzipien und Einsatzgebiete von Geräten zur Bestimmung von Druck, Differenzdruck, Durchfluss, Füllstand, Menge und Temperatur zu unterscheiden und Druck, Differenzdruck, Füllstand, Durchfluss, Menge und Temperatur zu messen“.
Technische Anlagen werden in der chemischen und biotechnologischen Produktion auf die gleiche Weise gesteuert und geregelt. Auch der Aufbau und die Wartung erfolgen nach den gleichen Prinzipien und Vorgaben. Die zu erwerbenden Kompetenzen sind also vergleichbar und unterscheiden sich nur in der speziellen Anwendung. Ebenso verhält es sich mit den analytischen Verfahren der Inprozess-Kontrolle und der Qualitätsanalyse.

Die „weichen“ Kompetenzen, also Schlüsselqualifikationen, die die Fähigkeiten im Bereich des Kommunikativen und Sozialen beschreiben, sind im Berufsalltag der chemischen Industrie allgegenwärtig. Denn gerade in wissensintensiven Branchen ist die Kommunikation eine unverzichtbare Größe. Dennoch sind die sogenannten Softskills curricular vollkommen unterrepräsentiert. Ähnlich wie die Mathematik finden sich die sogenannten Softskills aber in allen Berufen und auf jeder Qualifikationsstufe als implizite Kompetenzen wieder. Allerdings ist in den Ausbildungsberufen Chemikant und Chemielaborant im Wesentlichen nur die Fähigkeit zu präsentieren festgeschrieben, während sich Fähigkeiten zur Kommunikation und Moderation erst in den Weiterbildungscurricula ermitteln lassen und dies in sehr unterschiedlich ausgeprägter Form. Softskills beschreiben grundlegende Querschnittskompetenzen in den naturwissenschaftlichen Berufen. In allen betrachteten Bildungsgängen sind Kompetenzen im Bereich der Kommunikation in unterschiedlicher Tiefe unabdingbar. Die Anforderungen und damit verbundene Ausgestaltung in der Vermittlung leiten sich letztendlich aus den berufsprakti-

schen Anforderungen ab. So werden zwar bereits Auszubildende aufgefordert, Arbeitsergebnisse in angemessener Form und mit qualitativ hochwertiger Präsentationstechnik darzustellen, Strategien für Mitarbeitergespräche sind in diesen Ausbildungsgängen jedoch nicht erforderlich. Dennoch ist ein Verständnis der grundlegenden Kommunikationsmodelle auf jeder Qualifikationsstufe sinnvoll. Gespräche am Arbeitsplatz stärken den Zusammenhalt im Team („Kontakt schafft Sympathie!"), vermitteln Anerkennung und Ablehnung, setzen persönliche Ressourcen für die Bewältigung schwieriger Aufgaben frei. Die kommunikative Kompetenz der Mitarbeiter stellt einen wichtigen „Erfolgsfaktor" dar – und zwar sowohl in der Beziehung zu den Kunden als auch innerhalb des Unternehmens. Je komplexer die betrieblichen Anforderungen, umso wichtiger ist eine offene und auf Kooperation ausgerichtete Kommunikation, die maßgeblich durch die betrieblichen Führungskräfte – Industriemeister Chemie, Chemietechniker oder Bachelor – beeinflusst und in deren Vorbildfunktion auch gesteuert werden kann. Eine scharfe curriculare Abgrenzung der Lerninhalte zwischen den einzelnen Aus- und Weiterbildungsgängen ist demnach nicht empfehlenswert. Im Gegensatz repräsentieren die Softskills den Prototyp durchlässigkeitsrelevanter Inhalte, die verhaltensorientierte und persönlichkeitsnahe Kompetenzen entwickeln.

Für die Erstellung eines durchlässigkeitsorientierten Kompetenzmodells wurden bei der Analyse der Curricula der ausgewählten Bildungsgänge die Lernziele im Sinne zu erwerbender zentraler beruflicher Kompetenzen berufsweise erfasst, sowie die wesentlichen übergreifenden Tätigkeitsfelder, wie z.B. Herstellungsverfahren vorbereiten / planen, durchführen und optimieren, der verschieden beruflichen Positionen bestimmt, welche als Grundlage eines vereinheitlichten Ordnungssystems aller erfassten beruflichen Kompetenzen dienen.

2.2 Analyse der Bildungsbiografien

Mithilfe der curricularen Analysen konnten anschluss- und somit durchlässigkeitsrelevante Lerninhalte identifiziert und zentrale Inhalte für die darauf aufbauende Kompetenzmodellierung erfasst werden. Für eine möglichst umfassende Unterstützung und Förderung der Durchlässigkeit bei chemieaffinen Bildungsgängen wurden neben den curricularen zusätzlich durchlässigkeitsbezogene bildungsbiografische Analysen durchgeführt.

Zielsetzung der bildungsbiografischen Analysen war es, die für eine erfolgreiche Bewältigung der Aus- oder Weiterbildungsgänge in der chemischen Industrie bedeutsamen Übergangserfahrungen zu ermitteln. Neben einer eher grundlegenden Problem- und Situationserfassung hinsichtlich verschiedener Durchlässigkeitsaspekte wurden auch spezifische Erfahrungen mit den im DAWINCI-Projekt bearbeiteten Lerninhalten erfragt.
Die Anschluss- und Übergangserfahrungen der Lernenden wurden im Rahmen von leitfadengestützten Interviews ermittelt. Die Interviewfragen bezogen sich auf die Lern- und fachlichen Anforderungen in Übergangskontexten, durchlässigkeitsbezogene Unterstützungsangebote der Aus- und Weiterbildungseinrichtungen (wie z.B. die Technikerschule) sowie Beweggründe, Erwartungen und Befürchtungen in Bezug auf die Weiterbildungsaktivitäten.

Um ein umfassendes Bild der chemischen Aus- und Weiterbildungsgänge bezüglich der Durchlässigkeit zu erhalten, wurden neben den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern auch Ausbilder und Dozenten interviewt. Die Befragungen erfolgten zudem an unterschiedlichen betrieblichen Aus- bzw. Weiterbildungsstandorten der chemischen Industrie.[12] Im Fokus standen die chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgänge, die auch bei den curricularen Analysen betrachtet wurden. Insgesamt beteiligten sich 38 Personen an der Studie, von denen 26 Aus- und Weiterbildungsteilnehmer und 12 Lehrkräfte waren. Ein Interview dauerte durchschnittlich eine Stunde und wurde mit einem digitalen Aufnahmegerät aufgezeichnet. Die Aufnahmen wurden für die bildungsbiographischen Analysen transkribiert.
Die Interview-Transkripte wurden in zweifacher Hinsicht ausgewertet. Zum einen fand eine Analyse der geschilderten Übergangserfahrungen zur Identifikation grundlegender anschluss- und durchlässigkeitsrelevanter Einfluss- und Wirkfaktoren bei den chemischen Aus- und Weiterbildungsgängen statt. Zum anderen wurden die spezifischen Erfahrungen mit den für das Projekt relevanten Lerninhal-

[12] *Bildungszentrum Rhein-Main der Evonik Industries AG, Industriepark Wolfgang; Chemie-Kompetenzzentrum, Marl; Evonik Ausbildung, Chemiepark Marl; Industrie- und Handelskammer Nord Westfalen, Gelsenkirchen; Westfälische Hochschule, Recklinghausen;*

ten analysiert, beispielsweise zu den Grundlagen der allgemeinen Chemie, um Hinweise zur anschluss- und durchlässigkeitsbezogenen Gestaltung themenspezifischer Lernaspekte zu erhalten. Auf der Grundlage der aus den Analysen extrahierten Hinweise für die durchlässigkeitsbezogene Gestaltung wurden in einem weiteren Arbeitsschritt die projektspezifischen Lerninhalte, die Lernplattform und das Kompetenzportfoliomanagementsystem erarbeitet und gestaltet.

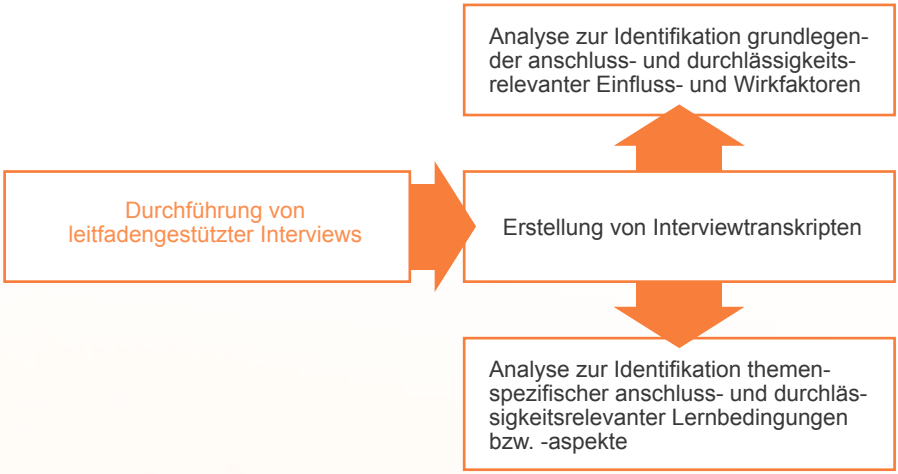


Abbildung 2 - 2: Vorgehensweise bei der Analyse der Bildungsbiografien

Die Analyse der anschluss- und durchlässigkeitsrelevanten Einfluss- und Wirkfaktoren erfolgte unter Anwendung der „qualitativen Inhaltsanalyse“ nach Mayring[13], einem sozialwissenschaftlichen Verfahren zur Kategorienbildung. Dabei wurden auf Basis von inhaltlich ähnlichen beziehungsweise vergleichbaren Aussagen verschiedener Interviewteilnehmer übergeordnete Kategorien gebildet. Auf diese Weise gelang es die Inhalte aller Interviews anhand eines einheitlichen Kategoriensystems zu strukturieren und auszuwerten. So konnten die relevanten Einflussgrößen für die Durchlässigkeit bei Übergängen zwischen verschiedenen Bildungsgängen in Form eines Kategoriensystems abgebildet

[13] Mayring, P. (2003): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken (8. Aufl.). Weinheim, Beltz Verlag.

werden. Das entwickelte Kategoriensystem beinhaltet insgesamt 28 Kategorien mit 68 Subkategorien, strukturiert nach 7 Themenfeldern.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der im Kategoriensystem abgebildeten drei Themenfelder „Gründe für anschlussbezogene Probleme“, „Gründe für einen Weiterbildungsabbruch“ und „Unterstützungsformen und -angebote durch die Weiterbildungseinrichtungen“ exemplarisch vorgestellt. Anhand der Beispiele kann die grundlegende Anschluss- und Durchlässigkeitsproblematik beschrieben und es können wichtige Hinweise, unter anderem zur Gestaltung des Kompetenzportfoliomanagementsystems, abgeleitet werden.
So wurden als typische „Gründe für anschlussbezogene Probleme“ eine nicht ausreichende fachliche Kompetenz, eine nicht ausreichende Lernkompetenz und ungünstige Umweltfaktoren, beispielsweise eine zu hohe betriebliche Beanspruchung, genannt. Die Ursachen für Defizite bei der fachlichen Kompetenz sind vielseitig. Genannt wurden vor allem die Art der Schulbildung, die vorangegangene berufliche Ausbildung, der zeitliche Abstand zu der beruflichen Ausbildung und der persönliche Lernerfolg, mit dem die anschlussrelevanten Inhalte zuvor erworben wurden. Im Zusammenhang mit einer eher defizitären Lernkompetenz wurden insbesondere die Anforderungen, Lernaktivitäten selbständig zu gestalten (z.B. Lernziele selbst zu setzen, Lernmaterialen selbst zu sichten und auszuwählen), als problematisch beschrieben. In Bezug auf ungünstige Umweltfaktoren der Weiterbildung wurden von den Teilnehmern und Ausbildern/Dozenten die berufsbegleitende Durchführung der Weiterbildung genannt, da durch die Doppelbelastung von betrieblicher Arbeit und Weiterbildung die Bewältigung der „alltäglichen“ Anforderungen als schwierig bewertet wird.
Die angeführten Problemfelder wurden auch als wesentliche „Gründe für einen Weiterbildungsabbruch“ angeführt.
Mit dem Befragungsschwerpunkt „Unterstützungsformen und -angebote durch die Weiterbildungseinrichtungen“ sollte geklärt werden, inwieweit die Anbieter von Aus- und Weiterbildungsgängen den Übergangsprozess zwischen Aus- und Weiterbildung gezielt unterstützen.
So werden beispielsweise anschlussrelevante Inhalte häufig gesondert vermittelt oder mittels zusätzlicher Lernangebote (z.B. in Form von Vorbereitungskursen) zu Beginn eines Bildungsgangs wiederholt. Auch die Lernkompetenz wird gezielt gefördert. Mit Maßnahmen wie „Lernen lernen“ werden insbesondere ältere Lernende an den Lernprozess oder auch an neue Lerntechniken herangeführt. Persönliche Bildungsberatung, wenn auch eher als informelles Angebot, rundet die Betreuung ab und eröffnet vielfach Wege ungünstige Rahmenbedingungen im Kontext der Weiterbildungsaktivitäten zu verbessern.

Tabelle 2 - 1: Ausgewählte durchlässigkeits- und anschlussrelevante Einfluss- und Wirkfaktoren in der Übersicht

Themenfelder	Kategorien
Gründe für anschlussbezogene Probleme	• Defizitäre Fachkompetenz • Defizitäre Lernkompetenz • Zu hohe kognitive (Lern-) Anforderungen • Ungünstige Umweltbedingungen
Gründe für einen Weiterbildungsabbruch	• Defizitäre Fachkompetenz • Defizitäre Lernkompetenz • Ungünstige Umweltbedingungen
Unterstützungsformen und –angebote durch die Weiterbildungseinrichtungen	• Förderung der Fachkompetenz • Förderung der Lernkompetenz • Organisatorische Unterstützung • Soziale Unterstützung

Bei der themenspezifischen Analyse hingegen wurden die Interviewinhalte, wie nachfolgend am Beispiel „Grundlagen der allgemeinen Chemie“ dargestellt, primär in Bezug auf anschlusskritische Aussagen zu den fachlichen und lernbezogenen Anforderungen bei der Weiterbildung zum Industriemeister-Chemie, Chemietechniker und Bachelor of Engineering im Schwerpunkt Chemieingenieurwesen betrachtet.

So zeigte sich beispielsweise, dass die fachlichen Lernanforderungen, beispielsweise in der „Allgemeinen Chemie“, vornehmlich für die Weiterbildungsteilnehmer problematisch sind, bei denen der zeitliche Abstand zwischen Ausbildungs- und Weiterbildungsphase relativ lang ist oder die fachliche Quereinsteiger sind. Bei der Weiterbildung zum Chemietechniker oder dem

Studium des Chemieingenieurwesens weisen insbesondere Teilnehmer mit einer Chemikantenausbildung Anschlussprobleme auf, da die in diesem Ausbildungsgang vermittelten Grundlagen für die Weiterbildungsgänge meist unzureichend sind oder in zu oberflächlicher Form behandelt wurden. Im Gegensatz dazu haben Teilnehmer mit einer Chemielaborantenausbildung bei diesen Übergängen kaum Anschlussprobleme, sondern empfinden die Anforderungen im Weiterbildungsgang als eher niedrig. Der Unterricht sei geprägt durch zu viele Wiederholungen und ein insgesamt zu geringes Lerntempo. Darüber hinaus wird eine Weiterbildung zum Industriemeister Chemie als wenig hilfreich für den Einstieg in Chemiethemen beim Studium des Chemieingenieurwesens gesehen, da die Vermittlung im Kontext der Meisterausbildung eher „pragmatisch“ orientiert ist und zu wenig „wissenschaftlich“.

3. Ergebnisse des Projektes

Alle Lerninhalte und multimedialen Lernlösungen orientieren sich an den in den Ausbildungs- und Fort- / Weiterbildungsordnungen der in der Chemie bedeutenden Berufsfelder der chemischen Produktion, Forschung / Analytik und Instandhaltung. Die Lerneinheiten sind ausgestattet mit einführenden Kurzbeschreibungen, die neben einer Darstellung der Zielgruppe, der Eingangsvoraussetzungen, des Lernziels und der Bearbeitungsdauer auch den direkten Bezug zu den jeweiligen Qualifikationseinheiten bzw. Wahlqualifikationseinheiten der entsprechenden Verordnungen herstellen. So ist der Nutzen für die Ausbildung bzw. Fort- und Weiterbildung in diesen Berufen direkt ableitbar.

Die Module werden im berufsfeldübergreifenden Kontext über alle Fachbereiche eingesetzt. Sie enthalten unter dem Leitziel „Berufsfähigkeit“ fachübergreifende Komponenten, die punktuell die Inhaltsschwerpunkte der Projektpartner (z.B. verfahrenstechnische Fragestellungen, mathematische Grundlagen für Ausbildung und Studium) einbeziehen. Der Querbezug zu den Ausbildungsinhalten der Projektpartner ergänzt den übergreifenden Ansatz des Projektes und ist rückbezüglich angelegt, ohne den Lernenden zur konsekutiven Bearbeitung aller Module zu zwingen. Auf diese Weise und durch die Modularität der Lerneinheiten wird der angestrebte flexible Einsatz der Inhalte sichergestellt.

3.1 Ausarbeitung der Lerninhalte

3.1.1 ChemKom e.V. – Bioverfahrenstechnik

3.1.1.1 Aufbau und Inhalte des Moduls Bioverfahrenstechnik

Das Modul Bioverfahrenstechnik vermittelt Inhalte der Berufsausbildung der Chemikanten, der Chemielaboranten, der Fachschüler für Chemietechnik und der Studierenden zum Bachelor of Science im Schwerpunkt „Chemie und Biotechnologie“. Die Inhalte des Moduls orientieren sich an den Ausbildungsverordnungen, den Rahmenlehrplänen und den Hochschulrahmenplänen.

Eine Forderung der Kultusministerkonferenz (KMK) ist es, „junge Menschen zu selbstständigem Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben im Rahmen ihrer Berufstätigkeit zu befähigen“.[14] Angestrebt ist also eine Hand-

[14] KMK Rahmenvereinbarung 1996/2000

lungsorientierung in der Ausbildung, die durch das Modul Bioverfahrenstechnik in vollem Umfang möglich wird.
Das Lernprinzip der vollständigen Handlung mit den Prozessschritten kann im Modul bei den einzelnen Ausbildungsgängen mit unterschiedlicher Tiefe und Komplexität durchgeführt werden.

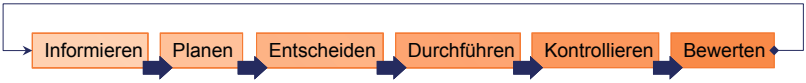


Abbildung 3 - 1: Lernprinzip der vollständigen Handlung

Am konkreten Beispiel der Fermentation von Zitronensäure mit Yarrowia lipolytica[15] erfolgt die Vermittlung der Lerninhalte sehr praxisnah und damit ausgesprochen handlungsorientiert. Die Lerninhalte zu den relevanten Aspekten der Fermentationstechnik und des Fermentationsprozesses wurden multimedial aufgearbeitet und fördern einen individualisierten und selbstgesteuerten Kompetenzerwerb. Die einzelnen (Lern-)Schritte wurden in der Praxis am realen Beispiel erarbeitet, um beispielsweise eine filmische und fotografische Umsetzung zu ermöglichen.

Die ermittelten Inhalte sind im Modul vier Lerneinheiten oder WBT-Teilmodulen (WBT = web based training) zugeordnet, deren Reihenfolge sich aus dem Ablauf des biotechnologischen Prozesses ableitet:

Straka, G. A., Macke G., Handlungskompetenz und Handlungsorientierung als Bildungsauftrag der Berufsschule – Ziel und Weg des Lernens in der Berufsschule?, BWP, 4, 2003

[15] Die Hefe Yarrowia lipolytica wird zur Herstellung von Zitronensäure aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet.

1. Wissenswertes über Fermentationsanlagen (Teilmodul 1)
Grundlagen der Fermentationstechnik werden hinsichtlich der Anlagen, der Aktoren und Sensoren vermittelt.

2. Fermentationsvorbereitung (Teilmodul 2)
Grundlagenwissen zum Einsatz von Mikroorganismen bei technischen Prozessen wird vermittelt.

3. Inprocess Control (Teilmodul 3)
Tätigkeiten werden in Bild oder Film dargestellt, um eine optimale Prozessführung zu verdeutlichen.

4. Fermentationsaufarbeitung (Teilmodul 4)
Die Produktisolierung der Zitronensäure wird in Bild und Text beschrieben.

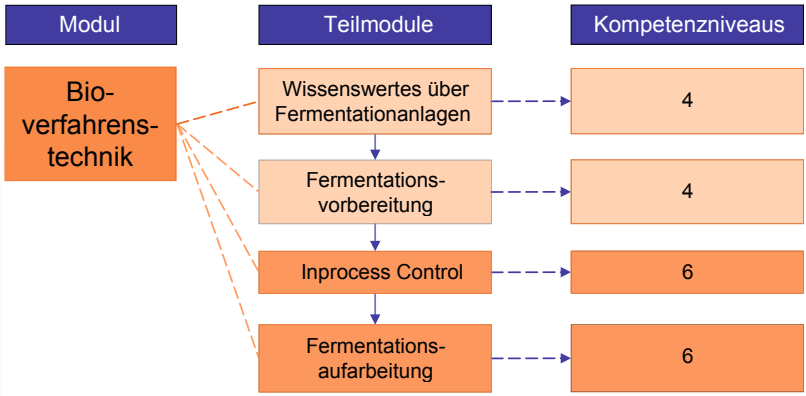


Abbildung 3 - 2: Struktur des Moduls Bioverfahrenstechnik

In den WBTs des Moduls Bioverfahrenstechnik erfolgt eine rein kognitive Vermittlung der Lerninhalte. Dies lässt wenig Spielraum für die durchlässigkeitsrelevanten Schlüsselqualifikationen wie Sozialkompetenz und Personale Kompetenz, wie beispielsweise kommunikative und kooperative Fähigkeiten. Als Konsequenz dieser Einschätzung wird das Trainingskonzept auf die unterschiedlichen Zielgruppen speziell zugeschnitten. Abweichend zur ursprünglichen Planung wurde zusätzlich ein Praktikum mit zugehörigem Praktikumsleitfaden erarbeitet. Die praktischen Arbeiten können vorbereitend, begleitend und nachbereitend zum WBT erfolgen. Damit ist eine multifunktionale Nutzung im

Lernprozess, selbst im Sinne einer Überprüfung von Lernleistungen, möglich.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte aus den Ausbildungsverordnungen, Rahmenlehrplänen und Hochschulrahmenplänen wird im Modul Bioverfahrenstechnik bewusst nicht vorgenommen. Es soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche Fachkompetenzen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziele sollen, neben der Vermittlung von Faktenwissen (Fachkompetenz), Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und personale Kompetenz gefördert werden.

3.1.1.2 (Bildungs)ziele des Moduls Bioverfahrenstechnik

Jede Ausbildungsverordnung, jeder Rahmenlehrplan und Hochschulrahmenplan der betrachteten Ausbildungsgänge Chemikant und Chemielaborant, der Fachschüler für Chemietechnik und der Studierenden zum Bachelor of Science im Schwerpunkt „Chemie und Biotechnologie“ behandelt das Thema Bioverfahrenstechnik in unterschiedlicher Tiefe. Eine anteilige Überschneidung der Lerninhalte ist nahezu unvermeidlich.

Im Modul Bioverfahrenstechnik wird die Vermittlung der genannten Schlüsselqualifikationen an konkreten berufs- und fachspezifischen Inhalten der Fermentation von Zitronensäure mit Yarrowia lipolytica gefördert. Die Vermittlung besonderer, spezifischer Einzelkenntnisse und -fertigkeiten, wie z.B. die Kenntnis von Organismen in technischen Anwendungen zur Gewinnung von chemischen Verbindungen, vervollständigen den Erwerb der Schlüsselqualifikationen. Zur Verdeutlichung durchlässigkeitsrelevanter Aspekte soll im Tätigkeitsfeld 3 des Kompetenzprofils im DAWINCI-Projekt ein Lernziel vorgestellt werden. Im Bereich Verfahrenstechnik / Anlagentechnik beschreibt das Tätigkeitsfeld „Anlagen zu bedienen, installieren und instandzuhalten.“. Übertragen auf das Modul Bioverfahrenstechnik folgt die Formulierung: „Die Lernenden installieren auf Basis der Prozessparameter der Zitronensäurefermentation mit Yarrowia lipolytica die hierzu notwendigen Geräte, Messsysteme, Apparate und Maschinen, konfigurieren sie und nehmen sie unter sicherheitstechnischen Aspekten in Betrieb.“

Trotz der Formulierung eines neuen, gemeinsamen Lernziels wird die Umsetzung der Lernaufgabe in den einzelnen Ausbildungsberufen tätigkeits- und kompetenzbezogen unterschiedlich gehandhabt:

- Ausbildungsberuf Chemikant

Der Prozessschritt „Durchführen“ steht hier im Vordergrund. Das Bedienen und die Instandhaltung einer Produktionsanlage sind die primären Aufgaben. Die Prozessparameter der Zitronensäurefermentation werden vorgegeben. Die relevanten Teilmodule sind:

Teilmodul 1 – Wissenswertes über Fermentationsanlagen – hier werden die Grundlagen der Fermentationstechnik hinsichtlich der Anlagen, der Aktoren und Sensoren erarbeitet.

Teilmodul 2 – Fermentationsvorbereitung – hier wird das Grundlagenwissen zum Einsatz von Mikroorganismen bei technischen Prozessen vermittelt.

- Beispiel Chemielaborant

Der Prozessschritt „Kontrollieren“ steht hier im Vordergrund; dies bedeutet für die Lerneinheiten, dass für diesen Beruf im Vordergrund stehen:

Teilmodul 3 – Inprocess Control – hier werden Aspekte zur Produktbildung, optimalen Prozessführung und der Instrumentellen Analytik vermittelt.

Teilmodul 4 – Fermentationsaufarbeitung – im Vordergrund stehen Aspekte der Produktisolierung und der Qualitätskontrolle.

- Beispiel Fachschule für Technik, Fachrichtung Chemietechnik / Bachelor of Science

Alle Teilleistungen werden erbracht, mit unterschiedlichen Prüfungsformaten erfasst und dokumentiert. Aus diesem Grund sind alle vier Lerneinheiten für diese Berufsgruppen wichtig.

Die unterschiedlichen Phasen im Lehr-/Lernprozess werden unter Verwendung des Konzeptes „Blended Learning“ eingesetzt. Der Lehrende kombiniert nach sorgfältiger didaktischer Prüfung verschiedene Lehr- und Lernformen und steuert damit den geeigneten Lernprozess mit dem Ziel, die gewünschten Lernergebnisse zu erreichen. Durch einen problem- und projektorientierten Unterricht wird das Interesse der Lernenden zusätzlich geweckt. Die Erteilung eines Projektauftrags, der an die jeweilige Zielgruppe angepasst ist, ermöglicht die Darstellung des beruflichen Alltags. Beispiele zielgruppenorientierter Projektaufträge sind:

- Projektauftrag Chemikant

Ihr Unternehmen produziert Zitronensäure mit Yarrowia lipolytica in einem Fermenter (Rührkesselreaktor). Führen Sie den Fermentationsprozess nach vorgegebenen Prozessgrößen in der gegebenen Anlage durch.

I. Kontrollieren und dokumentieren Sie den Fermentationsprozess nach vorgegebenen Parametern (Temperatur, O_2-Gehalt, pH-Wert, Rührerdrehzahl).

II. Führen Sie den Fermentationsprozess nach vorgegebenen Prozessgrößen in der gegebenen Anlage durch. Prüfen Sie den Eduktverbrauch und die Produktbildung. Kontrollieren Sie die Reinheit des Produkts mit vorgegebenen Methoden.

- Projektauftrag Chemielaborant

Ihr Unternehmen produziert Zitronensäure mit Yarrowia lipolytica nach einer bewährten Methode.

I. Führen Sie den Fermentationsprozess im Labormaßstab nach vorgegebenen Prozessgrößen durch und optimieren Sie den Fermentationsprozess.

II. Kontrollieren und dokumentieren Sie die Produktbildung.

III. Überprüfen Sie das Produkt auf seine Reinheit durch die Auswahl geeigneter Methoden.

- Projektauftrag Bachelor und Fachschüler der Fachrichtung Chemietechnik

Ihr Unternehmen überlegt, die Zitronensäureproduktion mit Yarrowia lipolytica aufzunehmen.

I. Ihre Aufgabe ist es, das Verfahren der Zitronensäureproduktion mit Yarrowia lipolytica im Labormaßstab durchzuführen und zu überprüfen (Ausbeute, Rentabilität).

II. Planen Sie das Projekt in Ihrer Arbeitsgruppe / Fermentergruppe. Nutzen Sie dabei die Informationen des WBTs (web based training). Stellen Sie die Projektplanung in Form einer Powerpoint-Präsentation im Plenum vor.

III. Die Projektaufträge können je nach Lernstand der Gruppen einzeln oder in Kombination ausgegeben werden und ermöglichen die Durchführung einer vollständigen Handlung.

Primär dient das Modul Bioverfahrenstechnik der Informationsbeschaffung, dem ersten Prozessschritt einer vollständigen Handlung. Es ist vorbereitend für die Prozessschritte Planen und Entscheiden einsetzbar. Die Prozessschritte Durchführen, Kontrollieren und Bewerten können nur durch die Nutzung des begleitenden Praktikums vermittelt werden.

3.1.1.3 Voraussetzungen für den Einsatz des Lernmoduls

Die Anwendung des Lernmoduls Bioverfahrenstechnik erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, abgeschlossene Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zum jeweiligen Bildungsgang der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus in die Thematik eingeführt werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

3.1.2 Creos Lernideen & Beratung GmbH – Mathematik – Softskills

3.1.2.1 Lerninhalte des Moduls Mathematik

Die Mathematik spielt in der wesentlich von naturwissenschaftlicher Kompetenz getriebenen chemischen Industrie eine zentrale Rolle. Als Querschnittskompetenz findet sie sich daher in allen Berufen und auf jeder Qualifikationsstufe wieder. Mathematik ist in allen Bildungsgängen der chemischen Industrie ein unverzichtbares Werkzeug, deren Beherrschung nicht selten über Karrierechancen entscheidet.

Die unterschiedlichen Anforderungen an mathematisches Wissen, die aus den beruflichen Aufgabenstellungen resultieren, führen zu einem anwendungsorientierten Kompetenzfeld mit unterschiedlichsten Aspekten und Niveaustufen. Daher ist es gerade für die Bemühungen um Anrechenbarkeit von Kompetenzen bzw. der Durchlässigkeit von erworbenen Qualifikationen in der chemischen Industrie, ein besonderes Anliegen, Mathematik als eine der zentralen Qualifikationen in ein zukunftsfähiges Durchlässigkeitsmodell einzubeziehen.

Für die endgültige Festlegung der Inhalte, die einerseits den Bildungsbedürfnissen entsprechen, andererseits aber keine Redundanzen zu bestehenden Produkten bilden sollten, wurde das vorhandene Angebot für Aus- und Weiterbildung mit einer Markt- und Literaturrecherche erfasst. Aufgrund der analysierten Curricula in den Berufsbildern Chemikant und Chemielaborant

sowie den Ergebnissen der qualitativen Interviews wurden Lerninhalte für das Mathematik-Modul erarbeitet und angepasst.

Die Erfahrungen in der beruflichen Weiterbildung zum Industriemeister Chemie führten zu einer weiteren inhaltlichen Fokussierung. Entgegen erster Einschätzungen zeigte sich, dass die einfacheren Mathematik-Inhalte, die vom Gedanken her für die Ausbildung vorgesehenen waren, in betrieblichen Fortbildungen und Aufstiegsqualifikationen von den Teilnehmenden gerne für Wiederholungen und Auffrischungen genutzt werden. Da die meisten Sachverhalte im Berufsalltag nur implizit vorkommen, fehlt nach einigen Jahren oft das Wissen um die Systematik bzw. der Zugang zu den theoretischen Grundlagen. Hier trifft das Angebot an unkompliziert zu erreichenden WBTs, die im Bedarfsfall für eine Wiederholung oder Vertiefung des Themas geeignet sind, also nicht nur den Bedarf der Auszubildenden, sondern ebenfalls die Bedürfnisse der an Aufstiegsfortbildungen Teilnehmenden.

Für eine Feinabstimmung der Inhalte erfolgte darüber hinaus eine Auswertung der Ausbildungsprüfungen der letzten Jahre. Ausgewertet wurde das Vorkommen der wichtigsten mathematischen Themenbereiche in den Ausbildungsprüfungen der IHK vom Sommer 2007 bis zum Winter 2009 / 2010 im Berufsbild des Chemielaboranten. Darin zeigte sich, dass in den Prüfungen einige Themenschwerpunkte eine durchgängig stärkere Gewichtung erhalten, andere Themen zwar in den Curricula angeführt werden, aber nicht in den Prüfungen vorkommen. So sind beispielsweise Dreisatz und Grundrechenarten mit 89 beziehungsweise 110 Fragen überproportional in Prüfungen vertreten, während das Rechnen mit Wurzeln zwar im Curriculum, aber nicht ein einziges Mal in den ausgewerteten Prüfungen wiederzufinden ist. Mit den im Modul Mathematik gesetzten Themenschwerpunkten wurde einerseits der Bedeutung der in den Prüfungen auftretenden Fragestellungen und andererseits den Angaben in den Befragungen der Lernenden in aktuellen Bildungsprozessen Rechnung getragen.

Die im Rahmen des Projektes entstandenen Module hatten daher die Anforderung, in allen Niveaus, nämlich der Berufsvorbereitung, der Ausbildung zum Chemikant, zum Chemielaborant, sowie der Fortbildung zum Industriemeister Chemie als auch für die Grundlagen des Studienganges Verfahrenstechnik nutzbar zu sein.

Didaktischer Schwerpunkt aller Inhalte ist dabei ein hoher Praxisanteil, also das eigenständige Einüben durch das Lösen anwendungsbezogener Aufgaben. Anhand zahlreicher Beispiele wurde ein problembasierter Ansatz verwirklicht, der die Nutzer zum Mitmachen einlädt und mathematische Qualifikationen als Handlungskompetenzen versteht. Die

Erkenntnis systematischer Zusammenhänge wird dabei erst im Überblick über die selbst erworbenen Fähigkeiten geleistet. Lernerfolgskontrollen, teils in Form spielerischer Überprüfungen, wurden engmaschig in die Lerninhalte integriert, so dass sich ein gegebenenfalls notwendiges Nacharbeiten immer nur auf kleine Einheiten bezieht und damit keine hohe Hürde darstellt.

Im Einzelnen haben sich folgende Teilmodule ergeben:

Grundmodule Mathematik für Chemieberufe

Grundrechenarten

Potenzrechnung

Brüche

Zahlensysteme

Dreisatz und Prozentrechnen

Aufbaumodule Mathematik für Chemieberufe

Aufbaumodul II: Komplexe mathematische Anwendungen in der Chemie

Aufbaumodul I: Anwendungen in der Analytik

Die Grundmodule beziehen sich auf das Kompetenzniveau der Ausbildungsberufe, bzw. die in der Ausbildungsvorbereitung gefragten Kompetenzen. Inhaltlich wird in den Grundrechenmodulen zunächst der Bezug zum Berufsalltag in der chemischen Industrie hergestellt, um zu zeigen, an welchen Stellen und in welchen Prozessen grundlegende Rechenarten benötigt werden.

Die Einführung der einfachsten Rechenregeln in den Grundrechenarten wird durch einen Mathetrainer begleitet, mit dem die Nutzer Aufgaben verschiedener Niveaus gegen die Zeit rechnen müssen.

Da es sich um einfache Zusammenhänge handelt, wird hier besonderer Wert auf das Trainieren gelegt. Schriftliches Rechnen wird interaktiv durchgeführt und am Ende eines Kapitels können die Nutzer mit einem PacMath (Variante eines PacMan Spiels) ihre Fortschritte auch spielerisch testen.

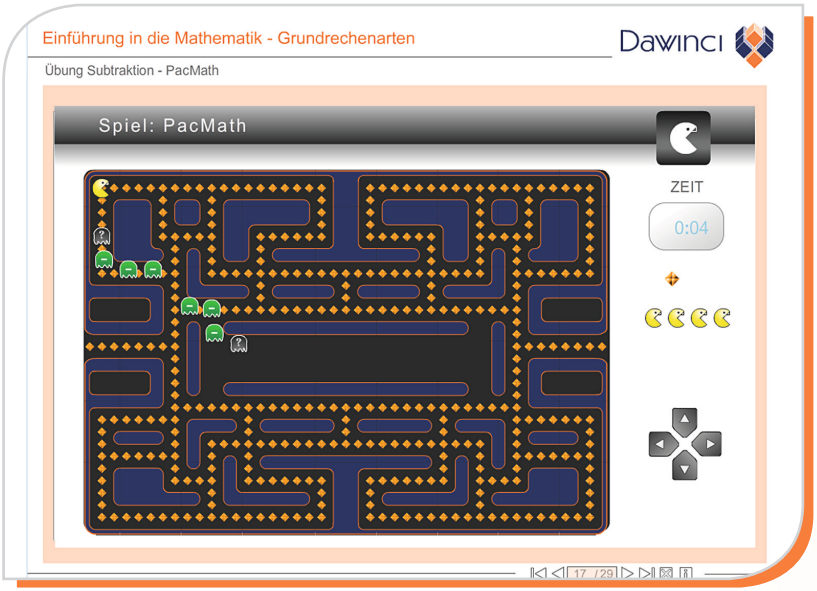


Abbildung 3 - 3: Grundrechenarten – Lernspiel PacMath

In der Dreisatz- und Prozentrechnung werden die Rechenregeln mit vielen Beispielen aus dem Alltagsleben veranschaulicht. Interaktive Animationen in Form von Reglern zeigen wie sich beispielsweise die Mengen- oder Zahlenverhältnisse in Beispielsituationen verändern. Dadurch gewinnen die Teilnehmer, bevor sie die Regeln anwenden und niederschreiben können, zunächst ein Gefühl für

die Zusammenhänge, was ihnen hilft, mit Abschätzungen „aus dem Bauch heraus“ die Plausibilität ihrer Ergebnisse zu überprüfen. Die sich anschließenden exakten Rechnungen werden in kleinste Schritte zerlegt und durch Beteiligung des Nutzers in dessen (Lern-)Tempo aufgestellt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass am Ende des Lernprozesses die Verfahren auf alle Aufgabenstellungen im Berufsalltag angewandt werden können. Eine vergleichbare Herangehensweise kommt im Teilmodul Bruchrechnung zur Anwendung.

In der Potenzrechnung wird zu Beginn über bemerkenswerte Effekte, wie z.B. die Unendlichkeitsmaschine von Leonardo da Vinci, ein Verständnis für die im Alltag sichtbaren, aber über Rechenregeln schwerer erfassbaren Zusammenhänge erreicht.

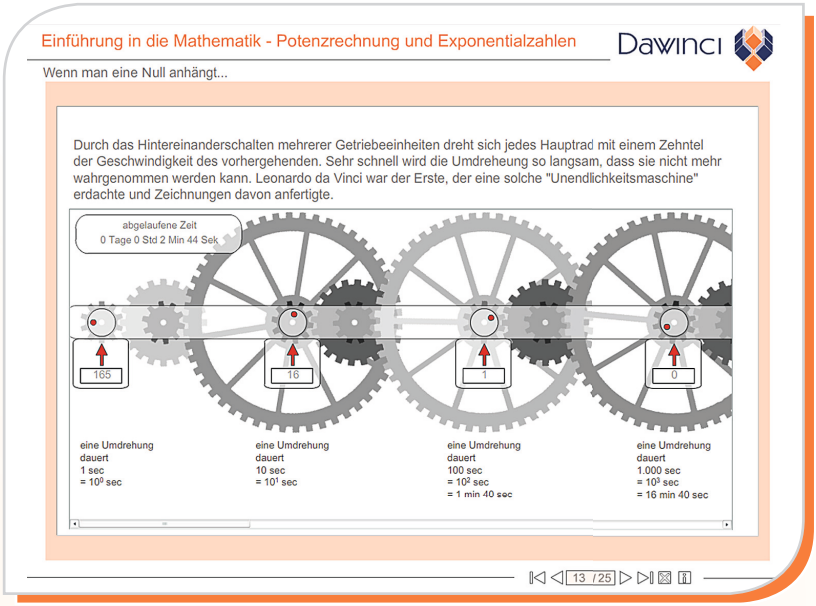


Abbildung 3 - 4: Potenzrechnung – Unendlichkeitsmaschine

Animationen beispielsweise zum exponentiellen Bakterienwachstum, lassen den Lernenden staunen. Gleichzeitig wird bei der Potenzrechnung wieder zum spielerischen Ausprobieren des Erlernten aufgefordert. Die Verwendung verschiedener Zahlensysteme und deren Umwandlung in das Dezimalsystem werden im letzten Inhalt der Grundlagen in Form einer Geschichte angeboten.

Ein Avatar hilft beim Zusammensetzen eines unbekannten Roboters aus dem All, der nur durch die Übersetzung seiner Zahlenbasis verstehbar ist. Der als sehr trocken empfundene Stoff wird so in einen Zusammenhang gesetzt, der die Nutzer eher erreicht und hilft, sich die Rechenregeln leichter zu merken.

Die Aufbaumodule zeichnen sich dadurch aus, dass sie mathematische Verfahren unmittelbar an Problemen des Berufsalltags, beispielsweise Anwendungen in der Analytik, vorstellen. Sie bestehen zu einem großen Teil aus Übungsaufgaben, deren Lösungsweg zunächst vorgezeichnet wird und anschließend an Beispielen selbst nachvollzogen werden kann. So wird die Berechnung molarer Massen anhand zahlreicher auch sehr komplexer Verbindungen geübt. Eingebaute Hilfswerkzeuge können auch über die Bearbeitung des Moduls hinaus zur Unterstützung verwendet werden. Damit reicht das Modul bis in den Alltag hinein und liefert einen nachhaltigen Mehrwert.

3.1.2.2 Lerninhalte des Moduls Softskills

Die „weichen“ Kompetenzen, also Schlüsselqualifikationen, die beispielsweise die Fähigkeiten im Bereich des Kommunikativen und Sozialen beschreiben, sind curricular vollkommen unterrepräsentiert. Sie sind in den Curricula aller Ausbildungsstufen meist nur integrativ vertreten. Dies gilt sowohl in Bezug auf die Durchlässigkeit in vertikaler Richtung und in allen Berufsbildern, als auch in Bezug auf die Durchlässigkeit in horizontaler Richtung. Unabhängig vom Status oder dem Einsatzort der Mitarbeiter wird stets ein Mindestmaß an kommunikativen und sozialen Kompetenzen gefordert. Obwohl die angesprochenen Kompetenzen von allen, die Personalverantwortung tragen, als in der Praxis „sehr wichtig“ bezeichnet werden, werden sie bislang inhaltlich in der Ausbildung und auch in individuellen Weiterbildungen kaum berücksichtigt.

Damit ergibt sich die Grundlage für die Lerninhalte und Trainings des Moduls Softskills. Um in einem ersten Schritt die wichtigsten Themen abzudecken und gleichzeitig die Lerninhalte in ausreichender Tiefe auch für die erhöhten Anforderungen in den höheren Kompetenzniveaus erreichen zu können, wurden die Inhalte auf drei Themenfelder aufgeteilt:

Softskill Module

Kommunikation (inkl. Gesprächsführung)

Präsentation

Moderation

Die Schwierigkeit in der Umsetzung von Softskill-Lerninhalten, die sowohl handlungs- als auch persönlichkeitsorientiert sein müssen, ergibt sich aus der inhaltlichen Anforderung selbst. Die WBTs dürfen nicht als alleinstehende Trainingsmaßnahme verstanden werden, die durch das Bearbeiten zu einer nachhaltigen Verhaltensänderung führt. Sie sind eine wertvolle Unterstützung flankierender Präsenzschulungen, durch die nicht nur im Sinne einer Vorbereitung die theoretischen Grundlagen gelegt werden. Vielmehr wird durch die spezielle Art der Aufbereitung der Inhalte beim Lernenden eine Sensibilisierung für das Thema erreicht. Die ansprechende Visualisierung, die lockere Tonalität und die prägnanten Beispiele ermöglichen einen praxisorientierten Zugang zu den vorgestellten Themen und durch die gezielt gesetzten Interaktivitäten ist ein starker motivationaler Faktor integriert, der anregt, sich intensiv mit der Thematik auseinanderzusetzen.

Im Teilmodul zum Thema Kommunikation geht es einerseits darum die Grundlagen kommunikativen Handelns zu verstehen und Zusammenhänge, Effekte und die Bedeutung zu sehen, die bisher vielen Lernenden und beruflichen Praktikern verborgen blieben. Die konsequente Ausrichtung auf die Situationsgebundenheit jeder Kommunikation vermeidet die Gefahr zu großer Abstraktion. Nachdem auch die allgemein akzeptierten Modelle und Grundlagen eingeflossen sind, bearbeitet der zweite Teil die Techniken zur Gesprächsführung. Beide Teile bieten immer wieder die Möglichkeit sich selbst zu erkennen und liefern damit Anstöße zum Nachdenken und Ausprobieren.

Das Teilmodul Präsentation ist bereits ab der Kompetenzstufe 4 (Facharbeiter) aufwärts wichtig und wird mit steigender Qualifikation unverzichtbar. Um hier die Lernenden abzuholen, wurde das Thema mit einem 3D-Avatar und Vertonung angereichert. Die Lernschritte sind so gestaltet, dass immer wieder selbst überprüfbar ist, ob Hinweise verstanden oder die Checklisten genutzt werden konnten. Der Lerninhalt ist wie der im Thema Moderation darauf angelegt, ein praktischer Begleiter und Helfer bei der Vorbereitung einer Präsentation beziehungsweise Moderation zu sein.

Abbildung 3 - 5: Präsentations-KnowHow

Hier geht es nicht so sehr darum Wissen auswendig zu lernen, sondern darum, beim ersten Durcharbeiten ein grundlegendes Verständnis dafür zu schaffen, was die wichtigsten Randbedingungen einer Präsentation sind und im Anwendungsfall zu wissen, wo und auf welche Weise Hilfe herangezogen werden kann. Der Übergang aus der eigentlichen Lernsituation hinaus in das eigene berufliche Arbeitsumfeld, also die Verwendbarkeit des Wissens in späteren, veränderten beruflichen Anforderungen, verbreitert den Nutzen des Teilmoduls und untermauert die Durchlässigkeit zwischen den Kompetenzniveaus.

Das Thema Moderation besitzt in der beruflichen Erstausbildung kaum Bedeutung. Damit sind auch in der Aufstiegsfortbildung meist Anfänger anzutreffen und es kann weder Wissen zum Themenschwerpunkt noch Erfahrung mit dessen Umsetzung vorausgesetzt werden. Das Teilmodul konnte daher sehr systematisch am Prozess der Moderation entlang entwickelt und aufgebaut werden. Durch kleinschrittiges Abfragen und Zwischentests ist neben dem Einsatz zur Unterstützung eines Präsenztrainings auch ein vollständiges Selbststudium möglich.

3.1.3 Evonik Industries AG / Industriepark Wolfgang GmbH – Personalwirtschaft und Führungsaufgaben

3.1.3.1 Verortung der Inhalte in den Curricula

Als entscheidende und sich nachhaltig auf die Umsetzung des Projektes auswirkende Erkenntnis der Analyse der Curricula der Bildungsgänge Chemielaborant und Chemikant sowie der Lehr- und Studienordnungen der Fachschule für Chemietechniker und Hochschule im Studiengang Bachelor of Science zeigt sich, dass die Themenbereiche Personalwirtschaft und Führung in den meisten Curricula nur rudimentär vorhanden sind. Einzig in der Fortbildungsverordnung zum Industriemeister Chemie sind die Themen prominent als vertiefende Schwerpunkte vertreten.

Die Arbeitsprozesse in der chemischen Industrie erfordern in der aktuellen Ausprägung von betrieblichen Führungskräften ein hohes Maß an Kommunikationsvermögen und eine gut ausgebildete Führungsfähigkeit. So verwundert es nicht, dass Interviews mit Vorgesetzten, Lehrkräften, Teilnehmern und Absolventen von Weiterbildungsmaßnahmen ergaben, dass in der beruflichen Weiterbildung eine Vorbereitung auf zukünftige Führungsaufgaben erwartet wird, gar ein wesentlicher Bestandteil der berufsbezogenen Bildung sein sollte. Grundlage für die Aufgaben einer Führungskraft bilden Kenntnisse über gesetzliche Rahmenbedingungen. Der Schwerpunkt ist erwartungsgemäß der Bereich des Arbeitsrechtes.

Um einen reibungslosen Übergang vom Erlernten in die berufliche Praxis ermöglichen zu können, war eine fallorientierte Darstellung der zu vermittelnden Inhalte, die in der Anwendung in der betrieblichen Praxis nachvollzogen werden kann, der favorisierte Entwicklungsansatz. In der Umsetzung wurde im Rahmen der Erstellung der Inhalte aus den Bereichen Personalwirtschaft und Führungsaufgaben auf Fallbeispiele zurückgegriffen. Im Fokus stand dabei nicht umfangreiche Theorievermittlung, sondern handlungsorientierte Bearbeitung zu erwartender Führungsaufgaben.

3.1.3.2 Inhaltliche Lernschwerpunkte der Module

Der Qualifikationsschwerpunkt Personalwirtschaft befasst sich mit der Personalplanung im Sinne der Ermittlung des qualitativen und quantitativen Personalbedarfs, mit dem Personaleinsatz, mit der Auswahl und dem Einsetzten von Mitarbeitern, mit der Erstellung von Anforderungsprofilen für die eingesetzten Mitarbeiter sowie mit der Entwicklung einer bedarfsorientierten Qualifikationsplanung.

Der Arbeitsschwerpunkt Führungsaufgaben umfasst die Unterstützung der Mitarbeiter in der fachlichen, methodischen und persönlichen Entwicklung.

Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der operativen Führung von Mitarbeitern unter Beachtung der gesetzlichen Grundlagen sowie der Beurteilung von Handlungskompetenz von Mitarbeitern unter Einsatz vorgegebener Beurteilungssysteme. In diesem Kontext sind Mitarbeitergespräche zu führen und gegebenenfalls auch Ziele zu vereinbaren.

Das dargestellte Beispiel zeigt die Umsetzung des Themas Beurteilung der Handlungskompetenz im Rahmen der Durchführung von Beurteilungsgesprächen.

Abbildung 3 - 6: Führungsaufgaben – Einführung

Ausgehend von der Auswahl in der Inhaltsübersicht (Moduleinstiegsseite) gelangt der Lernende zur Beschreibung des Handlungsrahmens. Von dort wird in die Übersicht der Handlungsaufträge gewechselt. Diese können in Folge bearbeitet werden.

Abbildung 3 - 7: Führungsaufgaben – detaillierte Handlungsaufträge

Zusatzinformationen sind bei der Bearbeitung der Aufgaben jederzeit abrufbar und unterstützen die erfolgreiche Umsetzung der Lernaufgabe.

Abbildung 3 - 8: detaillierte Handlungsaufträge – Zusatzinformationen

Die erfolgreiche Bearbeitung der Handlungsaufträge ist in einem Test abprüfbar, bei dem interaktiv eine Leistungsrückmeldung abrufbar ist. Eine Überprüfung des Erlernten und auch die Korrektur von Bearbeitungsfehlern sowie die Wiederholungen zur Vertiefung der Lerninhalte sind dadurch sichergestellt.

Abbildung 3 - 9: Zwischentest – Überprüfung des Erlernten

Der Ansatz, die Teilnehmer über einen kurzen Theorieblock zum Selbststudium anzuregen und anschließend eine Aufgabe mit Lösungsangebot zur Vertiefung bereitzustellen, wurde in beiden Themenbereichen, Personalwirtschaft und Führung, konsequent umgesetzt. Nach Lösung der Aufgaben werden die gewählten Lösungen überprüft. Anschließend erhalten die Lernenden ein elektronisches Feedback zu den gewählten Lösungen. Mit den Aufgaben soll der Lernerfolg sichergestellt werden.

3.1.3.3 Ausarbeitung und Bereitstellung der Module

Die Identifikation der dargestellten Themen orientiert sich an der Praxis von Erfahrungsträgern – Vorgesetzten und Lehrenden – in den vertretenen Unternehmen. Inhaltlich kam es zu einer Gratwanderung zwischen trivialen und schwer verständlichen Beispielen. Die Umsetzung in spannende Lernmodule, die den Bearbeiter motivieren sollten, gestaltete sich schwierig. Die Kunst bestand darin, den Lernenden durch abwechslungsreiche Aufbereitung der Lerninhalte zum Ziel zu führen. Dabei war bei bestehender Kernaufgabe mit fortschreitender Projektdauer die Sicherstellung der Durchgängigkeit von inhaltlicher und sprachlicher Gestaltung ein entscheidendes Qualitätskriterium. Die technische Umsetzung der Ideen erforderte ein hohes Maß an Abstimmung, insbesondere da zur Sicherstellung einer großen Vielfalt und übergreifenden Einsetzbarkeit der Module ein Autorenteam die Ausarbeitung gestaltete. Das Team gleicht aber das Spannungsfeld zwischen dem Vorhandensein umfangreicher beziehungsweise dem Fehlen wissenschaftlichen Basiswissens aus.

Die als anschlussfähig identifizierten Lerninhalte werden über elektronische Lernmodule (WBT) auf einer Lernplattform zur Verfügung gestellt. Den Lernmodulen vorangestelltes Begleitmaterial unterstützt den Lernenden. Der parallel zur Verfügung stehende Nutzungsleitfaden beschreibt die Einbettung in die Didaktik und Methodik.

3.1.4 Evonik Industries AG / Infracor GmbH – Betriebswirtschaft – Energien in der Produktion – Syntheseplanung

Angehende Fachkräfte im Bereich der Chemie-, Energie- und Umwelttechnik müssen über fachübergreifendes Grundlagenwissen zu den vielfältigen Variationen betriebswirtschaftlicher Themen, der Verfügbarkeit und des Einsatzes von Energie und den Prinzipien der Synthese chemischer Produkte verfügen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit ganzheitlicher Ausbildungskonzepte, die bereits bei der Vermittlung von Basisqualifikationen die anschließende Weiterentwicklung des Einzelnen im Fokus haben.

Der immer schneller voranschreitende Wissenszuwachs lässt dabei kaum noch Raum für Doppelungen in Lerninhalten aufeinander abgestimmter Qualifizierungsschritte. Damit hier kein Missverständnis aufkommt: Es gilt nicht Übungsphasen zu reduzieren, indem das Lernen durch Wiederholen innerhalb eines Ausbildungsganges zeitlich eingeschränkt wird. Ziel muss vielmehr sein, durch linear strukturierte Lernangebote dem Lernenden die Möglichkeit zu verschaffen, sein Basiswissen in einer höheren Qualifikation abrufbar zu machen und gleichzeitig – nicht benötigte – Redundanzen vermeiden zu können. Also die

wiederholte Bearbeitung von den Lerninhalten auszuschließen, die nicht einer Vertiefung der Stoffes dienen, sondern nur die Folge einer nicht abgestimmten und parallel verlaufenden Entwicklung von Curricula sind.

Um einer Vergeudung von Lernressourcen entgegentreten und den Anforderungen einer effizienten Bildungsentwicklung Vorschub leisten zu können, wurden im Rahmen des DAWINCI-Projektes spezielle Inhalte entwickelt, die die Sachverhalte eines nachhaltigen Einsatzes von Energie und grundlegende, wie spezielle Syntheseverfahren direkt und indirekt mit wirtschaftlichen Bewertungskriterien in Verbindung setzt und diese Module insbesondere unter dem Aspekt der Durchlässigkeit für ausgewählte Bildungsgänge zur Verfügung stellt.

Der modulare Aufbau der Themen soll die partielle Bearbeitung einzelner Abschnitte ermöglichen. Je nachdem, an welcher Stelle (bzgl. der Vorkenntnisse) der Lernende sich mit dem Thema Betriebswirtschaft, Energien in der Produktion oder Syntheseplanung befasst, sorgt die Einteilung in abgeschlossene Module für die erforderliche Übersicht im Gesamtthema. Die Untergliederung in Teilmodule erleichtert den Lernprozess dahingehend, dass Teilthemen abschließend bearbeitet, aber auch wiederholt werden können, ohne sich immer wieder in einer umfassenden Zusammenstellung zurechtfinden zu müssen. Auf der Seite der Lehrenden verhält es sich ähnlich: Die Module können zielgruppengenau und durch den inneren Aufbau (Skripte, Foliensätze und Web Based Training) bis hin zu Einzelschulung sehr variantenreich eingesetzt werden.
Trotz ihrer inhaltlichen Besonderheiten teilen die Fächer Chemie, Physik (am Beispiel Energie) und – wenn die Kosten einer chemischen Produktion betrachtet werden – Betriebswirtschaftslehre eine Reihe von Gemeinsamkeiten. Diese werden dann deutlich, wenn explizit auf Wissen aus einem anderen Fach zurückgegriffen wird, um beispielsweise die Energiekosten (BWL) einer großtechnischen endothermen (Energie) chemischen Reaktion zu berechnen oder die Einsparungen einer Mehrkörperverdampferanlage auch wirtschaftlich zu betrachten. Alle im Projekt entwickelten Module unterstützen entsprechend ihrer didaktischen Konstruktion kumulative Lernprozesse. Lernprozesse werden als kumulativ bezeichnet, wenn neue Lerninhalte im bestehenden Wissensfundament der Lernenden verankert und systematisch mit bereits vorhandenem Wissen verknüpft werden. Neben einer soliden Wissensbasis erfordern kumulativ verlaufende Lernprozesse vor allem die Überlappung und Vernetzung, also das Herstellen von sinnstiftenden Verknüpfungen zwischen den einzelnen Wissenselementen.

Die zentralen Elemente kumulativen Lernens für die Module Betriebswirtschaft, Energien in der Produktion und Syntheseplanung sind:

- eine vertikale Vernetzung:
  Aufeinander aufbauende Basiskonzepte (z.B. Donator-Akzeptor-Konzept) und inhaltliche Verzahnungen innerhalb der Wissenschaft.

- eine horizontale Vernetzung:
  Die wechselseitige Zulieferfunktion der Wissenselemente “Energien in der Produktion”, “Syntheseplanung” und “Betriebswirtschaft” untereinander wird durch Synchronisation und konzeptuelle Gemeinsamkeiten ermöglicht. Überfachliche Perspektiven rücken in den Vordergrund, das Energiekonzept bildet den “Roten Faden”.

- Die Entwicklung spezifischer naturwissenschaftlicher Denkkonzepte bei den Lernenden zum Einordnen von Fakten in größere Zusammenhänge und zur naturwissenschaftlichen Interpretation von betriebspezifischen Phänomenen.

3.1.4.1 Betriebswirtschaft

Die Einordnung der Betriebs- und Volkswirtschaftslehre unter die Rubrik „Übergreifende Themen“ steht für den struktur-innovativen Ansatz, die hinterlegten Themen nicht nur als Unterstützung für die gegenwärtig existierenden 68 anerkannten kaufmännischen und kaufmännisch verwandten Ausbildungsberufe in den Bereichen Industrie und Handel, Handwerk, freien Berufen und öffentlicher Dienst anzubieten, sondern darüber hinaus auch allen Aus- und Weiterbildungsgängen und Studienrichtungen, in deren beruflichen Alltag wirtschaftliche Inhalte zunehmend Einzug genommen haben oder an Bedeutung gewinnen. Dies sind im Bereich der chemischen Produktion im Besonderen die Bildungsgänge Industriemeister Chemie, Chemietechniker, Bachelor of Science oder Bachelor of Engineering, aber anteilig auch die Berufsbilder Chemikant und Chemielaborant.

Mit der Erweiterung der Zielgruppe können zukünftig auch interessierte nichtkaufmännische Wirkbereiche in den Unternehmen angesprochen werden, die es sich zum Ziel gesetzt haben, betriebliche Hintergründe auch in wirtschaftlicher Sicht tiefer zu durchdringen. Das Erkennen und Verstehen wirtschaftlicher Zusammenhänge macht im realen Produktionsumfeld nicht vor den Grenzen eines bestimmten Berufbildes Halt. Das Modul Betriebswirtschaft verbindet auf diese Weise aktiv Kompetenzentwicklung und Fachlichkeit und erzeugt

damit eine intensive Durchlässigkeit unabhängig vom Übergang hinsichtlich vertikaler oder horizontaler Bildungsgänge.

Ziel ist es, den Lernenden Handreichungen zur Verbesserung der beruflichen Entscheidungsfähigkeiten anzubieten. Diese Vorgehensweise ist Bestandteil einer zielgerichteten (Berufs-)Aus- und Fortbildung, die sich sowohl über die ausdrückliche Entwicklung von Kompetenzen, die nicht selbstverständlich im Arbeitsalltag erworben werden können, als auch über Vermittlung von übergreifenden Zusammenhängen definiert. Nur über sorgfältig ausgesuchte Fachinhalte kann die angestrebte weiterführende Kompetenz im Themenfeld erreicht werden – im vorliegenden Fall sogar berufsfeldübergreifend.

Die im Projekt entwickelte Auswahl unterstützt das Selbstlernen und damit eine dem eigenen Lerntempo angepasste aktive Auseinandersetzung mit dem Stoff. Dabei werden die WBTs durch ergänzende Erläuterungen in Form von Manuskripten und Folien vervollständigt. Die im Modul angestrebten Kompetenzen lassen sich den einzelnen Kompetenzniveaus zuordnen. Die rein fachliche Betrachtung wirtschaftlicher Abläufe nimmt hierbei häufig nur eine Nebenrolle ein.

Exemplarisch wird in der folgenden Tabelle das Lernziel „Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen“ den Kompetenzniveaus unterschiedlicher in der Produktion etablierter Bildungsebenen zugeordnet.

Tabelle 3 - 1: Zuordnung des Lernziels „Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen“

Beruf	Kompetenz-niveau	Kompetenz
Chemikant/-in Chemielaborant/-in	4	Kann Möglichkeiten zur Beeinflussung von Kosten im eigenen Arbeitsbereich erkennen und zur Einhaltung von Kostenvorgaben bzw. Senkung von Kosten nutzen.
Industriemeister/-in Fachrichtung Chemie	6	Kann zur Beeinflussung von Kosten betrieblicher Abläufe allgemeine betriebswirtschaftliche Aspekte (ökonomische Handlungsprinzipien, volkswirtschaftliche Aspekte) bei betrieblichen Abläufen berücksichtigen. Kann Kostenarten-, Kostenstellen-, Kostenträger- und Prozesskostenrechnung unterscheiden und Zusammenhänge erkennen. Kann Zielgrößen (z. B. Betriebsergebnis, Deckungsbeitrag) ermitteln.
Techniker/-in Fachrichtung Labortechnik	6	Kann bei der Analyse, Planung und Umsetzung betrieblicher Geschäftsprozesse betriebliche Strukturen und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen.
Bachelor Fachrichtung Chemie	6	Kann grundsätzliche betriebswirtschaftliche Methoden (wie z. B. Kostenrechnung und Kalkulation) und Konzepte bei berufstypischen Aufgabenstellungen anwenden und bei Planungs- und Entscheidungsprozessen miteinbeziehen.

Mit den Teilmodulen werden die folgenden Themenbereiche abgedeckt:

- Umsatzsteuer
- Operatives Controlling
- Externe Unternehmensbewertung
- Strategisches Controlling
- Kostenrechnung

Die zur Verfügung gestellten Manuskripte ermöglichen es, die jeweilige Thematik noch einmal intensiv nachzulesen, gegebenenfalls bestimmte Passagen intensiver zu bearbeiten oder als Grundlage für Lehr- oder Lerneinheiten in anderem Kontext zu nutzen.

3.1.4.2 Energien in der Produktion

In keinem Bereich industrieller Produktion liegt eine so vollkommene Verflechtung von Energie- und Rohstoffträgern vor wie in der chemischen Industrie. Jede Änderung in der Zugänglichkeit sowohl der Ressourcen (Energiequellen) als auch der eigentlichen Nutzenergie (Endprodukt der Energieerzeugung) trifft die Chemieindustrie besonders. Die Branche zählt einerseits zu den großen industriellen Energieverbrauchern und zum anderen dienen die fossilen Energiequellen als Ausgangspunkt für den größten Teil der derzeit in der chemischen Synthese eingesetzten Rohstoffe. Ziel ist deren Veredelung zu einer breiten Palette von Syntheseprodukten, die die heutige Art modernen Lebens erst ermöglicht. Angefangen bei Gebrauchs- und Luxusgütern prägt die Chemie insbesondere mit hygienischen und pharmazeutischen Produkten den Alltag des Homo Sapiens sowie die Entwicklung seiner Lebensräume.

Gleichzeitig offenbart sich mit zunehmender Entwicklung der durch den Menschen geprägten Umwelt die Endlichkeit der genutzten Ressourcen. So wird der Einsatz regenerativer Rohstoffe – sowohl hinsichtlich der Energieerzeugung als auch im Hinblick auf die Produktion von Gebrauchsgütern – zunehmend bedeutsamer. So verwundert es nicht, dass staatliche Vorgaben, wie die Forderung an Industrieunternehmen ein Energiemanagementsystem einzuführen, die Bedeutung des Themas „Energien in der Produktion“ hervorheben, damit eine strategische Steuerung anstreben und letztendlich eine bildungsgangübergreifende und nachhaltige Bearbeitung anmahnen.

Speziell in der Chemischen Industrie findet in allen Verordnungen der naturwissenschaftlich-technischen Ausbildungsberufe das Thema Energie Berücksichtigung. Unter Einbeziehung wirtschaftlicher Aspekte befassen sich natürlich auch die kaufmännischen Berufe mit dem Thema Energie. Die Kosten für Energiebeschaffung wirken sich unmittelbar auf die Produktionskosten aus und beeinflussen daher die Preise der Erzeugnisse wesentlich. Dennoch liegt der Schwerpunkt im Modul Energien in der Produktion bei der Vermittlung von Lerninhalten, die sich mit den naturwissenschaftlichen Rahmenbedingungen beschäftigen.

Die Zielgruppen, die mit den Lernmodulen erreicht werden sollen, sind in erster Linie die Produktions- und Instandhaltungsberufe. Zu nennen sind hier Chemikant und Produktionsfachkraft als „Fachkräfte“, die die Prozesse in der chemischen Industrie

steuern. Ihnen zur Seite stehen die metall- und die elektrotechnischen Berufe. Anlagemechaniker und Industriemechaniker übernehmen hierbei die Aufgabe der mechanischen Instandhaltung. Ihre Tätigkeiten umfassen zum großen Teil die Aufrechterhaltung des Maschinen- und Apparateparks durch vorbeugende Instandhaltung. Elektroniker für Automatisierungstechnik oder für Betriebstechnik unterstützen den Prozess von regelungstechnischer Seite. Die Installation und Wartung der Prozessleitsysteme mit ihren vielfältigen Aufgabenstellungen und die Bereitstellung und Wartung der erforderlichen elektrischen Anlagen ist ihr Hauptaufgabenfeld in den komplexen chemischen Produktionsanlagen.

Der Industriemeister Fachrichtung Chemie ist in der Regel der unmittelbare Vorgesetzte für die Chemikanten und Produktionsfachkräfte innerhalb einer Schichtgruppe, die den Produktionsprozess steuert. Seine Qualifikation basiert auf den genannten Berufen, auf Berufserfahrung und natürlich dem IHK-Bildungsabschluss. Ähnlich verhält es sich beim Staatlich geprüften Chemietechniker, Fachrichtung Betriebstechnik, dessen berufliche Basis ebenfalls bei den Produktionsberufen zu finden ist. Dieser Beruf unterstützt die Tätigkeit der Ingenieure bei fachspezifischen Themen auf der Ebene zwischen Theorie und Praxis. Der Bachelor of Engineering / Bachelor of Science vervollständigt gewissermaßen diese Qualifikationslinie im verfahrenstechnischen oder chemietechnischen Bereich. Ihm fallen häufig Aufgaben der Betriebsleitung oder technischen Betreuung zu.

Im Produktionsumfeld spiegelt also ein berufsfeldübergreifender Einsatz unterschiedlicher Fachkräfte mit unterschiedlichem Wissensschwerpunkt, aber gemeinsamem Auftrag, die berufliche Realität wider.

Den hier genannten Berufen – und das gilt auch für vergleichbare Berufe in Industrieproduktionen anderer Branchen – ist gemein, dass Kenntnisse über Energiegewinnung und Energieübertragung und letztlich über die Energie im Produktionsverbund für nachhaltig sichere fachliche Ausübung unabdingbar sind.

Im Rahmen des DAWINCI-Projekts werden die folgenden Lernmodule zum Querschnittsthema „Energie“ bereitgestellt:

- Grundlagen der Energie
- Energieübertragung Elektrochemie
- Energiegewinnung
- Apparate zur Energieübertragung
- Energie in der Produktion

Inhaltlich zielen die Module darauf ab, dass die Verfahren der Energiegewinnung und des Energietransports, die Formen des Energieaustauschs, die dazu erforderlichen Apparate und letztlich das Zusammenspiel aller im Umfeld „Energie“ relevanten Themen im gesamten Modul umfassend behandelt werden. Der Lernende soll dabei die allgemeingültigen Begriffe Energiebewusstsein, Effizienz, Nachhaltigkeit usw. im Rahmen seiner Aufgabenstellungen im Beruf effektiv nutzen können.

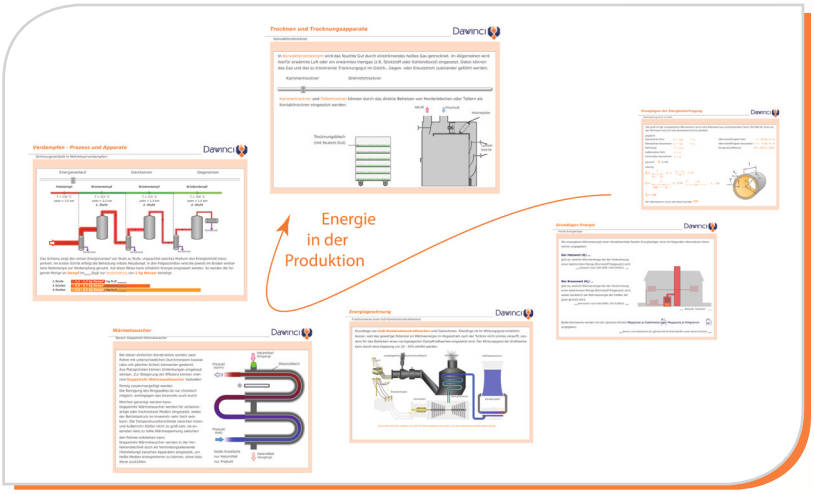


Abbildung 3 - 10: Beispiele aus den Teilmodulen „Energie …“

Die Module ermöglichen den Erwerb überwiegend fachlicher Kompetenzen, die für die Bewältigung unterschiedlicher beruflicher Anforderungen hilfreich sind. Für den Bereich der Fachkompetenz werden die Kompetenzniveaustufen 4 bis 6 erreicht. Die Zuordnung erfolgt auf Basis der Beschreibung der Kompetenzniveaus im deutschen Qualifikationsrahmen. Eine detaillierte Darstellung kann dem zugehörigen Nutzungsleitfaden im Anhang entnommen werden.

3.1.4.3 Syntheseplanung

Mit ihren innovativen Materialien, Vorprodukten und Ideen sowie ihrem Know-how für die Anwendung ihrer Produkte ist die chemische Industrie bedeutendster Impulsgeber für technologische Innovationen in vielen Branchen, wie z.B. bei der Entwicklung neuer Produkte für noch wirksamere und wirtschaftlichere Lösungen auf Gebieten der Wärmedämmung, der Nutzung erneuerbarer Energiequellen und der Elektromobilität.

Die chemische Industrie ist kapitalintensiv, weil ihre Produktionsverfahren den Einsatz energieintensiver und komplexer technischer Anlagen erfordern. Diese sind im Regelfall hoch automatisiert und erfordern daher relativ wenig, dafür aber hervorragend ausgebildetes Betriebspersonal.

Angesichts der anspruchsvollen Anforderungen benötigen heutige und zukünftige Akteurinnen und Akteure in der chemischen Industrie auf allen Verantwortungsebenen neben vielen anderen auch umfangreiche Chemiekenntnisse, damit sie fachliche Inhalte vollständig und richtig kommunizieren, die Herausforderungen einer innovativen und nachhaltigen Produktion annehmen und Chancen wie auch Risiken fundiert beurteilen können. Viele Berufsanfänger konnten an der Schule nur wenig Chemieunterricht genießen - und dieser liegt teilweise schon mehrere Jahre zurück. Aber auch bei erfahrenen Mitarbeitern sind die Chemiekenntnisse unterschiedlich ausgeprägt. Dem heterogenen Wissensstand der Lernenden Rechnung tragend, wurde das Lernmodul Syntheseplanung entwickelt, um Lernenden zu helfen, fehlende Chemiekenntnisse ausgleichen beziehungsweise ergänzen zu können.

Damit möglichst viele Interessenten auf Seite der Lehrenden und Lernenden angesprochen werden können, wurde ein mehrdimensionales Medienpaket mit abgestimmten WBTs, Skripten und Foliensätzen erarbeitet, das die Durchführung unterschiedlicher Lehr- / Lernarrangements nicht nur gestattet, sondern geradezu einfordert. Je nach Lernmotivation oder didaktischer Intention gibt es unterschiedliche Möglichkeiten für die Verwendung der Medien:

- als Ergänzung zum Präsenzunterricht im Sinne von Blended Learning (z.B. in der Berufsschule, im innerbetrieblichen Unterricht, im Meisterlehrgang);
- zum Selbststudium auf eigene Motivation;
- als reines WBT;
- in Mischung der angegeben Lernszenarien.

Das Modul eignet sich gleichermaßen zur kontinuierlichen Begleitung der Basisausbildung für chemienahe Erstausbildung, beispielsweise in den Berufsbildern Produktionsfachkraft, Chemikant und denen der Laborberufe, wie auch für weiterführende Qualifizierungsmaßnahmen zum Industriemeister Chemie oder der Technikerausbildung. Weiterhin kann es zur Unterstützung für Studiengänge zum Bachelor of Science oder Bachelor of Engineering verwendet werden.

Das Modul „Syntheseplanung“ ist mehrdimensional ausgerichtet. Seine Zielrichtung liegt einerseits in der Erweiterung von Fachkompetenz, andererseits durch die Möglichkeit der aktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten, allein oder in der Gruppe, auch in der Entwicklung von Selbst-, Methoden- und Sozialkompetenz.
Das Modul hilft Lernenden beim Selbststudium und der Unterrichtsnachbereitung und es unterstützt Lehrende bei der Vorbereitung und der methodischen Gestaltung der Lehrveranstaltung. Zahlreiche multimedialen Elemente – dreidimensionale interaktive Moleküldarstellungen, Videos chemisch-physikalischer Experimente, interaktive Reaktionsabläufe - eignen sich auch zum Einsatz im Unterricht selbst.
Das Modul „Syntheseplanung“ beinhaltet die thematisch und zeitlich abgerundeten, in sich abgeschlossenen und abprüfbaren Einheiten:

- Grundlagen der allgemeinen Chemie

  - Energetik chemischer Reaktionen
  - Donator-Akzeptor-Prinzip
  - Gleichgewichtsreaktionen
  - Elektrochemie

- Reaktionsverhalten funktioneller Gruppen
- Polymersynthese
- Syntheseplanung

Der didaktischen Konzeption des Moduls liegt das Ziel zugrunde, die Lernenden in die Lage zu versetzen, die grundlegenden Konzepte der Chemie zu verstehen, anzuwenden und mit anderen Konzepten (z.B. Energiekonzepten aus der Physik) im Sinne kumulativen Lernens zu verbinden. Dabei setzt sich der Lernende bei der Bearbeitung des Moduls bzw. der Teilmodule 1 und 2 mit den Grundfragen der Chemie auseinander, wie

- Wie sind die Stoffe aufgebaut? (Struktur-Eigenschafts-Beziehung)
- Wie lassen sich Reaktionen (Stoffumbildungen) deuten? (Donator-Akzeptor-Konzept)
- Welche Rolle spielt dabei die Energie? (Energie-Konzept)

ohne deren Verständnis es fast unmöglich ist, komplizierte chemische Zusammenhänge zu verstehen. Die Teile 3 und 4 ermöglichen einen vertiefenden Einblick in wichtige Bereiche der industriellen Organischen Chemie.
Die zugehörigen Lernziele beschreiben diejenigen Fähigkeiten und Fertigkeiten bzw. dasjenige Wissen und Können, welche(s) die Lernenden aufgrund der aktiven Auseinandersetzung mit einer Lerneinheit erwerben sollen. Lernziele beschreiben also Kompetenzen, welche sich die Lernenden aneignen sollen. Sie unterscheiden sich vor allem in ihrem Konkretisierungsgrad und ihrer Reichweite, der Zeit, die bis zum Erreichen eines bestimmten Ziels benötigt wird. Die Reichweite wird demnach durch die Dauer der betreffenden Lehreinheit definiert (Lehrgang, Modul, Teilmodul, Lehrveranstaltung oder einzelne Lektion). Mit abnehmender Reichweite nimmt der Konkretisierungsgrad der Lernziele zu (Richtziel – Grobziel – Feinziel).

3.1.5 Provadis Partner für Bildung und Beratung GmbH – Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in der chemischen Produktion

Die Bereitstellung von Lerninhalten zum Themenfeld Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik ist für die Aus- und Weiterbildung von großer Bedeutung. Das Curriculum ist relevant für die Erstausbildung in den Berufen Chemikant und Chemielaborant, als auch vertieft in der Weiterbildung zum Chemietechniker, Industriemeister Chemie und in den Studiengängen zum Bachelor of Engineering „Chemieingenieurwesen“.

Je nach Anforderung in den Abschlussprüfungen werden Lernbausteine in einem Stufenkonzept abgebildet. Die Ausgestaltung richtet sich somit nach den Vorkenntnissen der Lernenden und dem Bedarf in der Praxis. Durch die zunehmende Automatisierung der Produktionsanlagen und dem damit einhergehenden Wandel in den Betrieben sind hier – je nachdem wie viel Zeit seit der letzten Bildungsmaßnahme eines Mitarbeiters vergangen ist – sehr unterschiedliche Vorkenntnisse vorhanden. Immer mehr Quereinsteiger mit unterschiedlichster Bildungshistorie müssen passgenau unterstützt werden.

In der Praxis beziehen sich die Inhalte der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik auf einen Umfang zwischen 4 bis 8 Wochen je nach Weiterbildung beziehungsweise Ausprägung bei Modulausbildung.

Mit der Ausarbeitung von Lerneinheiten werden modulare Lernbausteine geschaffen, die einerseits das lebenslange Lernen begünstigen und andererseits unnötiges Wiederholen oder Überfordern der Teilnehmer in inhomogenen Gruppen weitestgehend einschränken.

Für die vier Bereiche wurden die Lerninhalte nach den drei Lernstufen „Wissen/Kennen“, „Verstehen“ und „Anwenden“ wie folgt klassifiziert:

1. Lernstufe – Wissen / Kennen
Auskunft geben über, definieren, bezeichnen, angeben, aufzählen, benennen, nennen

2. Lernstufe – Verstehen
beschreiben, charakterisieren, unterscheiden, zuordnen, darstellen

3. Lernstufe – Anwenden
beurteilen, bewerten, erklären, begründen

Basierend auf dieser Klassifizierung wurden im Rahmen der Bearbeitung des Projektes 16 Teilmodule mit den folgenden inhaltlichen Schwerpunkten entwickelt:

• Bildzeichen und Pläne in der MSR-Technik

• Messverfahren
  - Messung von Druck und Differenzdruck (U-Rohr- Rohrfeder-, Plattenfeder manometer, Differenzdruckumformer)
  - Messung von Durchfluss und Volumen (Schwebekörperdurchflussmesser, Normblende, Magnetisch-induktiver Durchflussmesser)
  - Messung von Füllständen (Schwimmer, Auftriebskörper, Einperlung, Kapazitive Sonde, Bodendruckaufnehmer, Ultraschallsensor)
  - Messung von Temperaturen (Widerstandsthermometer, Thermoelement)

• Regelungstechnik
  - Elemente des Regelkreises
  - Regelstrecken
  - Regler
  - Signalverarbeitung und Stellgeräte

• Steuerungstechnik
  - Grundlagen der Steuerungstechnik
  - Kennenlernen von Steuerschaltungen mit logischen Grundfunktionen
  - Verknüpfungssteuerungen und Ablaufsteuerungen

• Prozessleitsystem

• Sicherheitsmaßnahmen
  - Anlagensicherung mit Mitteln der Prozessleittechnik
  - Explosionsschutz
  - Gefahren des elektrischen Stroms

Die Medien- und Skriptlisten zu den einzelnen Themenfeldern wurden finalisiert und Medien (Bilder, Animationen, Zeichnungen) erstellt. Die Ausarbeitung der Module mit Kapitelstrukturen erfolgte auf Basis einer zuvor entwickelten Matrix, bei der zunächst auf die allgemeinen Grundlagen, das Funktionsprinzip, die Eigenschaften und typischen Anwendungsbereiche eingegangen wird. Die Inhalte entsprechen den vorgeschriebenen Mindestanforderungen, die in den jeweiligen Lehr- bzw. Rahmenlehrplänen aufgeführt werden. Im Vordergrund stehen die Vermittlung von Grundlagenwissen sowie die Wiederholung des bereits erworbenen Wissens. Außerdem soll die Bearbeitung der Module dazu

beitragen, insbesondere bei heterogenen Gruppen einen Wissensausgleich beziehungsweise eine Anpassung zu erzielen. Die Vertiefung der jeweiligen Themengebiete wird in den begleitenden Unterrichtseinheiten durch spezielle Übungen sowie durch Umsetzung der theoretisch erworbenen Kenntnisse im Praktikum gewährleistet. Hierbei stehen insbesondere die Ziele des handlungsorientierten Ansatzes im Vordergrund.

Zwei Module im Bereich Regelungstechnik und Steuerungstechnik wurden aus didaktischen Gründen zusammengelegt, das Modul Bildzeichen nach Anwendertests mit einer größeren Detailtiefe neu aufgelegt.

Exemplarisch ist die Zuordnung der Kompetenzen für das Modul Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3 - 2: Klassifizierung der Lerninhalte

	Ausbildung			Industriemeister Chemie			Chemietechniker		
	1. Lernstufe	2. Lernstufe	3. Lernstufe	1. Lernstufe	2. Lernstufe	3. Lernstufe	1. Lernstufe	2. Lernstufe	3. Lernstufe
1. Messtechnik									
Messung von Druck und Differenzdruck	X	X		X	X	X	X	X	X
Messung von Durchfluss und Volumen	X	X		X	X	X	X	X	X
Messung von Füllständen	X	X		X	X	X	X	X	X
Messung von Temperaturen	X	X		X	X	X	X	X	X
2. Reglungstechnik									
Elemente eines Regelkreises	X			X			X		
Regelstrecken	X			X	X		X	X	X
Regler	X			X	X		X	X	X
Stellgeräte	X			X	X		X	X	
Geräte zur Signalverarbeitung	X	X		X	X		X	X	
3. Steuerungstechnik									
Steuerungsarten / Steuerungssysteme	X			X			X		
Speicherprogrammierte Steuerung									
Allgemeiner Bezug zur Prozessleittechnik									
Logische Grundfunktionen	X			X	X		X	X	
Verknüpfungssteuerungen	X			X	X		X	X	
Ablaufsteuerungen	X	X		X	X	X	X	X	X

Lernerfolgskontrollen für Übungen, Wissensabfragen, Nachhaltigkeitsmodule und Quiz-Sequenzen wurden derart gestaltet, dass sie die Inhalte in den entsprechenden Teilmodulen und Fragenpools in Form konservativer und spielerischer Darstellungsvarianten bereitstellen.

Zum spielerischen Üben mit Wettbewerbscharakter wurde im Rahmen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik eine Edutainment-Systematik entwickelt. Es zeigte sich bei ersten Tests mit Auszubildenden, dass es notwendig ist, noch mindestens eine weitere Variante zu erstellen, um das Lernen dauerhaft abwechslungsreich zu gestalten. Den Edutainments liegen Aufgabenpools aus den oben angeführten Teilmodulen zugrunde. Die Aufgaben sind vielseitig durch Nutzung unterschiedlichster Interaktionstypen:

- Multiple-Choice
- Richtig/Falsch
- Listenauswahl
- Lückentext
- Zuordnung
- Reihenfolge
- Bereichsauswahl

Für eine hohe Lernakzeptanz erweist es sich als sehr wichtig eine entsprechende Anzahl qualitativer Fragen mit detailliertem fachlichem Feedback bereitzustellen, damit auch aus falsch beantworteten Aufgaben wirklich etwas gelernt werden kann. Dazu ist es notwendig, das Feedback individuell von der (falschen) Antwort abhängig zu gestalten. Je nachdem, welche falsche Antwort gegeben wurde, erfolgt ein Feedback mit Erläuterungen. Somit wird sichergestellt, dass der Lernende ein sinnvolles Feedback erhält. Korrekturschleifen nach mehreren Testläufen der Aufgaben zu den 16 Modulen führten zu weiteren Anpassungen der Fragestellungen.

Durch eine gezielte Darstellung der für den Produktionsbereich relevanten Inhalte in Kombination mit betrieblichen Beispielen wird der individuelle Lernstand mit Hilfe von Kontrollaufgaben reflektiert und der Lernerfolg durch das Bestehen eines Tests eigenständig durch den Mitarbeiter überprüft und gesichert. Am Ende der Bearbeitung der Teilmodule werden jeweils 5 Aufgaben gestellt, von denen 3 richtig beantwortet sein müssen. Bei einer Wiederholung werden durch einen Zufallsgenerator neue Aufgaben in unterschiedlicher Reihenfolge dazugemischt.

Die Lernumgebung wurde bezüglich Voting – Fähigkeit (Teilnehmer Feedback) für den Offline-Betrieb (Einsatz in Präsenzseminaren) getestet, mit abschließenden Korrekturen und Feinschliff. Innerhalb der Aufgaben kommen Medien wie Grafik, Animation, Video und Sound zum Tragen. Die Lernerfolgskontrollen sind durch eine umfangreiche statistische Auswertung abgesichert.

Für das DAWINCI Quiz wurden zu den elektro-, mess-, steuerungs- und regelungstechnischen Themen Aufgabenstellungen nach dem Muster des „Millionärspiels“ eingearbeitet und gestaltet.

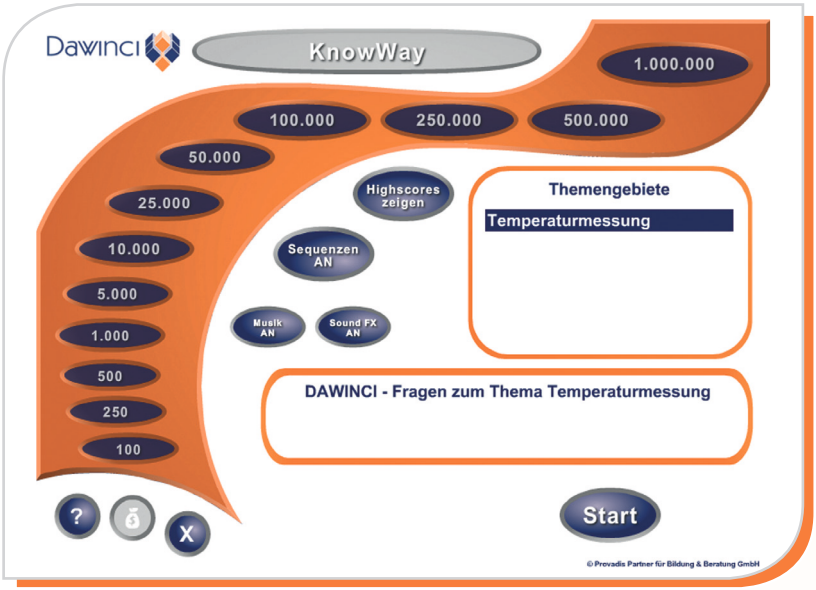


Abbildung 3 - 11: DAWINCI – Lernspiel

Da der Spielspaß in der Anwendung nach längerer Nutzung relativ schnell abgenommen hatte, wurden die Regeln geändert und Minispiele eingebunden. Es wurden insgesamt 4 Quiz-Module erstellt. Erste Tests der neuen vier Lernspielmodule zeigten eine deutlich verbesserte Langzeitmotivation der Lernenden. Exemplarisch ist die Umsetzung der Spielideen nachfolgend in einigen Abbildungen dargestellt:

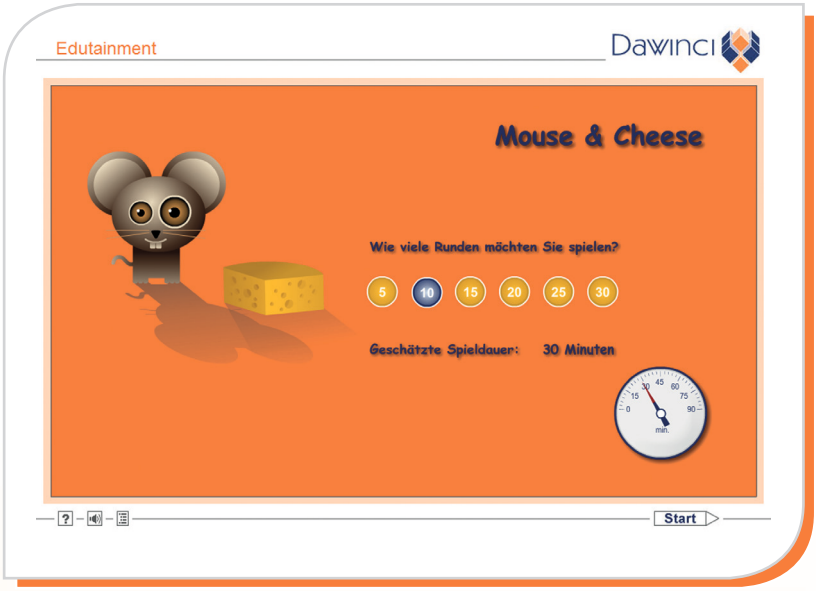


Abbildung 3 - 12: Spielidee – Mouse & Cheese

Abbildung 3 - 13: Mouse & Cheese – „Memory“ und „Finde den Weg“

Um eine gute Akzeptanz zu erzielen ist es wichtig, dass die Lernenden die Minispiele sofort verstehen. Daher bietet es sich an, bekannte Spielstrategien als Basis zu verwenden.

3.2 Nutzungsleitfaden

3.2.1 Berufliche Handlungskompetenz

„Eine Berufsqualifikation besteht aus einer Kombination von Teilkompetenzen (= Modulen), die zur Gesamtfunktion (= berufliche Handlungskompetenz) unerlässlich sind“[16] Demnach ist ein Modul eine inhaltlich und zeitlich abgeschlossene Lerneinheit, die sich aus mehreren Lehrveranstaltungen bzw. verschiedenen Lehr- und Lernformen (z.B. Lehrvortrag, Fallmethode, Übung etc.) zusammensetzen kann. Module umfassen neben der Präsenzzeit auch Anteile des Selbststudiums durch die Lernenden. Module sind kompetenzorientiert (outcome-Orientierung), d.h. am Ende des Lernprozesses steht nicht im Mittelpunkt, was vom Dozenten vermittelt wurde, sondern was ein Lernender weiß, versteht und in der Lage ist zu tun. Kompetenz wird in diesem Sinne als Handlungskompetenz verstanden und meint die Fähigkeit und Bereitschaft, Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten in Arbeits- oder Lernsituationen und für die berufliche und persönliche Entwicklung zu nutzen.

[16] Kloas, Peter-Werner; in: Fülbier, P.; Münchmeier, R. (Hrsg.): Handbuch Jugendsozialarbeit, Votum Verlag, Münster 2001, S. 956 ff

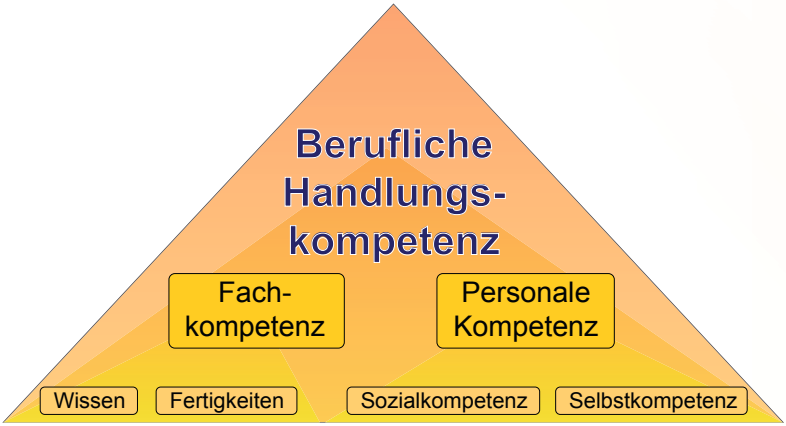


Abbildung 3 - 14: Komponenten beruflicher Handlungskompetenz

Die Ausarbeitungen des Projektes DAWINCI erfolgten in Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR), in dem Kompetenz in den Dimensionen Fachkompetenz (Wissen und Fertigkeiten) und personale Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz) dargestellt (sog. Viersäulenstruktur) wird. Der DQR beschreibt auf acht Niveaustufen die fachlichen Kompetenzen (Wissen / Fertigkeiten) und personalen Kompetenzen (Selbst- und Sozialkompetenz). Für die Einordnung der Qualifikationen, die in der beruflichen Bildung und der Hochschulbildung im Kontext der chemischen Industrie erworben werden, sind die Niveaustufen 3 bis 6 zentral. In der folgenden Tabelle werden die allgemeinen Anforderungen bezüglich der Niveaustufen 3 bis 6 für den Bereich Fachkompetenz beschrieben. Die Tabelle gibt einen Überblick darüber, anhand welcher Kriterien der Befähigungsgrad in Abhängigkeit von der Stufe konkret festgemacht werden kann.

Tabelle 3 - 3: Niveaubeschreibungen der Fachkompetenz (gemäß DQR)

Kompetenzniveau	
3	4
Über erweitertes Fachwissen und ein Spektrum an Fertigkeiten verfügen, so dass man im Beruf fachliche Aufgabenstellungen in einem noch überschaubaren Tätigkeitsfeld nach weitestgehend vorgegebenen Maßstäben selbständig planen und durchführen sowie Arbeitsergebnisse beurteilen kann.	Über vertieftes Fachwissen und ein breites Spektrum an Fertigkeiten verfügen, so dass man im Beruf fachliche Aufgabenstellungen in einem umfassenden sich verändernden Tätigkeitsfeld selbständig planen, bearbeiten, ggf. Probleme lösen und Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Alternativen und Wechselwirkungen beurteilen kann.
5	6
Über vertieftes, verinnerlichtes, integriertes Fachwissen und ein sehr breites Spektrum spezialisierter Fertigkeiten verfügen, so dass man im Beruf Arbeitsprozesse in einem komplexen, spezialisierten, sich verändernden Tätigkeitsfeld übergreifend planen und Arbeitsergebnisse unter umfassender Beachtung von Alternativen und Wechselwirkungen beurteilen kann.	Über breites, stark verinnerlichtes, integriertes Fachwissen und ein sehr breites Spektrum an Methoden zur Bearbeitung von komplexen Problemen verfügen, so dass man im Beruf eigenverantwortlich komplexe und sich häufig verändernde Arbeitsprozesse steuern und neue Lösungen erarbeiten kann.

Tendenziell benötigen Facharbeiter (z.B. Chemikant) zur Bewältigung beruflicher Anforderungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Tätigkeitsfeld Kompetenzen mit einem Niveau von 3 (zweijährige Ausbildungsberufe) oder 4 (3 bis 3½-jährige Ausbildungsberufe). Mittels einer beruflichen Weiterbildung (z.B. Industriemeister-Chemie) können Anforderungen in den Niveaus zwischen 5 und 6 bewältigt werden. Hochschulabsolventen (z.B. Bachelor Chemieingenieurwesen) benötigen für eine erfolgreiche Arbeit überwiegend ein Kompetenzniveau von 6.

Die Kompetenzen, die durch die im Rahmen des Projektes bereitgestellten Module bzw. Teilmodule erworben werden, betreffen vorwiegend fachliche Kompetenzen, die für eine erfolgreiche Bewältigung verschiedener beruflicher Anforderungen aus diesem Bereich entscheidend sind. Die zu erreichenden Niveaustufen wurden auf Basis der Niveaubeschreibungen des Deutschen Qualifikationsrahmens zu den benötigten Wissens- und (kognitiven) Fertigkeitsstrukturen bestimmt.

3.2.2 Vermittlung der Lerninhalte

Das Projekt DAWINCI verfolgt in Bezug auf die Aufbereitung von Lerninhalten ein Konzept, das darauf abzielt, möglichst flexibel in unterschiedlichen Szenarien einsetzbar zu sein. Dies gelingt durch eine vielfältige Aufbereitung und Unterteilung der Lerninhalte in beispielsweise Manuskript, Praktikum, Präsentation, Quiz, WBT usw. So ist es möglich, die DAWINCI-Module im Lernprozess variabel einzusetzen. Es wird den Dozenten empfohlen, für die unterschiedlichen Phasen im Lernprozess das Konzept des „Blended Learning“ einzusetzen. Dieses Konzept beinhaltet eine Kombination verschiedener Lehr- und Lernformen, die nach sorgfältiger didaktischer Prüfung geeignet erscheinen, die gewünschten Lernergebnisse zu erreichen. In der Regel werden die im Lehrvortrag behandelten Themen auszugsweise anhand von praxisnahen Aufgaben, Praxisbeispielen oder Planspielen vertieft. Die Ergebnisse werden in Arbeitsgruppen unter Einsatz von Gruppenarbeitstechniken erarbeitet. Daneben wird anhand von Präsentationen erlernt, Ergebnisse so darzustellen, dass das Erlernte wiederum als Ausgangspunkt für weiteren Lernfortschritt dienen kann. Durch diese Form der Lehrveranstaltung wird den Lernenden die Möglichkeit gegeben, neben der Fachkompetenz auch ihre Methoden- und Sozialkompetenz weiterzuentwickeln.

Je nach didaktischer Funktion stehen dabei unterschiedliche Lernaktivitäten, Methoden oder Medien zur Verfügung:

Tabelle 3 - 4: Didaktische Funktion von Lernaktivitäten, Methoden oder Medien in Abhängigkeit von der Lernphase

Vorbereitungsphase	
Didaktische Funktion	Beispiel für Lernaktivitäten, Methoden, Medien
Lernbereitschaft wecken	Neuartiges, Überraschendes, Provozierendes, Fallbeispiel präsentieren
Über den bevorstehenden Lern-prozess informieren	Inhalts- und Kapitelübersicht präsentieren, Einleitung geben
Inhalte und Ziele vereinbaren oder Auswahl ermöglichen	Inhaltsübersicht präsentieren; Hinweis auf verschiedene Lernwege
Vorwissen aktivieren	Eingangstest durchführen; einführende Beispiele präsentieren
Ausgangssituation darstellen	Problembeispiel präsentieren; Arbeitsauftrag formulieren; modellhaftes Vorgehen
Handhabung des Lernprogramms erklären	Hilfefunktion vorstellen; Einführung geben
Ideen sammeln für weiteres Vorgehen	Brainstorming durchführen; Meta-Plan-Technik nutzen

Aneignungsphase	
Didaktische Funktion	Beispiel für Lernaktivitäten, Methoden, Medien
Aufnahme neuer Informationen ermöglichen	Gliederung des Materials (Instruktionsparadigma); Bereitstellen einer reichhaltigen Informationsbasis (Problemlöseparadigma)
Neue Inhalte mit vorhandenem Wissen verbinden	Rückblick geben, Wiederholung der Lerninhalte
Aktive Auseinandersetzung mit dem Gelernten	Aufgaben und Arbeitsaufträge stellen
Vernetzung der Inhalte	Hinweis auf Querverbindungen, Rückblick geben
Hilfestellung anbieten	Musterlösungen, Leitfragen, Checklisten zur Verfügung stellen
Erkundendes Verhalten und Ausprobieren von Hypothesen ermöglichen	Simulationsumgebung, 3D-Welt zur Verfügung stellen
Nutzung kognitiver Werkzeuge ermöglichen	Datenbanken, erweiterbarer Hypertext (Wiki), Kommunikationsprogramme zur Verfügung stellen

Nachbereitungsphase	
Didaktische Funktion	Beispiel für Lernaktivitäten, Methoden, Medien
Sammeln von Lernergebnissen	Newsgroup; Shared Workspace; Poster verwenden
Kontrolle und Beurteilung des Lernerfolgs	Online-Tests durchführen; Gruppen-Aufgaben, individuelle Aufgaben stellen

Der Erwerb von Basiswissen ist ebenso möglich wie die Festigung und Vertiefung bereits erlernter Inhalte. Neben den im Folgenden aufgeführten Beispielen zur strukturierten Anwendung der DAWINCI-Module, die einen eher ganzheitlichen Einsatz der Inhalte des Projektes beschreiben, gibt es weitere punktuelle Anwendungsmöglichkeiten, in denen der Lernprozess durch die detaillierte Darstellung komplizierter Sachverhalte hilfreich unterstützt werden kann. Das selbstständige Erarbeiten neuer Themengebiete zum einen und das selbstständige Nacharbeiten bereits behandelter Themen zum anderen seien hier ausdrücklich erwähnt.

3.2.2.1 Bearbeitung des Lerninhalts ausgehend vom WBT (Selbstlernen des Lernenden)

Die Lernenden erarbeiten sich die vom Lehrenden vorgegebenen Inhalte ausgehend vom WBT in Einzelarbeit. Dem Lehrenden fällt dabei die Aufgabe zu, mit Hilfe des Skripts zu unterstützen und gegebenenfalls ergänzende Hinweise zum weiteren Verständnis und zur Vertiefung des Themas zu geben.
Er legt das Thema für spätere Lernkontrollen fest, die z. B. auf der Begutachtung und anschließenden Auswertung einer Präsentation, Kolloquien oder schriftlichen Testaten basieren können. Nach der Ausarbeitung der Präsentationen (Gruppenarbeiten) und deren Vortrag wird das Erlernte durch Fachgespräche mit dem Lehrenden gefestigt und vertieft.

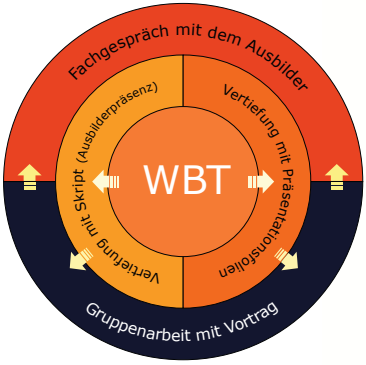
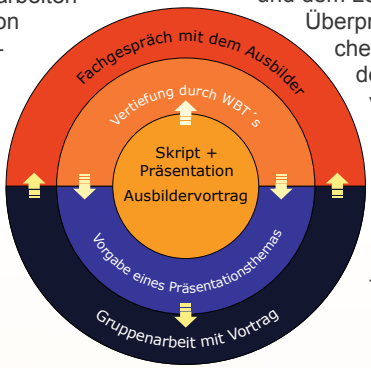


Abbildung 3 - 15: Modell Selbstlernen

3.2.2.2 Bearbeitung des Lerninhalts ausgehend vom Skript und den Präsentationsfolien (Präsenzvortrag des Lehrenden)

Der Lehrende trägt ausgewählte Inhalte des Moduls mit Hilfe des Skripts und der Präsentationsfolien vor. Die Vielzahl der Inhalte bietet dem Lehrenden mehrere Möglichkeiten Themen für Gruppenarbeiten festzulegen, für die von Kleingruppen Präsentationen zu erstellen sind (z. B. Anforderungsprofile, Qualifikationsbedarfsermittlung). Zur Vertiefung arbeiten die Lernenden das Thema gemäß der Vorgabe durch den Lehrenden mit Hilfe der WBTs auf.



Nach der Ausarbeitung der Präsentationen (Gruppenarbeiten) wird das Erlernte durch Vortrag der Präsentationen der gesamten Gruppe im Sinne des Bereitstellens des Wissens und dem Lehrenden zur Überprüfung der inhaltlichen Ausarbeitung und des Verständnisses vorgestellt. Um den Lernfortschritt jedes einzelnen Lernenden festzustellen, empfehlen sich weitere Fachgespräche oder schriftliche Testate.

Abbildung 3 - 16: Modell Präsenzvortrag

3.2.2.3 Bearbeitung des Lerninhalts mit Umsetzung in praktische Erfahrungen (Kombination von Selbstlernen und beruflicher Praxis)

Vorbereitend für ein Praktikum erarbeiten die Lernenden die vom Lehrenden vorgegebenen Lerninhalte ausgehend vom WBT in Einzelarbeit. Gleichzeitig begleitet das elektronische Lernmedium den Lernenden bei der praktischen Durchführung im Rahmen eines Praktikums. Vorhandenes Wissen wird vertieft und gefestigt. Dem Lehrenden fällt dabei die Aufgabe zu mit Hilfe des Praktikumsskripts den Lernprozess zu unterstützen, gegebenenfalls ergänzende Hinweise zum weiteren Verständnis und zur Vertiefung des Themas zu geben und damit den gesamten Lernprozess zu begleiten (blended learning). Er legt die Themen für die späteren Lernkontrollen mit Hilfe des WBTs und des Praktikumsskripts fest, die z.B. in

Form eines Fachgesprächs mit dem Ausbilder, einem schriftlichen Leistungsnachweis (Online-Test, Praktikumsprotokolle) und / oder Gruppenarbeit mit Vortrag erfolgen können. Um den Lernfortschritt jedes einzelnen Lernenden festzustellen und gegebenenfalls ergänzende oder fördernde Maßnahmen festlegen zu können, empfehlen sich weitere Fachgespräche, abschließende Kolloquien oder schriftliche Testate. Durch die modulare Gestaltung von WBT und Praktikum und deren Verzahnungsmöglichkeiten bieten sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten in der Aus-, Fort- und Weiterbildung der einzelnen Berufs- und Fortbildungsbilder in der chemischen Industrie. Alle Prozessschritte einer vollständigen Handlung und damit Darstellung der beruflichen Wirklichkeit gelingt auf Basis der Lernszenarien zielgruppenspezifisch.

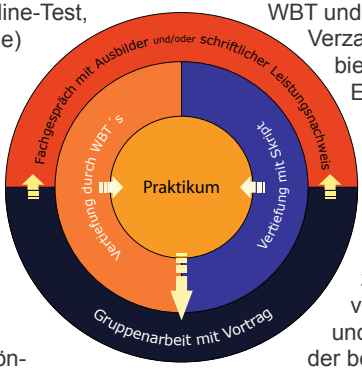


Abbildung 3 - 17: Modell Praktikum

3.2.2.4 Bearbeitung des Lerninhalts mit Hilfe aller Medien

Die Lernenden erarbeiten sich die Thematik mit Hilfe aller aus dem E-Learning zur Verfügung stehenden Medien in kleinen Gruppen. Dabei wechseln sich Phasen des Selbst- und gemeinsamen Erkundens in der Annäherung an die Thematik ab.

Die Vertiefung des Erlernten wird durch Fachgespräche zwischen dem Lehren den und den Lernenden erreicht. Im Fachgespräch legt der Lehrende die Themen fest, die wiederum Basis für die Arbeit in Kleingruppen ist. Als Aufgabenstellung sind Präsentationen zu ausgewählten Teilthemen zu erstellen. Der Ausbilder überprüft das Erlernte durch Abnahme der Präsentationen und sich anschließende Fachgespräche und Klausuren.

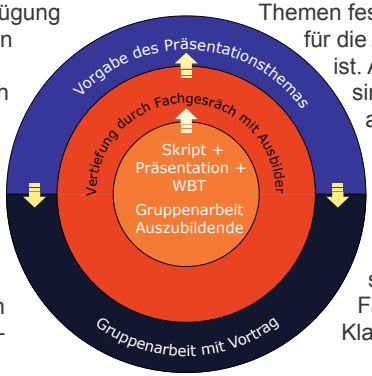


Abbildung 3 - 18: Modell Gruppenarbeit

Das vorliegende Umsetzungsmodell betont die personale und insbesondere soziale Kompetenzentwicklung, da nur in einer guten Interaktion innerhalb der Gruppen die Aufgabenstellung gelöst und damit das Lernziel umfassend erreicht werden kann.

3.2.3 Modulprüfung

3.2.3.1 Kompetenzorientiertes Lehren und Prüfen

Module und Prüfungen orientieren sich an Kompetenzen bzw. Lernergebnissen. Module können dabei in Teilmodule unterteilt werden. An das Modul ist eine Prüfung mit Zertifikat geknüpft, was nicht ausschließt, dass es auch Teilprüfungen bzw. Leistungsnachweise gibt.

Grundsätzlich können Leistungsnachweise summativ am Ende des Moduls erfolgen oder die einzelnen Teile der Prüfung können schon während des Moduls formativ im Sinne von “gestaffelten Leistungsüberprüfungen” abgelegt werden.

Die formative Beurteilung hat die Intention, Hinweise für das weitere Lernen der Teilnehmer zu geben. Andererseits erhalten die Dozenten wichtige Informationen bezüglich der Gestaltung des weiteren Verlaufs der Lehrveranstaltung. Lehr- und Lernprozesse werden so durch differenzierte Kontrollen, Rückmeldungen und Hilfen begleitet und unterstützt. Formative Beurteilungen sind dann sinnvoll, wenn sie relativ häufig eingesetzt werden, weswegen sie kurz und einfach handhabbar sein sollten.
Durch eine summative Beurteilung wird das Lernergebnis abschließend ermittelt. Es soll festgestellt werden, in welchem Umfang die Lernenden die erforderlichen Kompetenzen beherrschen. Ein positives Ergebnis dieser Beurteilung hat dann bestimmte Berechtigungen zur Folge, z.B. den erfolgreichen Abschluss eines Moduls.

Die Aufteilung einer Modulprüfung in Teilprüfungen wird empfohlen, wenn unterschiedliche Lernergebnisse mit verschiedenen Lehr- und Lernformen angestrebt werden und dafür unterschiedliche Prüfungsformen erforderlich sind oder aber die Teilung einer Modulprüfung der Reduktion der Prüfungsbelastung am Ende des Ausbildungs- bzw. Weiterbildungsabschnittes dient. Dafür sollte ein zeitlich ausreichender Abstand zwischen den Prüfungsteilen bestehen. Es gilt aber, dass innerhalb von Modulen das Bestehen einer Teilprüfung keine Voraussetzung für die Belegung oder Zulassung zu einer anderen Teilprüfung sein darf.

Die Gesamtmodulnote ergibt sich anteilsgemäß aus den Noten der Teilprüfungen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Möglichkeit der Modulüberprüfung in Form gestaffelter Leistungsnachweise:

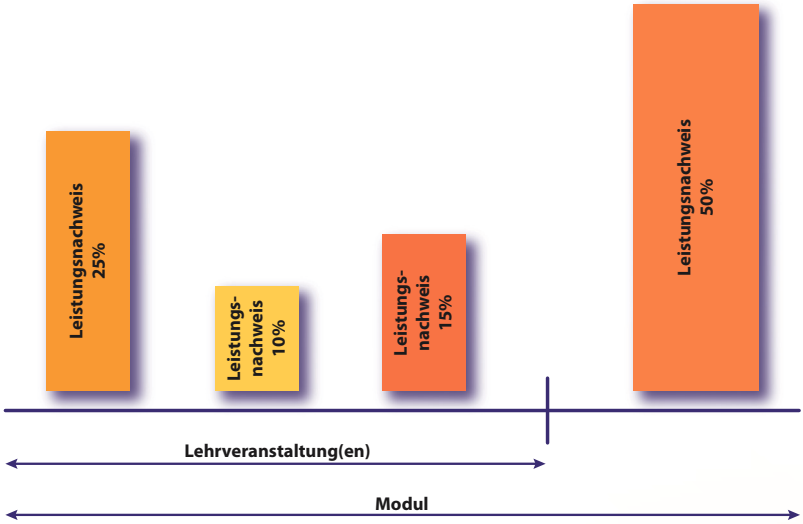


Abbildung 3 - 19: Prüfung mittels gestaffelter Leistungsnachweise

Die Modulprüfungen können benotet oder nicht benotet sein. Eine unbenotete Modulprüfung wird im Hinblick auf eine spätere Anrechenbarkeit auch als Kompetenznachweis bezeichnet und mit „bestanden“ oder „nicht bestanden“ bewertet. Unbenotete Leistungsnachweise können allerdings nicht in eine Gesamtmodulnote einbezogen werden.

Werden Modulprüfungen bewertet, so wird folgendes Schema verwendet:	
Note 1 “sehr gut”	Eine hervorragende Leistung.
Note 2 “gut”	Eine Leistung, die erheblich über den Durchschnittsanforderungen liegt.
Note 3 “befriedigend”	Eine Leistung, die durchschnittlichen Anforderungen entspricht.
Note 4 “ausreichend”	Eine Leistung, die trotz ihrer Mängel noch den Anforderungen entspricht.
Note 5 “nicht ausreichend”	Eine Leistung, die wegen erheblicher Mängel den Anforderungen nicht mehr genügt.

Zur differenzierten Bewertung können die Noten um 0,3 auf Zwischenwerte erhöht oder verringert werden. Die Noten 0,7 und 5,3 sind dabei ausgeschlossen. Bei Noten, die 4,1 oder schlechter sind, lautet die Note „nicht ausreichend“.

3.2.3.2 Auswahl passgenauer Prüfungsformen

Modulprüfungen können in unterschiedlichen Formen durchgeführt werden, beispielsweise Klausuren, mündliche Abfragen, Hausarbeiten, Referate, Protokolle, elektronische Tests oder Fachgespräche.

Tabelle 3 - 5: Methoden zur Kompetenzermittlung

Prüfungsform	**Fachkompetenz**		**Personale Kompetenz**		bevorzugt anwendbar auf Niveaustufe
	Wissen	Fertigkeiten	Sozial-kompetenz	Selbst-kompetenz	
Abschlussarbeit	+	++		+	6
Portfolio	+	++		+	6
Interview	++	++		+	5 - 6
Fachgespräch	++	++			4 - 6
Projekt	+	++	x [1]		4 - 6
Referate / Mündliche Präsentationen	+	++	x [1]	+	4 - 6
Posterpräsentationen	++	+	x [1]	+	4 - 6
Fallstudie	+	++	x [1]		4 - 6
Schriftliche Ausarbeitungen	++	++	x [1]	+	3 - 6
Mündliche Prüfung	++	+			3 - 6
Schriftliche Prüfung	++	+			3 - 6

++ *sehr gut geeignet*
\+ *gut geeignet*
1 falls als Partner- oder Gruppenarbeit durchgeführt

Die Prüfungsformen sollten je nach den Kompetenzen, die bei der Prüfung im Mittelpunkt stehen, unterschiedlich gewählt werden. So kann z.B. die Fähigkeit, eigenständig kleinere Projekte durchzuführen, anhand eines Projektberichts oder einer Posterpräsentation geprüft werden. Mithilfe einer Podiumsdiskussion kann hingegen der flexible Umgang mit Konzepten und Theorien sowie die Sprachkompetenz von Teilnehmern bewertet werden. In angewandten Fächern eignen sich auch Simulationen von berufsnahen Situationen, in denen Prüflinge ihre Handlungskompetenz unter Beweis stellen können. In jedem Fall ist es sinnvoll, die Prüfungsaufgabe so zu wählen, dass die Prüflinge ihre spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten optimal anwenden können. Die vorstehende Tabelle gibt einen Überblick auf geeignete Prüfungsformen und deren tendenzielle Stärken. Diese Zuordnung kann allerdings in der konkreten Realisierung deutlich variieren.

3.3 Einsatz und Nutzung von Medien und Plattform

3.3.1 Technische Spezifikationen

Die im DAWINCI Projekt erstellten Lernmodule setzen auf Standardformate auf. Im Bereich der Skripte wurde mit dem PDF Format gearbeitet, für die Präsentationen wurden Powerpoint und für die WBTs das browserkompatible Flash-Format Shockwave von Adobe beziehungsweise eine lokal ausführbare EXE-Datei („Projektor“) verwendet. Um möglichst wenige Einschränkungen für die Nutzer und deren heterogene Hard- und Softwarevoraussetzungen zu bekommen, wurde auf den SCORM Standard verzichtet.

Die realisierten Fassungen der Lerninhalte beziehungsweise Skripte und Präsentationen laufen so online in allen Standardbrowsern und offline mit den entsprechenden Anzeigeprogrammen oder als ausführbare Programme. Alle Inhalte wurden außerdem auf die projekteigene Plattform der Universität Paderborn portiert, um interessierten Nutzern auch ohne eigene Lerninfrastruktur eine adäquate Nutzung zu ermöglichen. Mit Hilfe eines web-basierten Modeleditors können die Teile eines Lernmoduls zu Installationspaketen zusammengefasst werden. Diese werden anschließend auf die unterschiedlichen Instanzen der DAWINCI-Lernplattform verteilt oder sind als Offline-Version exportierbar.

Neben der angestrebten Anwendung der Inhalte im direkten betrieblichen Umfeld soll außerdem eine Nutzung von zu Hause aus möglich sein. Auszubildende und Teilnehmer von Weiterbildungen können entweder über die Projektplattform oder über die durch ihren Betrieb zur Verfügung gestellte Infrastruktur an jedem Ort auf die Lernressourcen zurückgreifen. Damit werden ein bruchloses Lernen

und die Realisierung einer großen Bandbreite an Lernszenarien ermöglicht. Die Vorbereitung von Unterrichtseinheiten zur Nivellierung des Niveaus kann damit problemlos in den privaten Bereich gelegt werden. Das vermeidet zu großen Aufwand in der Binnendifferenzierung und unterstützt die Lehrenden. Ebenso können Nachbereitungen und Prüfungsvorbereitungen entsprechend dem individuellen Lernfortschritt und benötigten Tempo der Lernenden als Aufgabe vergeben werden (siehe dazu auch die Ausführungen unter Leitfaden).

Um die angegebene Vielfalt von Lernszenarien zu ermöglichen sind die Lerninhalte in ihrem Dateigewicht optimiert worden. Die Verwendung von Shockwave-Dateien als Ausgabeformat macht es möglich, dass selbst umfangreiche Lernmedien über normale Datenbandbreiten privater Anwender nutzbar gemacht werden können. Als Beispiel für die Netztauglichkeit mag das WBT Grundrechenarten aus dem Mathematikmodul dienen. Dieser Lerninhalt bietet auf 29 Seiten Grafiken, Texte, Overlays zur Vertiefung, zahlreiche Animationen, interaktive Rechenaufgaben, Rechnen auf Zeit – Tests jeweils in verschiedenen Schwierigkeitsgraden und vier PacMath Applikationen zur spielerischen Lernerfolgskontrolle. Der vollständige Inhalt belegt aber trotzdem lediglich 1,6 Megabyte an Speicher und kann somit schnell und unkompliziert selbst auf mobile Endgeräte (bei entsprechenden Softwarevoraussetzungen) geladen werden.

Die Realisierung in Adobe Flash hat den weiteren Vorteil, dass nahezu alle Assets gezeichnet sind und in vektorisierter Form vorliegen. Damit sind die Lerninhalte skalierbar und können sich jeder Bildschirm- beziehungsweise Browsergröße anpassen.

Das geringe Dateigewicht und die Vektorform der Inhalte vereinfachen die Handhabung der Inhalte enorm, weil sie mit wenigen technischen Ressourcen und vor allem einem großen Teil der heterogenen Hard- und Softwarelandschaft von Unternehmen und Nutzern zurechtkommen. Einige Lerninhalte, z.B. Präsentation, bieten zusätzlich eine Audiospur, um den besonderen, multimedialen Charakter von Präsentationen und die Wichtigkeit des stimmlichen Ausdrucks zu unterstreichen.

3.3.2 Didaktische Aspekte

Das Hauptanliegen der Lerninhalte im Projekt DAWINCI ist ihre Verständlichkeit und vielseitige Einsetzbarkeit.
Um den unterschiedlichen Inhalten gerecht zu werden, wurden von vielen Inhalten Skripte, Präsentationen und Web Based Trainings erstellt. Damit ist einerseits sichergestellt, dass alles Wichtige zu einem Thema mindestens textuell beziehungsweise als Präsentation verfügbar ist (Skript, Powerpoint), andererseits alle geeigneten Inhaltsteile durch eine multimediale Aufbereitung ein höchst mögliches Maß an Verständlichkeit erreichen (WBT). Durch die Verwen-

dung verschiedener Formate konnte die jeweils passende mediale Form gewählt werden. Prozessorientierte und komplexe Inhalte konnten oft durch eine geschickte Visualisierung bzw. Animation leicht verständlich gestaltet werden, während rechtliche Grundlagen beispielsweise in der Personalwirtschaft bewusst bei einer rein textuellen Ausarbeitung blieben. Die im Leitfaden beschriebenen vielfältigen Kombinationen der unterschiedlichen Formate tragen so einerseits zu einer breiten Abdeckung des Themas und andererseits zu einem nachhaltigen Lernerfolg bei.

Zur näheren Erläuterung der didaktischen Anforderungen stehen im Weiteren die WBTs im Vordergrund. Die oben genannte Verständlichkeit und vielseitige Einsetzbarkeit sind zwingende Voraussetzungen für die Durchlässigkeit bzw. Anschlussfähigkeit der Lerneinheiten.

Denn die Zielrichtung des Projektes ist es, Gelerntes auf verschiedenen Stufen der Bildungsbiografie in eine formale oder informelle Qualifizierung einbringen zu können. Das heißt, dass die Lerninhalte sehr unterschiedlichen Zielgruppen angeboten werden. Junge Menschen, vor oder in der Ausbildung mit wenig Berufserfahrung, müssen damit ebenso zurechtkommen, wie ältere, erfahrene Arbeitnehmer im Rahmen einer Aufstiegsfortbildung. Die in den Medien realisierte Tonalität muss daher auf alle im Fokus stehenden Zielgruppen passen, denn anders als im Elch Projekt (siehe z.B. im Portal www.qualifizierungdigital.de des BMBF oder der Projekthomepage http://www.elearning-chemie.de) wird nicht mehr in der Hauptsache auf Auszubildende abgezielt.

Die durch die exemplarischen Lerninhalte vermittelten Kompetenzen sollen im Rahmen des Projektes eine Anrechenbarkeit erreichen. Dazu müssen die durch die Module erworbenen Kompetenzen einen echten Beitrag zur beruflichen Qualifizierung leisten, das heißt die Transferleistung der Nutzer, also die Brücke vom Gelernten in ihren Arbeitsalltag, muss tragfähig sein. Um diese Transferleistung so gut es geht zu unterstützen wurden einerseits gezielt Gewohnheiten der Nutzer berücksichtigt, andererseits mögliche Hürden abgebaut. So konnte bei der Gestaltung der Navigation auf die bewährte, einfache Videorekorder Steuerung zurückgegriffen werden, da sie unmittelbar einleuchtend ist und somit keine Ressourcen der Lernenden verschwendet.

Andererseits musste in der Gewichtung von Text zu Animation eine Verschiebung vorgenommen werden. Die Erwartungshaltung eines großen Teils der Nutzer hat sich durch verstärkte Filmangebote auch im Internetumfeld verändert. Der Nutzer bevorzug mehr interaktive und animierte Inhalte, wie sie es auf beinahe allen TV-Kanälen täglich angeboten bekommt. Die Sehgewohnheiten, nicht nur der jüngeren Generation, haben sich auf die schnelleren Schnitte im Fernsehen und die durch neue Technologien (Ajax, HTML5, mobile Apps) schnellere Informationsabfolge im Web und auf mobilen Endgeräten eingestellt.

Animationen bieten dabei eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem Medium Film. So lassen sie sich meist mit geringsten technischen Voraussetzungen leicht und universell einsetzen. Bei geringem Kostenaufwand gelingt eine fokussierte und interaktive Aufbereitung von Abläufen, die real nicht sichtbar sind. Wenn es also nicht auf eine realitätsgenaue Darstellung ankommt, wie z.B. bei der Vorstellung sozialen Verhaltens etwa in einer Verkäuferschulung, bietet eine Animation viele Vorteile gegenüber Lehrfilmen.

Um dennoch eine attraktive Lernanwendung zu bieten, muss ein höherer Visualisierungs- und Animationsgrad realisiert werden. Die Animationen sind dabei für den Lernerfolg keinesfalls schlechter. Im Gegensatz zu filmischen Darstellungen gelingt hier sogar eine deutlich bessere Fokussierung, da nur die jeweils wichtigen Dinge gezeigt werden können und sowohl Perspektiven als auch zeitliche Abläufe an das zum Verstehen notwendige Maß angepasst werden können. So ist bei der interaktiven Erkundung eines Gaskraftwerks im Modul Energie z.B. immer der gerade fokussierte Bereich animiert. Die Aufmerksamkeit des Lernenden kann gezielt auf einen Bereich gelenkt werden. Ablenkungen durch zwangsweise mit im Bild befindliche Elemente werden minimiert. Nach und nach bestimmt der Lernende in seinem Tempo, was er gerade sehen will, um das Zusammenspiel aller Teile zu verstehen.

Fast alle im Rahmen des Projektes erstellten Inhalte zielen auf einen hohen Anteil von Handlungskompetenz. Um dieses Ziel zu erreichen muss ein hoher Grad an Interaktion eingesetzt werden. Die Forderung des Lernmediums nach Interaktion stößt nicht nur die Aufmerksamkeit der Lernenden immer wieder neu an, sie verankert auch das Gelernte wirksamer und nachhaltiger als das nur Gesehene im Kopf. Wenn z.B. die mathematischen Verfahren nicht nur verstanden, sondern angewendet werden sollen, dann müssen sie auch eins zu eins geübt werden können. Das gleiche gilt für die Inhalte der Module Softskills, BWL (z.B. Unternehmensbewertung) oder die Anwendung von Personalplanungsstrategien und für alle Inhalte, die eine Handlungskompetenz erreichen wollen.

Letztlich bewirkt das Zusammenspiel der verschiedenen Formate und der Einsatz eines hohen Anteils von Animation und Interaktion in einer Tonalität, die zwar locker, aber nicht zu banal ist, nicht nur die Verständlichkeit und den nachhaltigen Lernerfolg der Module, sondern auch ihre Attraktivität, durch die sie in der Weiterbildung auch über das Projekt hinaus genutzt werden.

4. Durchlässigkeitsorientierte Bildung

Standen in Bezug auf E-Learning der ersten Generation noch allein die Inhalte im Vordergrund, so gilt es nun, die bestehenden Infrastrukturen dahingehend auszubauen und zu erweitern, dass sie in der Lage sind, Inhalte mit Kompetenzen zu verknüpfen, diese in unterschiedlichen sozialen Nutzungsformen, wie selbstgesteuertem Lernen, kooperativem Lernen, begleitetem Lernen, Coaching oder Mentoring, zu unterstützen und den Abgleich zwischen Kompetenzanforderungen, Kompetenzangeboten und Kompetenzvermittlungen plattformübergreifend zu ermöglichen (Portfoliomanagement). In diesem Sinne dient das Vorhaben DAWINCI vorrangig dem förderpolitischen Ziel, „die Potenziale der digitalen Medien zur Unterstützung struktureller Reformen in der beruflichen Bildung nutzbar zu machen". „Strukturell" verweist hier nicht auf eine unmittelbare organisatorische Änderung in Bezug auf Zuständigkeiten und Aufgaben in der beruflichen Bildung, sondern darauf, dass durch die Verbesserung der Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung auch eine verbesserte Verzahnung von Aus- und Weiterbildung sowie von Arbeit und Lernen und eine Verbesserung der Lernortkooperation ermöglicht wird. Damit wird auch ein langfristiger strukturell-organisatorischer Wandel angestrebt und grundgelegt.

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebensbegleitenden Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen.[17] Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.

Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses[18] entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.[19]
Unter Kompetenzen werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.

[17] Vgl. die Systematik in Schiersmann, C.: Profile lebenslangen Lernens: Weiterbildungserfahrungen und Lernbereitschaft der Erwerbsbevölkerung. Bertelsmann: Bielefeld, Abschnitt „Lernerfahrungen in unterschiedlich institutionalisierten Lernkontexten", S. 25 ff.

[18] Europäische Union 2002, Kopenhagener Erklärung Europäische Union, Kommuniqué von Maastricht 2004, zu den künftigen Prioritäten der verstärkten Europäischen Zusammenarbeit in der Berufsbildung

[19] Amtsblatt der Europäischen Union 2009, EMPFEHLUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Einrichtung eines Europäischen Leistungspunktesystems für die Berufsbildung (ECVET)
Amtsblatt der Europäischen Union 2008, EMPFEHLUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen

Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung“ und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Kompetenzmodelle sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen.

4.1 Kompetenzmodell

Das DAWINCI-Kompetenzmodell wurde als Grundlage zur Förderung und Unterstützung durchlässiger Bildungsprozesse sowie Strukturen von chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgängen entwickelt. So zum Beispiel wird es im Rahmen des Kompetenzmanagementsystems zur Bilanzierung und Dokumentation erworbener Kompetenzen im Lernumfeld der chemischen Industrie genutzt und kann als Grundlage zur Aufdeckung von redundant zu erwerbenden Kompetenzen bzw. als Grundlage von möglichen Anerkennungsprozessen bei entsprechenden Aus- und Weiterbildungsgängen dienen.

Das Kompetenzmodell wurde auf Basis von Analysen der betrieblichen und schulischen Curricula primär an den Berufsbildern Chemikant und Chemielaborant, den Weiterbildungsgängen Industriemeister Chemie und Techniker – Fachrichtung Chemietechnik sowie Modulhandbüchern von chemieaffinen Bachelorstudiengängen (wie dem Bachelor of Engineering mit dem Schwerpunkt Chemieingenieurwesen) erstellt. Die in den Ausbildungsordnungen und Rahmenlehrplänen enthaltenen Wahlpflichtfächer wurden bei den Analysen nicht explizit miteinbezogen, da der Fokus der Analysen primär auf der Erfassung zentraler beruflicher Kompetenzen lag.

Das für die Entwicklung des DAWINCI-Kompetenzmodells zugrunde liegende Kompetenzverständnis orientiert sich primär an dem Kompetenzverständnis

des deutschen Qualifikationsrahmens (DQR).[20] Kompetenz wird dort als die Fähigkeit und Bereitschaft bezeichnet, Kenntnisse, Fertigkeiten sowie persönliche, soziale und methodische Fähigkeiten in Arbeits- oder Lernsituationen für die berufliche und persönliche Entwicklung zu nutzen. Kompetenz wird in diesem Sinne also als Handlungskompetenz verstanden. Im DQR setzt sich der Kompetenzbegriff aus unterschiedlichen Kompetenzfacetten zusammen. Dies sind zum einen der Aspekt der „Fachkompetenz" – unterteilt in „Wissen" und „Fertigkeiten" und zum anderen der Aspekt der „personalen Kompetenzen", unterteilt in „Sozial- und Selbstkompetenz". In dem im Projekt entwickelten Kompetenzmodell wurde auf eine explizite Differenzierung zwischen den vier Facetten bei der Abbildung der Kompetenzen im Modell verzichtet, da die im Modell gelisteten Kompetenzen primär auf einer ganzheitlichen Ebene beschrieben sind sind und die genannten Kompetenzfacetten jeweils (in unterschiedlichem Maße) mit einschließen.

Das Kompetenzmodell besteht aus zwei grundlegenden Ordnungsdimensionen, nach denen die Kompetenzen der jeweiligen Aus- und Weiterbildungsberufe gegliedert sind. Die erste Dimension besteht aus acht übergeordneten chemietypischen Tätigkeitsfeldern, wie z.B. Verfahrensprozesse steuern und überwachen. Die zweite Dimension nimmt Bezug auf die Kompetenzniveaustufen des Deutschen Qualifikationsrahmens (DRQ), die beschreiben, auf welchem Niveau die jeweiligen Kompetenzen besteht mindestens beherrscht werden müssen.

[20] Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (2011): Der Deutsche Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Verfügbar unter: www.deutscherqualifikationsrahmen.de.

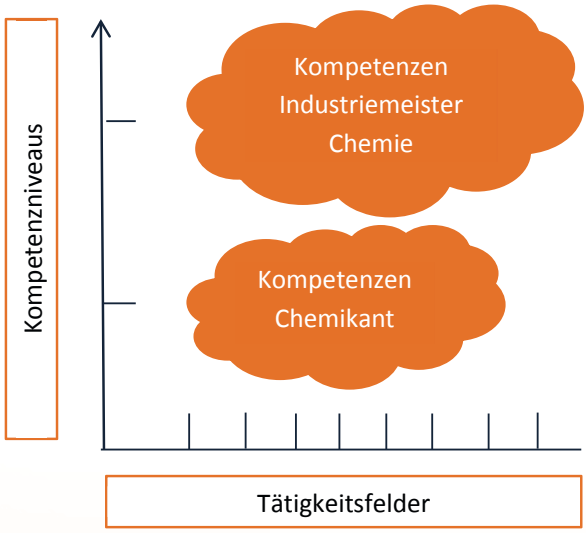


Abbildung 4 - 1: Ordnungsdimensionen des Kompetenzmodells

Die berufsübergreifenden Tätigkeitsfelder wurden auf Basis der beschrieben Lernziele in den betrieblichen und schulischen Curricula entwickelt. Im Rahmen der curricularen Analyse wurden alle beschriebenen beruflichen Kompetenzanforderungen der betrachteten Bildungsgänge mithilfe eines iterativen Vorgehens in acht zentralen Tätigkeitsfeldern gebündelt. Die erstellten Tätigkeitsfelder sind für alle chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgänge bedeutsam und können somit als berufsübergreifend gelten. So wurde z.B. das Tätigkeitsfeld „Verfahrensprozesse steuern und überwachen“ auf Basis von curricularen Lernzielen, wie beispielsweise „Prozesse kontrollieren zu können“ beim Chemikanten, „Produktionsprozesse überwachen zu können“ beim Chemielaboranten, „chemische/technische Prozesse entwickeln zu können“ beim Techniker – Fachrichtung Chemietechnik sowie inhaltsnahen Ziele (auch beim Industriemeister Chemie und den berücksichtigten Bachelor-Studiengängen) gebildet.

Im Gegensatz zu den Tätigkeitsfeldern I-VII wird mit dem Tätigkeitsfeld VIII (Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen) kein abgeschlossener Anforderungsbereich abgesteckt. Vielmehr dient das Tätigkeitsfeld VIII zur Einordnung von tätigkeitsfeldübergreifenden Kompetenzen, also Kompetenzen, die bei mehreren Tätigkeitsfeldern gleichzeitig eine Rolle spielen können. Als Beispiel kann das Thema Arbeitssicherheit dienen, das integrativ bei sämtlichen Tätigkeiten zu gewährleisten ist.

Tabelle 4 - 1: Die acht Tätigkeitsfelder des DAWINCI- Kompetenzmodells

Nr.	Tätigkeitsfeld und Definition
1.	Stoffe analysieren (untersuchen) Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung,Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.
2.	Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.
3.	Anlagen bedienen, installieren und instandhalten Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch- mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.
4.	Verfahrensprozesse steuern und überwachen Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.
5.	Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.
6.	Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen Das Tätigkeitsfeld beinhaltetKompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Planung, Beurteilung und Beeinflussung betrieblicher Abläufe nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorhanden sein sollten.
7.	Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Personalbesetzung, der Personalführung und der Personalentwicklung vorhanden sein sollten.
8.	Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen sind Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der gestellten Anforderungen aus den anderen Tätigkeitsfeldern vorhanden sein sollten.

Die Kompetenzniveaustufen des Kompetenzmodells entsprechen im Wesentlichen den Niveaustufen des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR). Die zu erreichenden Niveaustufen wurden daher auf Basis von Niveaubeschreibungen des Qualifikationsrahmens zu den primär benötigten Wissens- und (kognitiven) Fertigkeitsstrukturen bestimmt. In der folgenden Tabelle werden die Strukturen der (Fach-)Kompetenz für die Niveaustufen 4 und 6 der betrachteten Bildungsgänge beispielhaft beschrieben. Sie geben einen Überblick, anhand welcher Kriterien der Grad der Befähigung in Abhängigkeit von der Niveaustufe konkret verankert werden kann. Die Deskriptoren folgen grundsätzlich dem Inklusionsprinzip. Das bedeutet, dass Merkmale, die bereits auf einer unteren Stufe beschrieben wurden, auf den folgenden höheren Stufen nicht erneut erwähnt werden, es sei denn, sie erfahren eine kompetenzbezogene Steigerung. Tendenziell benötigen Facharbeiter, sprich Chemikanten oder Chemielaboranten, zur Bewältigung beruflicher Anforderungen Kompetenzen auf dem Niveau von 4. Industriemeister Chemie oder Techniker der Fachrichtung Chemietechnik benötigen zur Anforderungsbewältigung Kompetenzen im Niveau von 6. Hochschulabsolventen (z.B. Bachelor Chemieingenieurwesen) benötigen ebenfalls Qualifikationen auf dem Kompetenzniveau von 6. Die Zuordnungen der chemietypischen Qualifikationen zu Niveaustufen decken sich mit den Zuordnungsempfehlungen des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB)[21]. Die Vorschläge beinhalten, dass Ausbildungsberufe nach Berufsbildungsgesetz / Handwerksordnung (BBiG / HwO) überwiegend einem DQR-Niveau 4, berufliche Fortbildung nach BBiG / HwO, wie Industriemeister oder Techniker, einem DQR-Niveau 6 und hochschulische Qualifikationen, wie ein Bachelor-Abschluss, einem DQR-Niveau 6 zuzuordnen sind.

[21] BIBB-Hauptausschuss (2011):. Empfehlung des Hauptausschusses des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) zum weiteren Vorgehen bei der Erarbeitung des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR). Verfügbar unter: www.bibb.de.

Tabelle 4 - 2: Niveaubeschreibungen der Kompetenzstufen (gemäß DQR)

Kompetenzniveau 4	Kompetenzniveau 6
Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.	Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/ Arbeitsprozesse und –abläufe zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Zur Erfassung der Kompetenzen anhand des DAWINCI-Kompetenzmodells wurden in einem ersten Schritt die in den verwendeten Curricula beschriebenen Lernziele der betrachteten Aus- und Weiterbildungsberufe mithilfe der acht entwickelten Tätigkeitsfelder berufsweise gebündelt und strukturiert. So z.B. wurden Lernziele, wie beispielsweise „Stoffsysteme mechanisch trennen zu können“ oder „Produktionsprozess fahren und überwachen zu können“, die im Kontext der Ausbildungsordnung und dem Rahmenlehrplan für den Chemikanten formuliert sind, zum Tätigkeitsfeld „Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren“ zugeordnet. Derartige Zuordnungen wurden auch für alle anderen Felder, sowie für jeden der beachteten Berufe im Einzelnen durchgeführt. Im zweiten Schritt wurden die so ermittelten und nach Tätigkeitsfeldern gebündelten Lernziele (soweit möglich und sinnvoll) weiter zusammengefasst. So wurden z.B. die beim Chemikanten beschriebenen Lernziele „Stoffe zerkleinern zu können“, „Stoffe mischen zu können“ und Stoffe trennen zu können“ zur Kompetenz „kann betriebsübliche verfahrenstechnische mechanische Grundoperationen durchführen“ im Kompetenzmodell zusammengefasst. Die so erzielte Erhöhung des Abstraktionsniveaus der Kompetenzen hat zum Vorteil, dass die zentralen beruflichen Anforderungen fokussierter und augenscheinlicher abgebildet werden und dass die Anzahl der gelisteten Kompetenzen auf ein angemessenes Maß reduziert wird, und in Folge für potentielle Nutzer deutlich handhabbarer und zugänglicher ist.

Das entwickelte DAWINCI-Kompetenzmodell bildet berufsübergreifende Kern- und Querschnittskompetenzen bei Berufen der chemischen Industrie im Rahmen der zentralen Tätigkeitsfelder ab. Aufgrund der dadurch gewonnen einheitlichen Ordnungsstruktur wird erstmalig ein direkter Vergleich zwischen den Kompetenzanforderungen chemietypischer Aus- und Weiterbildungsgänge möglich. So lassen sich beispiels-

weise bereits erworbene Kompetenzen einfacher mit den zu erwerbenden Kompetenzen im angestrebten Ausbildungsabschluss abgleichen. Im Sinne einer Kompetenzanalyse vor Beginn einer Weiterbildungsplanung (auch unter Beachtung von benötigten Niveaustufen) können dabei individuelle Einstiegspunkte in die Weiterbildung gesetzt werden.

4.2 Systemarchitektur

Die Architektur für eine kompetenzorientierte Lernumgebung wurde speziell für den Alltag in der beruflichen Aus- und Weiterbildung entworfen. Im Zentrum befindet sich das Kompetenzmodell. Es bildet die Schnittstelle zu allen übrigen Komponenten. Das Kompetenzmodell umfasst wie bereits erläutert eine Beschreibung aller Kompetenzen, die entsprechend der Curricula bzw. Ausbildungsordnungen nach Abschluss der Ausbildung vermittelt wurden.

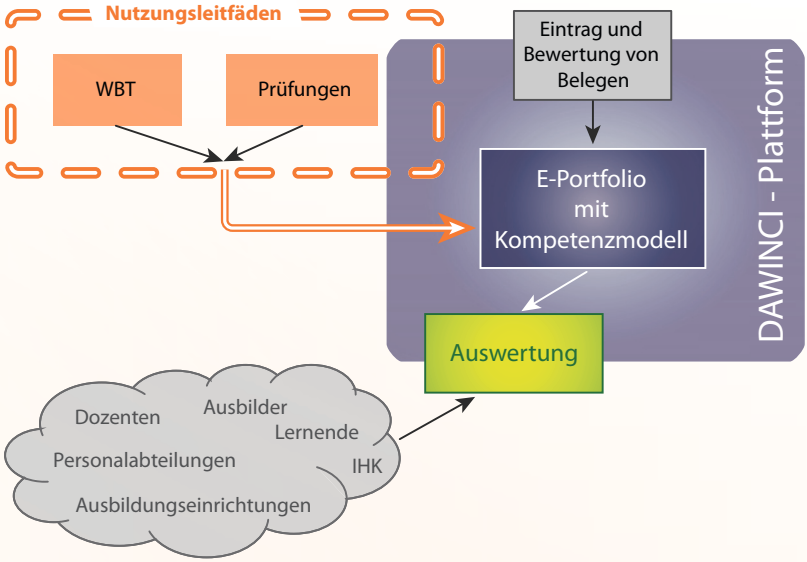


Abbildung 4 - 2: DAWINCI Systemarchitektur

Unter dem Aspekt der Durchlässigkeit sollen unter anderem beruflich erworbene Kompetenzen und in der Aus- und Weiterbildung erworbene Kompetenzen miteinander verbunden werden. Das verbindende Glied dafür ist ein Portfoliomanagement-System, in dem alle Kompetenzen nach Vorgabe des Kompetenzmodells erfasst und verwaltet werden können.

Die Kompetenzeinordnung der im DAWINCI-Projekt entwickelten Lernmaterialen bzw. Module erfolgte im Rahmen der Nutzungsleitfäden (siehe Kap. 3). Die Leitfäden beschreiben die Lernziele, die in einem Modul vermittelt werden sollen. Außerdem werden Lernszenarien vorgestellt, mithilfe derer exemplarisch die didaktische Umsetzung erläutert wird und Hinweise zu geeigneten Prüfungsformen gegeben werden. Im Nutzungsleitfaden findet sich die Auflistung der mithilfe des Moduls vermittelten Kompetenzen.

Die kompetenzbezogene Einordnung beruflicher Erfahrungen erfolgt mit Hilfe eines Bewertungswerkzeugs innerhalb der Kompetenzportfolios.

4.3 Kompetenzportfolio

Die Förderung eines kompetenzorientierten Lernens erfordert eine Lerngestaltung, die in hohem Maße auf ein aktives, übendes sowie selbst organisiertes und reflexives Lernen ausgerichtet ist. Bei entsprechender Gestaltung werden hiermit nicht nur Fähigkeiten zur Bewältigung komplexer beruflicher Anforderungen erworben, sondern auch Fähigkeiten zur Erhaltung der eigenen Beschäftigungsfähigkeit sowie zur Gestaltung der eigenen beruflichen Entwicklung, womit insbesondere die erfolgreiche Bewältigung beruflicher Übergänge durch gezielte Bildungsanstrengungen gemeint sind. Die Anforderungen an ein aktives, selbst organisiertes und reflexives Lernen dürfen jedoch nicht allein auf die Lernenden abgewälzt werden. Vielmehr erfordern sie einen didaktischen, technischen und organisatorischen Rahmen, der von der Bereitstellung anspruchsvoller Lernkontexte und -anforderungen über die Unterstützung beim Aufbau individueller Kompetenzbiografien bis hin zur Anerkennung und Verrechnung von Kompetenzen reicht.

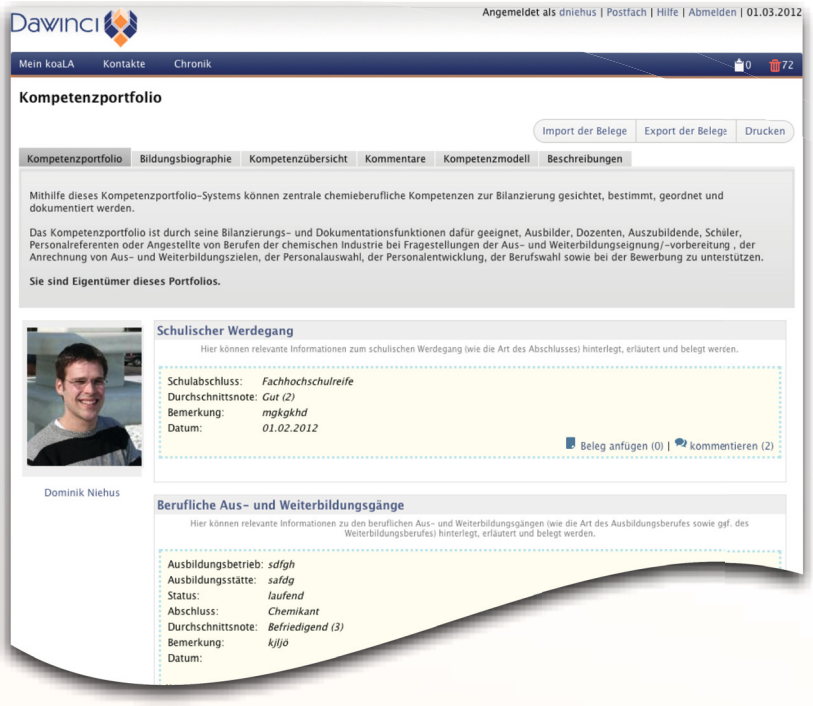


Abbildung 4 - 3: DAWINCI Kompetenzportfolio (Bildschirmfoto)

Vor diesem Hintergrund rückt der Portfolio-Ansatz zunehmend ins Blickfeld des Interesses sowohl in der Forschung als auch der Praxis. Ein Lernportfolio besteht mindestens aus zwei grundsätzlich verschiedenen, aber miteinander verbundenen Komponenten, einem systematischen Teil, in dem z. B. Lernleistungen strukturiert aufgeführt sind und unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet oder kommentiert werden können, und einem inhaltlichen Teil, in dem Beispiele, Arbeitsergebnisse oder auch Arbeitsproben und Entwürfe abgelegt sind. In Bezug auf die systematisierenden Bestandteile lässt sich feststellen, dass sie in der Regel der Bewertung und Kommentierung der erworbenen oder noch zu erwerbenden Kompetenzen dienen. Insofern können Portfolios nicht nur helfen, den Leistungs- und Kenntnisstand zu dokumentieren, sondern sie sind auch geeignet, die Reflexion über den eigenen Lernprozess zu verbessern und damit das selbstgesteuerte Lernen zu unterstützen.

Zwar gibt es mittlerweile viele Ansätze von Portfolios in unterschiedlichen Ausprägungen und für unterschiedliche Zielsetzungen, die sich jedoch hauptsächlich auf die Demonstration bzw. Dokumentation von Fertigkeiten konzentrieren – vergleichbar einer Arbeitsmappe von Künstlern. Aufgrund der mangelnden Integration in den Lern- und Entwicklungsprozess ist allerdings festzustellen, dass E-Portfolios zwar in ersten Ansätzen zur lernortübergreifenden Kooperation eingesetzt werden,[22] aber bislang nicht im Kontext des lebensbegleitenden Lernens („ePortfolios are hardly used by teachers, learners and institutions in the context of lifelong learning“)[23]. Diese Befunde werden von anderen Autoren und Beratungseinrichtungen geteilt.[24]
Das liegt u.a. auch an der Tatsache, dass es bislang keine durchgängigen Kompetenzmodelle gibt, die man hätte zugrunde legen können. Erst mit dem im Projekt DAWINCI entwickelten Kompetenzmodell ist eine Bezugsstruktur für die Durchlässigkeit geschaffen worden, die einen übergreifenden Orientierungsrahmen mit den entsprechenden Anknüpfungspunkten zu den bestehenden Ausbildungsplänen liefert und damit sowohl eine Flexibilisierung von Ausbildungswegen als auch die (Re-)Integration individualisierter Ausbildungen in bestehende Curricula ermöglicht. Zugleich ändern sich damit auch die Nachweisstrukturen für die Lernenden. War es bislang ausreichend, im Kanon standardisierter Ausbildungsinhalte einen entsprechenden Leistungsnachweis zu erbringen (Abschlusszeugnis), geht es jetzt darum, individuelle Kompetenzbiografien aufzubauen und zu pflegen. Neben der Nutzung traditioneller E-Learning-Formen liegt hier der entscheidende Mehrwert für diesen neuen Ansatz, denn ohne die Integration eines durchgängigen Portfoliomanagement in den E-Learning-Ansatz gibt es keinen persistenten Nachweis erworbener Kompetenzen und ihrer Einordnung in ein Kompetenzmodell.

Das im Rahmen des DAWINCI-Projektes Kompetenzportfolio wurde deshalb als Erweiterungskomponente für eine bestehende Lernplattform umgesetzt. Dadurch ist eine Anbindung an die vorhandenen Bestandteile, wie die DAWINCI-Lernmodule, möglich. Erlangte Kompetenzen können direkt nach dem Abschluss eines Moduls im Kompetenzportfolio hinterlegt werden. Damit eine solche Abbildung möglich ist, muss ein geeignetes Kompetenzmodell als Grundlage vorhanden sein.

Eine Teilaufgabe im Rahmen des DAWINCI Projektes war es, ein praktikables Kompetenzmodell für

[22] Vgl. das Projekt Aufbau eines Online-Berichtshefts und Kompetenzportfolios in den dualen Ausbildungsberufen. In: „eQualification. Neue Medien, neue Wege der Qualifizierung.“ BMBF: Berlin, 2010, S. 30-31. Siehe auch: http://www.blok-online.org/

[23] Berlanga, A. J., Sloep, P. B., Brouns, F., Bitter-Rijpkema, M. E. & Koper, R.: Towards a TEN- Competence ePortfolio. iJET – Vol. 3, Special Issue 1, July 2008, S. 24

[24] Siehe Becta: „Impact of e-portfolios on learning“, http://partners.becta.org.uk, 2007 und Bratengeyer, E.: The Advent of ePortfolios in Europe. iJET – Vol. 3, Issue 1, March 2008, S. 4-5

die Ausbildungsberufe Chemikant und Chemielaborant, die Weiterbildungsgänge Techniker – Fachrichtung Chemietechnik und Industriemeister Chemie und den Bachelorstudiengang Chemieingenieurwesen zu entwerfen (siehe Kap. 4.1). Das Kompetenzmodell kategorisiert die Einzelkompetenzen anhand der Dimensionen Tätigkeitsfelder und Kompetenzniveau. Außerdem wurden die Kompetenzkomponenten nach Aus- bzw. Weiterbildungsgängen sortiert. Für jede Kompetenz wurde auf dieser Grundlage ein Matrixeintrag im Rahmen des berufsübergreifenden Gesamtmodells vorgenommen und eine entsprechende Beschreibung und ein Verweis auf die Herkunft erstellt.

Das Kompetenzmodell umfasst 8 Tätigkeitsfelder. Die Granularität der einzelnen Kompetenzen wurde so gewählt, dass pro Beruf insgesamt zwischen 40 und 80 Kompetenzen vorliegen.

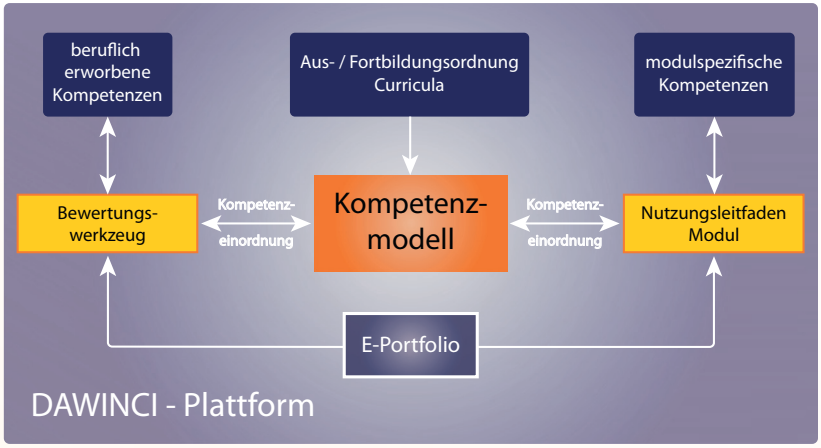


Abbildung 4 - 4: DAWINCI Datenmodell

Mit Hilfe des DAWINCI-Kompetenzportfolios können Einträge für die folgenden sechs Kategorien erfasst werden:

- schulische Ausbildung
- berufliche Aus- und Weiterbildung
- akademische Ausbildung
- berufliche Erfahrungen
- zertifizierte Weiterbildungen
- sonstige Qualifikationen

Allen Einträgen mit Bezug zur chemischen Industrie können Kompetenzen aus dem Kompetenzmodell zugeordnet werden.

Wird ein Ausbildungsabschluss erfasst, wie etwa zum Chemikant, werden neben allgemeinen Informationen wie Ausbildungsstätte, Ausbildungsbetrieb und Jahrgang auch alle Kompetenzen dieses Berufes automatisch hinterlegt. Wenn hingegen eine laufende bzw. Teilausbildung eingetragen wird, muss durch einen Mentor bzw. einen Ausbilder eine Kompetenzeinordnung in differenzierter und individualisierter Form erfolgen. Hierbei kann auf den Pool aller Kompetenzen eines jeweiligen Berufes zurückgegriffen werden.

Das gleiche Verfahren ist notwendig, wenn berufspraktische Erfahrungen mithilfe des Modells erfasst werden. Hier kann ein Mentor aus allen Kompetenzen die zutreffenden auswählen und einfügen. Erste Erprobungen haben an dieser Stelle gezeigt, dass es vorkommt, dass die Kompetenz, die zugeordnet werden soll, im Grundsatz zwar im Kompetenzmodell zu verorten ist, aber das Niveau nicht passt. Dieses tritt beispielsweise auf, wenn die berufspraktisch erlangten Kompetenzen über oder unter den Anforderungen der Ausbildung liegen. In solchen Fällen bietet das Kompetenzportfolio eine Streich- bzw. Ergänzungsfunktion, mit dem die Kompetenzbeschreibung für die jeweilige Situation angepasst werden kann.

Bei den Erprobungen kam es auch vor, dass vor der Ausbildung zu einem Beruf in der Chemischen Industrie bereits ein Ausbildungsabschluss zu einem anderen Beruf vorlag. Zum Beispiel hatte der Proband bereits einen Abschluss als Physiklaborant, bevor er die Weiterbildung zum Techniker – Fachrichtung Chemietechnik angetreten hat. Da das DAWINCI-Kompetenzmodell nur Kompetenzen der Chemieberufe umfasst, kann in solchen Fällen keine automatische Kompetenzeinordnung für andere Berufe vorgenommen werden. Um trotzdem einen Kompetenzbezug herstellen zu können, hat ein Mentor die Möglichkeit solche Portfolioeinträge mit einer kompetenzbezogenen Beschreibung zu versehen.

Das Kompetenzportfolio verfügt über eine Belegfunktion, mit dessen Hilfe Auszubildende die einzelnen Portfolioeinträge im Anschluss an ein Mentoring-Gespräch mit Belegdokumenten (z.B. Zeugnisse, Zertifikate, etc.) versehen können. Anschließend kann ein Ausbilder diese Belege einfach prüfen, wodurch die einzelnen Porfolioeinträge bestätigt werden.

Für das Arbeiten mit dem Kompetenzportfolio wurden unterschiedliche Ansichten und Auswertungen umgesetzt. Eine „chronologische Ansicht“ ermöglicht es die Bildungsbiographie der Auszubildenden als Lebenslauf zu betrachten. Eine spezielle „Kompetenzansicht“ fasst alle in den unterschiedlichen Bereichen erworbenen Kompetenzen in einer Übersicht zusammen (siehe Abbildung 4 - 5). Die Herkunft jeder einzelnen Kompetenz lässt sich durch eine Verknüpfung mit den hinterlegten Belegen nachvollziehen. Außerdem kann hier das „Kompetenz-IST-Profil“ des Auszubilden mit dem „Kompetenz-SOLL-Profil“ des jeweils angestrebten Ausbildungsabschlusses verglichen werden.

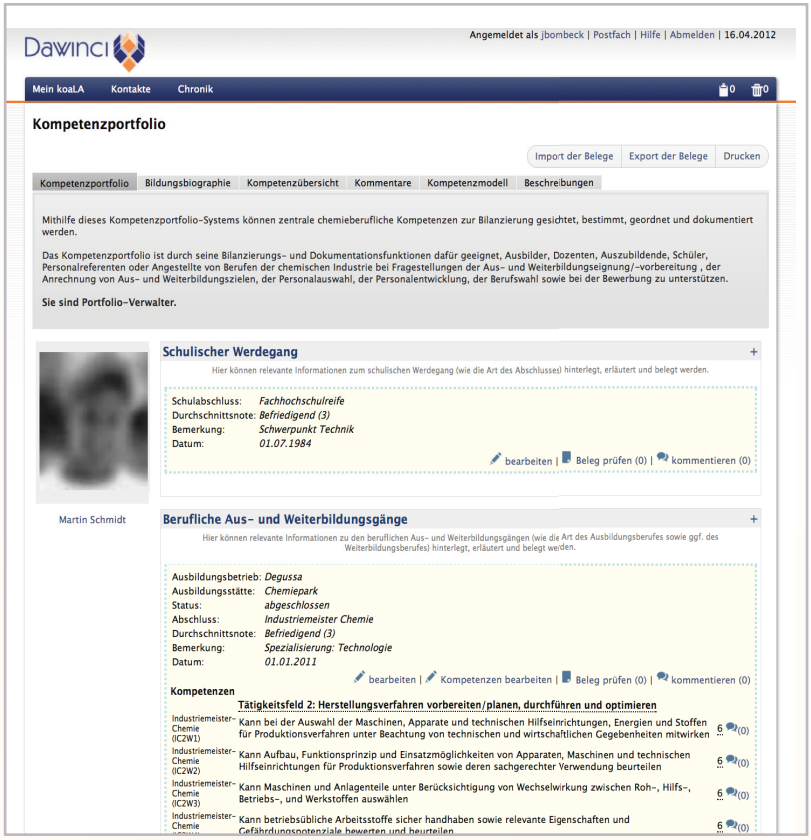


Abbildung 4 - 5: Ausschnitt aus einem Kompetenzportfolio

Das Portfolio verfügt über eine Import / Export Schnittstelle nach der Leap2A Spezifikation;[25] mit dessen Hilfe Daten von anderen oder auf andere Portfolio-Lösungen übertragen werden können. Da der Standard zunächst keinen Kompetenzbezug herstellt, wurde im Rahmen der Entwicklung eine Erweiterung vorgenommen, die es ermöglicht, auch das Kompetenzportfolio vollständig zu exportieren.

[25] http://www.leapspecs.org/2A/index.php

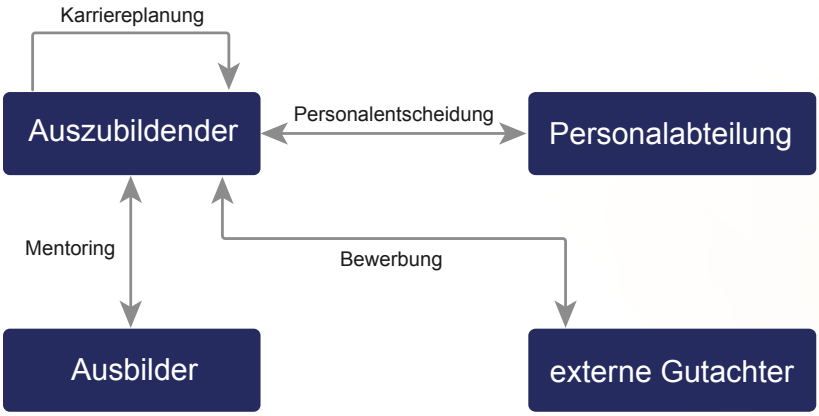


Abbildung 4 - 6: DAWINCI Szenarien

Neben dem Einsatzszenario „Mentoring-Gespräch“ zwischen Auszubildenden und Ausbilder, welches in der Erprobung simuliert wurde, sind noch andere Szenarien denkbar (siehe Abbildung 4 – 6). Zum Beispiel kann das Kompetenz-portfolio bei der Selbstreflexion für die eigene Ausbildungs- oder Karriereplanung genutzt werden. Ein Einsatz eines solchen Portfolios wäre darüber hinaus im Rahmen der innerbetrieblichen Personalplanung möglich. Es könnte auch zur Bewerbung um einen Arbeitsplatz verwendet werden.

5. Evaluation

Im Folgenden wird die Erprobung und Evaluation der im DAWINCI-Projekt erarbeiteten Durchlässigkeitskonzepte und Lernmodule vorgestellt. Dazu wurden einerseits das Kompetenzmodell und die damit zusammenhängenden Portfoliofunktionen in verschiedenen Anwendungsfällen erprobt und bewertet. Zum anderen wurden die DAWINCI-Lernmodule durch Lernende und Ausbilder in unterschiedlichen Einsatzkontexten evaluiert.

5.1 Erprobung von Kompetenzmodell und Kompetenzportfolio

Ziel der Erprobung und Bewertung des Kompetenzmodells sowie der zugehörigen Portfoliofunktionen war es, erste Erfahrungen mit der Nutzung des Modells und des Portfolios in einem Anwendungsszenario zu sammeln und Hinweise für die Optimierung und Weiterentwicklung des Systems zu erhalten.

Das Kompetenzmodell wurde unter folgenden Fragestellungen erprobt:

- Wird durch das Kompetenzmodell das Kompetenzspektrum des Lernenden abgebildet?
- Sind die gewählten Kompetenzbeschreibungen und die Kompetenzgranularität praxisgerecht und handhabbar?

In Bezug auf das Kompetenzportfoliosystem als Unterstützungswerkzeug interessierten folgende weitere Fragestellungen:

- Ist das Kompetenzportfolio geeignet, um berufliche Vorerfahrungen und Ausbildungen zu erfassen und auf Kompetenzen abzubilden?
- Ist die Dokumentation und Verwaltung des individualisierten Kompetenzerwerbs möglich?
- Wie ist das Portfoliosystem im Hinblick auf software-ergonomische Aspekte, wie z. B. Handhabbarkeit gestaltet?
- Gibt es geeignete Auswertungsfunktionen im Hinblick auf das gewählte Einsatzszenario?

Zur Erprobung des Kompetenzmodells und des Kompetenzportfoliosystems wurden zwei Mentoring-Gespräche zwischen einem Ausbilder und zwei Mitarbeitern der chemischen Industrie erprobt. Die beteiligten Mitarbeiter wurden aufgrund ihrer vielschichtigen Bildungsbiographie als Gesprächskandidaten ausgesucht, um bei der Erprobung besondere Aspekte der Durchlässigkeit bei

chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgängen zu berücksichtigen. Die Gespräche erfolgten an einem der Ausbildungsstandorte der Projektpartner. Der Ausbilder bzw. Mentor hatte die Aufgabe die Bildungsbiografien der Mitarbeiter mithilfe des Kompetenzportfoliosystems zu erfassen und zu dokumentieren. Die Gespräche wurden von zwei Beobachtern begleitet, die den Prozess der Kompetenzerfassung und -einstufung beobachteten und relevante Aspekte zur Nutzung des Systems aufzeichneten. Im Anschluss wurde mit dem Ausbilder und den Mitarbeiter diskutiert, wie das Kompetenzmodell und Portfoliosystem im Hinblick auf die oben genannten Fragestellungen zu bewerten ist.

In den Auswertungsgesprächen wurde ein erstes Resumee zur Erprobung des Portfoliosystems gezogen. Sowohl die Mitarbeiter als auch der Ausbilder gaben an, dass sich Kompetenzmodell und Portfolio gut eignen, um Bildungsbiografien kompetenzbezogen zu erfassen. Die Beobachtungen zeigten darüber hinaus, dass die Komplexität des Kompetenzmodells aufgrund der gewählten Granularität überschaubar und handhabbar bleibt. Gleichzeitig bietet das Portfoliosystem aber auch ausreichend Flexibilität, um zum Beispiel berufliche Vorerfahrungen kompetenzbezogen einordnen zu können. Die Erprobung zeigte darüber hinaus, dass das Portfoliosystem sich besonders gut zur schnellen Erfassung von Kompetenzen eignet, die durch abgeschlossene berufliche Ausbildungen erlangt wurden. Da Portfoliosystem und Lernplattform in einem System vereint wurden, können Kompetenzen, die durch Weiterbildungsmodule, wie z.B. die DAWINCI-Module, erworben wurden, direkt übernommen werden.

In beiden Mentoring-Fällen waren nicht nur chemietypische Ausbildungsabschlüsse einzustufen, sondern auch die Kompetenzen zu Berufsabschlüssen, die nicht aus dem Bereich der Chemischen Industrie stammen, aber bei denen auch chemienahe Kompetenzen vermittelt wurden. In einem Fall handelte es sich um den den Abschluss einer Physiklaborantenausbildung. Auch hier wurden Kompetenzen wie das Bedienen und Warten technischer Anlagen vermittelt. Da das Kompetenzmodell diesen Berufsabschluss nicht einschließt, konnten die erreichten Kompetenzen allerdings nicht im Rahmen des Kompetenzmodells berücksichtigt werden. Daher wurde für solche Fälle das Kompetenzportfolio um ein kompetenzbezogenes Beschreibungsfeld erweitert, welches dem Mentor erlaubt, berufsübergreifende Kompetenzbezüge herzustellen.

Der zweite Erprobungsfall hatte die Ausbildung zum Chemiebetriebswerker abgeschlossen. Auch für diesen Abschluss gibt es keine standardisierte Kompetenzmodellierung im DAWINCI-Kompetenzmodell. Da es relativ viele Überschneidungen zwischen den Lerninhalten im Ausbildungsberuf Chemiebetriebswerker und der aktuellen Chemikantenausbildung gibt, konnten trotz bedeutsamer Unterschiede beider Ausbildungsabschlüsse einige Kompetenzen „aner-

kannt“ werden. Zur Dokumentation der Abweichungen eignet sich die Kommentarfunktion des Portfolios, mit der kompetenzbezogene Zusatzbeschreibungen und Zuordnungen vermerkt werden können.

Insgesamt haben die ersten beiden Erprobungen des Kompetenzportfolios gezeigt, dass das kompetenzorientierte Portfoliosystem das Kompetenzspektrum im Rahmen der modellierten chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgänge hinreichend abbilden kann und die modellierten Kompetenzen praxisgerecht im Rahmen einer Bilanzierung zugeordnet und behandelt werden können. Außerdem ist das Portfoliokonzept ein geeigneter Ansatz, um die Planung einer kompetenzorientierten Aus- und Weiterbildung zu unterstützen und bei unterschiedlichen Einsatzszenarien die Durchlässigkeit zu fördern.

5.2 Bewertung der Inhalte

In einem weiteren Evaluationsschritt wurden die multimedialen Lerninhalte der DAWINCI-Module bezüglich Bedienerfreundlichkeit, didaktischer Gestaltung, inhaltlicher Anschlussfähigkeit, der kognitiven Anforderungen bei der Bearbeitung, der erzielten Lernergebnisse, der Kompetenzorientierungs sowie der Gesamtgüte als Lehrmittel evaluiert.

5.2.1 Methodik

Die Evaluation der DAWINCI-Module erfolgte bei ausgewählten Teilmodulen. Sie wurde im Rahmen einer abschließenden Erprobung der Lernmodule durchgeführt, bei der die Lernmodule über die Internetplattform des Projektes abrufbar waren. Zur Erfassung der evaluativen Bewertungen wurde ein Online-Fragebogen entwickelt und eingesetzt. An der Evaluation nahmen vor allem Teilnehmer sowie Ausbilder und Dozenten chemietypischer Aus- und Weiterbildungsgänge sowie relevanter Bachelor-Studiengänge teil. Die Lernmodule wurden nach Möglichkeit bei unterschiedlichen Aus- und Weiterbildungsgängen sowie an unterschiedlichen Bildungsstandorten erprobt und evaluiert.

Der Online-Fragebogen ist standardisiert, d.h. die Fragen und Antwortformate sind vorgegeben. Der Fragebogen umfasst neben der Abfrage bildungsrelevanter und berufsbiografischer Angaben (wie z.B. die Art des Ausbildungsberufs) Items und Fragen zur Anschlussfähigkeit der Lerninhalte, zur beruflichen Relevanz der Lerninhalte, zur Bedienerfreundlichkeit der Module, zur didaktischen Gestaltung der Lerninhalte, zur Kompetenzorientierung der Lerninhalte, zum wahrgenommenen Lernerfolg und zur Gesamtbewertung. Fragen zum wahrgenommenen Lernerfolg wurden ausschließlich Aus- und Weiterbildungsteilnehmern gestellt. Die Skalen des Fragebogens basieren auf mehreren, inhaltlich

ähnlichen Fragen und Aussagen, die zu einem Bewertungsaspekt bzw. -konstrukt abgefragt wurden. Für die Beantwortung wurden mehrstufige Ratingskalen vorgegeben; d. h. es sollte von den Befragten für jede Aussage bzw. Frage angegeben bzw. eingeschätzt werden, in welchem Ausmaß die gegebenen Aussagen zutreffend oder nicht zutreffend sind.

Das verwendete Antwortformat ist in der Regel sechsstufig und beinhaltet die Abfrage von unterschiedlich verbal verankerten Antwortstufen: z. B. von (1) „trifft gar nicht zu“ bis (6), der „trifft völlig zu“ oder von (1), „in einem sehr niedrigem Ausmaß“ bis (6), „in einem sehr hohem Ausmaß“.

Die Skala zur inhaltlichen „Anschlussfähigkeit“ ermittelt die individuell wahrgenommene Passung zwischen Merkmalen des fachlichen Anforderungsniveaus (wie den benötigten Vorkenntnissen) der Lerneinheit und dem allgemeinen Kenntnis- / Fähigkeitsstand der befragten Personen. Das Antwortformat ist in bei dieser Skala fünfstufig. Die ersten beiden Stufen kennzeichnen ein eher niedriges fachliches Anforderungsniveau in Bezug auf den eigenen Kenntnis- und Fähigkeitsstands des Befragten, die letzten beiden Stufen hingegen ein eher zu hohes Anforderungsniveau in Bezug auf den Kenntnis- und Fähigkeitsstand. Die mittlere (dritte) Stufe charakterisiert ein Anforderungsniveau, das mit dem Kenntnis- und Fähigkeitsstand des Befragten übereinstimmt und somit am ehesten anschlussfähig ist.

Mit den Aussagen zur „Bedienerfreundlichkeit“ wird die Zufriedenheit mit der Strukturierung und Handhabbarkeit des Lernmoduls ermittelt. Die Skala erfragt außerdem Aspekte zur Güte der Navigationsstruktur, eines ansprechenden Programmdesigns und der Zuverlässigkeit der Programmbedienung.

Die Skala „Didaktische Gestaltung“ beinhaltet vor allem Fragen zur Umsetzung didaktischer Prinzipien, die sich z. B. auf die lerngerechte Strukturierung und Veranschaulichung der Lerninhalte oder die lernförderliche multimediale Gestaltung der Inhaltsvermittlung beziehen.

Die Skala „Kompetenzorientierung“ ermittelt, in welchem Ausmaß bestimmte Niveaus der Handlungskompeten, mithilfe der Lernmodule vermittelt werden. Die Items beziehen sich auf zentrale Anforderungen, wie sie beim Deutschen Qualifikationsrahmen im Rahmen der Niveaustufen vier bis sechs für den Bereich der Fachkompetenz beschrieben werden. Der gewählte Stufenbereich entspricht dem Befähigungsgrad, der durch die Lerninhalte erworben werden soll.

Die Skala „wahrgenommener Lernerfolg“ beinhaltet die Beurteilung des wahrgenommen Kenntnis- und Fertigkeitszuwachses sowie Angaben zur Zufriedenheit mit den Lernerfolgen, die durch die Auseinandersetzung mit den Inhalten erzielt werden konnten.

Im Rahmen der „Gesamtbewertung“ wird die Qualität der Lernmodule in

Form einer „Schulnote“ zusammenfassend eingestuft. Das Benotungssystem umfasst die Noten 1 bis 5, wobei auch Zwischennoten (z. B. 1+ bzw. 1-) vergeben werden können. Die folgende Tabelle beschreibt zusammenfassend die zur Evaluation der DAWINCI-Module verwendeten Skalen anhand von Beispielitems, Anzahl der Items und den verwendeten Antwortformaten.

Tabelle 5 -1: Skalen zur Evaluation DAWINCI-Module

Skala:	Anschlussfähigkeit
Itemanzahl:	3
Antwortformat:	Fünfstufige Skala mit itemspezifischen Antwortstufen
Beispielitems:	Die Stoffmenge, die in dem Modul behandelt wird, ist: (z.B.) angemessen. Das Anforderungsniveau des Moduls ist in Anbetracht des derzeitigen Kenntnis- und Fähigkeitsstandes insgesamt: (z.B.) eher zu niedrig

Skala:	Bedienerfreundlichkeit
Itemanzahl:	8
Antwortformat:	Sechsstufige Skala von „trifft gar nicht zu“ bis „trifft voll zu“
Beispielitems:	Das Programm ist übersichtlich aufgebaut. Auch ohne Betreuung oder eine Einführung von außen kann man sich gut in dem Programm zurechtfinden.

Skala:	Didaktische Gestaltung
Itemanzahl:	6
Antwortformat:	Sechsstufige Skala von „stimme gar nicht zu“ bis „stimme voll zu“
Beispielitems:	Die Inhalte des Moduls werden strukturiert und nachvollziehbar präsentiert, so dass der rote Faden klar erkennbar ist. Die Abbildungen, Animationen, Filme etc. sind für das Verständnis der Sachverhalte hilfreich und unterstützend.

Skala:	Kompetenzorientierung
Itemanzahl:	4
Antwortformat:	Sechsstufige Skala von „in einem sehr niedrigem Ausmaß“ bis „in einem sehr hohem Ausmaß“
Beispielitems:	In welchem Ausmaß können die in dem Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten dazu beigetragen, die folgenden Arbeitsanforderungen besser zu bewältigen? - Berufliche Tätigkeiten selbstständig durchführen - Arbeitsprozesse und Abläufe eigenverantwortlich planen und zu steuern bzw. zu leiten

Skala:	Wahrgenommener Lernerfolg
Itemanzahl:	4
Antwortformat:	Sechsstufige Skala von „trifft gar nicht zu“ bis „trifft voll zu“
Beispielitems:	Ich konnte mithilfe des Moduls relevante Kenntnisse und Fertigkeiten für die Aus- oder Weiterbildung/das Studium auffrischen. Die Bearbeitung des Moduls war für mich im Anbetracht des benötigten Aufwandes insgesamt lohnenswert.

Skala:	Gesamtnote
Itemanzahl:	-
Antwortformat:	Benotungssystems von 1-5 inklusive Zwischennoten (z.B 1+ bzw. 1-)
Frage:	Wie würden Sie die Qualität des Moduls als Schulnote bewerten?

5.2.2 Ergebnisse

Insgesamt nahmen an der Erprobungsphase und Evaluation der multimedialen Lerninhalte 105 Ausbilder bzw. Dozenten sowie 365 Aus- und Weiterbildungsteilnehmer aus unterschiedlichen chemietypischen Aus- und Weiterbildungsgängen und relevanten Bachelorstudiengängen teil. Von den befragten Ausbildern sind ca. dreiviertel im Rahmen von Ausbildungsgängen (wie z.B. Chemikant) und der Rest primär im Rahmen von beruflichen Weiterbildungsgängen (wie z.B. Industriemeister-Chemie) und chemieaffinen Bachelorstudiengängen tätig. Die Stichprobe der befragten Ausbilder bzw. Dozenten ist in vergleichbarer Weise zusammengesetzt. Entsprechend wurden die Lerninhalte bei beiden befragten Gruppen verstärkt im Kontext von chemietypischen Ausbildungsgängen erprobt und evaluiert.

Die Evaluationsergebnisse zu den einzelnen Teilmodulen wurden für die Themenbereiche Betriebscontrolling, Bioverfahrenstechnik, Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Energien in der chemischen Produktion, Führungsaufgaben, Mathematik, Personalwirtschaft, Softskills sowie Syntheseplanung zusammengefasst und somit modulweise ausgewertet. Beispielsweise wurden die Einstufungen zu den Teilmodulen Grundrechenarten und Potenzrechnung zusammengefasst im Hinblick auf das Gesamtmodul Mathematik.

5.2.2.1 Evaluationsergebnisse zum Modul Betriebscontrolling

Das Modul Betriebscontrolling (Kostenrechnung, Umsatzsteuer und Externe Unternehmensbewertung) wurden von 7 Ausbildern und 32 Auszubildenden erprobt und evaluiert. Die befragten Ausbilder sind ausschließlich an Ausbildungen von kaufmännischen Berufen (wie z.B. Industriekaufmann) beteiligt. Von den befragten Aus- und Weiterbildungsteilnehmer werden ca. knapp über die Hälfte in kaufmännischen Ausbildungsberufen und ein Anteil von drei Prozent in chemieberuflichen Ausbildungsgängen ausgebildet. Die restlichen Befragten machten keine Angaben zu ihrem derzeitigen Bildungsgang.

Die multimedialen Lerninhalte des Moduls Betriebscontrolling wurden von den Befragten als im mittleren Maße anschlussfähig bewertet. Das Modul ist darüber hinaus bedienerfreundlich gestaltet und die Inhalte sind didaktisch hochwertig aufbereitet. Mit der Vermittlung der Lerninhalte dieses Moduls wird außerdem der Kompetenzerwerb auf einem mittleren Niveau gefördert. Den erzielten Lernerfolg bewerteten die Auszubildenden eher als durchschnittlich, wobei die Bewertungen des Lernerfolgs stark variieren. Insgesamt bewerteten die Ausbilder die Qualität des Moduls als Lehrmittel im Durchschnitt mit der Note 2+ und die Auszubildenden mit der Note 2.

Tabelle 5 - 2: Evaluationsergebnisse zum Thema Betriebscontrolling

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	3.0	0.2	2.8	0.4
Bedienerfreundlichkeit	5.6	0.6	4.6	0.9
Didaktische Gestaltung	5.2	0.4	4.4	0.9
Kompetenzorientierung	3.9	0.6	3.4	1.3
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.4	2.0
Gesamtnote	1.6	0.4	1.9	1.3

5.2.2.2 Evaluationsergebnisse zum Modul Bioverfahrenstechnik

Die multimedialen Lerninhalte zur Bioverfahrenstechnik (Fermentationsanlagen, Fermentationsvorbereitung, Durchführung /Inprocess Control (IPC), Fermentationsaufarbeitung – vom Fermenterinhalt zum fertigen Produkt) wurden von 32 Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Von den Befragten befinden sich ca. dreiviertel in einer chemieberuflichen Ausbildung (vor allem zum biologisch-technischen Assistenten) und ca. ein Viertel in einer Weiterbildung zum Techniker-Chemietechnik.

Das Modul Bioverfahrenstechnik wurde nur von Aus- und Weiterbildungsteilnehmern bewertet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 5 - 2 zu entnehmen. Sie zeigen, dass das Modul im mittleren Maße als anschlussfähig charakterisiert wird; d.h. die Lerninhalte des Moduls knüpfen in angemessener Form am Kenntnis- und Fähigkeitsstand der befragten Aus- und Weiterbildungsteilnehmer an. Die Bedienerfreundlichkeit des Moduls wird im Schnitt als hoch bewertet, wobei die Einstufungen zu diesem Aspekt mit einem Streuungswert von 1,6 stark variieren. Auch die didaktische Umsetzung der Inhalte wird als hochwertig eingestuft. Das Modul trägt dazu bei, dass auf einem mittleren Niveau Kompetenzen zur fachlichen Anforderungsbewältigung vermittelt werden, wobei die Beurteilungen stark zwischen einer niedrigen und einer hohen Kompetenzorientierung variieren. Die Befragten beurteilten schließlich den erzielten Lernerfolg als positiv und bewerten die Qualität des Moduls als Lehrmittel insgesamt mit der Note 2.

Tabelle 5 - 3: Evaluationsergebnisse zum Thema Bioverfahrenstechnik

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	-	-	2.7	0.7
Bedienerfreundlichkeit	-	-	4.4	1.6
Didaktische Gestaltung	-	-	4.5	1.2
Kompetenzorientierung	-	-	3.1	1.4
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.9	1.3
Gesamtnote	-	-	2.3	1.4

5.2.2.3 Evaluationsergebnisse zum Modul Energien in der chemischen Produktion

Das Modul Energien (Grundlagen der Energie, Elektrochemie, Wärmetauscher) in der chemischen Produktion wurden von 12 Ausbildern und 37 Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Von den befragten Ausbildern sind ca. dreiviertel bei chemieberuflichen Aus- und Weiterbildungsgängen und ein ca. Viertel an Weiterbildungsberufen beteiligt. Von den befragten Aus- und Weiterbildungsteilnehmern befindet sich ca. die Hälfte in chemietypischen Ausbildungen und ein Viertel in der beruflichen Weiterbildung. Ca. ein Viertel machte keine Angaben zu ihren Bildungsgängen.

Die Lerninhalte des Moduls Energien in der chemischen Produktion wurden von den Befragten als anschlussfähig bewertet und knüpfen somit an dem Kenntnis- und Fähigkeitsstand der Aus- und Weiterbildungsteilnehmern angemessen an. Die Bedienerfreundlichkeit des Moduls sowie die didaktische Aufbereitung und Darbietung der Inhalte werden als hoch bewertet. Die Vermittlung der Lerninhalte fördert den Kompetenzerwerb auf einem mittleren Niveau. Darüber hinaus bewerteten die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer den erzielten Lernerfolg als positiv. Insgesamt bewerteten die Ausbilder die Qualität des Moduls als Lehrmittel mit der Note 2+ und die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer mit der Note 3+.

Tabelle 5 - 4: Evaluationsergebnisse zum Thema Energien in der chemischen Produktion

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	2.9	0.7	3.1	0.6
Bedienerfreundlichkeit	5.0	0.7	4.5	0.9
Didaktische Gestaltung	5.2	0.7	4.3	1.0
Kompetenzorientierung	3.7	1.2	3.4	1.3
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.7	1.3
Gesamtnote	1.8	0.9	2.6	1.3

5.2.2.4 Evaluationsergebnisse zum DAWINCI-Modul Mathematik

Das Modul zum Themenbereich Mathematik (Grundrechenarten, Dreisatz und Prozentrechnung, Potenzrechnung) wurde von 24 Ausbildern sowie 63 Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Von den Ausbildern sind ca. dreiviertel an chemieberuflichen Weiterbildungsgängen und ca. 10 Prozent an der Ausbildung von Industriemeistern-Chemie beteiligt. Ca. ein Viertel machte keine Angaben zum Bildungsbereich. Von den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern ist etwa die Hälfte in chemieberuflichen Ausbildungsgängen und zehn Prozent in Weiterbildungsgängen. Die restlichen Befragten machten keine Angaben zu ihrem Bildungsgang.

Die Anschlussfähigkeit der Lerninhalte des Mathematikmoduls wurde von den Befragten noch als angemessen bewertet. Die Bedienerfreundlichkeit des Moduls sowie die didaktische Umsetzung der Inhalte werden von den Befragten allerdings als hoch bewertet. Die Vermittlung der Lerninhalte fördert den Kompetenzerwerb gemäß den Einstufungen der Ausbilder auf einem mittleren Niveau. Die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer schätzten den Kompetenzerwerb als vergleichsweise höher ein. Den erzielten Lernerfolg beurteilten die Befragten als positiv. Die Ausbilder beurteilten die Qualität des Moduls als Lehrmittel im Durchschnitt mit der Note 2+ und die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer mit der Note 2.

Tabelle 5 - 5: Evaluationsergebnisse zum Thema Mathematik

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	2.6	0.5	2.7	0.5
Bedienerfreundlichkeit	4.8	0.9	4.8	0.8
Didaktische Gestaltung	4.8	0.8	4.9	0.8
Kompetenzorientierung	3.5	1.1	4.0	1.2
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	4.0	1.2
Gesamtnote	1.8	0.8	2.0	1.2

5.2.2.5 Evaluationsergebnisse zum Modul Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Das Modul Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (Druckmessung, Durchflussmessung, Standmessung, Temperaturmessung, Elemente des Regelkreises, Regelstrecken, Regler, Grundlagen der Steuerungstechnik, Kennenlernen von Steuerschaltungen mit logischen Grundfunktionen, Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen, Prozessleitsystem) wurde von 44 Ausbildern und 94 Auszubildenden erprobt und evaluiert. Ca. die Hälfte der befragten Ausbilder ist an chemieberuflichen Ausbildungsberufen und die andere Hälfte überwiegend an der Ausbildung von Industriemeistern- Chemie oder Pharmazie beteiligt. Von den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern befindet sich ca. die Hälfte in der Ausbildung zum Chemikanten und ein Viertel in einem chemieberuflichen Weiterbildungsgang. Ein Viertel der Befragten machten keine Angaben zur ihren Bildungsgängen.

Die multimedial aufbereiteten Lerninhalte dieses Moduls wurden von beiden Zielgruppen als in mittlerem Maße anschlussfähig bewertet. Außerdem wird das Modul als bedienerfreundlich und die Inhalte als didaktisch gut aufbereitet beurteilt. Die vermittelten Lerninhalte fördern gemäß den Einschätzungen der Ausbilder den Erwerb von Kompetenzen auf einem mittleren Niveau. Die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer hingegen stufen den Kompetenzerwerb anhand der Modulinhalte vergleichsweise höher als die Ausbilder ein. Den erzielten Lernerfolg bewerteten die Teilnehmer positiv. Insgesamt beurteilten die Befragten beider Gruppen die Qualität des Moduls als Lehrmittel im Schnitt mit der Note 2-3.

Tabelle 5 - 6: Ergebnisse zum Thema Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	2.8	0.5	2.7	0.7
Bedienerfreundlichkeit	4.8	0.7	4.5	1.0
Didaktische Gestaltung	4.2	1.1	4.4	1.1
Kompetenzorientierung	3.0	1.1	3.9	1.3
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.9	1.3
Gesamtnote	2.6	1.0	2.5	1.2

5.2.2.6 Evaluationsergebnisse zum Modul Personalwirtschaft

Das Modul zum Thema Personalwirtschaft wurde von drei Ausbildern sowie zwölf Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Die Ausbilder sind an der Ausbildung von Industriekaufleuten beteiligt. Von den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern befinden sich dreiviertel in einer beruflichen Ausbildung (vorwiegend Industriekaufleute) und die Restlichen in einer chemieberuflichen Weiterbildung. Da insgesamt nur wenige Personen an der Evaluation des WBTs teilgenommen haben sind die ermittelten Einschätzungen noch wenig repräsentativ.

Die multimedial aufbereiteten Lerninhalte des Moduls Personalwirtschaft wurden von den Befragten als anschlussfähig gewertet und knüpfen in angemessener Form am Kenntnis- und Fähigkeitsstand der Aus- und Weiterbildungsteilnehmern an. Die Bedienerfreundlichkeit sowie die didaktische Aufbereitung und Darbietung der Inhalte wurden sowohl von den Ausbildern als auch den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern als hoch bewertet. Die Vermittlung der Lerninhalte fördert den Kompetenzerwerb auf einem mittleren Niveau, wobei die Ausbilder den Kompetenzerwerb im Vergleich zu den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern im Rahmen dieses Moduls als höher bewerteten. Den erzielten Lernerfolg stuften die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer im Schnitt als eher mittelmäßig ein, wobei die Bewertungen im Einzelnen deutlich variieren. Insgesamt bewerteten die Ausbilder die Qualität der elektronischen Teilmodule als Lehrmittel im Schnitt mit der Note 2 und die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer mit der Note 2-.

Tabelle 5 - 7: Evaluationsergebnisse zum Thema Personalwirtschaft

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	3.0	0.0	2.9	0.6
Bedienerfreundlichkeit	5.3	0.6	4.5	1.1
Didaktische Gestaltung	4.9	0.3	4.4	1.0
Kompetenzorientierung	4.1	0.9	3.0	2.1
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.5	1.7
Gesamtnote	1.9	0.8	2.3	1.3

5.2.2.7 Evaluationsergebnisse zum Modul Softskills

Das Modul zum Thema Softskills (Präsentation, Moderation, Kommunikation und Gesprächsführung) wurde von drei Ausbildern und sechs Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Ein Ausbilder ist Dozent und an der Ausbildung von Chemieingenieuren beteiligt und die restlichen zwei machten keine Angaben zum Bildungsbereich. Von den befragten Aus- und Weiterbildungsteilnehmer wurden zwei zum Chemietechniker und einer zum Industriemeister-Chemie ausgebildet. Einer absolvierte ein Studium zum Chemieingenieur. Die restlichen zwei Befragten machten keine Angaben zum Bildungsgang. Da insgesamt nur wenige Personen an der Evaluation des WBTs teilnahmen, sind die ermittelten Ergebnisse nur in geringem Maße repräsentativ.

Die Anschlussfähigkeit der multimedial aufbereiteten Lerninhalte des Softskill-Moduls wurde von den Befragten tendenziell als angemessen bewertet. Die Bedienerfreundlichkeit des Moduls sowie die didaktische Umsetzung der Inhalte wurden von den Befragten als hoch bewertet. Die Vermittlung der Lerninhalte durch das Modul fördert den Kompetenzerwerb gemäß der Einschätzung der Ausbilder auf einem hohen Niveau, während die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer den Kompetenzerwerb eher niedriger einschätzten. Der erzielte Lernerfolg wurde hingegen von den Aus- und Weiterbildungsteilnehmer als positiv beurteilt. Insgesamt beurteilten die Ausbilder die Qualität des Softskill-Moduls als Lehrmittel im Durchschnitt mit der Note 1- und die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer mit der Note 3, wobei die Benotungen bei letzterer Gruppe deutlich variieren.

Tabelle 5 - 8: Evaluationsergebnisse zum Thema Softskills

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	2.7	0.0	2.7	0.5
Bedienerfreundlichkeit	5.0	1.1	4.5	1.0
Didaktische Gestaltung	4.6	0.9	4.3	0.7
Kompetenzorientierung	4.3	1.0	3.6	0.9
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	4.1	0.9
Gesamtnote	1.3	0.4	2.9	2.0

5.2.2.8 Evaluationsergebnisse zum Modul Syntheseplanung

Das Modul zum Thema Syntheseplanung (Grundlagen der Chemie, Periodensystem der Elemente, Reaktivität funktioneller Gruppen, Elektrochemie, Polymerchemie, Syntheseplanung) wurde von 11 Ausbildern sowie 60 Aus- und Weiterbildungsteilnehmern erprobt und evaluiert. Von den befragten Ausbildern sind dreiviertel an chemieberuflichen Aus- und Weiterbildungsgängen und der Rest an chemieberuflichen Weiterbildungsgängen beteiligt. Die Zusammensetzung der Bildungsgänge bei den Aus- und Weiterbildungsteilnehmern ist vergleichbar mit der von den Ausbildern.

Die Lerninhalte des Moduls zur Syntheseplanung wurden von den Befragten als anschlussfähig bewertet und knüpfen angemessen am Kenntnis- und Fähigkeitsstand der Aus- und Weiterbildungsteilnehmern an. Die Bedienerfreundlichkeit sowie die didaktische Aufbereitung und Darbietung der Inhalte in den WBTs wurden als hoch bewertet. Die Vermittlung der Lerninhalte fördert den Kompetenzerwerb gemäß den Einschätzungen der Aus- und Weiterbildungsteilnehmern auf einem mittleren Niveau. Die befragten Ausbilder schätzten das Niveau des Kompetenzerwerbs vergleichsweise als höher ein. Den erzielten Lernerfolg werteten die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer positiv. Insgesamt bewerteten die Ausbilder die Qualität des Moduls als Lehrmittel mit der Note 2+ und die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer mit der Note 3+, wobei die Benotung bei Letzteren deutlich stärker variiert.

Tabelle 5 - 9: Evaluationsergebnisse zum Thema Syntheseplanung

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	3.3	0.4	3.0	0.7
Bedienerfreundlichkeit	4.9	0.7	4.4	0.9
Didaktische Gestaltung	5.3	0.7	4.3	1.0
Kompetenzorientierung	3.7	1.1	3.3	1.1
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.6	1.0
Gesamtnote	1.6	1.0	2.6	1.5

5.2.2.9 Zusammengefasste Modul-Bewertungen

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden die Evaluationsbewertungen für alle DAWINCI-Module zu modulübergreifenden Durchschnittswerten zusammengefasst. Die folgende Tabelle fasst die durchschnittliche Bewertung der verschiedenen Evaluationsaspekte für die im Projekt entwickelten Lernmodule zusammen.

Die Durchschnittswerte zur Anschlussfähigkeit verdeutlichen, dass die Lerninhalte der DAWINCI-Module im Schnitt als anschlussfähig eingestuft wurden und somit in angemessener Form an den Kenntnis- und Fähigkeitsstand der Aus- und Weiterbildungsteilnehmer anschließen. Die Module wurden darüber hinaus als bedienerfreundlich und somit für Nutzer leicht zugänglich und handhabbar bewertet. Die Einstufungen zur didaktischen Aufbereitung zeigen außerdem, dass die Lerninhalte der DAWINCI-Module insgesamt verständlich, ansprechend und mit einer hohen didaktischen Qualität vermittelt werden. Der Kompetenzerwerb wird durch Lerninhalte insgesamt eher auf einem mittleren Niveau gefördert; d. h. gemäß den Einstufungen der Befragten leisten die Lerninhalte einen durchaus substanziellen Beitrag, um handlungsorientierte Anforderungen im Rahmen der Niveaustufen 4-6 des DQRs bewältigen zu können (z. B. Probleme bei beruflichen Tätigkeiten selbständig zu lösen). Das erzielte Lernergebnis, das die Aus- und Weiterbildungsteilnehmer durch die Auseinandersetzung mit den Modulen erreichen konnten, wurde in der Regel positiv bewertet. Insgesamt wurde die Qualität der evaluierten Module als Lehrmittel mit der Note 2 bewertet.

Tabelle 5 - 10: Evaluationsergebnisse zu den gesamten DAWINCI-Themen

Evaluationskriterien	Durchschnittliche Wertungen der Befragten			
	Ausbilder / Dozenten		Aus- / Weiterbildungsteilnehmer	
	Mittelwert	Standard-abweichung	Mittelwert	Standard-abweichung
Anschlussfähigkeit	2.8	0.6	2.7	0.8
Bedienerfreundlichkeit	4.8	0.9	4.4	1.1
Didaktische Gestaltung	4.6	1.1	4.4	1.3
Kompetenzorientierung	3.3	1.1	3.5	1.4
Wahrgenommener Lernerfolg	-	-	3.8	1.4
Gesamtnote	2.2	1.0	2.4	1.3

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Frage der Durchlässigkeit berührt viele Aspekte im Bereich der Aus- und Weiterbildung und zudem nahezu alle mit der Ausbildung befassten Akteure und Institutionen. Um zu zeigen, wie die Durchlässigkeit im Bereich der chemischen Industrie verbessert und weiter gefördert werden kann, wurden im Projekt DAWINCI nicht nur durchlässigkeitsrelevante Inhalte analysiert und umgesetzt, sondern es wurde auch ein integriertes Rahmenwerk entwickelt, das die damit einhergehenden Prozesse unterstützen soll.

In Bezug auf die Inhalte gab es im Rahmen der curricularen Analyse einige Überraschungen und Änderungen, die aber für ein Forschungsprojekt dieser Größenordnung gewissermaßen selbstverständlich sind. So überraschte beispielsweise die hohe Bedeutung der elementaren mathematischen Grundlagen alle Projektpartner gleichermaßen, lag doch im Fokus der Antragstellung eher die Identifizierung überlappender Bereiche, die entfallen können als bereits absolvierte Inhalte, die zu wiederholen sind, um den Wiedereinstieg zu erleichtern. Auch die Tatsache, dass die Themen von Führung und Personalwirtschaft so gut wie nicht in den einschlägigen Ausbildungsordnungen und Curricula zu finden sind, – mit Ausnahme beim Industriemeister Chemie – führte zu notwendigen Änderungen und Anpassungen in der Ausgestaltung der Inhalte.

Neben der besonderen Bedeutung einzelner Themen für den Ausgleich curricularer weißer Flecken ist mit der Fülle des erarbeiteten Materials auch ein wesentlicher Schritt in Richtung auf einen praxisrelevanten Fundus getan. In der Natur der Sache liegt es, dass sich geförderte Projekte häufig auf Einzelaspekte der zu bearbeiteten Strukturen, Prozesse oder Themen beschränken müssen. Im Projekt DAWINCI konnten aber durch die bewährte und effiziente Zusammenarbeit der Partner acht verschiedene Themenbereiche inhaltlich aufbereitet werden: Mathematik, Softskills, Betriebswirtschaft, Personalwirtschaft und Führungsaufgaben, Energien in der Produktion, Syntheseplanung, Bioverfahrenstechnik, sowie Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in der chemischen Produktion. Damit ist eine nicht unerhebliche Menge von Lernmedien entstanden, die eine erhebliche Hilfe für aus- und weiterbildende Betriebe darstellt.

Insgesamt belegt die Evaluation der im Projekt erarbeiteten Module, dass sich alle auf einem sehr hohen inhaltlichen und didaktischen Niveau bewegen und zugleich anschlussrelevante Inhalte in vielen Bereichen der chemischen Industrie auf diese Weise vermitteln lassen. Insofern bieten die erarbeiteten Bausteine bereits einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Aus- und Weiterbildung der chemischen Industrie.
Zusammen mit den in ähnlicher Form vorliegenden fünf Modulen (Betriebsanalytik, Trennprozesse, Präparative Chemie, Rohrsystemtechnik und Qualitätssicherung) aus dem Projekt „Elch“ (2005 – 2008), die auf die Ausbildung ausgerichtet sind, ergibt

sich ein attraktiver Pool an Lernmedien und damit, ein branchenweit nutzbares Unterstützungspaket für die Aus- und Weiterbildung. Mit diesem Pool wird eine neue Qualität des Supports erreicht, da die abgedeckte Themenvielfalt in nahezu allen Unternehmen auf relevante Bedarfe trifft. Große wie kleine Unternehmen der Branche haben so gleichermaßen die Chance medienunterstütztes Lernen mit qualitativ hochwertigen und auf die Berufspraxis zugeschnittenen Lernmodulen durchzuführen.

Ein wichtiges Bindeglied zwischen den Inhalten und ihre Integration in ein durchlässigkeitsunterstützendes Rahmenwerk besteht in der Entwicklung der Nutzungsleitfäden. Sie sind nicht nur vorbildlich in Bezug auf die didaktischen Handreichungen und die Formulierung von Lernzielen, sondern auch modellhaft n Bezug auf die Integration von Weiterbildungsinhalten in ein umfassendes Kompetenzmodell. Auf diese Weise ist es möglich, fachorientierte und kompetenzorientierte Aus- und Weiterbildungsprozesse miteinander zu verbinden.

Der Aufbau des integrierten Rahmenwerks konnte nur in Form einer Annäherung an einen umfassend gültigen Lösungsansatz erfolgen, da es nicht im Zuständigkeitsbereich der beteiligten Projektpartner lag ein verbindliches Kompetenzmodell für eine ganze Branche zu entwerfen. Auf der anderen Seite war es unumgänglich ein solches Modell zu entwerfen, da nur so die prototypische Umsetzung von Unterstützungsfunktionen dargestellt und evaluiert werden konnte. Dabei musste zugleich demonstriert werden, dass es mit vertretbarem Aufwand möglich ist, sowohl die klassische curricular orientierte Ausbildung als auch eine zunehmend kompetenzorientierte Weiterbildung so miteinander zu verknüpfen, dass eine Migration sinnvoll und möglich ist.

Erst auf der Basis eines durchgängigen Kompetenzmodells, das sowohl den Kompetenzerwerb in Ausbildungs- als auch Weiterbildungsgängen der chemischen Industrie abbildet, war es somit möglich, ein E-Portfolio für eine technische Plattform zu entwickeln, die sowohl die Lernprozesse unterstützt als auch die notwendigen Funktionen bereitstellt, um erworbene Kompetenzen zu sammeln (Kompetenzbiografie), zu belegen und im Hinblick auf Durchlässigkeitsanforderungen zu bewerten. Hier stellte sich besonders die Frage nach der Praktikabilität des Modells wie auch der Handhabung der entsprechenden Schnittstellen in Bezug auf die technische Plattform. Insbesondere war die Frage zu beantworten wie granular Kompetenzen erfasst und modelliert werden müssen, damit sie einerseits erlauben, alle relevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten abzubilden, andererseits aber die Nutzer nicht dazu gezwungen werden, jeweils Hunderte von einzelnen Kompetenzfacetten in einem Portfolio eintra-

gen, verwalten und auswerten zu müssen. Aufgrund der funktionierenden Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis war es im Projekt möglich, über mehrere Entwicklungszyklen zu gemeinsam getragenen und praktikablen Lösungsmodellen zu kommen.

Da Transparenz und Flexibilität in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung wesentliche Voraussetzungen für die Verbesserung der Durchlässigkeit sind, kann man davon ausgehen, dass die damit verbundenen Mehrwerte über den unmittelbar im DAWINCI-Projekt evaluierten Nutzen hinaus reichen bzw. sie in einem erweiterten Nutzungskontext tragfähig sind. Wenn es gelingt, eine durchgängige organisatorische, konzeptuelle und technische Infrastruktur (insbesondere mit entsprechenden Standards) zu schaffen, ergäben sich für nahezu alle Interessengruppen vielfältige Möglichkeiten:

• Unternehmen
Karrierewege und Berufsausbildung lassen sich nicht mehr 1:1 aufeinander abbilden. Mehr Flexibilität ist gefordert, um schnell und bedarfsgerecht auf neue Anforderungen reagieren zu können. Es muss also gelingen, Kompetenzanforderungen und Kompetenznachweise aufeinander zu beziehen, um neue Spielräume gewinnen und Weiterbildungskosten senken zu können. Dadurch kann auch eine bessere Einschätzung zur Eignung von Quereinsteigern ermöglicht werden.

• Bildungsträger
Es kommt zunehmend darauf an, Bildungsinhalte und Kompetenzen bedarfsnah anzubieten. Durch eine bessere Abstimmung könnten neue Potenziale zur Weiterbildung erschlossen werden, die mit tradierten Kurs- und Ausbildungsangeboten nicht genügend gut erfasst werden können. Die Granularität des Angebots muss überprüft werden, um Möglichkeiten der Mehrfachnutzung einzelner Bausteine zu erschließen. Damit würde die Passgenauigkeit von Angebot und Nachfrage erhöht.

• Kammern und Einrichtungen
Eine Bündelung der Angebote und Informationen aller Kammern und Einrichtungen hätte den Vorteil, dass Informationen in einer Form vorlägen, die transparenter ist und leichter für den Einzelnen zu erschließen. Die Nutzung eines allgemein anerkannten Kompetenzmodells böte hier z.B. den Vorteil, auch Suchanfragen spezifizieren zu können, mit denen Kompetenzstand und Kompetenzdefizite ermittelt werden können.

• Lernende
Sie wären in der Lage, ihr persönliches Kompetenzprofil mit Karrierewegen abzugleichen und sich dadurch neue Entwicklungsmöglichkeiten zu eröffnen. Mit Hilfe von zusätzlichen Selbstbewertungsverfahren (Self Assessment) können sie den eigenen Kompetenz- und Leistungsstand besser einschätzen, diesen mit Angeboten abgleichen und dadurch gezielt passende Angebote finden und zugleich Doppelqualifizierungen vermeiden.

Die Einbettung in einen gemeinsam gestalteten und kooperativ genutzten regionalen, überregionalen bzw. branchenspezifischen Informationsraum ginge deutlich über den tradierten Ansatz des Aufbaus von Portalen hinaus. Klassische Informationsportale publizieren und bündeln zwar Informationsangebote, bieten eventuell sogar Funktionen aus dem Spektrum des Web 2.0 an (E-Learning 2.0), lassen diese Komponenten jedoch je nach spezifischer Nutzung relativ unverbunden nebeneinander bestehen. Ohne Ausrichtung an einem von den verschiedenen Interessengruppen gemeinsamen getragenen Kompetenzmodell und einer entsprechenden Infrastruktur lassen sich die zuvor skizzierten Mehrwerte aber kaum nachhaltig in der Praxis verankern.

Für eine solche Verankerung müssten weitere Untersuchungen und Entwicklungen angestoßen werden, die außerhalb der Kompetenzen und Ziele des Projekts DAWINCI liegen. Mit dem exemplarisch in ein E-Portfolio umgesetzten Kompetenzmodell und den prototypisch umgesetzten Schnittstellen konnte DAWINCI jedoch zeigen, dass ein solcher Ansatz prinzipiell machbar und hilfreich ist. Er böte für nahezu alle beteiligten Interessengruppen vielfältige Vorteile, insbesondere wenn es gelänge, Inhalte und Kompetenznachweise mit Selbstbewertungsverfahren und Möglichkeiten zum Abgleich von Angeboten, Bedarfen und Nachfragen zu koppeln. Im Zuge der durch den Bologna-Prozess weiter vorangetriebenen Flexibilisierung der Bildung stellen die mit dem Projekt DAWINCI erreichten Ergebnisse einen notwendigen aber noch lange nicht hinreichenden Meilenstein auf diesem Weg dar.

7. Anhang

7.1 Kompentenzen im DAWINCI – Projekt

7.1.1 Kompetenzen Chemikant

Dawinci

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Prof. Dr. Niclas Schaper
Dipl. –Psych. Daniel Ossenschmidt

Kompetenzmodell

für

Chemikant/Chemikantin

Stand: 21.3.2012

Quelle:
Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemikant/ Chemikantin
(Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 1.2.2000 i.d.F. vom 23.04.209)

Verordnung über die Berufsausbildung zum Chemikanten/zur Chemikantin
(Anfertigungsdatum: 10.06.2009)

Tätigkeitsfeld I	
Stoffe analysieren (untersuchen) Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) – –	
Kompetenz	Nummer
–	–

Tätigkeitsfeld II	
Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Vorbereitung/Planung, Durchführung und Optimierung von Herstellungsverfahren auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.	
Kompetenz	Nummer
Kann betriebsübliche verfahrenstechnische mechanische Grundoperationen durchführen	CK-II.1
Kann betriebsübliche verfahrenstechnische thermische Grundoperationen durchführen	CK-II.2
Kann Energieträger auswählen und im eigenen Arbeitsbereich rationell einsetzen	CK-II.3
Kann betriebsübliche Arbeitsstoffe (z.B. Säuren, Lösungen, Gasen usw.) sicher handhaben sowie relevante Eigenschaften beurteilen	CK-II.4
Kann betriebsübliche Prozess-/Betriebs-/Arbeitsabläufe von Produktionsverfahren planen, steuern, überwachen und beurteilen sowie Abweichungen, Probleme oder Störungen bei der Durchführung korrigieren und überwinden	CK-II.5
Kann betriebsübliche Produktionsabläufe (z.B. Fahrweise von Anlagen oder Teilanlagen) optimieren	CK-II.6

Tätigkeitsfeld III

Anlagen bedienen, installieren und instandhalten

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch- mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Bedienung, Installation und Instandhaltung von Anlagen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann betriebsübliche Arbeitsmitteln (z.B. Fördersysteme, Werkstoffe, Anlagenteile und Geräte usw.) handhaben, pflegen, instandhalten sowie funktionell relevante Faktoren (z.B. Korrosion, Verschleiß usw.) beurteilen	CK-III.1
Kann Installationstechnische Arbeiten (z.B. Rohre und Rohrleitungsteile verbinden und abdichten) planen, durchführen und optimieren	CK-III.2
Kann Maßnahmen zur betrieblichen Anlagensicherheit ergreifen	CK-III.3
Kann betriebstypische Produktionsanlagen bzw. Teilanlagen anfahren, fahren und abfahren	CK-III.4

Tätigkeitsfeld IV

Verfahrensprozesse steuern und überwachen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Steuerung und Überwachung von Verfahrensprozessen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann betriebsübliche Parameter zur Steuerung von Prozessen messen und beurteilen	CK-IV.1
Kann Prozesse mithilfe von Regelungs- und Steuerungstechnik beeinflussen, sowie die Prozessführung beurteilen	CK-IV.2

Tätigkeitsfeld V

Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung der Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann betriebsspezifische Instrumente des Qualitätsmanagements im eigenen Arbeitsbereich anwenden	CK-V.1

Tätigkeitsfeld VI

Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Planung, Beurteilung und Beeinflussung betrieblicher Abläufe nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Kalkulation, Planung und Beeinflussung auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann Möglichkeiten zur Beeinflussung von Kosten im eigenen Arbeitsbereich erkennen und zur Einhaltung von Kostenvorgaben bzw. Senkung von Kosten nutzen	CK-VI.1

7.1.2 Kompetenzen Chemielaborant

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Prof. Dr. Niclas Schaper
Dipl. –Psych. Daniel Ossenschmidt

Kompetenzmodell

für

Chemielaborant/ Chemielaborantin

Stand: 21.3.2012

Quelle:

Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemielaborant/ Chemielaborantin
(Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.01.2000 i.d.F. vom 18.03.2005)

Verordnung über die Berufsausbildung im Laborbereich Chemie, Biologie und Lack
(Anfertigungsdatum: 23.3.2000)

Tätigkeitsfeld I

Stoffe analysieren (untersuchen)

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Analyse (Untersuchung) von Stoffen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann Proben (u.a. zur Gehalts- und Qualitätskontrolle, Prozessregelung, Einhaltung des Umweltschutzes) unter Beachtung relevanter Kriterien (wie z.B. Spezifität und Repräsentativität) nehmen, aufbewahren und analyse-spezifisch vorbereiten	CL-I.1
Kann betriebsübliche qualitative Analyseverfahren (wie die Fotometrie, Spektroskopie, Chromatografie, elektroanalytische Methoden) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	CL-I.2
Kann betriebsübliche quantitative Analyseverfahren (wie die Gravimetrie, Volumetrie, Fotometrie, Spektroskopie, Chromatografie, elektroanalytische Methoden) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	CL-I.3
Kann betriebsübliche strukturanalytische Verfahren (wie die Spektroskopie) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	CL-I.4
Kann betriebsübliche analytische Kopplungstechniken auswählen, planen, durchführen, auswerten und ggf. optimieren	CL-I.5
Kann thermodynamische Größen messen und bestimmen	CL-I.6
Kann physikalische Größen (wie Gewicht, Volumen, Temperatur) messen und bestimmen	CL-I.7
Kann Edukte, Zwischen- und Endprodukte von Synthesen (Präparate) durch betriebsübliche Methoden charakterisieren	CL-I.8
Kann Werkstoffeigenschaften mit den üblichen Verfahren bestimmen	CL-I.9

Tätigkeitsfeld II	
Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Vorbereitung/Planung, Durchführung und Optimierung von Herstellungsverfahren auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.	
Kompetenz	Nummer
Kann Präparate unterschiedlicher Stoffklassen mittels üblicher Reaktionstypen (wie z.B. Addition oder Substitution) und üblicher Synthesetechniken herstellen	CL-II.1
Kann übliche verfahrenstechnische mechanische Grundoperationen (trennen, vereinigen, reingingen usw.) durchführen	CL-II.2
Kann übliche verfahrenstechnische thermische Grundoperationen (trennen, vereinigen, reinigen usw.) durchführen	CL-II.3
Kann übliche verfahrenstechnische chemische Grundoperationen (trennen, vereinigen, reinigen usw.) durchführen	CL-II.4
Kann übliche verfahrenstechnische biologische Grundoperationen (trennen, vereinigen, reinigen usw.) durchführen	CL-II.5
Kann Energieträger auswählen und im eigenen Arbeitsbereich rationell einsetzen	CL-II.6
Kann Herstellungsverfahren auf veränderte Maßstäbe (vom Labor-auf Produktionsmaßstab) durch die Anwendung von „Scale up“ Verfahren übertragen und optimieren.	CL-II.7
Kann Beschichtungsstoffe herstellen, prüfen und applizieren	CL-II.8

Tätigkeitsfeld III

Anlagen bedienen, installieren und instandhalten

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch- mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Bedienung, Installation und Instandhaltung von Anlagen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann betriebsübliche Arbeitsmitteln (z.B. Laborgeräte) handhaben, pflegen und instandhalten	CL-III.1

Tätigkeitsfeld IV

Verfahrensprozesse steuern und überwachen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Steuerung und Überwachung von Verfahrensprozessen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann betriebsübliche Parameter zur Steuerung von Prozessen messen und beurteilen, sowie die hierfür geeigneten Sensoren auswählen, kalibrieren und warten	CL-IV.1
Kann Laborprozesse und verfahrenstechnische Prozesse mithilfe von Regelungs- und Steuerungstechnik beeinflussen, sowie die Prozessführung beurteilen	CL-IV.2

Tätigkeitsfeld V	
Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung der Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.	
Kompetenz	Nummer
Kann betriebsspezifische Instrumente des Qualitätsmanagements im eigenen Arbeitsbereich anwenden	CL-V.1
Kann im Rahmen berufsüblicher Tätigkeiten (z.B. bei der Herstellung von Präparaten) die Regeln „Guter Herstellungspraxis“ (GMP) beachten	CL-V.2
Kann im Rahmen berufsüblicher Tätigkeiten (z.B. bei der Durchführung einer qualitative Analyse) die Regeln „Guter Laborpraxis“ (GLP) beachten	CL-V.3

Tätigkeitsfeld VI

Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Planung, Beurteilung und Beeinflussung betrieblicher Abläufe nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 4
Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen im Rahmen der Kalkulation, Planung und Beeinflussung auch unter sich verändernden und nicht eindeutigen Rahmenbedingungen selbständig zu planen, zu bearbeiten, ggf. hierbei auftretende Probleme zu lösen sowie Arbeitsergebnisse unter Beachtung von Wechselwirkungen zu beurteilen.

Kompetenz	Nummer
Kann Möglichkeiten zur Beeinflussung von Kosten im eigenen Arbeitsbereich erkennen und zur Einhaltung von Kostenvorgaben bzw. Senkung von Kosten nutzen	CL-VI.1

Tätigkeitsfeld VII

Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Personalbesetzung, der Personalführung und der Personalentwicklung vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) –
–

Kompetenz	Nummer
–	–

7.1.3 Kompetenzen Industriemeister Chemie

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Prof. Dr. Niclas Schaper
Dipl. –Psych. Daniel Ossenschmidt

Kompetenzmodell

für

Industriemeister/Industriemeisterin- Fachrichtung Chemie

Stand: 21.3.2012

Quelle:
Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss
Geprüfter Industriemeister/ Geprüfte Industriemeisterin- Fachrichtung Chemie
(Anfertigungsdatum: 15.09.2004)

Tätigkeitsfeld I	
Stoffe analysieren (untersuchen) Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) – –	
Kompetenz	Nummer
–	–

Tätigkeitsfeld II	
Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Vorbereitung/Planung, Durchführung und Optimierung von Herstellungsverfahren eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann bei der Auswahl der Maschinen, Apparate und technischen Hilfseinrichtungen, Energien und Stoffen für Produktionsverfahren unter Beachtung von technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten mitwirken	IC-II.1
Kann Aufbau, Funktionsprinzip und Einsatzmöglichkeiten von Apparaten, Maschinen und technischen Hilfseinrichtungen für Produktionsverfahren sowie deren sachgerechter Verwendung beurteilen	IC-II.2
Kann Maschinen und Anlagenteile unter Berücksichtigung von Wechselwirkung zwischen Roh-, Hilfs-, Betriebs-, und Werkstoffen auswählen	IC-II.3
Kann betriebsübliche Arbeitsstoffe sicher handhaben sowie relevante Eigenschaften und Gefährdungspotenziale bewerten und beurteilen	IC-II.4
Kann produkttechnische Einrichtungen und Verfahren unter Beachtung verschiedener Reaktionstypen für den Einsatz in Produktionsverfahren auswählen	IC-II.5
Kann Energie und Stoffströme führen, Stoff- und Energiebilanzen erfassen und berechnen sowie Maßnahmen zur rationellen Nutzung von Energie und Ressourcen einleiten	IC-II.6
Kann Prozesse führen und zur Prozesskontrolle geeignete Methoden auswählen	IC-II.7
Kann die Auswirkung von Produktionsprozessen auf die Umweltschutzbereiche Luft, Wasser und Boden beurteilen und geeignete Verfahren zur Sicherstellung der Bereiche auswählen und einsetzen	IC-II.8

Tätigkeitsfeld III

Anlagen bedienen, installieren und instandhalten

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch- mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und –abläufe im Rahmen der Bedienung, Installation und Instandhaltung eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann das Anfahren, Fahren und Abfahren von Anlagen koordinieren und optimieren	IC-III.1
Kann Maßnahmen zur Behebung von Störungen bei Produktionsanlagen organisieren und veranlassen	IC-III.2
Kann Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung und Instandhaltung organisieren, veranlassen, koordinieren und überwachen	IC-III.3

Tätigkeitsfeld IV	
Verfahrensprozesse steuern und überwachen Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Steuerung und Überwachung von Verfahrensprozessen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann Mengenströme und Energiebilanzen von verfahrenstechnischen Prozessen erstellen.	IC-IV.1
Kann Prozess- und Produktionsdaten zur Kommunikation erfassen, analysieren und aufbereiten sowie visualisierte Daten bewerten	IC-IV.2
Kann den Einsatz von Messeinrichtungen in der Produktion bewerten und optimieren	IC-IV.3
Kann Steuerungs- und Regelungssysteme zur Prozessoptimierung in der Produktion einsetzen	IC-IV.4
Kann Maßnahmen zur Behebung von Störungen bei Verfahrensprozessen organisieren und veranlassen	IC-IV.5
Kann die Einhaltung von Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes bei Produktionsprozessen mit Steuerungs- und Regelungstechnik sicherstellen	IC-IV.6
Kann Steuerungs- und Regelungsprozesse darstellen	IC-IV.7

Tätigkeitsfeld V

Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung von Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Kundenanforderungen/Kundenerwartungen in Qualitätsziele und Qualitätsvorgaben umsetzen	IC-V.1
Kann rechtliche (z.B. GLP, GMP) und betriebliche Vorgaben/Leitlinien und Qualitätsnormen im eigenen Verantwortungs-/Arbeitsbereich berücksichtigen sowie deren Einhaltung sicherstellen (z.B. durch die Erstellung von Arbeits- und Verfahrensanweisungen)	IC-V.2
Kann Audits und Zertifizierungen vorbereiten u.a. durch die Beschreibung (z.B. durch Dokumentationen) von betrieblichen Prozessen	IC-V.3
Kann Instrumente des Qualitätsmanagements (z.B. FMEA, Qualitätszirkel) zur kontinuierlichen Qualitätsverbesserung und Prozessoptimierung nutzen	IC-V.4

Tätigkeitsfeld VI

Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Planung, Beurteilung und Beeinflussung betrieblicher Abläufe nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Planung, Beeinflussung, Kalkulation von Kosten eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann zur Beeinflussung von Kosten betrieblicher Abläufe allgemeine betriebswirtschaftliche Aspekte (ökonomische Handlungsprinzipien, volkswirtschaftliche Aspekte) bei betrieblichen Abläufe berücksichtigen	IC-VI.1
Kann zur Beeinflussung von Kosten betrieblicher Abläufe allgemeine Grundsätze der betrieblichen Aufbau- und Ablauforganisation berücksichtigen	IC-VI.2
Kann betriebliche Abläufe mithilfe von Methoden der Organisationsentwicklung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten weiterentwickeln	IC-VI.3
Kann betriebliche Abläufe mithilfe von Methoden der Entgeltfindung und der kontinuierlichen betrieblichen Verbesserung nach wirtschaftlichen Aspekten optimieren	IC-VI.4
Kann Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträger-, Prozesskostenrechnung unterscheiden und Zusammenhänge erkennen	IC-VI.5
Kann Kalkulationsverfahren anwenden	IC-VI.6
Kann Zielgrößen (z.B. Betriebsergebnis, Deckungsbeitrag) ermitteln	IC-VI.7
Kann Kosten der Produktionsverfahren kontrollieren und Maßnahmen zur Kostenbeeinflussung planen, durchführen und bewerten	IC-VI.8

Tätigkeitsfeld VII

Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Personalbesetzung, der Personalführung und der Personalentwicklung vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Organisation, Förderung und Beurteilung von Mitarbeitern eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann einschlägige arbeitsrechtliche Vorschriften (z.B. Arbeitsvertragsrechts, Betriebsverfassungsgesetzes) und Bestimmungen sowie betrieblicher Vereinbarungen bei der Gestaltung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter berücksichtigen	IC-VII.1
Kann die berufliche Entwicklung von Mitarbeitern unter Berücksichtigung von persönlichen Bedingungen (z.B. Berufsbiografie) beurteilen und fördern, sowie Maßnahmen zur Qualifizierung der Mitarbeiter ergreifen	IC-VII.2
Kann die Wirkungsweise von Arbeitsbedingungen auf die Mitarbeiter einschätzen und ggf. Maßnahmen zur Verbesserung entwickeln und umsetzen	IC-VII.3
Kann Einflüsse von Gruppenstrukturen auf die Mitarbeiter und ihr Arbeitsverhalten einschätzen und ggf. Maßnahmen zur Verbesserung entwickeln und umsetzen	IC-VII.4
Kann Mitarbeiter mithilfe von Methoden und Instrumenten der Mitarbeiterführung führen, die Methoden gezielt zur Förderung von Leistungsbereitschaft und Zusammenarbeit der Mitarbeiter anwenden sowie das eigene bzw. fremdes Führungsverhalten reflektieren	IC-VII.5
Kann den qualitativen und quantitativen Personalbedarf ermitteln (z.B. mit Tätigkeitsanalysen, mit Methoden der Bedarfsermittlung), sowie in diesem Kontext präzise Stellenbeschreibungen anfertigen	IC-VII.6
Kann Mitarbeiter mithilfe von Instrumenten und Methoden der Personalauswahl auswählen und einsetzen sowie die individuelle Arbeitsleistung (mit vorgegebenen Beurteilungssystemen) beurteilen	IC-VII.7
Kann Mitarbeitergespräche zu unterschiedlichen betriebsrelevanten Thematiken (Feedbackgespräche, Zielvereinbarungen) mittels entsprechender Methoden durchführen	IC-VII.8
Kann das verantwortliche Handeln in den Bereichen Arbeits- und Anlagensicherheit und Umwelt- und Gesundheitsschutz von Mitarbeitern im Betrieb fördern (z.B. durch die Planung und Durchführung entsprechende Unterweisungen oder durch die Gewährleistung des Informationsaustausches über sicherheits- und umweltrelevante Vorgänge)	C-VII.9
Kann Qualifizierungsmaßnahmen und Unterweisungen zu beispielsweise neue Arbeitsanweisungen oder Verfahren im Kontext des eigenen Wirkungsbereiches planen, durchführen und bezüglich des Lernerfolges beurteilen	C-VII.10
Kann Rahmenbedingungen (z.B. durch das Erstellen von Kommunikationsregeln) für eine effiziente Kommunikation der Mitarbeiter schaffen und sicherstellen	C-VII.11

Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen

Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen sind Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der gestellten Anforderungen aus den Tätigkeitsfeldern I-VII vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage tätigkeitsübergreifende Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und –abläufe eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann die Arbeits- und Anlagensicherheit im berufsüblichen Arbeitsbereich im Rahmen rechtlicher Grundlagen und betrieblicher Vorgaben überprüfen (z.B. durch das Erkennen von Schwachstellen) und gewährleisten (z.B. durch die Einleitung von vorbeugender Maßnahmen)	IC-ÜK.1
Kann den Gesundheitsschutz im Arbeitsbereich nach rechtlichen Grundlagen und betrieblicher Vorgaben überprüfen (z.B. durch das Erkennen von Schwachstellen) und gewährleisten (z.B. durch die Einleitung von vorbeugender Maßnahmen)	IC-ÜK.2
Kann den Umweltschutz im Arbeitsbereich nach rechtlichen Grundlagen und betrieblicher Vorgaben überprüfen und gewährleisten (z.B. durch die Einleitung von vorbeugender Maßnahmen)	IC-ÜK.3
Kann Planungstechniken und Projektmanagementmethoden zur Gestaltung von Arbeitsabläufen (z.B. zur Zeitplanung) unterscheiden	IC-ÜK.4
Kann Präsentationstechniken anwenden	IC-ÜK.5
Kann technische Unterlagen (Berichte, Dokumentationen) lesen und als Informationsquelle nutzen	IC-ÜK.6
Kann Statistiken, Tabellen und Diagramme zur Analyse und zur Veranschaulichung erstellen	IC-ÜK.7
Kann mithilfe von unterschiedlichen Informations- und Kommunikationsformen den Informationsfluss im üblichen Arbeitsbereich gestalten und sicherstellen	IC-ÜK.8
Kann Planungs- und Steuerungssysteme zur Produktions-, Mengen-, Kapazitäts- und Terminplanung einsetzen	IC-ÜK.9
Kann Informationen und Anweisungen der Betriebsleitung vermitteln (z.B. durch die Aufbereitung der Informationen und die Organisation der Kommunikation)	IC-ÜK.10
Kann mit Kunden serviceorientiert kommunizieren (z.B. durch die Beherrschung Frage-, Konfliktlösungs- und Argumentationstechniken)	IC-ÜK.11

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Prof. Dr. Niclas Schaper
Dipl. –Psych. Daniel Ossenschmidt

Kompetenzmodell

für

Techniker/ Technikerin- Fachrichtung Chemietechnik

Schwerpunkte:
Betriebstechnik
Labortechnik

Stand: 21.3.2012

Quelle:

Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung- Fachschule für Technik
Fachrichtung Chemietechnik: Schwerpunkte: Betriebstechnik und Labortechnik
(Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen)
(Stand: 01.02.2007)

Tätigkeitsfeld I	
Stoffe analysieren (untersuchen) Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Analyse (Untersuchung) von Stoffen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann Analyseverfahren projektieren, realisieren und validieren	CT-I.1
Kann unterschiedliche Analyseverfahren sowie die Kombination der Verfahren planen und validieren (z.B. zur Qualitätssicherung und Strukturaufklärung) (Schwerpunkt- Labortechnik)	CT-I.2

Tätigkeitsfeld II

Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Vorbereitung/Planung, Durchführung und Optimierung von Herstellungsverfahren eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann grundlegende und komplexe Synthese- und Produktionsverfahren konzeptionieren und die Qualität der erstellten Konzepte im Hinblick auf den Realisierungsprozess sowie der Effektivität bewerten	CT-II.1
Kann grundlegende und komplexe Synthese- und Produktionsverfahren projektieren, dimensionieren, realisieren, validieren und dabei auf Basis der Prozessparameter die notwendigen Geräte, Messsysteme, Apparate und Maschinen auswählen	CT-II.2
Kann zur Optimierung von Synthese- und Produktionsverfahren den Einsatz von Stoffen/Geräten/Apparaturen und Maschinen variieren	CT-II.3
Kann Wege zur Erstellung von chemischen, biologischen und pharmazeutischen Stoffen analysieren, bewerten, entwickeln und ausführen (Schwerpunkt: Labortechnik)	CT-II.4

Tätigkeitsfeld III	
Anlagen bedienen, installieren und instandhalten Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch- mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Bedienung, Installation und Instandhaltung eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann in Rahmen von chemischen/technischen Prozessen Geräte, Messsysteme, Apparate und Maschinen konfigurieren und in Betrieb nehmen	CT-III.1
Kann den Einsatz von Apparaten und Maschinen planen (Schwerpunkt: Betriebstechnik)	CT-III.2

Tätigkeitsfeld IV

Verfahrensprozesse steuern und überwachen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Steuerung und Überwachung von Verfahrensprozessen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Prozessdaten berechnen und in Hinblick auf Effektivität bewerten	CT-IV.1
Kann Steuerungs- und Regelungssysteme in Prozessleitsystemen zur Optimierung von Prozessabläufen nutzen (Schwerpunkt: Betriebstechnik)	CT-IV.2
Kann Ablaufsteuerungen projektieren (Schwerpunkt: Betriebstechnik)	CT-IV.3

Tätigkeitsfeld V

Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung von Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann qualitätsorientierte Maßnahmen bei Betriebsabläufen, Produktions- und Unternehmensprozessen unter Anwendung von Managementsystemen analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	CT-V.1
Kann Produkt- und Prozessleistungsfähigkeit interner und externer Wettbewerber in Hinblick auf Qualitätsverbesserungsstrategien vergleichen und bewerten	CT-V.2
Kann Controlling und Qualitätsmanagement zur simultanen Berücksichtigung von Qualitäts-, Zeit,- und Kostenkriterien im Rahmen der Produkt und Prozessplanung anwenden	CT-V.3

Tätigkeitsfeld VI	
Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung von Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann ökonomisch orientierte Maßnahmen bei Betriebsabläufen sowieProduktions- und Unternehmensprozessen unter Anwendung von Managementsystemen analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	CT-VI.1
Kann Personal- und Materialkosten ermitteln (mithilfe von Verfahren der Kostenrechnung) und in diesem Kontext Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufstellen (z.B. um Geräte betriebswirtschaftliche einzusetzen)	CT-VI.2
Kann Material und Geräteeinsatz mit Blick auf betriebs- und personalwirtschaftlichen Faktoren planen	CT-VI.3
Kann Prozesse unter wirtschaftlichen und arbeitsorganisatorischen Aspekten analysieren ggf. Elemente des Controllings zur Optimierung einsetzen	CT-VI.4
Kann bei der Analyse, Planung und Umsetzung betrieblicher Geschäftsprozesse betriebliche Strukturen und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen	CT-VI.5

Tätigkeitsfeld VII

Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Personalbesetzung, der Personalführung und der Personalentwicklung vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Organisation, Förderung und Beurteilung von Mitarbeitern eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Maßnahmen der Personalentwicklung unter Anwendung von Managementsystemen analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	CT-VII.1

Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen

Tätigkeitsübergreifende Kompetenzen sind Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der gestellten Anforderungen aus den Tätigkeitsfeldern I-VII vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage tätigkeitsübergreifende Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit bzw. des Arbeitsschutzes bei Betriebsabläufen sowie Produktions- und Unternehmensprozessen im Rahmen eines Managementsystems analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	CT-ÜK.1
Kann umweltorientierte Maßnahmen bei Betriebsabläufen sowie Produktions- und Unternehmensprozessen im Rahmen eines Managementsystems analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	CT-ÜK.2
Kann (fremdsprachige) Informationsquellen recherchieren, auswählen und zur Unterstützung von berufstypischen Tätigkeiten nutzen	CT-ÜK.3
Kann Vorschriften für chemische/technische Prozesse recherchieren und erstellen und validieren	CT-ÜK.4
Kann berufstypische Arbeitsprozesse und -ergebnisse angemessen präsentieren und diskutieren- auch in englischer Sprache	CT-ÜK.5
Kann berufstypische Arbeitsprozesse sowie -ergebnisse angemessen dokumentieren	CT-ÜK.6

7.1.5 Kompetenzen Bachelor of Engineering

Dawinci

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Prof. Dr. Niclas Schaper
Dipl. –Psych. Daniel Ossenschmidt

Kompetenzmodell

für

Chemieingenieure (Bachelor)

Stand: 21.3.2012

Quelle:

- Modulhandbuch- Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster- University of Applied Sciences
- Modulhandbuch- Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng) der Hochschule Niederrhein- University of Applied Sciences

Tätigkeitsfeld I

Stoffe analysieren (untersuchen)

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Analyseverfahren vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Analyse (Untersuchung) von Stoffen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Proben (u.a. zur Gehalts- und Qualitätskontrolle, Prozessregelung, Einhaltung des Umweltschutzes) unter Beachtung relevanter Kriterien (wie z.B. Spezifität und Repräsentativität) nehmen, aufbewahren und analysespezifisch vorbereiten	BA-I.1
Kann zentrale qualitative Analyseverfahren (wie die Fotometrie, Spektroskopie, Chromatografie, elektroanalytische Methoden) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	BA-I.2
Kann zentrale quantitative Analyseverfahren (wie die Gravimetrie, Volumetrie, Fotometrie, Spektroskopie, Chromatografie, elektroanalytische Methoden) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	BA-I.3
Kann zentrale strukturanalytische Verfahren (wie die Spektroskopie) auswählen, planen, durchführen, auswerten, ggf. optimieren und validieren	BA-I.4

Tätigkeitsfeld II	
Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung, Optimierung und Dokumentation von Herstellungsverfahren vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Vorbereitung/Planung, Durchführung und Optimierung von Herstellungsverfahren eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann einen Syntheseplan entwickeln und ausführen	BA-II.1
Kann übliche Herstellungsverfahren für organische Verbindungen planen, durchführen und optimieren	BA-II.2
Kann übliche Herstellungsverfahren für anorganische Chemikalien und Metalle planen, durchführen und optimieren	BA-II.3
Kann betriebsübliche verfahrenstechnische mechanische Grundoperationen planen, durchführen und optimieren	BA-II.4
Kann betriebsübliche verfahrenstechnische thermische Grundoperationen planen, durchführen und optimieren	BA-II.5
Kann Mengenströme und Energiebilanzen von verfahrenstechnischen Prozessen erstellen	BA-II.6
Kann verfahrenstechnische Prozesse analysieren, entwickeln bzw. mitgestalten und ggf. optimieren	BA-II.7

Tätigkeitsfeld III

Anlagen bedienen, installieren und instandhalten

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung, der Maschinen-, Apparate-, Anlagenbedienung, der technisch-mechanischen Vorbereitung von Maschinen, Apparate und Anlagen, und der dauerhaften Gewährleistung der technischen Funktionalität vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Bedienung, Installation und Instandhaltung eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Anlagen planen und die Anlagenkomponenten instrumentieren bzw. auslegen	BA-III.1
Kann die wichtigsten Komponenten der Verfahrenstechnik planen	BA-III.2

Tätigkeitsfeld IV

Verfahrensprozesse steuern und überwachen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Beurteilung und Beeinflussung von Verfahrensprozessen hinsichtlich eines gewünschten Ablaufes vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Steuerung und Überwachung von Verfahrensprozessen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann Prozesse mithilfe von Regelungs- und Steuerungstechnik beeinflussen, sowie die Prozessführung beurteilen und ggf. optimieren	BA-IV.1
Kann Strömungsvorgänge berechnen und ggf. optimieren	BA-IV.2
Kann regeltechnische Fehlfunktionen in einer Chemieanlage erkennen und kommunizieren	BA-IV.3

Tätigkeitsfeld V

Qualität prüfen, gewährleisten und verbessern

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Einhaltung oder Entwicklung organisierter Maßnahmen, die der Verbesserung von Produkten, Prozessen oder Leistungen dienen, vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Prüfung, Gewährleistung und Verbesserung von Qualität von Produkten, Prozessen oder Leistungen eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann qualitätsorientierte Maßnahmen bei Betriebsabläufen, Produktions- und Unternehmensprozessen unter Anwendung von Managementsystemen analysieren, planen, steuern, kontrollieren und dokumentieren	BA-V.1

Tätigkeitsfeld VI

Kosten kalkulieren, planen und beeinflussen

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Planung, Beurteilung und Beeinflussung betrieblicher Abläufe nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorhanden sein sollten.

Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6

Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Planung, Beeinflussung, Kalkulation von Kosten eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.

Kompetenz	Nummer
Kann grundsätzliche betriebswirtschaftliche Methoden (wie z.B. Kostenrechnung und Kalkulation) und Konzepte bei berufstypischen Aufgabenstellungen anwenden und bei Planungs- und Entscheidungsprozessen miteinbeziehen	BA-VI.1

Tätigkeitsfeld VII	
Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen Das Tätigkeitsfeld beinhaltet Kompetenzen, die für die erfolgreiche Bewältigung der Personalbesetzung, der Personalführung und der Personalentwicklung vorhanden sein sollten.	
Kompetenzniveau (gemäß DQR) 6 Er/Sie ist in der Lage Aufgabenstellungen/Arbeitsprozesse und -abläufe im Rahmen der Organisation, Förderung und Beurteilung von Mitarbeitern eigenverantwortlich zu planen und zu steuern bzw. zu leiten sowie komplexe fachliche Problemlösungs-/ Innovationsstrategien zu entwickeln und umzusetzen.	
Kompetenz	Nummer
Kann eigenes sowie fremdes Führungsverhalten auf Basis grundlegender Konzepte der Mitarbeiterführung- und Motivation reflektieren	BA-VII.1

7. 2 Nutzungsleitfäden DAWINCI – Projekt

7.2.1 Nutzungsleitfaden Betriebscontrolling

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Betriebscontrolling 1 - 5

EVONIK INDUSTRIES

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 9
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 13
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 14
4.1 Chemikant 14
4.2 Chemielaborant 14
4.3 Industriemeister Fachrichtung Chemie 14
4.4 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik 15
4.5 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 15

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Eine besondere Bedeutung kommt dem fachübergreifenden Grundlagenwissen über betriebswirtschaftliche Zusammenhänge im Rahmen der Gesamtprozessabläufe eines Unternehmens zu. Die Kenntnisse darüber erleichtern Mitarbeitern in allen betrieblichen Positionen die Entscheidungsfindung. Dieser Nutzungsleitfaden stellt dar, wie die Inhalte des Moduls „Betriebscontrolling" in Ausbildungseinheiten, Weiterbildungsveranstaltungen, Vorlesungen an Hochschulen oder Seminaren eingebunden werden können. Die Beschreibung des Moduls dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende mit Informationen bezüglich der Inhalte des Moduls und seinen Kompetenzzielen versorgen.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul Betriebscontrolling besteht aus den Teilmodulen I bis V.

I. Kostenrechnung
II. Umsatzsteuer
III. Externe Unternehmensbewertung
IV. Operatives Controlling
V. Strategisches Controlling

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik. Für jede Lerneinheit existieren zur medialen Unterstützung des Lernprozesses Manuskripte, WBT's und Foliensätze.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziel – neben der Vermittlung von Faktenwissen – soll durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (selbstständige) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Die Inhalte dieses Moduls sind unterschiedlich tief in den o. g. Ordnungsmitteln verankert. In den Berufsbildern Chemikant und Chemielaborant reicht die Bewusstseinsschaffung für kostenbewusstes Handeln im eigenen Einflussbereich, wohingegen beim Meister, Bachelor und Chemietechniker ein tieferes Wissen über betriebswirtschaftliche Abläufe notwendig ist, um unternehmerische Entscheidungen umsetzen, unterstützen oder sogar beeinflussen zu können.

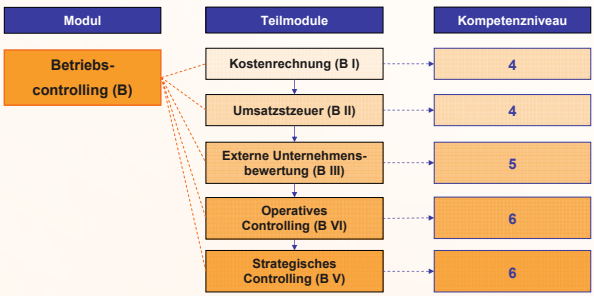


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Betriebscontrolling"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **B I – Kostenrechnung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen den Einfluss und die Auswirkung der Kosten- und Leistungsrechnung auf die Preiskalkulation und Angebotserstellung des Unternehmens.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
B I – 1	Grundstruktur der Kosten- und Leistungsrechnung	WBT: Kostenrechnung	4
B I – 2	Systeme der Kosten- und Leistungsrechnung		
B I – 3	Durchführung einer Kosten- und Leistungsrechnung	Manuskript: Kostenrechnung	

- **Teilmodul** **B II – Umsatzsteuer**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen die Grundsätze der Umsatzsteuer und den Einfluss auf unternehmerisches Handeln.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
B II – 1	Definition der Umsatzsteuer	WBT: Umsatzsteuer	4
B II – 2	Berechnung der Umsatzsteuer		
B II – 3	Umsatzsteuer aus Sicht des Verkäufers	Manuskript: Kostenrechnung	
B II – 4	Umsatzsteuer aus Sicht des Endverbrauchers		

- **Teilmodul** **B III – Externe Unternehmensbewertung**

Teilmodulziel	Dem Teilnehmer wird der direkte Zusammenhang zwischen der Produktion und dem kaufmännischen Unternehmensgestaltung verdeutlicht und er kennt den Hintergrund unternehmerischer Entscheidungen.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
B III – 1	Der Jahresabschluss	WBT: Externe Unternehmensbewertung	5
B III – 2	Die Bilanz		
B III – 3	Die Gewinn- und Verlustrechnung	Manuskript: Externe Unternehmensbewertung	
B III – 4	Ausgewählte Kennzahlen		

- **Teilmodul** **B IV – Operatives Controlling**

Teilmodulziel Die Teilnehmer verstehen die Grundsätze des operativen Controllings und erkennen Abgrenzung zu den Ansätzen des strategischen Controllings.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
B IV – 1	Grundlagen des operativen Controllings	WBT: Operatives Controlling	6
B IV – 2	ABC-Analyse		
B IV – 3	Kapitalbindungsdauer		
B IV – 4	Deckungsbeitragsrechnung		
B IV – 5	Break-Even-Analyse	Manuskript: Operatives Controlling	
B IV – 6	Liquidität und Rentabilität		
B IV – 7	Lieferantenbewertung		
B IV – 8	Operative Controlling Instrumente		

- **Teilmodul** **B V – Strategisches Controlling**

Teilmodulziel Die Teilnehmer verstehen die Grundsätze des strategischen Controllings und erkennen die Abgrenzung zu den Ansätzen des operativen Controllings.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
B V – 1	Grundlagendes strategischen Controllings	WBT: Strategisches Controlling	6
B V – 2	Balanced Scorecard		
B V – 3	Benchmarking		
B V – 4	Produktlebenszyklus	Manuskript: Strategisches Controlling	
B V – 5	Markt- und Wettbewerbsanalyse		
B V – 6	Strategische Controllinginstrumente		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein Kompetenzcode angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Betriebscontrolling" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer CK-II.3, dass der Lernende im Berufsbild Chemikant im Rahmen des Tätigkeitsfeldes II (Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren) die Kompetenz „kann Energieträger auswählen und im eigenen Arbeitsbereich rationell einsetzen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul B I

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen den Einfluss und die Auswirkung der Kosten- und Leistungsrechnung auf die Preiskalkulation und Angebotserstellung des Unternehmens.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul B I – 1	Grundstruktur der Kosten- und Leistungsrechnung	CK-II.4; CK-VI.1	CK-VI.1	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B I – 2	Systeme der Kosten- und Leistungsrechnung	-	-	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B I – 3	Durchführung einer Kosten- und Leistungsrechnung	-	-	-	CT-VI.5	BA-VI.1

Teilmodul II

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Grundsätze der Umsatzsteuer und den Einfluss auf unternehmerisches Handeln.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul B II – 1	Definition der Umsatzsteuer	-	-	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B II – 2	Berechnung der Umsatzsteuer	-	-	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B II – 3	Umsatzsteuer aus Sicht des Verkäufers	-	-	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B II – 4	Umsatzsteuer aus Sicht des Endverbrauchers	-	-	IC-VI.5	CT-VI.5	BA-VI.1
Teilmodul B II – 6						

Teilmodul III

Teilmodulziel Dem Teilnehmer wird der direkte Zusammenhang zwischen der Produktion und dem kaufmännischen Unternehmensgestaltung verdeutlicht und er kennt den Hintergrund unternehmerischer Entscheidungen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul B III – 1	Der Jahresabschluss	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B III – 2	Die Bilanz	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B III – 3	Die Gewinn- und Verlustrechnung	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B III – 4	Ausgewählte Kennzahlen	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1

Teilmodul IV

Teilmodulziel: Die Teilnehmer verstehen die Grundsätze des operativen Controllings und erkennen Abgrenzung zu den Ansätzen des strategischen Controllings.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul B IV – 1	Inhaltliche Komponenten des operativen Controllings	-	-	IC-VI.5	CT-VI.4	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 2	ABC-Analyse	-	-	IC-VI.5	CT-VI.4	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 3	Kapitalbindungsdauer	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 4	Deckungsbeitragsrechnung	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 5	Break-Even-Analyse	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 6	Liquidität und Rentabilität	-	-	IC-VI.5	-	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 7	Lieferantenbewertung	-	-	-	-	BA-VI.1
Teilmodul B IV – 8	Operative Controlling Instrumente	-	-	IC-VI.5	CT-VI.4	BA-VI.1

Teilmodul V Teilmodulziel: Die Teilnehmer verstehen die Grundsätze des strategischen Controllings und erkennen die Abgrenzung zu den Ansätzen des operativen Controllings.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul B V – 1	Inhaltliche Komponenten des strategischen Controllings	-	-	IC-VI.7	CT-VI.4	BA-VI.1
Teilmodul B V – 2	Balanced Scorecard	-	-	IC-VI.7	-	BA-VI.1
Teilmodul B V – 3	Benchmarking	-	-	IC-VI.7	-	BA-VI.1
Teilmodul B V – 4	Produktlebenszyklus	-	-	IC-VI.7	-	BA-VI.1
Teilmodul B V – 5	Markt- und Wettbewerbsanalyse	-	-	IC-VI.7	-	BA-VI.1
Teilmodul B V – 6	Strategische Controllinginstrumente	-	-	IC-VI.7	CT- VI.4	BA-VI.1

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der weiter oben angesprochenen Ausbildungsgänge behandelt das Thema Betriebscontrolling in unterschiedlicher Tiefe.

4.1 Chemikant

Teil des Berufsbildes des / der Chemikanten /-in ist das Thema Kostenorientiertes Handeln. Die hier zu vermittelnden Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten beschränken sich auf

- Möglichkeiten der Beeinflussbarkeit von Kosten im eigenen Arbeitsbereich nutzen
- zur Einhaltung von Kostenvorgaben beitragen

4.2 Chemielaborant

Im Rahmen seiner Ausbildung sollen dem / der Chemielaborant /-in gemäß Ausbildungsberufsbild unter der Qualifikation Wirtschaftlichkeit folgende Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt werden:

- laborbezogene Kostenarten und –stellen unterscheiden
- Möglichkeiten der Beeinflussbarkeit von Kosten im eigenen Arbeitsbereich nutzen
- zur Einhaltung von Kostenvorgaben beitragen

4.3 Industriemeister Fachrichtung Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie“ wird das Thema Betriebswirtschaftliches Handeln im Teil A als „Fachübergreifende Basisqualifikation“ als Qualifikationsinhalt vorgegeben. Intensiviert wird die Thematik im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen“ im Kapitel „Betriebliches Kostenwesen“.

Die Inhalte des Moduls „Betriebscontrolling“ unterstützen die Inhalte der im Rahmenplan formulierten Qualifikationen beider Bereiche:

- Unterscheiden von Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung sowie Durchführen von Kalkulationsverfahren
- Erkennen und Beurteilen von Zusammenhängen des betrieblichen Rechnungswesens, insbesondere Kostenarten-, Kostenstellen-, Kostenträger- und Prozesskostenrechnung

- Anwenden von Kalkulationsverfahren
- Ermitteln von Zielgrößen, insbesondere Betriebsergebnis, Deckungsbeitrag und Kennzahlen
- Durchführen von Kostenkontrollen
- Einleiten von Maßnahmen zur Kostenbeeinflussung

4.4 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik

Die Richtlinien der Fachschule für Technik (Fachrichtung Chemietechnik) beinhalten zwei Lernfelder, die durch das Modul „Betriebcontrolling unterstützt werden:

- Betriebliche Geschäftsprozesse analysieren, planen und umsetzen
- bei Entscheidungen Managementsysteme anwenden.

Der Lerner soll Prozesse unter wirtschaftlichen und arbeitsorganisatorischen Aspekten analysieren. Die Planung von Material- und Geräteeinsatz soll mit Blick auf betriebs- und personalwirtschaftliche Faktoren erfolgen, dabei werden Personal- und Materialkosten ermittelt und Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufgestellt.

Das zweite Lernfeld behandelt sowohl das Controlling als auch das Qualitätsmanagement zur simultanen Berücksichtigung von Qualitäts-, Zeit- und Kostenkriterien im Rahmen der Produkt- und Prozessplanung. Das Vergleichen und die Bewertung der Produkt- und Prozessleistungsfähigkeit interner und externer Wettbewerber im Hinblick auf Qualitätsverbesserungsstrategien werden ebenfalls behandelt.

4.5 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Das Modulhandbuch des Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen beschreibt als angestrebtes Lernergebnis das Ziel, über grundlegende wirtschaftliche Kenntnisse für die betriebliche Anwendung zu verfügen.

Folgende Inhalte werden vermittelt:

- Unternehmensrecht
- Kostenrechnung und Kalkulation
- Rechnungswesen mit Bilanz
- Investitionsrechnung

Zur betrieblichen Anwendung bedarf es hoher Taxonomiestufen, die durch die in den WBTs integrierten Kontrollaufgaben unterstützt werden.

7.2.2 Nutzungsleitfaden Bioverfahrenstechnik

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Bioverfahrenstechnik 1 - 4

Chemkom
Chemiekompetenzzentrum Marl

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 4
2.1 Modulbeschreibung 4
2.2 Kompetenzraster 10
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 14
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 15
4.1 Chemikant 15
4.2 Chemielaborant 16
4.3 Fachschule für Technik Fachrichtung Chemietechnik und Bachelor of Engineering 16

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Das Modul Bioverfahrenstechnik vermittelt Inhalte der Berufsausbildung der Chemikanten, der Chemielaboranten, der Fachschüler für Chemietechnik und der Studierenden „Bachelor of Science, Chemie und Biotechnologie". Die Inhalte des Moduls orientieren sich an den Ausbildungsverordnungen, Rahmenlehrplänen und Hochschulrahmenplänen.
Eine Forderung der Kultusministerkonferenz (KMK) ist es, „junge Menschen zu selbstständigem Planen, Durchführen und Beurteilen von Arbeitsaufgaben im Rahmen ihrer Berufstätigkeit zu befähigen"(KMK 2000). In der beruflichen Ausbildung wird das Lernprinzip der vollständigen Handlung favorisiert mit den Prozessschritten:

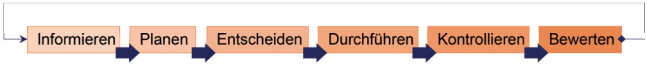


Abbildung 1 - 1: Ablauf „vollständige Handlung"

Dies kann mit dem Modul Bioverfahrenstechnik in unterschiedlicher Tiefe und Komplexität bei den einzelnen Ausbildungsgängen durchgeführt werden. Angestrebt ist eine Handlungsorientierung der Ausbildung, die durch das Modul der Bioverfahrenstechnik in vollem Umfang möglich wird. Am konkreten Beispiel der Fermentation von Citronensäure mit *Yarrowia lipolytica* erfolgt die Vermittlung der Lerninhalte praxisnah. Die Lerninhalte zu den relevanten Aspekten der Fermentationstechnik und des Fermentationsprozesses wurden multimedial aufgearbeitet und fördern einen individualisierten und selbstgesteuerten Kompetenzerwerb.

Die Auswertung der Ausbildungsverordnungen, Ausbildungsrahmenpläne und Hochschulrahmenpläne hat ergeben, dass der Begriff Bioverfahrenstechnik nicht immer vorkommt. Die Inhalte des erarbeiteten Moduls entsprechen jedoch den in den Plänen gemachten Vorgaben. Beispielhaft sei hier der Ausbildungsrahmenplan für die Chemikanten erwähnt. Hier finden sich Angaben wie *„1.6 Verfahrenstechnische Grundoperationen*, in dem „Grundoperationen unterscheiden; Geräte ihren Einsatzgebieten zuordnen; Stoffportionen definieren und Zusammensetzung von

Mischphasen berechnen, definierte Lösungen herstellen." und *„1.9 Messtechnik"*, der „Messprinzipien und Einsatzgebiete von Geräten zur Bestimmung von Druck, Differenzdruck, Durchfluss, Füllstand, Menge und Temperatur unterscheiden und ihren Einsatzgebieten zuordnen" sowie „Druck, Differenzdruck, Füllstand, Durchfluss, Menge und Temperatur messen." beschrieben werden.
Chemieanlagen und biotechnische Produktionsanlagen werden auf die gleiche Weise gesteuert und geregelt, auch der Aufbau und die Wartung erfolgen nach den gleichen Prinzipien und Vorgaben. Ebenso verhält es sich mit den analytischen Verfahren der Inprocess-Kontrolle und der Qualitätsanalyse.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul **Bioverfahrenstechnik** besteht aus den Teilmodulen I bis IV.

I. Wissenswertes über Fermentationsanlagen (Teilmodul 1)
   – Grundlagen der Fermentationstechnik werden hinsichtlich der Anlagen, der Aktoren und Sensoren vermittelt.
II. Fermentationsvorbereitung (Teilmodul 2)
   – Grundlagenwissen zum Einsatz von Mikroorganismen wird bei technischen Prozessen erarbeitet.
III. Inprozess Kontrolle (Teilmodul 3)
   – Tätigkeiten werden in Bild oder Film dargestellt , die notwendig sind, um eine optimale Prozessführung zu gewährleisten.
IV. Fermentationsaufarbeitung (Teilmodul 4)
   – die Produktisolierung der Citronensäure bildhaft beschrieben.

Die ermittelten Lerninhalte sind im WBT (WBT = web based training) vier Lerneinheiten (Teilmodule) zugeordnet, deren Reihenfolge sich aus dem Ablauf des biotechnologischen Prozesses ableitet. Einzelne Arbeitsschritte wurden filmisch und fotografisch am realen Beispiel umgesetzt.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte aus den Ausbildungsverordnungen, Rahmenlehrplänen und Hochschulrahmenplänen wird im Modul Bioverfahrenstechnik nicht vorgenommen. Es soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche Fachkompetenzen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen.

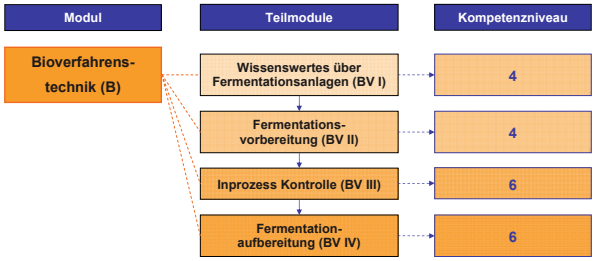


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Bioverfahrenstechnik"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **BV I – Wissenswertes über Fermentationsanlagen**

Teilmodulziel	Die Lernenden erläutern die Aufgabe einer Fermentationsanlage und benennen die Bauteile für die Vermischung sowie Aktoren und Sensoren. Die Lernenden installieren auf Basis der Prozessparameter der Citronensäurefermentation mit Yarrowia lipolytica die hierzu notwendigen Geräte, Messsysteme, Apparate und Maschinen, konfigurieren sie und nehmen sie unter sicherheitstechnischen Aspekten in Betrieb.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
BV I – 1	Der biotechnologische Produktionsprozess Aufgabe und beispielhafte Darstellung einer Fermentationsanlage.	WBT: Wissenswertes über Fermentationsanlagen	4
BV I – 2	Bauteile für die Vermischung – Fermentertypen, Strömungsarten, Rührprozesse, Rührertypen.		
BV I – 3	Aktoren – Schlauchpumpe, Magnetventile.	Praktikum	
BV I – 4	Sensoren – Sauerstoff (pO2), pH-Wert, Antischaum-Leitfähigkeitselektrode, Temperatur.		

- **Teilmodul** **BV II – Fermentationsvorbereitung**

Teilmodulziel

Die Lernenden erläutern die besonderen technischen Gegebenheiten in biotechnischen Anlagen, wie Sterilität, Probennahme und Entsorgung zur Herstellung von Citronensäure.
Die Lernenden wählen geeignete Sensoren für die Citronensäurefermentation mit Yarrowia lipolytica aus, warten und kalibrieren diese.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
BV II – 1	Grundlagen der Fermentation – Einführung in die Fermentation, Zusammensetzung der Medien, Selektive und differenzierende Medien, osmotisches Verhalten.	WBT: Fermentationsvorbereitung	4
BV II – 2	Gute Laborpraxis (GLP) – Gute mikrobiologische Praxis (GMP), Sterilisation / Desinfektion, Sterilität beim Fermenter.		
BV II – 3	Mikroorganismen – Herstellen von Reinkulturen, fraktionierte Impfstrichtechniken, Vorkulturen Stoffwechseleigenschaften von Yarrowia lipolytica, Wachstumsphasen einer Batchkultur, Tropho- und Idiophase bei der mikrobiologischen Fermentation, Tropho- und Idiophase bei der mikrobiologischen Fermentation mit Yarrowia lipolytica.	Praktikum	

- **Teilmodul** **BV III – Inprozess Kontrolle**

Teilmodulziel

Die Lernenden beschreiben Prozessparameter und deren Erfassung zur Überwachung und Steuerung biotechnologischer Prozesse am Beispiel der Fermentation von Citronensäure mit der Hefe Yarrowia lipolytica.
Die Lernenden wählen verfahrensspezifische Prozessdaten aus, erfassen diese mit Messeinrichtungen und werten diese aus.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
BV III – 1	IPC – Übersicht	WBT: Durchführung / Inprocess Control (IPC)	6
BV III – 2	Sterile Probennahme		
BV III – 3	Sterilkontrolle herstellen		
BV III – 4	Mikroskopische Sterilkontrolle	Praktikum	
BV III – 5	Optische Dichte		
BV III – 6	HPLC-Kontrolle		

- **Teilmodul** **BV IV – Fermentationsaufarbeitung**

Teilmodulziel Die Lernenden beschreiben die Prozessschritte der Fermentationsaufarbeitung.
Die Lernenden wenden moderne Trenn- und Analysenverfahren zur Aufreinigung und Gehaltsbestimmung der Citronensäure aus der Fermenterbrühe als Verfahren der IPC und der Reinheitskontrolle an und werten diese aus.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
BV IV – 1	Schema Fermentationsaufarbeitung	WBT: Fermentationsaufarbeitung – vom Fermenterinhalt zum fertigen Produkt	6
BV IV – 2	Ernten / Abtrennen		
BV IV – 3	Isolieren / Ausfällen		
BV IV – 4	Aufreinigen/ Aufkonzentrieren	Praktikum	
BV IV – 5	Konfektionierung		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.
Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer CK-II.5, dass der Lernende im Berufsbild Chemikant im Rahmen des Tätigkeitsfeldes II (Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren) die Kompetenz „kann betriebsübliche Prozess-/Betriebs-/Arbeitsabläufe von Produktionsverfahren planen, steuern, überwachen und beurteilen sowie Abweichungen, Probleme oder Störungen bei der Durchführung korrigieren und überwinden" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Bioverfahrenstechnik" zu erwerbenden Kompetenzen.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul BV I

Teilmodulziel:
Die Lernenden erläutern die Aufgabe einer Fermentationsanlage und benennen die Bauteile für die Vermischung sowie Aktoren und Sensoren.

Die Lernenden installieren auf Basis der Prozessparameter der Citronensäurefermentation mit Yarrowia lipolytica die hierzu notwendigen Geräte, Messsysteme, Apparate und Maschinen, konfigurieren sie und nehmen sie unter sicherheitstechnischen Aspekten in Betrieb.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul BV I – 1	Der biotechnologische Produktionsprozess: Aufgabe und beispielhafte Darstellung einer Fermentationsanlage.	CK II.4-5; CK IV.1-2	CL I.3-4; CL II.5; CL IV.1-2	-	CT I.2; CT II.4; CT IV.2-3	BA I.1-4; BA II.2, 7; BA IV.1
Teilmodul BV I – 2	Bauteile für die Vermischung – Fermentertypen, Strömungsarten, Rührprozesse, Rührertypen.	CK III.1, 4	CL III.1	-	CT III.1	BA III.1-2
Teilmodul BV I – 3	Aktoren – Schlauchpumpe, Magnetventile.	CK III.1, 4	CL III.1	-	CT III.1	BA III.1-2
Teilmodul BV I – 4	Sensoren – Sauerstoff (pO_2), pH, Antischaum-Leitfähigkeitselektrode, Temperatur.	CK IV.1	CL IV.1	-	CT IV.2	BA IV.1

Teilmodul BV II

Teilmodulziel: Die Lernenden erläutern die besonderen technischen Gegebenheiten in biotechnischen Anlagen, wie Sterilität, Probennahme und Entsorgung zur Herstellung von Citronensäure.

Die Lernenden wählen geeignete Sensoren für die Citronensäurefermentation mit Yarrowia lipolytica aus, warten und kalibrieren diese.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul BV II – 1	Grundlagen der Fermentation – Einführung in die Fermentation, Zusammensetzung der Medien, selektive und differenzierende Medien, osmotisches Verhalten.	CK IV.1	CL IV.1	-	CT IV.2	BA IV.1
Teilmodul BV II – 2	Gute Laborpraxis (GLP) – Gute mikrobiologische Praxis (GMP), Sterilisation / Desinfektion, Sterilität beim Fermenter.	CK II.4; CK IV.1; CK V.1	CL II.5; CL IV.1; CL V.1	-	CT II.4; CT IV.2; CT V.1	BA II.7; BA IV.1; BA V.1
Teilmodul BV II – 3	Mikroorganismen – Herstellen von Reinkulturen, Fraktionierte Impfstrichtechniken, Vorkulturen Stoffwechseleigenschaften von Yarrowia lipolytica, Wachstumsphasen einer Batchkultur, Tropho- und Idiophase bei der mikrobiologischen Fermentation, Tropho- und Idiophase bei der mikrobiologischen Fermentation mit Yarrowia lipolytica.	CK IV.1	CL IV.1	-	CT IV.2	BA IV.1

Teilmodul BV III

Teilmodulziel: Die Lernenden beschreiben Prozessparameter und deren Erfassung zur Überwachung und Steuerung biotechnologischer Prozesse am Beispiel der Fermentation von Citronensäure mit der Hefe Yarrowia lipolytica.
Die Lernenden wählen verfahrensspezifische Prozessdaten aus, erfassen diese mit Messeinrichtungen und werten diese aus.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul BV III – 1	IPC – Übersicht	CK III.4	CL I.3, 8; CL III.1	-	CT I.1-2; CT III.1	BA I.3-4; BA III.2
Teilmodul BV III – 2	Sterile Probennahme	CK III.4	CL I.1; CL III.1	-	CT I.1; CT III.1	BA I.1; BA III.1
Teilmodul BV III – 3	Sterilkontrolle herstellen	CK III.4	CL I.1; CL III.1	-	CT I.1; CT III.1	BA I.1; BA III.1
Teilmodul BV III – 4	Mikroskopische Sterilkontrolle	CK III.4	CL I.1; CL III.1	-	CT I.1; CT III.1	BA I.1; BA III.1
Teilmodul BV III – 5	Optische Dichte	-	CL I.3, 8	-	CT I.1-2	BA I.3
Teilmodul BV III – 6	HPLC-Kontrolle	-	CL I.3, 8	-	CT I.1-2	BA I.3-4

Teilmodul IV

Teilmodulziel: Die Lernenden beschreiben die Prozessschritte der Fermentationsaufarbeitung.
Die Lernenden wenden moderne Trenn- und Analysenverfahren zur Aufreinigung und Gehaltsbestimmung der Citronensäure aus der Fermenterbrühe als Verfahren der IPC und der Reinheitskontrolle an und werten diese aus.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul BV IV – 1	Schema Fermentationsaufarbeitung	-	CL I.7-8	-	CT I.1-2	BA I.2-4
Teilmodul BV IV – 2	Ernten / Abtrennen	-	CL I.1, 3	-	CT I.1	BA I.2
Teilmodul BV IV – 3	Isolieren / Ausfällen	-	CL I.3, 8	-	CT I.1	BA I.1-2
Teilmodul BV IV – 4	Aufreinigen/ Aufkonzentrieren	-	CL I.3	-	CT I.1	BA I.2
Teilmodul BV IV – 5	Konfektionierung	-	CL I.7-8	-	CT I.2	BA I.4

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls Bioverfahrenstechnik erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, abgeschlossene Ausbildung, Fachhochschulreife oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Lernniveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.
Generell lässt sich sagen, dass das WBT der Informationsbeschaffung dient, dem ersten Prozessschritt einer vollständigen Handlung. Es ist vorbereitend für die Prozessschritte Planen und Entscheiden. Die Prozessschritte Durchführen, Kontrollieren und Bewerten können nur durch ein begleitendes Praktikum erfolgen.

Es wird den Ausbildern empfohlen, für die unterschiedlichen Phasen im Lernprozess das Konzept des „Blended Learning“ einzusetzen. Dieses Konzept beinhaltet eine Kombination verschiedener Lehr- und Lernformen, welche nach sorgfältiger didaktischer Prüfung geeignet erscheinen, die gewünschten Lernergebnisse zu erreichen. Durch einen problem- und projektorientierten Unterricht wird das Interesse der Lernenden geweckt z.B. die Erteilung eines Projektauftrags, der an die jeweilige Zielgruppe angepasst ist.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jede Ausbildungsverordnung, jeder Rahmenlehrplan und Hochschulrahmenplan der angesprochenen Ausbildungsgänge der Chemikanten, der Chemielaboranten, der Fachschüler für Chemietechnik und der Studierenden „Bachelor of Science, Chemie und Biotechnologie“ behandelt das Thema Bioverfahrenstechnik in unterschiedlicher Tiefe.

Nach den bisherigen Erfahrungen wird die Umsetzung des Lernziels in den einzelnen Ausbildungsberufen unterschiedlich gehandhabt. Es werden nur Teilleistungen im Sinne der vollständigen Handlung erbracht, mit unterschiedlichen Prüfungsformaten erfasst und dokumentiert.

Alle Prozessschritte der vollständigen Handlung können nur mit Hilfe aller Lerneinheiten des WBTs und der Durchführung des gesamten Praktikums mit unterschiedlichen Schwerpunkten unterstützt und durchlaufen werden. Daher können alle Teilleistungen in der Aus- und Weiterbildung auf den unterschiedlichen Niveaustufen gemäß DQR erbracht und anerkannt werden.

4.1 Chemikant

Der Prozessschritt „Durchführen“ steht nach bisherigem Verständnis hier im Vordergrund. Das Bedienen und die Instandhaltung einer Produktionsanlage sind die primären Aufgaben eines Chemikanten. Die Prozessparameter der Citronensäurefermentation werden vorgegeben.
Die relevanten Lerneinheiten des WBT´s sind:

Teilmodul 1: Wissenswertes über Fermentationsanlagen – Grundlagen der Fermentationstechnik hinsichtlich der Anlagen, Aktoren und Sensoren werden vermittelt.

Teilmodul 2: Fermentationsvorbereitung – Grundlagenwissen zum Einsatz von Mikroorganismen bei technischen Prozessen wird vermittelt.

Teilleistungen in der Lerneinheit 3 und 4 werden in der Ausbildung erbracht. Eine Inprozess Kontrolle mit instrumenteller Analytik (z.B. HPLC) findet nicht immer statt. Erbrachte Teilleistungen können in der Fort- und Weiterbildung zur Anrechnung gebracht werden.

4.2 Chemielaborant

Der Prozessschritt „Kontrollieren“ steht hier im Vordergrund. Die relevanten Lerneinheiten im WBT sind:

Teilmodul 3: Inprocess Control – Tätigkeiten werden filmisch dargestellt, die notwendig sind, um eine optimale Prozessführung zu gewährleisten.

Teilmodul 4: Fermentationsaufarbeitung – Die Produktisolierung der Citronensäure wird anschaulich beschrieben.

Teilleistungen in der Lerneinheit 1 und 2 werden in der Ausbildung erbracht. Nach unserer Erfahrung wurden die Anlagen bedient (Messen, Steuern, Regeln), nicht aber installiert und instandgehalten. Erbrachte Teilleistungen können in der Fort- und Weiterbildung zur Anrechnung gebracht werden.

4.3 Fachschule für Technik Fachrichtung Chemietechnik und Bachelor of Engineering

Der Prozess der vollständigen Handlung findet bei diesen Berufen seine vollständige Abbildung. Aus diesem Grund sind alle Lerneinheiten des WBTs für diese Berufsgruppen wichtig. Im Rahmen der Berufsausbildung können erbrachte Teilleistungen in den Teilmodule 1 – 4 auf den unterschiedlichen Niveaustufen nach DQR erweitert, vertieft und angerechnet werden.

7.2.3 Nutzungsleitfaden Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik 1 - 6

provadis
Partner für Bildung & Beratung

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 10
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 15
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 16
4.1 Chemikant 16
4.2 Industriemeister Chemie 17
4.3 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik 18

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Die Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik ist in der chemischen Industrie eine wesentliche Grundlage für die Überwachung, Regelung und Steuerung von Prozessabläufen. Die Kenntnisse über die Funktionsweise von Messverfahren, Regler und Steuerungen ist im naturwissenschaftlich-technischen Gewerbe eine grundsätzliche Voraussetzung für einen ökonomischen und sicheren Betrieb von Produktionsanlagen.

In diesem Nutzungsleitfaden wird beschrieben, wie die Inhalte der einzelnen Teilmodule zu dem Themenbereich **„Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik"** in den Ausbildungseinheiten und Weiterbildungsveranstaltungen eingebunden werden können.

Die Beschreibung der Module dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende über deren Inhalte und Kompetenzziele informieren.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul **Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik** besteht aus den Teilmodulen I bis VI.

I. Bildzeichen und Pläne
II. Messverfahren
III. Regelungstechnik
IV. Steuerungstechnik
V. Prozessleittechnik
VI. Sicherheitsmaßnahmen

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik. Für jede Lerneinheit existieren zur medialen Unterstützung des Lernprozesses Manuskripte, WBT's und Foliensätze.

Innerhalb der einzelnen Teilmodule wird Grundlagenwissen zu den Themenbereichen Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik vermittelt. Durch Bilder, Skizzen, und Animationen soll der Lernende einen direkten Bezug zu Anwendungen im Bereich seines unmittelbaren Arbeitsbereiches herstellen können. Die einzelnen Module sind in der Regel so aufgebaut, dass zu dem jeweiligen Themengebiet zunächst das Funktionsprinzip mit den physikalischen Grundlagen beschrieben wird, anschließend wesentliche Einflussgrößen genannt und typische Anwendungsbereiche erläutert werden.

Die einzelnen Teilmodule liegen als WBT vor und können von den Lernenden interaktiv bearbeitet werden. Während der Bearbeitung des einzelnen Teilmoduls werden zur Selbstkontrolle Fragen zur Wiederholung gestellt. Jedes Teilmodul schließt mit 5 Fragen ab, von denen 3 richtig zu beantworten sind. Die Fragen werden aus einem Fragenpool nach einem Zufallsprinzip gezogen, um bei Nichtbestehen eine direkte Wiederholung auszuschließen.

Bei den Modulen „Regelungstechnik" und „Steuerungstechnik" ist zu beachten, dass diese aus mehreren Lerneinheiten bestehen, die aufeinander aufbauen und in einer vorgegebenen Reihenfolge zu bearbeiten sind.

Neben den bereits angesprochenen Fragenpools wurde zum spielerischen Üben mit Wettbewerbscharakter eine spezielle Edutainment-Systematik entwickelt. Die Lernerfolgskontrollen erfolgt durch ein DAWINCI Quiz nach dem Muster des „Millionärspiels". Durch dieses Lernspielmodul soll die Langzeitmotivation der Lernenden verbessert werden.

Neben der Vermittlung des Fachwissens soll durch praktische und anwendungsbezogene Beispiele sowie durch Situationsaufgaben die Transfer- und Handlungskompetenz gefördert werden. Hier bieten sich insbesondere Präsenzschulung in Schul- oder Praktikumsräumen an. Die Bearbeitung sollte in Kleingruppen erfolgen, um einen intensiven Informationsaustausch zu ermöglichen.

Dieses Modul kann von angehenden Chemikanten, Industriemeistern und Technikern genutzt werden. Während beim Chemikanten das Verstehen im Vordergrund steht, soll bei Industriemeistern und Technikern durch situationsbezogene Aufgaben die Anwendung im Mittelpunkt stehen.

Die Module sollen den Lernenden zusätzlich bei der Wiederholung und Auffrischung des bereits erworbenen Wissens unterstützen.

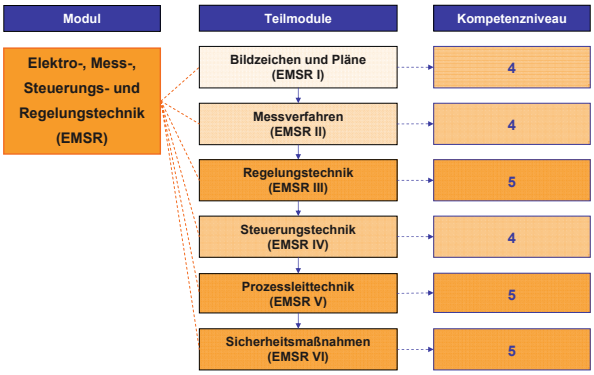


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **EMSR I – Bildzeichen und Pläne**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen die Darstellung von EMSR-Aufgaben in Rohr- und Instrumenten (RI)-Fließbildern und die zugehörigen Begrifflichkeiten nach der Norm DIN EN 62424. Sie können den Kennbuchstaben der PCE-Kategorien und Verarbeitungsfunktionen die richtige Bedeutung zuordnen. (PCE = prozess control engineering)

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR I – 1	Darstellung der PCE – Aufgaben in RI-Fließbildern, Kennbuchstaben für PCE-Kategorien und PCE-Verarbeitungs-funktionen, Darstellung von PCE-Leitfunktionen	WBT: Bildzeichen und Pläne	4

- **Teilmodul** **EMSR II – Messverfahren**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die Messverfahren der wichtigsten betrieblichen Messgrößen. Sie können Funktionsweise, Eigenschaften und Anwendungsgebiete auf Grund der physikalischen Gesetzmäßigkeiten zuordnen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR II – 1	Messverfahren zur Messung von Druck und Differenzdrücken (z.B. Rohrfeder-, Plattenfedemanometer, elektrische Druckaufnehmer)	WBT: Druckmessung	4
EMSR II – 2	Messverfahren zur Durchfluss- und Volumenmessung (z.B. Schwebekörperdurchflussmesser, Normblende, Magnetisch-induktiver Durchflussmesser, Ovalradzähler)	WBT: Durchflussmessung	
EMSR II – 3	Messverfahren zur Messung von Füllständen (z.B. Schwimmersysteme, Verdrängerverfahren, Bodendruckmessung, Kapazitive Füllstandsmessung, Füllstandsmessung mit Ultraschall)	WBT: Standmessung	
EMSR II – 4	Messverfahren zur Messung von Temperaturen (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelement, Thermografische Methoden)	WBT: Temperaturmessung	

- **Teilmodul** **EMSR III – Regelungstechnik**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die Elemente eines Regelkreises, die jeweiligen Regelgrößen und können deren Funktion zuordnen. Sie kennen die Möglichkeiten der Signalverarbeitung in einem Regelkreis und können den Einsatz von Aktoren beschreiben. Sie führen einfache Berechnungen zur Messumformung durch. Die Teilnehmer können Regelstrecken nach ihrem zeitlichen Verhalten unterscheiden und kennen die Wirkungsweisen von stetigen Reglern.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR III – 1	Aufgaben der EMSR- Technik in der chemischen Industrie, Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln, Aufbau eines Regelkreise und deren Elemente, Begriffsklärung (z.B. Regelgröße, Führungsgröße, Stellgröße), Beispiele für Regelkreise	WBT: Elemente des Regelkreises	5
EMSR III – 2	Einheitssignale und deren Berechnung, Digitale Feldgerätetechnik und Feldbus-System, Aufbau und Funktion von Stellgeräten, Kenndaten und Kennlinien von Stellventilen	WBT: Geräte zur Signalverarbeitung und Stellgeräte	
EMSR III – 3	Definition der Regelstrecke., deren Einteilung und Unterscheidung, Regelbarkeit von Regelstrecken	WBT: Regelstrecken	
EMSR III – 4	Die Aufgaben eines Reglers, Unterscheidung zwischen stetigen- und unstetigen Reglern, die unterschiedlichen Verhaltensweisen (z.B. proportional, integral oder differential), Führungs- und Störverhalten, Regleroptimierung	WBT: Regler	

- **Teilmodul** E IV – Steuerungstechnik

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen den Unterschied zwischen Regeln und Steuern. Sie kennen logische Grundfunktionen, erweiterte Funktionen zur Realisierung von Verknüpfungssteuerungen und können Prozessschritte in Ablaufsteuerungen umsetzen. Sie können Darstellungen von Ablaufketten nach GRAFCET interpretieren.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR IV – 1	Definition des Steuerns, Unterteilung der Steuerungen nach Signal, Signalverarbeitung und Programmverwirklichung, Signalformen, Zahlensysteme, deren Darstellung und Verarbeitung	WBT: Grundlagen der Steuerungstechnik	4
EMSR IV – 2	Logische Grundfunktionen, Speicherfunktionen, einfache Schaltungen	WBT: Kennenlernen von Steuerschaltungen mit logischen Grundfunktionen	
EMSR IV – 3	Verknüpfungssteuerungen und Funktionstabellen, Ablaufsteuerungen, deren Befehlsarten und Darstellung in GRAFCET,	WBT: Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen	

- **Teilmodul** EMSR V – Prozessleittechnik

Teilmodulziel Die Teilnehmer überblicken die historische Entwicklung der Prozessleittechnik bis hin zum Prozessleitsystem. Sie verstehen den prinzipiellen Aufbau und die Struktur eines Leitsystems. Durch die Darstellung und Bedienmöglichkeiten eines Prozessleitsystems können die Teilnehmer die Prozessführung einer Anlage bewerkstelligen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR V – 1	Die historische Entwicklung der Prozessleittechnik, Funktionen und Ebenen, Möglichkeiten der Signalverarbeitung, prinzipieller Aufbau eines Prozessleitsystems, Möglichkeiten der Darstellung und Bedienung	WBT: Prozessleitsysteme	5

- **Teilmodul** EMSR VI – Sicherheitsmaßnahmen

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die Gefahren des elektrischen Stroms und können geeignete Schutzmaßnahmen einleiten. Sie kennen sicherheitstechnische Kenngrößen, die für die Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre entscheidend sind. Sie können sicherheitstechnische Einrichtungen zur Anlagensicherheit mit Mitteln der EMSR-Technik erkennen und zuordnen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
EMSR VI – 1	Klassifizierung von PLT-Einrichtungen, Aufbau einer PLT-Schutzeinrichtung, Methodik und Sicherheitsbetrachtung, Abschätzung des abzudeckenden Risikos, Zuordnung der erforderlichen Maßnahmen	WBT: Anlagensicherung mit Mitteln der Prozessleittechnik	5
EMSR VI – 2	Unterscheidung zwischen primärem, sekundärem und tertiärem Explosionsschutz, sicherheitstechnische Kenngrößen, Temperaturklassen und Explosionsgruppen, Zündquellen, Zonendefinition	WBT: Explosionsschutz	
EMSR VI – 3	Gefahren beim Arbeiten mit elektrischem Strom, Pflichten des Vorgesetzten und der Mitarbeiter, Schutz vor Elektrounfällen, Hilfeleistungen bei Elektrounfällen	WBT: Gefahren des elektrischen Stroms	

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.

Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung“) ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Reglungstechnik" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer CK-IV.1, dass der Lernende im Berufsbild Chemikant im Rahmen des Tätigkeitsfeldes IV (Verfahrensprozesse steuern und überwachen) die Kompetenz „kann Prozesse mithilfe von Regelungs- und Steuerungstechnik beeinflussen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul EMSR I

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Darstellung von EMSR-Aufgaben in Rohr- und Instrumenten (RI)-Fließbildern und die zugehörigen Begrifflichkeiten nach der Norm DIN EN 62424. Sie können den Kennbuchstaben der PCE-Kategorien und Verarbeitungsfunktionen die richtige Bedeutung zuordnen. (PCE = prozess control engineering)

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR I – 1	Darstellung der PCE – Aufgaben in RI-Fließbildern, Kennbuchstaben für PCE-Kategorien und PCE-Verarbeitungsfunktionen, Darstellung von PCE-Leitfunktionen.	CK-IV.2		IC-IV.7	CT-IV.2	BA-IV.1

Teilmodul EMSR II

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Messverfahren der wichtigsten betrieblichen Messgrößen. Sie können Funktionsweise, Eigenschaften und Anwendungsgebiete auf Grund der physikalischen Gesetzmäßigkeiten zuordnen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR II – 1	Messverfahren zur Messung von Druck und Differenzdrücken (z.B. Rohrfeder-, Plattenfedermanometer, elektrische Druckaufnehmer).	CK-IV.1	CL-IV.1	IC-IV.3	CT-III.1	BA-IV.1
Teilmodul EMSR II – 2	Messverfahren zur Durchfluss- und Volumenmessung (z.B. Schwebekörperdurchflussmesser, Normblende, Magnetisch-induktiver Durchflussmesser, Ovalradzähler).	CK-IV.1	CL-IV.1	IC-IV.3	CT-III.1	BA-IV.1
Teilmodul EMSR II – 3	Messverfahren zur Messung von Füllständen (z.B. Schwimmersysteme, Verdrängerverfahren, Bodendruckmessung, Kapazitive Füllstandsmessung, Füllstandsmessung mit Ultraschall).	CK-IV.1	CL-IV.1	IC-IV.3	CT-III.1	BA-IV.1
Teilmodul EMSR II – 4	Messverfahren zur Messung von Temperaturen (z.B. Widerstandsthermometer, Thermoelement, Thermografische Methoden).	CK-IV.1	CL-IV.1	IC-IV.3	CT-III.1	BA-IV.1

Teilmodul EMSR III

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Elemente eines Regelkreises, die jeweiligen Regelgrößen und können deren Funktion zuordnen. Sie kennen die Möglichkeiten der Signalverarbeitung in einem Regelkreis und können den Einsatz von Aktoren beschreiben. Sie führen einfache Berechnungen zur Messumformung durch. Die Teilnehmer können Regelstrecken nach ihrem zeitlichen Verhalten unterscheiden und kennen die Wirkungsweisen von stetigen Reglern.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR III – 1	Aufgaben der EMSR- Technik in der chemischen Industrie, Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln, Aufbau eines Regelkreise und deren Elemente, Begriffsklärung (z.B. Regelgröße, Führungsgröße, Stellgröße), Beispiele für Regelkreise.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1
Teilmodul EMSR III – 2	Einheitssignale und deren Berechnung, Digitale Feldgerätetechnik und Feldbus-System, Aufbau und Funktion von Stellgeräten, Kenndaten und Kennlinien von Stellventilen.	CK-IV.2		IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1
Teilmodul EMSR III – 3	Definition der Regelstrecke, deren Einteilung und Unterscheidung, Regelbarkeit von Regelstrecken.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1
Teilmodul EMSR III – 4	Die Aufgaben eines Reglers, Unterscheidung zwischen stetigen- und unstetigen Reglern, die unterschiedlichen Verhaltensweisen (z.B. proportional, integral oder differential), Führungs- und Störverhalten, Regleroptimierung.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1

Teilmodul EMSR IV

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen den Unterschied zwischen Regeln und Steuern. Sie kennen logische Grundfunktionen, erweiterte Funktionen zur Realisierung von Verknüpfungssteuerungen und können Prozessschritte in Ablaufsteuerungen umsetzen. Sie können Darstellungen von Ablaufketten nach GRAFCET interpretieren.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR IV – 1	Definition des Steuerns, Unterteilung der Steuerungen nach Signal, Signalverarbeitung und Programmverwirklichung, Signalformen, Zahlensysteme, deren Darstellung und Verarbeitung.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1
Teilmodul EMSR IV – 2	Logische Grundfunktionen, Speicherfunktionen, einfache Schaltungen.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1
Teilmodul EMSR IV – 3	Verknüpfungssteuerungen und Funktionstabellen, Ablaufsteuerungen, deren Befehlsarten und Darstellung in GRAFCET.	CK-IV.2	CL-IV.2	IC-IV.4	CT-IV.2 CT-IV.3	BA-IV.1

Teilmodul EMSR V

Teilmodulziel: Die Teilnehmer überblicken die historische Entwicklung der Prozessleittechnik bis hin zum Prozessleitsystem. Sie verstehen den prinzipiellen Aufbau und die Struktur eines Leitsystems. Durch die Darstellung und Bedienmöglichkeiten eines Prozessleitsystems können die Teilnehmer die Prozessführung einer Anlage bewerkstelligen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR V – 1	Die historische Entwicklung der Prozessleittechnik, Funktionen und Ebenen, Möglichkeiten der Signalverarbeitung, prinzipieller Aufbau eines Prozessleitsystems, Möglichkeiten der Darstellung und Bedienung.	CK-IV.2		IC-IV.4	CT-IV.2	BA-IV.1

Teilmodul EMSR VI

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Gefahren des elektrischen Stroms und können geeignete Schutzmaßnahmen einleiten. Sie kennen sicherheitstechnische Kenngrößen, die für die Entstehung einer explosionsfähigen Atmosphäre entscheidend sind. Sie können sicherheitstechnische Einrichtungen zur Anlagensicherheit mit Mitteln der EMSR-Technik erkennen und zuordnen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul EMSR VI – 1	Klassifizierung von PLT-Einrichtungen, Aufbau einer PLT-Schutzeinrichtung, Methodik und Sicherheitsbetrachtung, Abschätzung des abzudeckenden Risikos, Zuordnung der erforderlichen Maßnahmen.			IC-IV.6		
Teilmodul EMSR VI – 2	Unterscheidung zwischen primärem, sekundärem und tertiärem Explosionsschutz, sicherheitstechnische Kenngrößen, Temperaturklassen und Explosionsgruppen, Zündquellen, Zonendefinition.	CK-IV.1		IC-IV.6		
Teilmodul EMSR VI – 3	Gefahren beim Arbeiten mit elektrischem Strom, Pflichten des Vorgesetzten und der Mitarbeiter, Schutz vor Elektrounfällen, Hilfeleistungen bei Elektrounfällen.	CK-IV.1				

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung der Lernmodule erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Schulabschluss, abgeschlossenen Ausbildung, Berufspraxis, Fachhochschul- oder allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Aus- bzw. Weiterbildung kann der Lernende auf unterschiedlichen Niveaus beginnen. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend, aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Lerninhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der bereits erwähnten Ausbildungsgänge behandelt das Thema **Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik** in unterschiedlicher Tiefe, eine Überschneidung ist daher unumgänglich.
Die ausbildungsgangspezifische Differenzierung der Themengebiete soll nachfolgend beispielhaft dargestellt werden.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- Messprinzipien und Einsatzgebiete von Geräten zur Bestimmung von Druck, Differenzdruck, Durchfluss, Füllstand, Menge und Temperatur unterscheiden und ihren Einsatzgebieten zuordnen
- Druck, Differenzdruck, Füllstand, Durchfluss, Menge und Temperatur messen
- elektrische Größen im Gleich- und Wechselstrom messen
- Einrichtungen zur Erfassung und Übertragung von Signalen unterscheiden
- Funktionsweise von Aktoren unterscheiden
- Elementen eines Regelkreises Funktionen zuordnen
- logische Grundschaltungen aufbauen und prüfen
- Fehler mit Hilfe von Schaltungsunterlagen eingrenzen
- Produktionsanlagen mit Hilfe von PLT-Komponenten bedienen
- Mess- und Regeleinrichtungen nach Vorgaben und unter Nutzung von betriebsspezifischen Plänen überprüfen und einstellen
- Aufbau und Wirkungsweise von Automatisierungssystemen einschließlich speicherprogrammierbarer Steuerungen unterscheiden und ein System bedienen
- nach betrieblicher Vorgabe Parameter einstellen und Regelkreise optimieren. (Wahlqualifikation).

Ergänzend soll der Chemikant/-in gemäß seines **Rahmenlehrplans …**

- verfahrensspezifische Prozessdaten auswählen und diese mit Messeinrichtungen erfassen und bei deren Auswahl und Einsatz die Wirkungen des elektrischen Stromes und die betrieblichen Gegebenheiten berücksichtigen

- physikalische Größen messen, Messgeräte auswählen und diese unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit bedienen
- Messeinrichtungen kontrollieren und die ermittelten Messdaten dokumentieren
- unterschiedliche Kontrollsysteme bei der Prozessführung kennen
- den Elementen eines Regelkreises Funktionen zuordnen
- Prozessgrößen für die Führung eines Prozesses beeinflussen
- diese Prozessgrößen auswählen und über Steuerungen und Regelungen verknüpfen
- aus den ermittelten Daten Kenngrößen für das Zusammenwirken unterschiedlicher Baugruppen im Hinblick auf die Prozessführung ableiten
- an Hand der an den Prozessen beteiligten Mess-, Stell- und Automatisierungseinrichtungen den Prozessdaten Verfahrensprioritäten zuordnen
- Steuerungs- und Regelungseinrichtungen konfigurieren und parametrieren.

Die Taxonomiestufen „Messprinzipien unterscheiden und zuordnen“ bzw. „Produktionsanlagen mit PLT-Komponenten bedienen“ erfordern Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen sowie Grundlagen der verwendeten MSR-Einrichtungen. So sollen Fehlbedienungen während der täglichen Arbeit möglichst ausgeschlossen werden. Die Ausbildungsinhalte sollen dazu beitragen, dass der Chemikant Störungen im Prozessablauf der Ursache zuordnen und geeignete Maßnahmen ableiten kann.

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie“ wird das Thema **Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen“** als Qualifikationsinhalt vorgegeben.
Im Handlungsbereich „Chemische Produktion“ werden unter Punkt 3 die folgenden Qualifikationen verlangt:

Qualifikationsschwerpunkt „Prozessleittechnik“

- Kriterien zum Einsatz von Messeinrichtungen unterscheiden
- Einsatz von Messeinrichtungen optimieren
- Einsatz von Steuerungssystemen zur Prozessoptimierung kennen

- Einsatz von Regelungssystemen zur Prozessoptimierung kennen
- Maßnahmen zur Störungsbehebung veranlassen
- Mitwirken bei der Risikobewertung und Risikoabschätzung während der Planung
- Sicherheits- und umweltrelevante Funktionen von PLT-Einrichtungen kennen
- Steuerungs- und Prozessabläufe darstellen.

Die Taxonomiestufen kennen, unterscheiden, mitwirken und veranlassen erfordert grundlegende Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen, das Funktionsprinzip, mögliche Einflussgrößen und klassische Anwendungsbereiche der verwendeten EMSR-Einrichtungen. Ein Meister soll durch die gezielte Einweisung der Mitarbeiter Fehlbedienungen vermeiden und den sicheren Betrieb gewährleisten. Insbesondere bei Produktwechsel soll er durch Kenntnis der Einflussgrößen der betroffenen EMSR- Einrichtungen das EMSR- Fachpersonal unterstützen, z.B. durch Veranlassung der erforderlichen Kalibrierung und Justierung.

4.3 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik

Im Lehrplan der Techniker, Fachrichtung Chemietechnik, Schwerpunkt Produktionstechnik sind die Inhalte im Lernfeld „Prozesse in chemischen Anlagen überwachen und automatisieren“ folgendermaßen beschrieben:
Techniker wählen geeignete Verfahren zur Messung von Prozessgrößen aus, beschreiben und analysieren Steuerungen und Regelungen in ihrer Bedeutung für den verfahrenstechnischen Prozess. Schwerpunkte sind dabei **Verfahren zur Messung von Druck**, **Durchfluss**, **Stand**, **Temperatur und Qualitätsgrößen**, **Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen (GRAFCET)**, **Kennlinien und Sprungantworten von Regelstrecken und Reglern**, **Optimieren von Reglerparametern**, **Stelleinrichtungen**, **SPS** und **Prozessleitsysteme.**

Die gesamte Palette der Module bietet sich für diese Grundlagenbildung an. Lediglich einige Themen in den Teilmodulen Regelstrecken, Regler und Anlagensicherung gehen über diese Grundlagen hinaus. So ist z.B. das Optimieren von Regelkreisen, das bei den Chemikanten höchstens in den Wahlqualifikationen relevant ist, bei den Meistern und Technikern ein grundlegender Inhalt.

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Energien in der chemischen Produktion 1 - 5

EVONIK INDUSTRIES

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 10
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 15
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 16
4.1 Chemikant 16
4.2 Industriemeister Chemie 17
4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 18

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Die Übertragung von Energie ist die Grundlage aller Prozesse in der Chemischen Industrie. Die Kenntnisse über die elementaren Vorgänge der Energie- oder Wärmeübertragung ist für die am Prozess beteiligten naturwissenschaftlich-technischen Gewerke unerlässlich.
Dieser Nutzungsleitfaden stellt dar, wie die Inhalte des Moduls **„Energien in der Chemischen Industrie"** in Ausbildungseinheiten, Weiterbildungsveranstaltungen, Hochschulvorlesungen oder Seminaren eingebunden werden können. Die Beschreibung des Moduls dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende mit Informationen bezüglich der Inhalte des Moduls und seinen Kompetenzzielen versorgen.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul **Energien in der Chemischen Industrie** besteht aus den Teilmodulen I bis V.

I. Grundlagen Energie (Energieformen – Energieträger – Energiequellen – Energiegewinnung)
II. Grundlagen der Energieumwandlung
III. Apparate zur Energieübertragung in der chemischen Verfahrenstechnik
IV. Energieübertragung in der Produktion
V. Energie in der chemischen Produktion – chemische, mechanische, elektrische und thermische Energie

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik. Für jede Lerneinheit existieren zur medialen Unterstützung des Lernprozesses Manuskripte, WBT's und Foliensätze.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziel – neben der Vermittlung von Faktenwissen – soll durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (selbstständige) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Während der Chemikant z. B. die Kompetenz besitzen muss, Zusammenhänge der Energieübertragung zu beschreiben und diese im täglichen Arbeitsablauf anwendet, benötigen Meister und Techniker darüber hinaus die Kompetenz, Energiebilanzen am verfahrenstechnischen Prozess anzuwenden oder aufzustellen, um daraus Schlüsse über den effizienten Einsatz von Energie zu gewinnen. Der Bachelor of Engineering wendet thermodynamische Gesetzmäßigkeiten an, um für die angeführten Prozesse Wärmeaustauscher zu dimensionieren. Allen Kompetenzen liegt das gleiche Basiswissen der Energieübertragung zu Grunde.

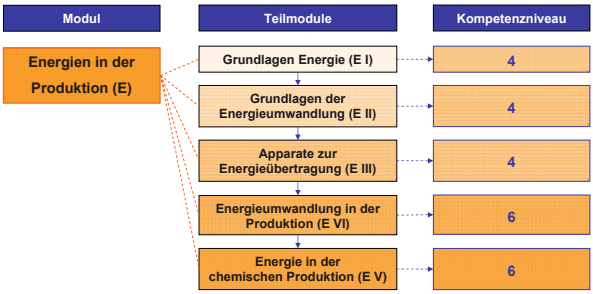


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Energien in der Produktion"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **E I – Grundlagen Energie** (Energieformen – Energieträger – Energiequellen)

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen Zusammenhang und Unterschiede zwischen Arbeit und Energie, können verschiedene Energieeinheiten mathematisch umwandeln und unterscheiden unterschiedliche Energieformen. Sie überblicken den Prozess „Primärenergie – Endenergie – Nutzenergie“.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
E I – 1	Energie als die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.	WBT: Grundlagen der Energie, Fundamentals of Energy	4
E I – 2	SI-Einheiten für Energie und deren Beziehungen untereinander.		
E I – 3	Unterschiedliche Energieformen mechanische, potentielle, chemische, thermische, elektrische, Kern- und Strahlungsenergie.		
E I – 4	Energieumwandlung von Primärenergie über Endenergie zur Nutzungsenergie.	Manuskript: Grundlagen der Energie, Fundamentals of Energy	
E I – 5	Primär- und Sekundärenergieträger.		
E I – 6	Fossile, regenerative und nukleare Energieträger und -quellen.		

- **Teilmodul** **E II – Grundlagen Energieumwandlung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen verschiedene Energiequellen und verstehen die Funktionsweise wichtiger Energiegewinnungsanlagen. Sie führen einfache Berechnungen zur Leistung und zum Wirkungsgrad durch.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
E II – 1	Energieumwandlung von Primärenergie über Endenergie zur Nutzungsenergie.	WBT: Grundlagen der Energie, Grundlagen der Energieübertragung, Fundamentals of Energy, Fundamentals of Energy Transfer	4
E II – 2	Primär- und Sekundärenergieträger.		
E II – 3	Fossile, regenerative und nukleare Energiequellen.	Manuskript: Grundlagen der Energie, Fundamentals of Energy	
E II – 4	Energiegewinnungsanlagen.	WBT: Energiegewinnung – Thermische Kraftwerke, Gewinnung regenerativer Energie, Thermal Power Plants, Production of regenerative Energy	
E II – 5	Wirkungsgrade von Energiegewinnungsanlagen.		
E II – 6	Systeme zur Energiespeicherung.	Manuskript: Energiegewinnung – Thermische Kraftwerke, Gewinnung regenerativer Energie, Thermal Power Plants, Production of regenerative Energy	

- **Teilmodul** **E III – Energieübertragung – Wärme, mechanische und elektrische Energie**

Teilmodulziel Die Teilnehmer unterscheiden begründend Arten der Wärmeübertragung, speziell in der Verfahrenstechnik, und verstehen den Wärmeverlauf bei chemischen Reaktionen. Sie besitzen detaillierte Kenntnisse zur mechanischen Energieübertragung und zur elektrochemischen Stoffumwandlung.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
E III – 1	Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung als Arten der Wärmeübertragung.	WBT: Grundlagen der Energieübertragung, Fundamentals of Energy Transfer	4
E III – 2	Wärmedurchgang und Arten der Wärmeübertragung in der Verfahrenstechnik.	Manuskript: Grundlagen der Energieübertragung, Energieübertragung in der Produktion, Fundamentals of Energy Transfer, Energy Transfer in Production Processes	
E III – 3	Wärmeverlauf bei chemischen Reaktionen.		
E III – 4	Arten der Übertragung mechanischer Energie.	WBT: Mechanische Energie im Produktionsprozess, Mechanical Energy in Production Processes	
		Manuskript: Energieübertragung in der Produktion, Energy Transfer in Production Processes	
E III – 5	Stoffumwandlung durch elektrische Energie.	WBT: Elektrochemie, Electrochemistry	
		Manuskript: Elektrochemie, Electrochemistry	

- **Teilmodul** **E IV – Energieübertragung in der Produktion**

Teilmodulziel Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien der Energieübertragung in Wärmetauschern, überblicken die wichtigsten Apparate zum Wärmeaustausch und können einfache Berechnungen zum Wärmestrom und -bedarf durchführen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
E IV – 1	Grundlagen der Energieübertragung in Wärmetauschern.	WBT: Wärmetauscher, Heat Exchanger	6
E IV – 2	Bauarten von Wärmetauschern.	Manuskript: Wärmetauscher, Heat Exchanger	
E IV – 3	Grundlagen der Verdampfung.	WBT: Verdampfen, Evaporating	
E IV – 4	Bauarten von Verdamfungsapparaten.	Manuskript: Verdampfen, Evaporating	
E IV – 5	Grundlagen der Kondensation.	WBT: Kondensieren, Condensing	
E IV – 6	Bauarten von Kondensationsapparaten.	Manuskript: Kondensieren, Condensing	
E IV – 7	Grundlagen der Destillation und Rektifikation.	WBT: Destillation und Rektifikation, Distillation and Rectification	
E IV – 8	Bauarten von Kolonnen.	Manuskript: Destillation und Rektifikation, Distillation and Rectification	
E IV – 9	Grundlagen der Trocknung.	WBT: Trocknen, Drying	
E IV – 10	Bauarten von Trocknungsapparaten.	Manuskript: Trocknen, Drying	

- **Teilmodul** **E V – Energie in der Produktion** (chemische, mechanische, elektrische und thermische Energie)

Teilmodulziel Die Teilnehmer analysieren den Energieeinsatz in der chemischen Produktion, entwickeln begründete Möglichkeiten zum optimierten Energieeinsatz und führen komplexe Berechnungen zur Energieeffizienz durch.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
E V – 1	Energiequellen in der Produktion.	WBT: Energien im Produktionsprozess, Energy in chemical Plants	6
E V – 2	Grundprinzipien der Energieeffizienz.	Manuskript: Energien im Produktionsprozess, Energy in chemical Plants	
E V – 3	Wege der effizienten Verfahrenstechnik.	WBT: Grundlagen der Energieübertragung, Energien im Produktionsprozess, Fundamentals of Energy Transfer, Energy in chemical Plants	
E V – 4	Rahmenbedingungen der Anlagentechnik für eine effiziente Produktion.	Manuskript: Grundlagen der Energieübertragung, Energieübertragung in der Produktion, Energien im Produktionsprozess, Fundamentals of Energy Transfer, Energy Transfer in Production Processes, Energy in chemical Plants	
E V – 5	Prinzipien eines Energieverbunds.	WBT: Energien im Produktionsprozess, Energy in chemical Plants	
E V – 6	Grundlagen eines Energiemanagements.	Manuskript: Energien im Produktionsprozess, Energy in chemical Plants	

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Energien in der Produktion" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer CK-II.3, dass der Lernende im Berufsbild Chemikant im Rahmen des Tätigkeitsfeldes II (Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren) die Kompetenz „kann Energieträger auswählen und im eigenen Arbeitsbereich rationell einsetzen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul E I

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen Zusammenhang und Unterschiede zwischen Arbeit und Energie, können verschiedene Energieeinheiten mathematisch umwandeln und unterscheiden unterschiedliche Energieformen. Sie überblicken den Prozess „Primärenergie – Endenergie – Nutzenergie".

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul E I – 1	Energie als die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.	CK-II.1-2	CL-I.6-7 CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.1	BA-II.4-5
Teilmodul E I – 2	SI-Einheiten für Energie und deren Beziehungen untereinander.	CK-II.1-2	CL-I.6-7	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.1	BA-II.4-5
Teilmodul E I – 3	Unterschiedliche Energieformen mechanische, potentielle, chemische, thermische, elektrische, Kern- und Strahlungsenergie.	CK-II.1-2	CL-I.6-7; CL-II.3	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.1	BA-II.6
Teilmodul E I – 4	Energieumwandlung von Primärenergie über Endenergie zur Nutzungsenergie.	CK-II.3	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.1	BA-II.6
Teilmodul E I – 5	Primär- und Sekundärenergieträger.	CK-II.1-2	-	IC-II.6	-	BA-II.6
Teilmodul E I – 6	Fossile, regenerative und nukleare Energieträger.	CK-II.1-2	-	IC-II.6	-	BA-II.6
Teilmodul E I – 7	Fossile, regenerative und nukleare Energiequellen.	CK-II.1-2	-	IC-II.6	-	BA-II.6

Teilmodul II

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen verschiedene Energiequellen und verstehen die Funktionsweise wichtiger Energiegewinnungsanlagen. Sie führen einfache Berechnungen zur Leistung und zum Wirkungsgrad durch.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul E II – 1	Energieumwandlung von Primärenergie über Endenergie zur Nutzungsenergie.	CK-II.3	-	IC-IV.1	-	BA-II.6
Teilmodul E II – 2	Primär- und Sekundärenergieträger.	CK-II.1-2	-	IC-IV.1	-	BA-II.6
Teilmodul E II – 3	Fossile, regenerative und nukleare Energiequellen.	CK-II.1-2	-	IC-IV.1	-	BA-II.6
Teilmodul E II – 4	Energiegewinnungsanlagen.	CK-II.3, 5	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.2-3	BA-II.6
Teilmodul E II – 5	Wirkungsgrade von Energiegewinnungsanlagen.	CK-II.3, 5-6	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.2-3	BA-II.6; BA-IV.1
Teilmodul E II – 6	Systeme zur Energiespeicherung.	CK-II.5	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.6	CT-II.3	BA-II.6

Teilmodul III

Teilmodulziel: Die Teilnehmer unterscheiden begründend Arten der Wärmeübertragung, speziell in der Verfahrenstechnik, und verstehen den Wärmeverlauf bei chemischen Reaktionen. Sie besitzen detaillierte Kenntnisse zur mechanischen Energieübertragung und zur elektrochemischen Stoffumwandlung.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul E III – 1	Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung als Arten der Wärmeübertragung.	CK-II.2-3	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.2, 6	CT-II.3 CT-III.1	BA-II.4-6
Teilmodul E III – 2	Wärmedurchgang und Arten der Wärmeübertragung in der Verfahrenstechnik.	CK-II.2-3	CL-II.6	IC-IV.1; IC-II.2, 6	CT-II.3; CT-III.1	BA-II.4-6
Teilmodul E III – 3	Wärmeverlauf bei chemischen Reaktionen.	CK-II.3, 5-6; CK-IV.1	CL-II.6	IC-II.6-7	CT-II.3	BA-II.6
Teilmodul E III – 4	Arten der Übertragung mechanischer Energie.	CK-II.1, 3; CK-III.1	CL-II.6	IC-IV.1	CT-II.3; CT-III.1	BA-II.4, 6
Teilmodul E III – 5	Stoffumwandlung durch elektrische Energie.	CK-II.3, 5-6	CL-II.6	IC-II.6-7	CT-II.3	BA-II.6

Teilmodul IV

Teilmodulziel: Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien der Energieübertragung in Wärmetauschern, überblicken die wichtigsten Apparate zum Wärmeaustausch und können einfache Berechnungen zum Wärmestrom und -bedarf durchführen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul E IV – 1	Grundlagen der Energieübertragung in Wärmetauschern.	CK-II.2-3	CL-II.3-4	IC-IV.2-3	CT-III.1-2	
Teilmodul E IV – 2	Bauarten von Wärmetauschern.	CK-II.2-3; CK-III.1-2	CL-II.4	IC-IV.5	CT-III.1-2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 3	Grundlagen der Verdampfung.	CK-II.2-3	CL-II.3-4, 6	IC-III.2	CT-III.2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 4	Bauarten von Verdamfungsapparaten.	CK-II.2-3; CK-III.1-2	CL-II.4	IC-IV.5	CT-III.1-2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 5	Grundlagen der Kondensation.	CK-II.2-3	CL-II.3-4, 6	IC-III.2	CT-III.2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 6	Bauarten von Kondensationsapparaten.	CK-II.2-3; CK-III.1-2	CL-II.4	IC-II.6; IC-IV.5	CT-III.1-2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 7	Grundlagen der Destillation und Rektifikation.	CK-II.2-3; CK-III.4	CL-II.3-4, 6	IC-III.2	CT-III.2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 8	Bauarten von Kolonnen.	CK-II.2-3; CK-III.1-2	CL-II.4	IC-II.6; IC-IV.5	CT-III.1-2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 9	Grundlagen der Trocknung.	CK-II.2-3	CL-II.3-4, 6	IC-III.2	CT-III.2	BA-III.1-2; BA-IV.2
Teilmodul E IV – 10	Bauarten von Trocknungsapparaten.	CK-II.2-3; CK-III.1-2	CL-II.4	IC-II.6; IC-IV.5	CT-III.1-2	BA-III.1-2; BA-IV.2

Teilmodul V Teilmodulziel: Die Teilnehmer analysieren den Energieeinsatz in der chemischen Produktion, entwickeln begründete Möglichkeiten zum optimierten Energieeinsatz und führen komplexe Berechnungen zur Energieeffizienz durch.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul E V – 1	Energiequellen in der Produktion.	CK-II.3, 5-6	-	IC-II.6	CT-III.2	BA-V.1
Teilmodul E V – 2	Grundprinzipien der Energieeffizienz.	CK-II.3, 5-6; CK-ÜK.6	CL-II.2-5	IC-II.6; IC-IV.7	CT-IV.1-2	BA-VI.1
Teilmodul E V – 3	Wege der effizienten Verfahrenstechnik.	CK-II.3, 5-6	CL-II.2-5	IC-II.6; IC-IV.7; IC-V.4	CT-IV.1-2	BA-VI.1; BA-ÜK.7
Teilmodul E V – 4	Rahmenbedingungen der Anlagentechnik für eine effiziente Produktion.	CK-II.3, 5-6; CK-ÜK.6	-	C-II.6; IC-IV.7; IC-V.4	CT-IV.1-2	BA-VI.1; BA-ÜK.7
Teilmodul E V – 5	Prinzipien eines Energieverbunds.	CK-IV.1-2	CL-II.6	IC-II.6; IC-IV.4	CT-V.1	BA-VI.1; BA-ÜK.7
Teilmodul E V – 6	Grundlagen eines Energiemanagements.	CK-ÜK.6	CL-II.2-5	IC-II.6; IC-IV.4; IC-V.4	CT-V.1, 3	BA-V.1; BA-VI.1

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der weiter oben angesprochenen Ausbildungsgänge behandelt das Thema Energieübertragung in unterschiedlicher Tiefe. Eine Überschneidung der Themen liegt auf der Hand, daher folgen an dieser Stelle Beispiele, die eine ausbildungsgangspezifische Detaillierung der unter 4.1 bis 4.3 beschriebenen möglichen Vorgehensweisen darstellt.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- die im Ausbildungsbetrieb verwendeten Energiearten unterscheiden und unter Beachtung des Wirkungsgrades und des Gefährdungspotenzials einsetzen,
- die Wirkungsweise der Energieträger unterscheiden und Maschinen und Apparate, insbesondere Wärmetauscher, einsetzen
- Zusammenhänge der Energieumwandlung beschreiben
- Möglichkeiten der wirtschaftlichen und umweltschonenden Energie- und Materialverwendung nutzen
- physikalische Gesetzmäßigkeiten, insbesondere Aggregatzustands-änderungen und den Einfluss von Druck und Temperatur auf Gasvolumina, beachten
- physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten beachten, insbesondere über Energieinhalte bei exo- und endothermen Reaktionen sowie den Einfluss von Druck und Temperatur auf chemische Reaktionen Auskunft geben
- über den Einfluss chemischer und physikalischer Eigenschaften von Stoffen auf den Reaktionsprozess Auskunft geben und bei dessen Durchführung beachten
- Produktionsprozesse einschließlich der Ver- und Entsorgung und unter Berücksichtigung von Umweltschutzmaßnahmen beschreiben
- Anlagen oder Teilanlagen anfahren und abfahren und im Rahmen der Betriebsanweisung fahren
- Geräte und Anlagen zum Destillieren und Rektifizieren, insbesondere unter Beachtung von Aufbau, Funktions- und Wirkungsweise, unterscheiden und einsetzen
- Flüssigkeitsgemische unter Beachtung der physikalischen Vorgänge und betriebstechnischen Voraussetzungen sowie unter Berücksichtigung der Energieeffizienz durch Destillieren und Rektifizieren trennen
- Fahrweise von Anlagen oder Teilanlagen nach betrieblichen Vorgaben optimieren

- Anlagen und Geräte zum Erzeugen von Tieftemperaturen und zum Verarbeiten unter Tieftemperaturbedingungen, insbesondere unter Beachtung von Aufbau, Funktions- und Wirkungsweise, Einsatzgebieten zuordnen

Die Taxonomiestufe „Maschinen und Apparate einsetzen" erfordert z. B. Kenntnisse über den Apparateaufbau um Fehlbedienungen während der täglichen Arbeit auszuschließen. Für die Konzeption einer Lerneinheit mit Hilfe des DAWINCI-Moduls Energieübertragung kann eine an dieser Berufsbildposition orientierte Auswahl der Inhalte vorgenommen werden. Die Themen

1. Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung)
2. Wärmeübertragung in der Verfahrenstechnik und
3. Apparate zur Wärmeübertragung

bieten sich hier zur Grundlagenbildung an. Durch das Nachvollziehen der genannten Themen mit Hilfe der Beispielaufgaben kann der Stoff weiter vertieft werden.

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie" wird das Thema **Energieübertragung im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen"** als Qualifikationsinhalt vorgegeben.
Im Handlungsbereich „Chemische Produktion" werden folgende Qualifikationen verlangt:

1. Qualifikationsschwerpunkt „Verfahrens- und Anlagentechnik"
   - Kenntnisse über Einflussgrößen zur Bilanzierung von Energieströmen im verfahrenstechnischen Prozess und
   - die Beurteilung von Aufbau, Funktion und Einsatzmöglichkeiten von Apparaten und Maschinen unter Berücksichtigung des Energieaspektes.
2. Qualifikationsschwerpunkt „Chemische Prozesse und Verfahren"
   - Kenntnisse über Energieformen und Energieverläufe bei chemischen Reaktionen
   - die Anwendung der o. g. Kenntnisse im Stoff- und Energieverbund innerhalb einer Produktionsanlage und der wirtschaftlichen Nutzung der Energie zwischen den Produktionsanlagen eines Chemieparks

- die Anwendung der o. g. Kenntnisse zur Bilanzierung des Energieumsatzes bei chemischen Reaktionen
- Kenntnisse über Maßnahmen zur rationellen Nutzung von Energie und Ressourcen sowie Führen von Energie- und Stoffströmen
- Kenntnisse über das Führen chemischer Reaktionen unter Berücksichtigung des Energieaspektes.

Basierend auf den Grundlagen der Wärmeübertragung, die beim Industriemeisterschüler vorausgesetzt werden, werden die Einflussgrößen wie z. B. Wärmeleitzahl, Wärmeübergangszahl, Wärmedurchgangszahl und Wärmestrom vermittelt. Sofern in den Lernprozess Aufbau und Funktion der Apparate zum Wärmetausch einbezogen werden, erlangt der angehende Meister die Kompetenz zur Bewältigung der betrieblichen Aufgaben.

4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Das Modulhandbuch des Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen beschreibt als angestrebtes Lernergebnis die Fähigkeit, „überschlägige Berechnung bzw. Optimierung einfacher strömungs- und wärmetechnischer Prozesse in Chemieanlagen durchführen" zu können. Schwerpunkte sind dabei **Wärme/Wärmeeinheiten**, **Wärmetransport mittels Materie**, **Wärmeleitung**, **Wärmeübergang**, **Wärmedurchgang**, **Wärmeaustausch**, **Konvektion**, **Wärmestrahlung** und der **Wärmeaustausch zwischen Oberflächen**.

Die aufgeführten Schwerpunkte sind nahezu vollständig Inhalt des Moduls Energieübertragung. Darüber hinaus kann auch das angestrebte Lernergebnis „überschlägige Berechnungen wärmetechnischer Prozesse in Chemieanlagen durchführen" mit Hilfe der Übungsaufgaben erreicht werden.

7.2.5 Nutzungsleitfaden Führungsaufgaben

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Führungsaufgaben 1 - 5

EVONIK INDUSTRIES

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 8
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 11
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 11
4.1 Chemikant 12
4.2 Industriemeister Chemie 12
4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 13

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Das Modul „Führungsaufgaben" umfasst die Unterstützung der Mitarbeiter in der fachlichen, methodischen und persönlichen Entwicklung. Hier liegt der Schwerpunkt auf der operativen Führung der Mitarbeiter sowie der Beurteilung von Handlungskompetenz der Mitarbeiter über vorgegebene Beurteilungssysteme. Dazu sind Mitarbeitergespräche zu führen und ggf. Ziele zu vereinbaren. Eine Sensibilisierung für gesetzliche Rahmenbedingungen ist ein weiterer Bestandteil des Moduls.

Um Unternehmensziele zu erreichen, ist eine gezielte Führung von Mitarbeiter erforderlich. Die Bearbeitung der Inhalte fokussiert den Dialog mit Mitarbeitern und bietet Unterstützung für Mitarbeitergespräche. Kenntnisse über im Zusammenhang mit Führung sind Grundlage für die zielgerichtete Zusammenarbeit.

Die Inhalte des Moduls orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Hochschulrahmenpläne) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bachelor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul Führungsaufgaben besteht aus den Teilmodulen 1 bis 4.

I. Unterstützung der Mitarbeiterentwicklung
II. Operative Führung von Mitarbeitern
III. Beurteilung der Handlungskompetenz (Beurteilungsgespräche)
IV. Vereinbaren von Zielen (Zielvereinbarungsgespräche)
V. Gesetzliche Rahmenbedingungen

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziel – neben der Vermittlung von Faktenwissen – soll durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (Selbst-) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Während der Chemikant z. B. die Kompetenz über Aufbau und Organisation des Betriebes besitzen muss, benötigen Meister, Techniker und Bachelor of Engineering darüber hinaus beispielsweise die Kompetenz, den Mitarbeitereinsatz zu organisieren, Aufgaben zu delegieren und deren Erledigung zu kontrollieren.

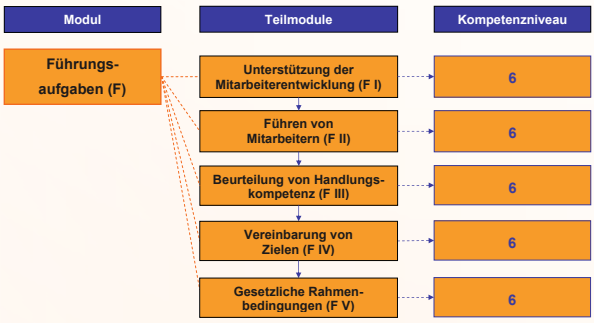


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Führungsaufgaben"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **F I – Unterstützung der Mitarbeiterentwicklung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer sind in der Lage, Mitarbeiter auf Basis der geforderten fachlichen, persönlichen und methodischen Kompetenzen der Aufgabe weiter zu entwickeln.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
F I – 1	Anforderungen an den Mitarbeiter definieren.	WBT: Führungsaufgaben Handlungsrahmen: Unterstützung der Mitarbeiterentwicklung	6
F I – 2	Fähigkeiten und Begabungen der Mitarbeiter für Entwicklungsmaßnahmen berücksichtigen.		
F I – 3	Qualifizierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der verschiedenen Qualifikationsformen veranlassen.		
F I – 4	Erfolg der Qualifikationsmaßnahmen beurteilen können.		

- **Teilmodul** **F II – Operative Führung von Mitarbeitern**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen die grundlegenden Führungsstile und können sie situationsgerecht einsetzen.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
F II – 1	Führungsmethoden situationsgerecht und mitarbeiterbezogen anwenden.	WBT: Führungsaufgaben Handlungsrahmen: Operative Führung von Mitarbeitern	6
F II – 2	Verfahren und Instrumente zur Mitarbeiterführung anwenden.		
F II – 3	Dimensionen der Führungsstile kennen.		

- **Teilmodul** **F III – Beurteilung der Handlungskompetenz (Beurteilungsgespräche)**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer können ein Beurteilungsgespräch systematisch vorbereiten und durchführen.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
F III – 1	Beurteilungssysteme einsetzen.	WBT: Führungsaufgaben Handlungsrahmen: Beurteilung der Handlungskompetenz	6
F III – 2	Beurteilungen durchführen.		
F III – 3	Beurteilungs- und Fördergespräche führen.		

- **Teilmodul** **F IV – Vereinbarung von Zielen (Zielvereinbarungsgespräche)**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen den Ablauf eines Zielvereinbarungsprozesses und sind in der Lage, Zielvereinbarungs-, Meilenstein- und Zielereichungsgespräche zu führen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
F IV – 1	Ziele beschreiben.	WBT: Führungsaufgaben Handlungsrahmen: Vereinbaren von Zielen	6
F IV – 2	Zielvereinbarungsgespräche führen.		
F IV – 3	Zielerreichung feststellen.		
F IV – 4	Zielereichungsgespräche durchführen.		

- **Teilmodul** **F V – Gesetzliche Rahmenbedingungen**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren im betrieblichen Kontext.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
F V – 1	Abgrenzung zwischen Individualarbeitsrecht und Kollektivarbeitsrecht kennen.	WBT: Führungsaufgaben Handlungsrahmen: Gesetzliche Rahmenbedingungen	6
F V – 2	Die arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren eines Arbeitsverhältnisses kennen.		
F V – 3	Handlungssituationen zu den arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren zuordnen können durchführen.		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (B.Sc./B.Eng.).

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Personalwirtschaft" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer IC-VII.8, dass der Lernende in der Fortbildungsverordnung Industriemeister Chemie im Rahmen des Tätigkeitsfeldes VII (Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen) die Kompetenz „kann Mitarbeitergespräche zu unterschiedlichen betriebsrelevanten Thematiken durchführen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul F I Teilmodulziel: Die Teilnehmer sind in der Lage, Mitarbeiter auf Basis der geforderten fachlichen, persönlichen und methodischen Kompetenzen der Aufgabe weiter zu entwickeln.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul F I – 1	Anforderungen an den Mitarbeiter definieren.	-	-	IC-VII.2, 6	CT-VII.1	-
Teilmodul F I – 2	Fähigkeiten und Begabungen der Mitarbeiter für Entwicklungsmaßnahmen berücksichtigen.	-	-	IC-VII.2, 10	CT-VII.1	-
Teilmodul F I – 3	Qualifizierungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der verschiedenen Qualifikationsformen veranlassen.	-	-	IC-VII.10	CT-VII.1	-
Teilmodul F I – 4	Erfolg der Qualifikationsmaßnahmen beurteilen können.	-	-	IC-VII.2, 10	CT-VII.1	-

Teilmodul F II Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die grundlegenden Führungsstile und können sie situationsgerecht einsetzen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul F II – 1	Führungsmethoden situationsgerecht und mitarbeiterbezogen anwenden.	-	-	IC-VII.5, 9	CT-VII.1	BA-VII.1
Teilmodul F II – 2	Verfahren und Instrumente zur Mitarbeiterführung anwenden.	-	-	IC-VII.5, 9	CT-VII.1	BA-VII.1
Teilmodul F II – 3	Dimensionen der Führungsstile kennen.	-	-	IC-VII.1, 5	CT-VII.1	BA-VII.1

Teilmodul F III Teilmodulziel: Die Teilnehmer können ein Beurteilungsgespräch systematisch vorbereiten und durchführen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul F III – 1	Beurteilungssysteme einsetzen.	-	-	IC-VII.8	-	-
Teilmodul F III – 2	Beurteilungen durchführen.	-	-	IC-VII.8	-	-
Teilmodul F III – 3	Beurteilungs- und Fördergespräche führen.	-	-	IC-VII.8	-	-

Teilmodul F IV Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen den Ablauf eines Zielvereinbarungsprozesses und sind in der Lage, Zielvereinbarungs-, Meilenstein- und Zielereichungsgespräche zu führen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul F IV – 1	Ziele beschreiben.	-	-	IC-VII.5, 8	-	-
Teilmodul F IV – 2	Zielvereinbarungsgespräche führen.	-	-	IC-VII.5, 8	-	-
Teilmodul F IV – 3	Zielerreichung feststellen.	-	-	IC-VII.5, 8	-	-
Teilmodul F IV – 4	Zielereichungsgespräche durchführen.	-	-	IC-VII.5, 8	-	-

Teilmodul F V Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren im betrieblichen Kontext.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul F V – 1	Abgrenzung zwischen Individualarbeitsrecht und Kollektivarbeitsrecht kennen.	-	-	IC-VII.1	-	-
Teilmodul F V – 2	Die arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren eines Arbeitsverhältnisses kennen.	-	-	IC-VII.1	-	-
Teilmodul F V – 3	Handlungssituationen zu den arbeitsrechtlichen Gestaltungsfaktoren zuordnen können durchführen.	-	-	IC-VII.1	-	-

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der weiter oben angesprochenen Ausbildungsgänge behandelt das Thema Personalwirtschaft in unterschiedlicher Tiefe. Eine Überschneidung der Themen liegt auf der Hand, daher folgen an dieser Stelle Beispiele, die eine ausbildungsgangspezifische Detaillierung der unter 4.1 bis 4.3 beschriebenen möglichen Vorgehensweisen darstellt.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der/die Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- die Bedeutung des Ausbildungsvertrages, insbesondere Abschluss, Dauer und Beendigung, erklären
- gegenseitige Rechte und Pflichten aus dem Ausbildungsvertrag nennen
- Möglichkeiten der beruflichen Fortbildung nennen
- wesentliche Teile des Arbeitsvertrages nennen
- wesentliche Bestimmungen der für den ausbildenden Betrieb geltenden Tarifverträge nennen
- Grundlagen, Aufgaben und Arbeitsweisen der betriebsverfassungs- oder personalvertretungsrechtlichen Organe des ausbildenden Betriebes beschreiben

Das Modul Personalwirtschaft geht über die in der Ausbildungsordnung geforderten Lernziele hinaus. Mit dem Modul erhält ein ausgelernter Chemikant mit Interesse an einer Weiterqualifikation erste Einblicke ins Themenfeld. Durch das Nachvollziehen der genannten Themen mit Hilfe der Beispielaufgaben erarbeitet sich der Chemikant Kenntnisse zu den Lerninhalten in Weiterbildungsgängen.

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie“ wird das Thema **Personalwirtschaft im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen“** als Qualifikationsinhalt vorgegeben. Im Handlungsbereich II „Organisation, Führung und Kommunikation“ werden u. a. folgende Qualifikationen verlangt:

- Personalstrukturen nach Anforderungen und Qualifikationen entwickeln
- Tätigkeitsanalysen durchführen
- Anforderungsprofile erstellen
- Mitarbeiter nach betrieblichen Tätigkeiten und Projektaufgaben einsetzen

Über das Lernmodul werden Qualifikationen aus dem Qualifikationsschwerpunkt „Personalführung und -entwicklung“ an Beispielen verdeutlicht. Die Fähigkeit Personal einzusetzen, zu führen, zu beurteilen und unter Beachtung der Qualifikationsanforderungen des Betriebes geeignete Maßnahmen zur weiteren beruflichen Entwicklung vorschlagen zu können ist Schwerpunkt der Lerneinheit.

4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Das Thema „Personalwirtschaft“ wird in den unterschiedlich geregelten Bachelor Studiengängen aktuell kaum angesprochen bzw. ist thematisch unterrepräsentiert. Führungsthemen werden in geringem Detaillierungsgrad vermittelt, häufig nur als freiwilliges Zusatzangebot. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt.

Im Modulhandbuch des Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen - Prozesstechnik[1] werden als Lernergebnis im Modul „Betriebswirtschaftslehre“ (Wahlpflichtfach) folgende Kompetenzen angestrebt: „Verständnis für grundlegende betriebswirtschaftliche Fragen, Denkweisen und Modelle, Rückkopplung mit der einzelbetrieblichen Realität der Studierenden, Befähigung zur eigenständigen Weiterentwicklung und Anwendung des Gelernten im betrieblichen Alltag“. Schwerpunkte aus dem Bereich Personalwirtschaft sind dabei **Grundlagen des Personalwesens** einschließlich Arbeitsplatzgestaltung, Entlohnung und Mitbestimmung.

Das Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster sieht im Bereich Betriebswirtschaftslehre das Lernziel vor: „Die Studierenden sind in der Lage, die Teilbereiche der Betriebswirtschaftslehre zu charakterisieren und im Überblick darzustellen. Sie verfügen nicht nur über das entsprechende Wissen, sondern treffen Entscheidungen aufgrund der erlernten Grundlagen.“[2] Als inhaltlicher Baustein wird **Personalwirtschaft** genannt. Der Baustein wird im Modulhandbuch allerdings nicht weitergehend beschrieben.

Im Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng.) der Hochschule Niederrhein wird das Thema Personalwirtschaft ebenfalls im Modul „Betriebswirtschaftslehre“ abgehandelt. Angestrebte Lernergebnisse bzw. Lernziele sind: „Die Studierenden verfügen über grundlegende wirtschaftliche Kenntnisse für die betriebliche Anwendung.“[3] Inhaltlich werden u. a. die Themen **Personalplanung**, **Personalbeschaffung**, **Arbeitsrecht**, **Entgeltfindung**, **Motivation** und **Führung** behandelt.

[1] Modulhandbuch Studiengang Bachelor-Studiengang Prozesstechnik der Fachhochschule Bingen
[2] Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster
[3] Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng.) der Fachhochschule Niederrhein Krefeld

7.2.6 Nutzungsleitfaden Mathematik

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Mathematik 1 - 7

CREOS LERNIDEEN UND BERATUNG GMBH

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 10
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 15
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 15
4.1 Chemikant 16
4.2 Industriemeister Chemie 16
4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 17

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Mathematik spielt in der wesentlich von naturwissenschaftlicher Kompetenz getriebenen chemischen Industrie eine zentrale Rolle. Als Querschnittskompetenz findet sie sich daher in allen Berufen und auf jeder Qualifikationsstufe wieder. Mathematik ist in allen Bildungsgängen der chemischen Industrie ein unverzichtbares Werkzeug, dessen Beherrschung nicht selten über Karrierechancen entscheidet.
Dieser Nutzungsleitfaden stellt dar, wie die Inhalte des Moduls „Mathematik“ in Ausbildungseinheiten, Weiterbildungsveranstaltungen, Hochschulvorlesungen oder Seminaren eingebunden werden können. Die Beschreibung des Moduls dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende mit Informationen bezüglich der Inhalte des Moduls und seinen Kompetenzzielen versorgen.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul Mathematik besteht aus den Teilmodulen I bis VII, wobei die Teilmodule I – V die Grundlagen umfassen und die Teilmodule V – VII Aufbaumodule sind.

Grundmodule:

I. Grundrechenarten
II. Brüche
III. Dreisatz und Prozentrechnen
IV. Potenzrechnung
V. Zahlensysteme

Aufbaumodule:

VI. Aufbaumodul I: Anwendungen in der Analytik
VII. Aufbaumodul II: Komplexe mathematische Anwendungen in der Chemie

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik. Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen.

Mathematik ist eine Querschnittskompetenz und als solche in zahlreichen Lerninhalten als integrativer Bestandteil vertreten. Dabei ist der mathematische Anteil häufig kaum vom jeweiligen naturwissenschaftlichen Inhalt zu trennen. Als Bildungsziel für das Modul Mathematik soll daher – neben der Vermittlung von Faktenwissen – durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (selbstständige) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Während der Chemikant z. B. die Kompetenz besitzen muss, im täglichen Umgang mit Stoffen und Anlagen die für Reaktionen und Durchsätze wichtigen mathematischen Gleichungen aufzustellen und auszurechnen. Chemielaboranten, wie Meister und Techniker, benötigen auch Werkzeuge für komplexere Anwendungen, wie sie in den Aufbaumodulen angeboten werden. So sind beispielsweise in der chemischen Analytik Ergebnisse vieler Messungen erst nach Anwendung mathematischer Methoden interpretierbar. Anderseits können chemische Verfahren unter Zuhilfenahme von mathematischen Werkzeugen optimiert werden. Ein Beispiel ist die Ermittlung der Trennstufenzahl für die Auslegung einer Rektifikationskolonne oder die Bestimmung der Peakkapazität zur Optimierung chromatographischer Analysen.

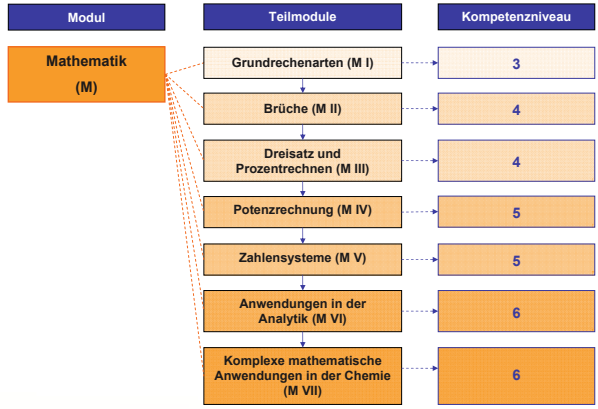


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Mathematik"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **M I – Grundrechenarten**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen und beherrschen die Grundrechenarten und alle dazugehörigen Fachbegriffe.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
M I – 1	Grundrechenarten und ihr Vorkommen im Beruf	WBT: Mathematik – Grundrechenarten	3
M I – 2	Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division		

- **Teilmodul** **M II – Brüche**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die Regeln der Bruchrechnung und wenden sie an.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
M II – 1	Bruchrechnung und ihr Vorkommen im Beruf	WBT: Mathematik – Bruchrechnen	4
M II – 2	Grundregeln der Bruchrechnung		
M II – 3	Molenbruch und stöchiometrisches Rechnen		

- **Teilmodul** **M III – Dreisatz und Prozentrechnen**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen einfache und mehrfache Dreisätze und wenden sie auf berufsspezifische Fragestellungen an. Sie können Dreisatzrechnungen mit Prozentrechnung verknüpfen und anwenden.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
M III – 1	Dreisatz und Prozentrechnung in der Chemie	WBT: Mathematik – Dreisatz und Prozentrechnung	4
M III – 2	Einfacher Dreisatz		
M III – 3	Mehrfache Dreisätze		
M III – 4	Prozentrechnung mit dem Dreisatz		

- **Teilmodul** **M IV – Potenzrechnung**

Teilmodulziel Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien der Potenzrechnung und können sie in typisch chemischen Aufgabenstellungen anwenden.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
M IV – 1	Potenzrechnung in der Chemie	WBT: Mathematik – Potenzrechnung	5
M IV – 2	Dezimalsystem und Exponentialschreibweise		
M IV – 3	Dualsystem und exponentielles Wachstum		
M IV – 4	Rechnen mit Potenzen und praktische Anwendungen		

- **Teilmodul** **M V – Zahlensysteme**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen verschiedene Zahlensysteme und können Werte ineinander umrechnen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
M V – 1	Warum gibt es verschiedene Zahlensysteme.	WBT: Mathematik – Zahlensysteme	5
M V – 2	Die Geschichte der Zahlensysteme.		
M V – 3	Das Dezimal- und Dualsystem.		
M V – 4	Rechnen in Bits und Bytes.		
M V – 5	Das Hexadezimalsystem.		

- **Teilmodul** **M VI – Aufbaumodul 1: Anwendungen in der Analytik**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer lernen mathematischen Methoden in klassischen Aufgabenstellungen der analytischen Chemie einzusetzen		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
M VI – 1	Analytik als Beispiel für die Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie	WBT – Aufbaumodul 1: Anwendungen in der Analytik	6
M VI – 2	Peaks, Signalformen und die Gauß'sche Normalverteilung		
M VI – 3	Durchflussgeschwindigkeiten, Retentionsfaktor und Berechnung der chromatographischen Auflösung		
M VI – 4	Peakflächen und Integrationsrechung		
M VI – 5	Lineare Regression		
M VI – 6	Berechnung molarer Massen		

- **Teilmodul** **M VII – Aufbaumodul 2: Komplexe mathematische Anwendungen**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer können beurteilen wo komplexere mathematische Verfahren einzusetzen sind und diese zu Vorhersagen bzw. Beurteilungen nutzen.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
M VII – 1	Gleichungssysteme mit mehreren Variablen in der Energetik	WBT – Aufbaumodul 2: Komplexe mathematische Anwendungen	6
M VII – 2	Größen der Thermodynamik		
M VII – 3	Die Hauptsätze der Thermodynamik		
M VII – 4	Vorhersagbarkeit von Reaktionen		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereit-

schaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.

Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Mathematik" zu erwerbenden Kompetenzen. Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer BA-IV.2, dass der Lernende im Bildungsgang Bachelor of Engineering im Rahmen des Tätigkeitsfeldes IV (Verfahrensprozesse steuern und überwachen) die Kompetenz „kann Strömungsvorgänge berechnen und optimieren" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul M I Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen und beherrschen die Grundrechenarten und alle dazugehörigen Fachbegriffe

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M I – 1	Grundrechenarten und ihr Vorkommen im Beruf.	integrativ	integrativ	Basiswissen	Basiswissen	Basiswissen
Teilmodul M I – 2	Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division.	integrativ	integrativ	Basiswissen	Basiswissen	Basiswissen

Teilmodul M II Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Regeln der Bruchrechnung und wenden sie an.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M II – 1	Bruchrechnung und ihr Vorkommen im Beruf.	integrativ	integrativ	Basiswissen	Basiswissen	Basiswissen
Teilmodul M II – 2	Grundregeln der Bruchrechnung.	integrativ	integrativ	Basiswissen	Basiswissen	Basiswissen
Teilmodul M II – 3	Molenbruch und stöchiometrisches Rechnen.	CK-V.1; CK-ÜK.1	CL-II.7	IC-I.4, 6; IC-VI.1	integrativ	Basiswissen

Teilmodul M III Teilmodulziel:. Die Teilnehmer kennen einfache und mehrfache Dreisätze und wenden sie auf berufsspezifische Fragestellungen an. Sie können Dreisatzrechnungen mit Prozentrechnung verknüpfen und anwenden

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M III – 1	Dreisatz und Prozentrechnung in der Chemie.	CK-V.1	CL-II.1	IC-I.1, 4, 6	CT-IV.1; CT-VI.3-4	BA-II.6; BA-IV.2
Teilmodul M III – 2	Einfacher Dreisatz.	CK-V.1	CL-II.1	IC-I.4, 6	CT-VI.3-4	BA-II.6; BA-VI.1
Teilmodul M III – 3	Mehrfache Dreisätze.	integrativ	integrativ	IC-I.1, 4, 6	CT-VI.3-4	BA-II.6; BA-IV.2
Teilmodul M III – 4	Prozentrechnung mit dem Dreisatz.	CK-VI.1	CL-II.1	IC-I.1, 4, 6	CT-VI.3-4	BA-II.6; BA-IV.2

Teilmodul M IV Teilmodulziel: Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien der Potenzrechnung und können sie in typisch chemischen Aufgabenstellungen anwenden

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M IV – 1	Potenzrechnung in der Chemie.	-	-	IC-VI.1		BA-IV.2
Teilmodul M IV – 2	Dezimalsystem und Exponentialschreibweise.	-	-	IC-VI.1		BA-IV.2
Teilmodul M IV – 3	Dualsystem und exponentielles Wachstum.	-	CL-ÜK.13	-		BA-IV.2
Teilmodul M IV – 4	Rechnen mit Potenzen und praktische Anwendungen.	CK-V.1; CK-VI.1	CL-II.7	IC-I.1, 6; IC-VI.1	CT-II.4; CT-VI.3-4	BA-IV.2

Teilmodul M V Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen verschiedene Zahlensysteme und können Werte ineinander umrechnen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M V – 1	Warum gibt es verschiedene Zahlensysteme?	-	-	-	-	Integrativ
Teilmodul M V – 2	Die Geschichte der Zahlensysteme.	-	-	-	-	Integrativ
Teilmodul M V – 3	Das Dezimal- und Dualsystem.	Integrativ	Integrativ	Integrativ	Integrativ	Integrativ
Teilmodul M V – 4	Rechnen in Bits und Bytes.	-	-	-	-	Integrativ
Teilmodul M V – 5	Das Hexadezimalsystem.	-	-	-	-	Integrativ

Teilmodul M VI Teilmodulziel: Die Teilnehmer können mathematischen Methoden in klassischen Aufgabenstellungen der analytischen Chemie einsetzen

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M VI – 1	Analytik als Beispiel für die Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie.	-	CL-I.3-5; CL-V.2; CL-ÜK.13	IC-V.2	CT-I.2	BA-I.1-4
Teilmodul M VI – 2	Peaks, Signalformen und die Gauß'sche Normalverteilung.	-	CL-I.3	-	CT-I.2	BA-I.1-4
Teilmodul M VI – 3	Peakflächen und Integrationsrechung.	-	CL-I.3	-	CT-I.2	BA-I.1-4
Teilmodul M VI – 4	Lineare Regression.	CK-V.1	CL-I.3-4	IC-I.4, 6; IC-IV.1; IC-VI.6	CT-I.2; CT-IV.1	BA-I.1-4
Teilmodul M V – 5	Zusatzkapitel: Berechnung molarer Massen.	CK-II.6	CL-II.7	IC-I.4, 6	-	BA-II.6

Teilmodul M VII

Teilmodulziel: Die Teilnehmer können beurteilen wo komplexere mathematische Verfahren einzusetzen sind und diese zu Vorhersagen bzw. Beurteilungen nutzen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul M VII – 1	Gleichungssysteme mit mehreren Variablen in der Energetik.	-	-	IC-I.6; IC-VI.1	CT-ÜK.4	BA-II.6
Teilmodul M VII – 2	Größen der Thermodynamik.	-	-	IC-I.6; IC-VI.1	-	BA-II.6
Teilmodul M VII – 3	Die Hauptsätze der Thermodynamik.	-	-	IC-I.6	-	BA-II.6
Teilmodul M VII – 4	Vorhersagbarkeit von Reaktionen.	-	-	IC-I.6	CT-II.4	BA-IV.2; BA-II.6

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmodule MI bis MV erfordern keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden.

Für die Module VI und VII werden Mathematik-Kenntnisse der Fachhochschulreife oder allgemeinen Hochschulreife, sowie ein Grundverständnis der als Beispiel benutzten analytischen Verfahren bzw. der Thermodynamik vorausgesetzt.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Mathematik ist eine Querschnittskompetenz in den naturwissenschaftlichen Berufen. Daher behandelt, bzw. benutzt jeder der oben angesprochenen Ausbildungsgänge mathematische Werkzeuge in unterschiedlicher Tiefe. Eine Überschneidung bzw. Redundanz der Themen liegt auf

der Hand, daher folgen an dieser Stelle nur einige Beispiele, die eine ausbildungsgangspezifische Detaillierung der unter 4.1 bis 4.3 beschriebenen möglichen Vorgehensweisen darstellt. Die Beispiele zeigen nur an welchen Stellen bereits im Curriculum abzulesen ist, dass mathematische Verfahren genutzt werden.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- Reaktionsgleichungen (Mischgleichungen/) geplanter Synthesen aufstellen
  Druck in pneumatischen Systemen und (Volumenstrom) hydraulischen Systemen messen und einstellen
- Kenngrößen für das Zusammenwirken unterschiedlicher Baugruppen bezüglich der Prozessführung ableiten
- Mess- und Regelungseinrichtungen konfigurieren und parametrieren
- physikalische Gesetzmäßigkeiten, insbesondere Aggregatzustandsänderungen und den Einfluss von Druck und Temperatur auf Gasvolumina, beachten
- physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten beachten und insbesondere über Energieinhalte bei exo- und endothermen Reaktionen sowie den Einfluss von Druck und Temperatur auf chemische Reaktionen Auskunft geben

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie" fliest das Thema **Mathematik** ebenfalls an vielen Stellen in die Qualifizierung ein. Der Industriemeister Chemie muss..

- technische Unterlagen lesen sowie Statistiken, Tabellen und Diagramme erstellen
- Produktionsdaten mit EDV- Systemen erfassen, analysieren und aufbereiten sowie visualisierte Daten bewerten
- Mengenströme und Energiebilanzen erstellen
- Stoff und Energiebilanzen erfassen und berechnen
- Zusammenhänge des betrieblichen Rechnungswesens erkennen und beurteilen
- Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung unterscheiden
- Kann Kalkulationsverfahren anwenden.

4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Das Modulhandbuch des Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen beschreibt als angestrebtes Lernergebnis die Fähigkeit, „überschlägige Berechnung bzw. Optimierung einfacher strömungs- und wärmetechnischer Prozesse in Chemieanlagen durchführen" zu können. Schwerpunkte sind dabei **Wärme/Wärmeeinheiten**, **Wärmetransport mittels Materie**, **Wärmeleitung**, **Wärmeübergang**, **Wärmedurchgang**, **Wärmeaustausch**, **Konvektion**, **Wärmestrahlung** und der **Wärmeaustausch zwischen Oberflächen**.

Während die aufgeführten Schwerpunkte inhaltlich im Modul Energieübertragung zu finden sind, finden sich wesentliche mathematische Aspekte im Module M VII über thermodynamische Anwendungen. Darüber hinaus kann auch das angestrebte Lernergebnis „überschlägige Berechnungen wärmetechnischer Prozesse in Chemieanlagen durchführen" mit Hilfe der Übungsaufgaben erreicht werden.

7.2.7 Nutzungsleitfaden Personalwirtschaft

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Personalwirtschaft 1 - 4

EVONIK INDUSTRIES

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 9
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 13
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 14
4.1 Chemikant 14
4.2 Industriemeister Chemie 14
4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 15

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Das Modul „Personalwirtschaft“ befasst sich mit der Personalplanung (Ermittlung des qualitativen und quantitativen Personalbedarfs), mit dem Personaleinsatz (Auswählen und Einsetzten von Mitarbeiter), mit der Erstellung von Anforderungsprofilen für die eingesetzten Mitarbeiter sowie mit der Entwicklung einer bedarfsorientierten Qualifikationsplanung.
Um Unternehmensziele zu erreichen, bedarf es zielorientierter Maßnahmen und Ressourcenplanung im Personalbereich. Die Bearbeitung der Inhalte fokussiert auf den Personaleinsatz und Mitarbeiterentwicklung in der chemischen Industrie. Kenntnisse über die personalwirtschaftlichen Zusammenhänge sind Grundlage für die Führung von Mitarbeitern und für die zielgerichtete Zusammenarbeit.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul Personalwirtschaft besteht aus den Teilmodulen 1 bis 4.

I. Personalbedarfsplanung
II. Personalbeschaffung/Personaleinsatz
III. Anforderungsprofile erstellen
IV. Bedarfsorientierte Qualifizierungsplanung

Die Inhalte des Moduls orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Hochschulrahmenpläne) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziel – neben der Vermittlung von Faktenwissen – soll durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (Selbst-) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Während der Chemikant z. B. die Kompetenz über Aufbau und Organisation des Betriebes besitzen muss, benötigen Meister, Techniker und Bachelor of Engineering darüber hinaus beispielsweise die Kompetenz, den Mitarbeitereinsatz zu organisieren, Aufgaben zu delegieren und deren Erledigung zu kontrollieren.

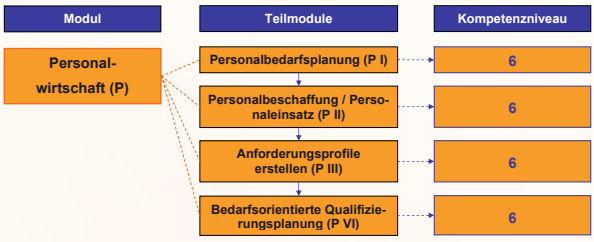


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Personalwirtschaft“

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **P I – Personalbedarfsplanung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer beherrschen verschiedene Methoden der Personalbedarfsplanung sowie Prognoseverfahren und Einflussfaktoren in Bezug auf den Personalbedarf.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
P I – 1	Verschiedene Arten des quantitativen Personalbedarfs.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 1	6
P I – 2	Methoden zur Planung des Personalbedarfs.		
P I – 3	Verschiedene Arten der Prognose des zukünftigen Personalbedarfs.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 2	
P I – 4	Verschiedene Einflussfaktoren auf den Personalbedarf.		
P I – 5	Unterschied qualitativer und quantitativer Personalbedarfsplanung.		

- **Teilmodul** **P II – Personalbeschaffung und -einsatzplanung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer sind in der Lage, komplexe Situationen beim betrieblichen Personaleinsatz einzuschätzen und adäquate Maßnahmen zur Beschaffung von geeignetem Personal einzuleiten.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
P II – 1	Maßnahmen zur Bewältigung von kurzfristigem Arbeitsanfall auswählen und anwenden.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 1	6
P II – 2	Kriterien zur Auswahl bei interner und externer Personalbeschaffung.		
P II – 3	Mitbestimmungsrechte des Betriebsrats bei personellen Einzelmaßnahmen.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 2	
P II – 4	Verantwortlichkeiten bei der Rekrutierung von Personal im Unternehmen.		
P II – 5	Inhalte von Stellenbeschreibungen.		

- **Teilmodul** **P III – Anforderungsprofile erstellen**

Teilmodulziel Die Teilnehmer beherrschen die Erstellung von Anforderungsprofilen und Stellenbeschreibungen unter Berücksichtigung verschiedener Kompetenzbegriffe.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
P III – 1	Die Funktion von Anforderungsprofilen.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 1	6
P III – 2	Vorgehensweise zur Erstellung von Anforderungsprofilen.		
P III – 3	Anforderungsprofile für betriebliche Stellen definieren.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 2	
P III – 4	Unterschiedliche Kompetenzbegriffe.		
P III – 5	Kriterien bei der Erstellung von Stellenbeschreibungen.		

- **Teilmodul** **P IV – Anforderungsprofile erstellen**

Teilmodulziel Die Teilnehmer kennen die Zusammenhänge zwischen Qualifizierungsbedarf und der Planung von Qualifikationsmaßnahmen, beherrschen die systematische Erstellung von Qualifikationsplänen unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
P IV – 1	Verfahren zur Analyse des Qualifizierungsbedarfs.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 1	6
P IV – 2	Methoden zur Erstellung von Schulungsplänen.		
P IV – 3	Systematik zum Nachhalten von Schulungsplänen.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 2	
P IV – 4	Qualifizierungspläne unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Grundlagen.	WBT: Personalwirtschaft, Kapitel 3	
P IV – 5	Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Qualifizierungsmaßnahmen.		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Personalwirtschaft" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer IC-VII.6, dass der Lernende in der Fortbildungsverordnung Industriemeister Chemie im Rahmen des Tätigkeitsfeldes VII (Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen) die Kompetenz „kann den qualitativen und quantitativen Personalbedarf ermitteln sowie präzise Stellenbeschreibungen anfertigen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul P I Teilmodulziel: Die Teilnehmer beherrschen verschiedene Methoden der Personalbedarfsplanung sowie Prognoseverfahren und Einflussfaktoren in Bezug auf den Personalbedarf.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul P I – 1	Verschiedene Arten des quantitativen Personalbedarfs.	-	-	IC-VII.1, 6	-	-
Teilmodul P I – 2	Methoden zur Planung des Personalbedarfs.	-	-	IC-VII.1, 6		
Teilmodul P I – 3	Verschiedene Arten der Prognose des zukünftigen Personalbedarfs.	-	-	IC-VII.1, 6		
Teilmodul P I – 4	Verschiedene Einflussfaktoren auf den Personalbedarf.	-	-	IC-VII.1, 6		
Teilmodul P I – 5	Unterschied qualitativer und quantitativer Personalbedarfsplanung.	-	-	IC-VII.1, 6		

Teilmodul P II

Teilmodulziel: Die Teilnehmer sind in der Lage, komplexe Situationen beim betrieblichen Personaleinsatz einzuschätzen und adäquate Maßnahmen zur Beschaffung von geeignetem Personal einzuleiten.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul P II – 1	Maßnahmen zur Bewältigung von kurzfristigem Arbeitsanfall auswählen und anwenden.	-	-	IC-VII.3-4, 6	-	-
Teilmodul P II – 2	Kriterien zur Auswahl bei interner und externer Personalbeschaffung.	-	-	IC-VII.7	-	-
Teilmodul P II – 3	Mitbestimmungsrechte des Betriebsrats bei personellen Einzelmaßnahmen.	-	-	IC-VII.1	-	-
Teilmodul P II – 4	Verantwortlichkeiten bei der Rekrutierung von Personal im Unternehmen.	-	-	IC-VII.1	-	-
Teilmodul P II – 5	Inhalte von Stellenbeschreibungen.	-	-	IC-VII.2, 6	-	-

Teilmodul P III

Teilmodulziel: Die Teilnehmer beherrschen die Erstellung von Anforderungsprofilen und Stellenbeschreibungen unter Berücksichtigung verschiedener Kompetenzbegriffe.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul P III – 1	Die Funktion von Anforderungsprofilen.	-	-	IC-VII.2-3, 6	-	-
Teilmodul P III – 2	Vorgehensweise zur Erstellung von Anforderungsprofilen.	-	-	IC-VII.2-3, 6	-	-
Teilmodul P III – 3	Anforderungsprofile für betriebliche Stellen definieren.	-	-	IC-VII.2-3, 6	-	-
Teilmodul P III – 4	Unterschiedliche Kompetenzbegriffe.	-	-	IC-VII.2-3, 6	-	-
Teilmodul P III – 5	Kriterien bei der Erstellung von Stellenbeschreibungen.	-	-	IC-VII.2-3, 6	-	-

Teilmodul P IV

Teilmodulziel: Die Teilnehmer kennen die Zusammenhänge zwischen Qualifizierungsbedarf und der Planung von Qualifikationsmaßnahmen, beherrschen die systematische Erstellung von Qualifikationsplänen unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul P IV – 1	Verfahren zur Analyse des Qualifizierungsbedarfs.	-	-	IC-VII.2, 5, 10	CT-VI.4; CT-VII.1	-
Teilmodul P IV – 2	Methoden zur Erstellung von Schulungsplänen.	-	-	IC-VII.2, 5, 10-11	CT-VII.1	-
Teilmodul P IV – 3	Systematik zum Nachhalten von Schulungsplänen.	-	-	IC-VII.2, 5, 10	CT-VII.1	-
Teilmodul P IV – 4	Qualifizierungspläne unter Beachtung betriebswirtschaftlicher Grundlagen.	-	-	IC-VI.2-4; IC-VII.2, 5, 10	CT-VI.4; CT-VII.1	BA-VI.1
Teilmodul P IV – 5	Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Qualifizierungsmaßnahmen.	-	-	IC-VII.2, 5, 10-11	CT-VII.1	-

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der weiter oben angesprochenen Ausbildungsgänge behandelt das Thema Personalwirtschaft in unterschiedlicher Tiefe. Eine Überschneidung der Themen liegt auf der Hand, daher folgen an dieser Stelle Beispiele, die eine ausbildungsgangspezifische Detaillierung der unter 4.1 bis 4.3 beschriebenen möglichen Vorgehensweisen darstellt.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der/die Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- die Bedeutung des Ausbildungsvertrages, insbesondere Abschluss, Dauer und Beendigung, erklären
- gegenseitige Rechte und Pflichten aus dem Ausbildungsvertrag nennen
- Möglichkeiten der beruflichen Fortbildung nennen
- wesentliche Teile des Arbeitsvertrages nennen
- wesentliche Bestimmungen der für den ausbildenden Betrieb geltenden Tarifverträge nennen
- Grundlagen, Aufgaben und Arbeitsweisen der betriebsverfassungs- oder personalvertretungsrechtlichen Organe des ausbildenden Betriebes beschreiben

Das Modul Personalwirtschaft geht über die in der Ausbildungsordnung geforderten Lernziele hinaus. Mit dem Modul erhält ein ausgelernter Chemikant mit Interesse an einer Weiterqualifikation erste Einblicke ins Themenfeld. Durch das Nachvollziehen der genannten Themen mit Hilfe der Beispielaufgaben erarbeitet sich der Chemikant Kenntnisse zu den Lerninhalten in Weiterbildungsgängen.

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie" wird das Thema **Personalwirtschaft im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen"** als Qualifikationsinhalt vorgegeben.
Im Handlungsbereich II „Organisation, Führung und Kommunikation" werden u. a. folgende Qualifikationen verlangt:

- Personalstrukturen nach Anforderungen und Qualifikationen entwickeln
- Tätigkeitsanalysen durchführen

- Anforderungsprofile erstellen
- Mitarbeiter nach betrieblichen Tätigkeiten und Projektaufgaben einsetzen

Über das Lernmodul werden Qualifikationen aus dem Qualifikationsschwerpunkt „Personalführung und -entwicklung" an Beispielen verdeutlicht. Die Fähigkeit Personal einzusetzen, zu führen, zu beurteilen und unter Beachtung der Qualifikationsanforderungen des Betriebes geeignete Maßnahmen zur weiteren beruflichen Entwicklung vorschlagen zu können ist Schwerpunkt der Lerneinheit.

4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Das Thema „Personalwirtschaft" wird in den unterschiedlich geregelten Bachelor Studiengängen aktuell kaum angesprochen bzw. ist thematisch unterrepräsentiert. Führungsthemen werden in geringem Detaillierungsgrad vermittelt, häufig nur als freiwilliges Zusatzangebot. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt.

Im Modulhandbuch des Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen - Prozesstechnik[1] werden als Lernergebnis im Modul „Betriebswirtschaftslehre" (Wahlpflichtfach) folgende Kompetenzen angestrebt: „Verständnis für grundlegende betriebswirtschaftliche Fragen, Denkweisen und Modelle, Rückkopplung mit der einzelbetrieblichen Realität der Studierenden, Befähigung zur eigenständigen Weiterentwicklung und Anwendung des Gelernten im betrieblichen Alltag". Schwerpunkte aus dem Bereich Personalwirtschaft sind dabei **Grundlagen des Personalwesens** einschließlich Arbeitsplatzgestaltung, Entlohnung und Mitbestimmung.

Das Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster sieht im Bereich Betriebswirtschaftslehre das Lernziel vor: „Die Studierenden sind in der Lage, die Teilbereiche der Betriebswirtschaftslehre zu charakterisieren und im Überblick darzustellen. Sie verfügen nicht nur über das entsprechende Wissen, sondern treffen Entscheidungen aufgrund der erlernten Grundlagen."[2] Als inhaltlicher Baustein wird **Personalwirtschaft** genannt. Der Baustein wird im Modulhandbuch allerdings nicht weitergehend beschrieben.

[1] Modulhandbuch Studiengang Bachelor-Studiengang Prozesstechnik der Fachhochschule Bingen
[2] Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Sc.) der Fachhochschule Münster

Im Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng.) der Hochschule Niederrhein wird das Thema Personalwirtschaft ebenfalls im Modul „Betriebswirtschaftslehre" abgehandelt. Angestrebte Lernergebnisse bzw. Lernziele sind: „Die Studierenden verfügen über grundlegende wirtschaftliche Kenntnisse für die betriebliche Anwendung."[3] Inhaltlich werden u. a. die Themen **Personalplanung**, **Personalbeschaffung**, **Arbeitsrecht**, **Entgeltfindung**, **Motivation** und **Führung** behandelt.

[3] Modulhandbuch Studiengang Bachelor Chemieingenieurwesen (B.Eng.) der Fachhochschule Niederrhein Krefeld

7.2.8 Nutzungsleitfaden Softskills

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Softskills 1 - 3

CREOS LERNIDEEN UND BERATUNG GMBH

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 7
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 10
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 10
4.1 Chemikant und Chemielaborant 10
4.2 Industriemeister Chemie 11
4.3 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik 11
4.4 Bachelor-Studiengänge 11

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Die „weichen" Kompetenzen, also Schlüsselqualifikationen, die die Fähigkeiten im Bereich des Kommunikativen und Sozialen beschreiben, sind auch im Berufsalltag der chemischen Industrie allgegenwärtig. Denn gerade in wissensintensiven Branchen ist die Kommunikation eine unverzichtbare Größe. Dennoch sind die Softskills curricular vollkommen unterrepräsentiert. Ähnlich wie die Mathematik finden sich die Softskills aber in allen Berufen und auf jeder Qualifikationsstufe als implizite Kompetenzen wieder. Allerdings ist in den Ausbildungsberufen Chemikant und Chemielaborant im Wesentlichen nur die Fähigkeit zu präsentieren festgeschrieben. Während sich Kommunikation und Moderation erst in den Weiterbildungen findet.

Dieser Nutzungsleitfaden stellt dar, wie die Inhalte des Moduls „Softskills" in Ausbildungseinheiten, Weiterbildungsveranstaltungen, Hochschulvorlesungen oder Seminaren eingebunden werden können. Die Beschreibung des Moduls dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende über die Inhalte und Lernziele des Moduls informieren.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul Softskills besteht aus den Teilmodulen I bis III:

I. Kommunikation (inkl. Gesprächsführung)
II. Präsentation
III. Moderation

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte gegen die einzelnen Aus- bzw. Weiterbildungen wird hier nicht vorgenommen, da es gerade der Überzeugung der Autoren entspricht die Softskills als Beispiel für durchlässigkeitsrelevante Inhalte anzugehen. Daher werden sie für alle Quali-

fikationsstufen gleichermaßen verständlich aufbereitet angeboten, ohne dass es eine Präferenz für eine bestimmte Qualifikationsstufe gäbe. Die Lernmedien der Softskills empfehlen sind in besonderer Weise für eine Kombination mit dem Präsenzlernen (Blended Learning), da es um verhaltensorientierte und persönlichkeitsnahe Kompetenzen geht, deren kognitiver Zugang nicht alleine stehen darf.
Die Teilmodule sind so aufgebaut, dass die Lernziele immer anhand eines roten Fadens, der für eine konkrete praktische Umsetzung entworfen wurde, erreicht werden.

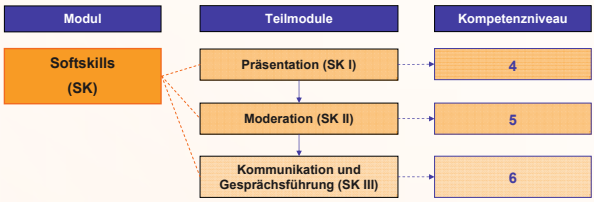


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Softskills"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**

- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **SK II – Präsentation**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer kennen die nötigen Rahmenbedingungen einer Präsentation, können Inhalte zielgruppengerecht aufbereiten und verstehen sich auf einen adäquaten Medieneinsatz.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
SK I – 1	Vorbereitung und Rahmenbedingungen.	WBT: Präsentation	4
SK I– 2	Ausarbeitung einer Präsentation.		
SK I – 3	Einsatz von Technik und Medien.		
SK I – 4	Tipps für die Praxis: Körper und Sprache, Publikumsmotivation und Einwände.		

- **Teilmodul** **SK II – Moderation**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer wissen wo Moderationen sinnvoll eingesetzt werden. Sie kennen die Rolle des Moderators, die wichtigsten Methoden und können eine Moderation mit ihren verschiedenen Phasen ergebnisorientiert durchführen.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
SK II – 1	Wo nutzt man Moderationen im Beruf.	WBT: Moderation	5
SK II – 2	Welche Rolle hat der Moderator, wie bereitet er sich vor.		
SK II – 3	Welche Phasen hat eine Moderation.		
SK II – 4	Welche Methoden nutzt die Moderation.		

- **Teilmodul** **SK III – Kommunikation und Gesprächsführung**

Teilmodulziel	Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien unserer Kommunikation, kennen die richtungsweisenden Modelle und können sie an Beispielen erfahrbar machen. Sie kennen die wesentlichen Konstellationen der Gesprächsführung und können diesen entsprechend Strategien für eine erfolgreiche Kommunikation anwenden.		
Nummer	**Lerninhalte**	**Lokalisation**	**Niveaustufe**
SK III – 1	Grundlegende Kommunikationsmodelle.	WBT: Kommunikation und Gesprächsführung	6
SK III – 2	Praktische Nutzung der der Kommunikationsmodelle.		
SK III – 3	Konstellationen beruflicher Gesprrächssituationen.		
SK III – 4	Strategien und Handreichungen für erfolgreiche Gespräche.		

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.

Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Mathematik" zu erwerbenden Kompetenzen.

Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer IC-VII.11, dass der Lernende im Weiterbildungsgang Industriemeister Chemie im Rahmen des Tätigkeitsfeldes VII (Mitarbeiter organisieren, fördern und beurteilen) die Kompetenz „kann Rahmenbedingungen für eine effiziente Kommunikation der Mitarbeiter schaffen und sicherstellen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul SK I Teilmodulziel:. Die Teilnehmer kennen die nötigen Rahmenbedingungen einer Präsentation, können Inhalte zielgruppengerecht aufbereiten und verstehen sich auf einen adäquaten Medieneinsatz.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul SK I – 1	Vorbereitung und Rahmenbedingungen	CK-ÜK.6	CL-ÜK.6	IC-IV.2, 7; IC-ÜK.5	CT-ÜK.5	BA-ÜK.3
Teilmodul SK I – 2	Ausarbeitung einer Präsentation	CK-V.1	CL-V.1	IC-IV.2, 7; IC-V.3; IC-ÜK.5	CT-V.1; CT-ÜK.5	BA-V.1; BA-ÜK.3
Teilmodul SK I – 3	Einsatz von Technik und Medien	integrativ	integrativ	IC-ÜK.5	CT-ÜK.5	BA-ÜK.3
Teilmodul SK I – 4	Tipps für die Praxis: Körper und Sprache, Publikumsmotivation und Einwände	integrativ	integrativ	IC-ÜK.5	CT-ÜK.5	BA-ÜK.3

Teilmodul SK II

Teilmodulziel: Die Teilnehmer wissen wo Moderationen sinnvoll eingesetzt werden. Sie kennen die Rolle des Moderators, die wichtigsten Methoden und können eine Moderation mit ihren verschiedenen Phasen ergebnisorientiert durchführen.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul SK II – 1	Wo nutzt man Moderationen im Beruf?	-	-	IC-III.3; IC-ÜK.10	-	BA-ÜK.5
Teilmodul SK II – 2	Welche Rolle hat der Moderator, wie bereitet er sich vor.	-	-	IC-III.3; IC-ÜK.10	-	BA-ÜK.5
Teilmodul SK II – 3	Welche Phasen hat eine Moderation.	-	-	IC-III.3; IC-ÜK.10	-	BA-ÜK.5
Teilmodul SK II – 4	Welche Methoden nutzt die Moderation.	-	-	IC-III.3; IC-ÜK.10	-	BA-ÜK.5

Teilmodul SK III

Teilmodulziel: Die Teilnehmer verstehen die Prinzipien unserer Kommunikation, kennen die richtungsweisenden Modelle und können sie an Beispielen erfahrbar machen. Sie kennen die wesentlichen Konstellationen der Gesprächsführung und können diesen entsprechend Strategien für eine erfolgreiche Kommunikation anwenden.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul SK III – 1	Grundlegende Kommunikationsmodelle.	-	-	IC-VII.11; IC-ÜK.8, 10-11	-	BA-ÜK.4
Teilmodul SK III – 2	Praktische Nutzung der der Kommunikationsmodelle.	-	-	IC-VII.8-9; IC-ÜK.8, 10-11	CT-ÜK.5	BA-ÜK.3-4
Teilmodul SK III – 3	Konstellationen beruflicher Gesprächssituationen.	-	-	IC-VII.8-9; IC-ÜK.10-11	CT-ÜK.5	BA-IV.3
Teilmodul SK III – 4	Strategien und Handreichungen für erfolgreiche Gespräche.	-	-	IC-VII.11; IC-ÜK.8	-	BA-ÜK.4

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung der Teilmodule SKI bis SK III erfordern keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Die **Softskills** beschreiben grundsätzliche Querschnittskompetenzen in den naturwissenschaftlichen Berufen. Daher sind in allen betrachteten Bildungsgängen Kompetenzen im Bereich der Kommunikation in unterschiedlicher Tiefe unabdingbar. An dieser Stelle sollen nur einige Beispiele gegeben werden, die deutlich machen, dass die Kompetenzen der Teilmodule in den verschiedenen Curricula eine unterschiedliche Gewichtung erfahren, die sich letztendlich aus den berufspraktischen Anforderungen ableitet. So werden zwar bereits Auszubildende aufgefordert Arbeitsergebnisse in angemessener Form und mit qualitativ hochwertiger Präsentationstechnik darzustellen, Strategien für Mitarbeitergespräche sind in diesen Ausbildungsgängen nicht erforderlich. Dennoch ist ein Verständnis der grundlegenden Kommunikationsmodelle auf jeder Qualifikationsstufe sinnvoll. Kommunikation am Arbeitsplatz stärken den Zusammenhalt im Team, vermittelt Anerkennung und Ablehnung, aktiviert persönliche Ressourcen und gruppendynamische Prozesse, die für die Bewältigung schwieriger Aufgaben unerlässlich sind. Kommunikation und die Grundzüge sozialer Kompetenz sind also die Basis für eine erfolgreiche Teamarbeit. Je komplexer die betrieblichen Anforderungen, desto wichtiger ist eine offene und auf Kooperation ausgerichtete Kommunikation, die maßgeblich durch die betrieblichen Führungskräfte – Industriemeister Chemie, Chemietechniker oder Bachelor – beeinflusst und in deren Vorbildfunktion auch gesteuert werden kann.

4.1 Chemikant und Chemielaborant

Im Rahmen der Ausbildung soll der/die Chemielaborant/-in und der/die Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- Systeme zur Messwertaufnahme und zur Auswertung einsetzen sowie die Ergebnisse präsentieren
- Prozessabläufe steuern, überwachen und optimieren sowie die Ergebnisse von Änderungen im Arbeitsablauf im Team präsentieren.

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie" fließt das Thema **Softskills** an vielen Stellen in die Qualifizierung ein. Der Industriemeister Chemie muss

- Planungs- und Präsentationstechniken unterscheiden und anwenden
- Informations- und Kommunikationsformen einsetzen sowie den Informationsfluss in der Prozesskette sicherstellen
- Kommunikation und Kooperation durch Anwenden von Methoden zur Lösung betrieblicher Probleme und sozialer Konflikte fördern
- Rahmenbedingungen für eine effiziente Kommunikation (bei Mitarbeitern) schaffen und sicherstellen
- Mitarbeiter führen und deren Entwickelung steuern
- Mitarbeitergespräche führen.

4.3 Techniker – Fachrichtung Chemietechnik

In der Weiterbildung zum Chemietechniker werden verschiedene Kommunikationskompetenzen entwickelt, da Chemietechniker in der betrieblichen Hierarchie als Vorgesetzte eingesetzt werden. So müssen Chemietechniker

- Prozessergebnisse dokumentieren, begründen und präsentieren (auch in englischer Sprache)
- Moderations- und Präsentationstechniken kennen.

4.4 Bachelor-Studiengänge

Wenngleich der erste Bildungsabschluss an der Hochschule auf eine Tätigkeit im betrieblichen Management ausgerichtet ist, ist die Ausbildung in den mit der Führungsverantwortung verbundenen Kompetenzen, wie beispielsweise Moderation oder Gesprächsführung, in den hochschulischen Bildungsgängen meist nur rudimentär berücksichtigt.

7.2.9 Nutzungsleitfaden Syntheseplanung

Nutzungsleitfaden für DAWINCI-Module

Syntheseplanung 1 - 4

EVONIK INDUSTRIES

Inhalt

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge 3
2. Bildungsziele 3
2.1 Modulbeschreibung 3
2.2 Kompetenzraster 10
3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse 14
4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden 15
4.1 Chemikant 15
4.2 Industriemeister Chemie 15
4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen 16

1. Bedeutung des Moduls für die verschiedenen Ausbildungsgänge

Viele Berufsanfänger konnten an der Schule nur wenig Chemieunterricht genießen - und dieser liegt teilweise schon mehrere Jahre zurück. Aber auch bei erfahrenen Mitarbeitern sind die Chemiekenntnisse unterschiedlich ausgeprägt. Dem heterogenen Wissensstand der Lernenden Rechnung tragend, wurde das Lernmodul **Syntheseplanung** entwickelt, um Lernenden zu helfen, fehlende Chemiekenntnisse ausgleichen beziehungsweise ergänzen zu können.

Dabei setzt sich der Lernende bei der Bearbeitung des Teilmoduls 1 mit den Grundfragen der Chemie auseinander, wie

- Wie sind die Stoffe aufgebaut? (Struktur-Eigenschafts-Beziehung)
- Wie lassen sich Reaktionen (Stoffumbildungen) deuten? (Donator-Akzeptor-Konzept)
- Welche Rolle spielt bei Struktur und Umwandlung die Energie? (Energie-Konzept)

ohne deren Verständnis es fast unmöglich ist, komplizierte chemische Zusammenhänge zu verstehen. Die Teile 2 bis 4 ermöglichen einen vertiefenden Einblick in wichtige Bereiche der industriellen Organischen Chemie.

Dieser Nutzungsleitfaden stellt dar, wie die Inhalte des Moduls **„Syntheseplanung“** in Ausbildungseinheiten, Weiterbildungsveranstaltungen, Hochschulvorlesungen oder Seminaren eingebunden werden können. Die Beschreibung des Moduls dient aber auch der Transparenz und soll Lernende und Lehrende mit Informationen bezüglich der Inhalte des Moduls und seinen Kompetenzzielen versorgen.

2. Bildungsziele

2.1 Modulbeschreibung

Das Modul **Syntheseplanung** besteht aus den Teilmodulen I bis V.

I. Allgemeine Chemie
II. Reaktivität
III. Polymere
IV. Syntheseplanung und Retrosynthese

Die Inhalte des Moduls bzw. der Lerneinheiten orientieren sich an den Ordnungsmitteln (Ausbildungsverordnungen, Rahmenpläne, Studienordnungen) der Abschlüsse Chemikant, Industriemeister Fachrichtung Chemie, Chemietechniker und Bacheor of Engineering / Chemieingenieur Verfahrenstechnik. Für jede Lerneinheit existieren zur medialen Unterstützung des Lernprozesses Manuskripte, WBTs und Foliensätze.

Eine scharfe Abgrenzung der Lerninhalte wird hier nicht vorgenommen, vielmehr soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche kognitiven Leistungen für berufspraktische Anforderungen nach der Bearbeitung des Moduls abrufbar sein sollen. Als Bildungsziel – neben der Vermittlung von Faktenwissen – soll durch Aufzeigen von zahlreichen Anwendungsbeispielen Transferkompetenz erzeugt werden. Die (selbstständige) Auswahl verschiedener Lernmedien und die nachfolgende Anwendung fördert dabei integrativ die Erhöhung der Methodenkompetenz.

Während der Chemikant z. B. chemisches Grundlagenwissen besitzen muss, um betriebsübliche Arbeitsstoffe (z. B. Säuren, Lösungen, Gasen usw.) sicher handhaben sowie relevante Eigenschaften beurteilen zu können, benötigen Meister und Techniker darüber hinaus die Kompetenz, produkttechnische Einrichtungen und Verfahren unter Beachtung verschiedener Reaktionstypen und –bedingungen für den Einsatz in Produktionsverfahren auswählen zu können. Der Bachelor of Engineering besitzt die Kompetenz zur Entwicklung von Syntheseplänen und zur Planung, Durchführung und Optimierung üblicher Herstellungsverfahren für anorganische und organische Verbindungen.

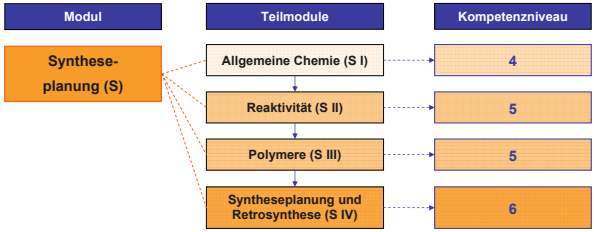


Abbildung 2 - 1: Aufbau Modul „Syntheseplanung"

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Kompetenzziele der Lerneinheiten, inhaltlichen Schwerpunkte und deren Lokalisation in den Einheiten des Moduls.

- **Teilmodulziel:** Die Teilmodulziele benennen als Grobziele die Lernergebnisse, über die Lernende am Ende ihrer Lernperiode verfügen müssen. **Die Lernergebnisse machen Aussagen darüber, was ein Lernender nach Abschluss des Moduls in der Lage zu tun ist (outcome-Orientierung).**
- **Nummerierung der Lerninhalte:** Übersicht der inhaltlichen Schwerpunkte im Teilmodul.
- **Lokalisation:** Hier erfolgt die Zuordnung zu den Produkten der Teilmodule, die als Grundlage zur Vermittlung der Lerninhalte dienen.
- **Niveaustufe:** Gibt in Anlehnung an den DQR das Qualifikationsniveau an, das mit der Lerneinheit erreicht werden kann.

Tabellen 2 - 1: Lernziele und Lokalisation in den Lerninhalten

- **Teilmodul** **S I – Grundlagen der Chemie**

Teilmodulziel	Die Lernenden verstehen den grundlegenden Aufbau von Atomen und Periodensystem. Sie unterscheiden Arten der chemischen Bindung und Typen der chemischen Reaktion. Sie beurteilen Kinetik und Thermodynamik chem. Reaktionen und kennen die Grundlagen der Elektrochemie.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
S I – 1	Stoffe, Atombau und Periodensystem	WBT: Grundlagen der Chemie, Fundamentals of chemistry, Periodensystem der Element, Periodic Table of Elements	4
		Manuskript: Grundlagen der Chemie, Fundamentals of chemistry, Periodensystem der Element, Periodic Table of Elements	
S I – 2	Chemische Bindungen	WBT: Energetik chemischer Reaktionen, Energetics of chemical Reactions	
		Manuskript: Energetik chemischer Reaktionen, Energetics of chemical Reactions	
S I – 3	Donator-Akzeptor-Prinzip Säure-Base-Reaktionen Redox-Reaktionen	WBT: Donor-Akzeptor Konzept, Donor-Acceptor Principle	
		Manuskript: Donor-Akzeptor Konzept, Donor-Acceptor Principle	
S I – 4	Energetik und Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	WBT: Gleichgewichtsreaktionen, Chemical Equilibrium	
S I – 5	Grundlagen der Elektrochemie	Manuskript: Gleichgewichtsreaktionen, Chemical Equilibrium	

- **Teilmodul** **S II – Reaktivität**

Teilmodulziel Die Lernenden kennen Möglichkeiten zur Klassifizierung organischer Reaktionen und die grundlegenden Reaktionstypen der Organischen Chemie.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
S II – 1	Klassifizierung organischer Reaktionen	WBT: Reaktivität funktioneller Gruppen, Reactivity	4
S II – 2	Das Reagenz als angreifendes Teilchen		
S II – 3	Reaktionstypen der organischen Chemie	Manuskript: Reaktivität funktioneller Gruppen, Reactivity	
S II – 4	Reaktivität funktioneller Gruppen		
S II – 5	Stoffumwandlung durch elektrische Energie	WBT: Elektrochemie, Electrochemistry Manuskript: Elektrochemie, Electrochemistry	

- **Teilmodul** **S III – Polymere**

Teilmodulziel Die Lernenden kennen den Aufbau und Eigenschaften polymerer Stoffe. Sie verstehen Polymerisationsreaktionen und –verfahren. Sie unterscheiden polymere Werkstoffe.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
S III – 1	Einteilung von Polymeren	WBT: Polymerchemie, Polymer Synthesis	5
S III – 2	Polymerisationsreaktionen		
S III – 3	Polymerisationsverfahren		
S III – 4	Aufbau und Eigenschaften von Makromolekülen	Manuskript: Polymerchemie, Polymer Synthesis	
S III – 5	Polymere und polymere Werkstoffe		

- **Teilmodul** **S IV – Syntheseplanung**

Teilmodulziel Die Lernenden kennen wichtige industrielle Synthesewege organischer Grund- und Zwischenprodukte. Sie verstehen die Prinzipien der Syntheseplanung und der Retrosynthese.

Nummer	Lerninhalte	Lokalisation	Niveaustufe
S IV – 1	Grundlagen technisch-chemischer Umsetzungen	WBT: Produktbaum Erdöl, Production Base Crude Oil	6
S IV – 2	Syntheserouten und Katalyse	Manuskript: Produktbaum Erdöl, Production Base Crude Oil, Syntheseplanung&Retrossynthese	
S IV – 3	Synthesewege organischer Grund- und Zwischenprodukte		
S IV – 4	Grundlagen der Syntheseplanung	WBT: Syntheseplanung, Synthesis planing, Retrossynthese, Retro-Synthesis	
S IV – 5	Grundlagen der Retrosynthese	Manuskript: Syntheseplanung, Synthesis planing, Retrossynthese, Retro-Synthesis	

(Zusätzlich wird im Kompetenzraster noch ein **Kompetenzcode** angegeben, der in der Kompetenzzieltabelle die Kompetenz wiedergibt, die mit dem Modul erreicht werden kann. Es gibt Kompetenzzieltabellen für die Berufsbilder Chemikant (CK) und Chemielaborant (CL), die Weiterbildungsgänge Industriemeister Chemie (IC), Chemietechniker (CT) und den Studiengang Bachelor (BSc).)

2.2 Kompetenzraster

Kompetenzerwerb findet zunehmend in Prozessen des sogenannten lebenslangen Lernens statt. Diese Lernprozesse sind flexibel und gestaltungsoffen und ermöglichen sowohl formales, non-formales als auch informelles Lernen. Um Lernergebnisse transparent und vergleichbar zu machen, muss das gesamte Kompetenzspektrum eines Lernenden abgebildet werden, nicht nur die formal erworbenen Qualifikationen.
Die Orientierung an erworbenen Kompetenzen („Outcome-Orientierung") ist ein wesentliches Strukturmerkmal der im Zuge des Kopenhagen-Prozesses entwickelten europäischen Transparenzinstrumente EQR und ECVET.

Unter **Kompetenzen** werden erlernbare, auf Wissen begründete Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, die eine erfolgreiche Bewältigung bestimmter Anforderungssituationen (z.B. berufliche Situationen) ermöglichen. Hinzu kommen die dafür erforderliche motivationale Bereitschaft, Einstellungsdispositionen und soziale Fähigkeiten.
Im Gegensatz zu Kompetenzen dienen **Lernziele** zur konkreten, operationalisierten Antizipation der Ergebnislage am Ende einer formalisierten Lerneinheit, z.B. einer Unterrichtsstunde, Vorlesung (Feinlernziele) oder einer kompletten Lernsequenz (Groblernziele). Lernzielorientierung bedeutet „Input-Orientierung" und ist insofern problematisch, als dass sie einen Fokus fördert, der die Lernenden und nachhaltige lebens- und arbeitspraktische Ziele in den Hintergrund stellt. Daher steht heute und natürlich auch im DAWINCI-Projekt die Kompetenzorientierung im Vordergrund der Planung von Lehr-/Lernarrangements und bei der Strukturierung individueller Lernarbeit. Das bedeutet aber nicht, dass das Lernziel an sich aufgegeben werden soll. Die Formulierung von Feinlernzielen obliegt dem Lehrenden und orientiert sich an den Lerninhalten der Teilmodule.

Die folgende Zuordnung im Kompetenzraster bietet eine Übersicht über die mit Hilfe des Moduls „Syntheseplanung" zu erwerbenden Kompetenzen.
Kompetenzraster sind tabellarische Einschätzungsraster, die Lerninhalte eines Wissensgebietes (WAS?) mit den auf der Basis des DAWINCI-Kompetenzmodells formulierten individuellen Kompetenzen (WIE GUT?) verknüpfen und damit eine Vergleichbarkeit ermöglichen. So bedeutet beispielsweise die Nummer CK-II.3, dass der Lernende im Berufsbild Chemikant im Rahmen des Tätigkeitsfeldes II (Herstellungsverfahren vorbereiten/planen, durchführen und optimieren) die Kompetenz „kann betriebsübliche Arbeitsstoffe sicher handhaben sowie relevante Eigenschaften beurteilen" besitzt beziehungsweise erwerben kann.

Tabellen 2 - 2: Zuordnung der Lerninhalten zu Kompetenzen gemäß des DAWINCI-Kompetenzmodells

Teilmodul S I

Teilmodulziel: Die Lernenden verstehen den grundlegenden Aufbau von Atomen und Periodensystem. Sie unterscheiden Arten der chemischen Bindung und Typen der chemischen Reaktion. Sie beurteilen Kinetik und Thermodynamik chem. Reaktionen und kennen die Grundlagen der Elektrochemie.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul S I – 1	Stoffe, Atombau und Periodensystem	CK II.4	CL II.1	IM II.4	-	-
Teilmodul S I – 2	Chemische Bindungen	CK II.4	CL II.1	IM II.4	-	-
Teilmodul S I – 3	Donator-Akzeptor-Prinzip Säure-Base-Reaktionen Redox-Reaktionen	CK II.4	CL II.1	IM II.4	-	-
Teilmodul S I – 4	Energetik und Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	CK II.4	CL II.1	IM II.4	-	-
Teilmodul S I – 5	Grundlagen der Elektrochemie	CK II.4	CL II.1	IM II.4	-	-

Teilmodul II

Teilmodulziel: Die Lernenden kennen Möglichkeiten zur Klassifizierung organischer Reaktionen und die grundlegenden Reaktionstypen der Organischen Chemie.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul S II – 1	Klassifizierung organischer Reaktionen	-	CL II.1	-	CT II.1	-
Teilmodul S II – 2	Das Reagenz als angreifendes Teilchen	-	CL II.1	-	CT II.1	-
Teilmodul S II – 3	Reaktionstypen der organischen Chemie	-	CL II.1	-	CT II.1	-
Teilmodul S II – 4	Reaktivität funktioneller Gruppen	-	CL II.1	-	CT II.1	-
Teilmodul S II – 5	Stoffumwandlung durch elektrische Energie	-	CL II.1	-	CT II.1	-

Teilmodul III

Teilmodulziel: Die Lernenden verstehen den Aufbau und Eigenschaften polymerer Stoffe. Sie verstehen Polymerisationsreaktionen und –verfahren. Sie unterscheiden polymere Werkstoffe.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul S III – 1	Einteilung von Polymeren	-	CL II.1	IM II.4-5	CTII.1	-
Teilmodul S III – 2	Polymerisationsreaktionen	-	CL II.1	IM II.4-5	CTII.1	-
Teilmodul S III – 3	Polymerisationsverfahren	-	CL II.1	IM II.4-5	CTII.1	-
Teilmodul S III – 4	Aufbau und Eigenschaften von Makromolekülen	-	CL II.1	IM II.4-5	CTII.1	-
Teilmodul S III – 5	Polymere und polymere Werkstoffe	-	CL II.1	IM II.4-5	CTII.1	-

Teilmodul IV

Teilmodulziel: Die Lernenden kennen wichtige industrielle Synthesewege organischer Grund- und Zwischenprodukte. Sie verstehen die Prinzipien der Syntheseplanung und der Retrosynthese.

Modulnummer	Lerninhalt	Kompetenz nach dem DAWINCI-Kompetenzmodell				
		CK	CL	IM Chemie	CT	BA
Teilmodul S IV – 1	Grundlagen technisch-chemischer Umsetzungen	-	CL I.8	IM II.5	CT II.1-4	BA II.1
Teilmodul S IV – 2	Syntheserouten und Katalyse	-	CLII.1	IM II.5	CT II.1-4	BA II.1
Teilmodul S IV – 3	Synthesewege organischer Grund- und Zwischenprodukte	-	CLII.1	IM II.5	CT II.1-4	BA II.2-3
Teilmodul S IV – 4	Grundlagen der Syntheseplanung	-	-	-	CT II.1-4	BA II.1
Teilmodul S IV – 5	Grundlagen der Retrosynthese	-	-	-	CT II.1-4	BA II.1

3. Voraussetzungen und Vorkenntnisse

Die Anwendung des Lernmoduls erfordert keine speziellen Vorkenntnisse. Entsprechend der Zugangsvoraussetzung (Hauptschulabschluss, Abgeschlossenen Ausbildung, Fachhochschul- oder Allgemeine Hochschulreife) zur jeweiligen Ausbildung der Lernenden kann natürlich auf unterschiedlichen Niveaus begonnen werden. Innerhalb des Moduls können die Inhalte aufeinander aufbauend aber auch punktuell behandelt werden. Letzteres empfiehlt sich, wenn das Modul der Vertiefung ausgesuchter Inhalte dienen soll.

4. Abgrenzen der Lerneinheiten unter Berücksichtigung des Ausbildungsgangs der Lernenden

Jedes Ordnungsmittel der weiter oben angesprochenen Ausbildungsgänge behandelt das Thema Syntheseplanung in unterschiedlicher Tiefe. Eine Überschneidung der Themen liegt auf der Hand, daher folgen an dieser Stelle Beispiele, die eine ausbildungsgangspezifische Detaillierung der unter 4.1 bis 4.3 beschriebenen möglichen Vorgehensweisen darstellt.

4.1 Chemikant

Im Rahmen seiner Ausbildung soll der Chemikant/-in gemäß **Ausbildungsberufsbild** …

- chemische Gesetzmäßigkeiten, insbesondere chemische Bindung und Reaktionsfähigkeit, beachten,
- typische anorganische und organische Reaktionen unterscheiden,
- aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Alkanole, Alkanale und Karbonsäuren unterscheiden,
- mit Säuren, Basen, Salzen und deren Lösungen umgehen,
- Arbeitsstoffe kennzeichnen und lagern,
- Säure-Base-Titrationen durchführen und auswerten; pH-Wert bestimmen,
- physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten beachten, insbesondere über Energieinhalte bei exo- und endothermen Reaktionen sowie den Einfluss von Druck und Temperatur auf chemische Reaktionen Auskunft geben,
- über den Einfluss chemischer und physikalischer Eigenschaften von Stoffen auf den Reaktionsprozess Auskunft geben und bei dessen Durchführung beachten,
- anorganische, organische, polymere oder bio- und gentechnische Produkte unter Berücksichtigung des Reaktionsverhaltens sowie gesetzlicher und betrieblicher Vorgaben herstellen (Wahlqualifikation).

4.2 Industriemeister Chemie

Im Rahmenplan „Geprüfter Industriemeister Fachrichtung Chemie“ wird das Thema **„Syntheseplanung“ im Teil B „Handlungsspezifische Qualifikationen“** als Qualifikationsinhalt vorgegeben.
Im Qualifikationsschwerpunkt „Chemische Prozesse und Verfahren“werden folgende Qualifikationen verlangt:

- Reaktionsbedingungen einer chemischen Produktion beurteilen
- Einrichtungen und Verfahren für unterschiedliche Reaktionstypen auswählen
- Physikalische und chemische Eigenschaften von anorganischen und organischen Stoffen und Stoffgemischen bewerten
- Gefährdungspotenziale chemischer Stoffe beurteilen
- Chemische Reaktionen führen

Basierend auf den Grundlagen der allgemeinen Chemie, die beim Industriemeisterschüler vorausgesetzt werden, erwirbt der Industriemeister die Kompetenz, unter Anwendung komplexerer chemischer Gesetzmäßigkeiten chemische Reaktionen führen sowie produktionstechnische Zusammenhänge und Optimierungsmöglichkeiten der Prozesse erkennen und zweckentsprechende Maßnahmen einleiten zu können. Dazu gehört die Fähigkeit, die Auswirkungen bei Änderungen der Prozessparameter beurteilen zu können.

4.3 Bachelor of Engineering / Chemieingenieurwesen

Der Studienverlaufsplan für den Bachelor-Studiengang Chemie sieht in der Regel im 1. Semester das Modul **„Allgemeine Chemie“**, im 3./4. Semester das Modul **„Organische Chemie“** und im 5./6. Semester das Modul **„Synthesechemie“** vor.
Das DAWINCI-Teilmodul „Allgemeine Chemie“ kann beim Erwerb fachlicher Basiskompetenzen für weiterführende Veranstaltungen helfen und beim Ausgleich unterschiedlicher Voraussetzungen zu Studienbeginn unterstützen. Das Teilmodul „Reaktivität“ unterstützt das Kennenlernen der Systematik der Organischen Chemie sowohl in stofflicher Hinsicht bei den verschiedenen Substanzklassen als auch in mechanistischer Hinsicht für die wichtigsten Reaktionstypen. In Verbindung mit dem Teilmodul „Syntheseplanung“ hilft es dem Lernenden beim Kennenlernen spezieller Substanzklassen und beim Verständnis für grundlegende Struktur-Wirkungs-Beziehungen als Basis für moderne Synthesemethoden.

ELCH – E-Learning in der Chemie

Auf Initiative der Sozialpartner und mit Unterstützung des BMBF entstand in den vergangenen zwei Jahren ein umfangreiches Portofolio neuer Lernmedien für die chemische Industrie. Mit fachlicher und didaktischer Kompetenz wurde eine Produktreihe mit 5 Modulen für die Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie aufgelegt.

Alle Module basieren auf interaktiven Lerneinheiten, die oft durch Skripte und Foliensätze zu Didaktik-Paketen, auch für den Präsenzunterricht, komplettiert werden.

Ob die Materialien selektiv oder vollständig in den Unterricht integriert werden – Lernende und Lehrende greifen auf Medien zurück, die sich durch ihre Attraktivität und Nähe zur betrieblichen Praxis auszeichnen.

1.

Betriebsanalytik

Probenahme
Chromatographie
- allgemeine Einführung
- Gaschromatographie
- HPLC

Spektroskopie
- Grundlagen der Spektroskopie
- IR-Spektroskopie
- UV-Vis-Spektroskopie
- NMR-Spektroskopie

Sonstige analytische Verfahren
- Dichtebestimmung
- Massenspektrosmetrie
- Titration
- Säure-Base-Indikatoren

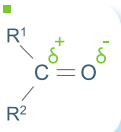
Validierung

2.

Trennprozesse

Filtration
Thermisches Trennen
Mechanisches Trennen

3.



Präparative Chemie

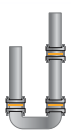
Organische Chemie
- Grundlagen der präparativen Chemie

5.

Qualitätssicherung

Qualität
Qualitätssicherung

4.



Rohrsystemtechnik

Armaturen
- Armaturen
- Sicherheitsarmaturen

Dichtungen
- Dichtungen allgemein
- Gleitringdichtungen
- Stopfbuchsdichtungen

Rohrleitungen
- Rohrleitungen

Werkstoffe
- Werkstoffe
- Werkstoffzerstörung und -schutz

Fördertechnik
- Fördertechnik allgemein
- Pumpen allgemein
- Flüssigkeitsringpumpe
- Kolbenpumpe und Kolbenmembranpumpe
- Kreiselpumpe

Die Inhalte der Elch-Module orientieren sich an den Ausbildungsrahmenlehrplänen und den betrieblichen Bedürfnissen. Sie eignen sich daher nicht nur für die begleitende berufsschulische Erstausbildung in der Chemie, sondern auch für die betriebliche Weiterbildung von Mitarbeiter/-innen aller Altersstufen und Berufsbilder der Chemischen Industrie.

Animationen, Schaubilder und Simulationen sorgen für eine plakative Veranschaulichung komplexer Zusammenhänge und führen zu handlungsorientiertem Wissen. Unterstützt wird dieser Wissenstransfer durch die niedrige Schwelle für den Gebrauch der Selbstlerneinheiten – auch für ungeübte Nutzer.

Dawinci

Kooperationspartner

Chemkom
Chemiekompetenzzentrum Marl

CREOS
LERNIDEEN
UND BERATUNG GMBH

EVONIK
INDUSTRIES

Infracor
Chemistry Services

ipw
services for innovation

provadis
Partner für Bildung & Beratung

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Durchlässigkeit in der Aus- und Weiterbildung in der Chemischen Industrie

Ansprechpartner

Universität Paderborn
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Keil
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
(0 52 51) 60 64 11
reinhard.keil@uni-paderborn.de

Infracor GmbH
Dr. Hans Jürgen Metternich
Paul-Baumann-Straße 1
45772 Marl
(0 23 65) 49 24 01
hans-juergen.metternich@evonik.com

Creos Lernideen und Beratung GmbH
Dr. Steffan Ritzenhoff
Herforder Straße 22
33602 Bielefeld
(05 21) 30 41 00
s.ritzenhoff@creos.de

ISBN 978-3-00-037880-5