

Digitale Bildung – Positionen und Forderungen der chemischen Industrie

Kernforderungen

- Dem originären Bildungsauftrag entsprechend ist der **Unterricht an den Grundschulen** auf das oberste Kompetenzziel auszurichten, nämlich allen Kindern den für die nachfolgenden Bildungswege erforderlichen Grundstock an Kenntnissen und Fertigkeiten in den elementaren Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen verlässlich zu vermitteln. Flankierend und unterstützend sind elementare Digitalbildung und Technikaffinität zu fördern. Dabei ist sicherzustellen, dass dies kindgerecht und behutsam erfolgt sowie das Erreichen der prioritären Bildungsziele unterstützt.
- An allen **weiterführenden Schulen** sind informationstechnische Bildungsinhalte und ein reflektierter Umgang mit Digitaltechnik verlässlich im Unterricht zu vermitteln. In den Stoffplänen und Curricula sind digitale Kompetenzen und Bildungsziele festzuschreiben. Neben Technik-Knowhow geht es hierbei auch um die Ausprägung von Eigenverantwortung, Team- und Kommunikationsfähigkeit sowie die Befähigung zur Selbstorganisation. Die digitale Bildung an den weiterführenden Schulen muss verlässlich zum Erreichen der Ausbildungs- und Studierreife der Schüler(innen) als übergeordnetem Bildungsziel beitragen. Die Sicherung dieses zentralen schulischen Bildungsziels erfordert, sowohl **digitale Grundkompetenzen** als auch die jeweiligen Kenntnisse und Fertigkeiten in den „traditionellen“ Schulfächern – insbesondere in Deutsch, Englisch und in den **MINT-Fächern** – zu vermitteln. Auftrag digitaler Bildung im schulischen Sekundarbereich ist die Vermittlung von „digital literacy“ als integralem Bestandteil ganzheitlicher Bildung, die über den Traditions-kern der Kulturtechniken hinausweist.
- Digital- und informationstechnische Inhalte sowie die damit verbundenen Soft-Skills sind in den **Curricula der Hochschulausbildung von Chemikern / Chemikerinnen, Chemieingenieuren / Chemieingenieurinnen und Lebenswissenschaftlern / Lebenswissenschaftlerinnen** sowie von **MINT-Lehrern / MINT-Lehrerinnen** verbindlich zu verankern. Dies gilt auch für die Studiengänge, die zum **Lehramt an Berufsschulen** qualifizieren. Denn **Ausbildungsordnungen des dualen Systems** sind technologieoffen formuliert und ermöglichen es schon heute, digitale Kompetenzen zu vermitteln. Darüber hinaus wird das digitale Profil vieler Ausbildungsberufe derzeit erweitert. Hier darf die **Berufsschule** nicht den Anschluss an die Betriebspraxis verlieren.
- IT-Kenntnisse, praxisbezogene IT-Fertigkeiten und IT-Handlungskompetenzen sind im Zusammenspiel mit betriebswirtschaftlichen Grundlagen und „design thinking“ **in allen Studiengängen der Chemie und verwandter Fachrichtungen** mit Blick auf die beruflichen Anforderungen in der Arbeitswelt verlässlich zu vermitteln.
- Der **Digitalpakt** ist zügig umzusetzen: Die Schulen und Hochschulen sind mit den für die Bewältigung des digitalen Wandels erforderlichen Ressourcen (Personal- und Sachmittel) auszustatten. Hierbei müssen die beruflichen Schulen gleichberechtigt berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

- Der Wandel in der Lebenswelt wird maßgeblich durch die voranschreitende Digitalisierung angetrieben. Im Alltag prägen die wissenschaftlich-technischen Fortschritte der Digitalisierung in erster Linie die Produkte und Dienstleistungen der Informations- und Kommunikationstechnologie, zu denen immer mehr Menschen Zugang haben. Das globale Dorf verdankt seine „virtuelle Wirklichkeit“ dem Internet.
- Die mit „Industrie 4.0“ emblematisch charakterisierte „digitale Transformation“ der Industrie nimmt auch in der chemisch-pharmazeutischen Industrie mehr und mehr Fahrt auf. Diese praktisch alle Bereiche der Unternehmen betreffende Umwälzung ist mit zahlreichen Herausforderungen verknüpft. Dieser tiefgreifende Wandel wirkt sich auf alle Geschäftsprozesse aus und verändert klassische Wertschöpfungsketten und bestehende Geschäftsmodelle spürbar – nicht selten sogar disruptiv. Wie die Unternehmen mit diesem Wandel umgehen, hat strategische Bedeutung für ihre Zukunftsfähigkeit und stellt eine ganzheitliche Herausforderung dar, die weit über die Bewältigung rein technischer Probleme der Digitalisierung hinausgeht. Von besonderer Bedeutung ist dabei die **Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit der Mitarbeiter** vor dem Hintergrund veränderter Qualifikations- und Kompetenzanforderungen im Zuge der Digitalisierung.
- Vor dem Hintergrund des durch die Digitalisierung angetriebenen Wandels der Lebens- und Arbeitswelt gilt es, gerade den Bereich **Bildung wieder stärker ganzheitlich in den Blick zu nehmen**. Nur so wird Bildung dazu beitragen können, dass die Menschen in der Lage sind, die sich rasch ändernden Anforderungen erfolgreich zu bewältigen. Zukunftsfähige Bildung orientiert sich somit auch in der „digitalisierten Welt“ primär an dem zentralen Auftrag, die Urteils- und Handlungsfähigkeit des Menschen als Subjekt zu entwickeln und zu fördern. Bestimmend für Bildung im Zeitalter der Digitalisierung sind die folgenden Kerndimensionen mit ihren Handlungs- und Aufgabenfeldern:
 - **Team- und Kommunikationsfähigkeit, Eigenverantwortung, Selbstmanagement-Kompetenzen und Lebenslanges Lernen**
 - **technische Fertigkeiten und Kompetenzen („Skills“)**
 - **ganzheitliches unternehmerisches Denken und Handeln**
 - **Kreativität.**
- Für die digitale Bildung bedeutet die Anforderung der Ganzheitlichkeit, dass über das Bedienen digitaler / digitalisierter Objekte hinaus sowohl der Zugang zum Verstehen der digitalen Objekte als auch das Beherrschen derselben erschlossen werden müssen. In der gesamten Bildungskette sind Bildungsinhalte und Bildungsziele im Kontext der digitalen Transformation zielführend und sachgerecht weiterzuentwickeln. **Dies darf jedoch nicht zu Lasten der Vermittlung bewährter „analoger“ Inhalte gehen, die den Kernbestand des jeweiligen Fachs ausmachen und seine Identität prägen.** Schulische und hochschulische Bildungsgänge müssen sich bezüglich ihres Bildungsauftrages auch künftig in erster Linie daran messen lassen, die jeweiligen fachlichen Qualifikationen und Kompetenzen verlässlich und überprüfbar zu vermitteln.
- Zu den „**digitalen Qualifikationen**“, die an allen weiterführenden Schulen zu vermitteln sind, gehört, dass alle Schüler(innen) diejenigen Grundkenntnisse erwerben, die für das Verstehen

digitaler Systeme (z. B. mobiler Endgeräte) sowie der Funktionsweise des Internets als „globalem Meganetzwerk für weitgehend ungehinderte grenzüberschreitende Kommunikation“ unverzichtbar sind. Besonderes Augenmerk muss in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung von Daten, Datenanalysen und künstlicher Intelligenz gelegt werden. Auch die IT-Sicherheit und der Umgang mit „sozialen Netzen“ gehören zum Stoffplan.

- **Selbstmanagement-Kompetenzen, Eigenverantwortung, Kommunikations- und Teamfähigkeit** sowie **Innovationsgeist gewinnen durch die Digitalisierung weiter an Bedeutung**. Um den digitalen Wandel in der Arbeitswelt erfolgreich zu bewältigen, bedarf es einer Stärkung auch der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Denn hier werden berufsspezifische, überfachliche sowie digitale Kompetenzen handlungsorientiert und entlang des betrieblichen Bedarfs ausgeprägt. **Die Digitalisierung erfordert nicht weniger, sondern mehr duale Ausbildung**. Damit dies gelingt, müssen die Rahmenbedingungen stimmen. So besteht beispielsweise besonderer **Handlungsbedarf an den Berufsschulen**: Dies betrifft die Infrastruktur (Gebäude, Ausstattung, IT und Kommunikation), die Finanzausstattung, die Fachlehrerversorgung und die Qualifizierung des vorhandenen Lehrpersonals. Zudem muss die berufliche (Weiter)Bildung als attraktive Alternative zu akademischen Berufswegen in der öffentlichen Wahrnehmung und Wertschätzung gestärkt und gefördert werden.
- Mit Blick auf die voranschreitende Digitalisierung in der chemisch-pharmazeutischen Industrie und die damit einhergehenden Anforderungen an die Berufsbefähigung von Hochschulabsolventen der Chemie, der Chemieingenieur- und der Lebenswissenschaften sind die verantwortlichen Hochschullehrer(innen) gefordert, in die jeweiligen **Curricula der Studiengänge Themen und Inhalte der Digitalisierung verbindlich zu integrieren**. Die Vermittlung berufspraxisrelevanter Kenntnisse und Kompetenzen im Umgang mit modernen IT-basierten Werkzeugen / Softwarepaketen für komplexe wissenschaftlich-technische Aufgaben (wie Modellierung, Simulation, Struktur-Wirkungs-Analyse, statistische Versuchsplanung, data exploration / mining, chemiebezogene Expertensysteme, künstliche Intelligenz u. a.), die zunehmend in der Industrie zum Einsatz kommen, steht dabei im Vordergrund.
- Die Integration des digitalen Wandels in die Unternehmensorganisation und -kultur ist mit spezifischen Anforderungen an die Weiterbildung und -qualifizierung der Mitarbeiter verknüpft. Konzepte, Techniken und Instrumente für das Lebenslange Lernen sind vom digitalen Wandel selbst betroffen. Das Training virtueller Teams aus Mitgliedern, die sich beispielsweise an unterschiedlichen Standorten befinden, erfordert die Entwicklung und Erprobung neuer Ansätze. Dies gilt auch für die Vermittlung der zum Führen derartiger Teams erforderlichen Führungskompetenzen. Hier gilt es, Mitarbeiter regelmäßig zu schulen und das Konzept des Lebenslangen Lernens im Unternehmen zu leben.

Vorbemerkung

Die Digitalisierung ist ein Haupttreiber des aktuellen Wandels in der von Wissenschaft und Technik geprägten Lebenswelt. Im Alltag schreitet die Digitalisierung in vielen Bereichen mit großer Geschwindigkeit voran und bringt für den Einzelnen zahlreiche Veränderungen und Herausforderungen mit sich. Die wissenschaftlich-technischen Fortschritte der Digitalisierung und ihre praktischen Auswirkungen sind in den Feldern Kommunikation und Information besonders ausgeprägt und weitreichend. Das globale Gesicht der digitalen Revolution ist das weltumspannende Internet, das in Wirtschaft, Staat, Wissenschaft und Gesellschaft den Wandel der Lebenswelt dynamisch vorantreibt.

Ohne das Internet und die hard- und software-technologischen Voraussetzungen, die das World Wide Web ermöglichen, gäbe es keine grenzüberschreitende Kommunikation in praktisch alle Winkel der Welt und die rund um die Uhr verfügbaren Möglichkeiten, große Daten- / Informationsmengen entlang global vernetzter Datenautobahnen zu transportieren. Ohne das Internet und die mit dem Internet verknüpften Technologien wäre die Rede vom „globalen Dorf“ inhaltsleer.

Digitalisierung in der chemischen Industrie

Die Digitalisierung ist in der Industrie schon längst Alltag. **Ausmaß und Durchdringungen variieren dabei von Branche zu Branche** und sind **innerhalb einer Branche auch von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich weit fortgeschritten**. Der umfassende Wandel in der Industrielwelt im Gefolge der dynamischen Digitalisierung wird summarisch mit dem Transformationsbegriff „Industrie 4.0“ charakterisiert.

Wie in anderen Industriezweigen hat sich auch in der chemischen Industrie das Tempo des digitalen Wandels in der jüngeren Vergangenheit verschärft. Kennzeichnend dafür sind die zunehmende prozesstechnologische und produktionslogistische Vernetzung und die Integration der stofflich-energetischen Wertschöpfungspfade – sowohl innerhalb eines Unternehmens(standortes) als auch zwischen den Standorten eines Unternehmens oder über Unternehmensgrenzen hinweg. Die Fortschritte der Digitalisierung haben insbesondere die Möglichkeiten enorm erweitert, große Datenmengen, die bei solchen IT-gestützten Vernetzungen schnell und zuverlässig transportiert und „intelligent“ weiterverarbeitet werden müssen, zu bewältigen. Hierdurch wurden in den Unternehmen an vielen Stellen bereits zahlreiche Veränderungen angestoßen, die Arbeitsabläufe und -organisation betreffen. Die Chemieunternehmen stehen vor der großen Herausforderung, die digitale Transformation mit Blick auf die Stärkung ihrer Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit weiter erfolgreich zu gestalten. Diese Transformation **erfordert essentiell, die zahlreichen Potentiale des Internets weiter gezielt zu erschließen und zu nutzen**: für die Entwicklung und die Implementierung neuer Geschäftsfelder, innovativer Geschäftsmodelle, innerbetrieblicher Plattformen, neuer Projekt- und Teammanagement-Werkzeuge sowie neuer Märkte. **Zentrales Ziel ist die Verbesserung der Fähigkeiten des Unternehmens, rasch, flexibel und kundenbezogen innovative Problemlösungen zu generieren**. In den Unternehmen sind schon heute viele Aufgaben- und Tätigkeitsfelder von den digitalen Veränderungen direkt oder indirekt betroffen – und somit auch die Beschäftigten an ihren Arbeitsplätzen.

So sind erhebliche Veränderungen in den Bereichen Forschung, Entwicklung und Produktion bereits eingetreten oder kündigen sich für die Zukunft an.

Um die Beschäftigungsfähigkeit der Mitarbeiter zu sichern, wird die Weiterentwicklung von „digitalen Qualifikationen und Kompetenzen“ der Arbeitnehmer eine zentrale Herausforderung für das Personalmanagement in den Firmen. Hier kann die Digitalisierung selbst mit entsprechend aufgesetzten Werkzeugen dazu beitragen, dass den Mitarbeitern flexibel nutzbare Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote auf unternehmenseigenen Schulungsplattformen zur Verfügung stehen. Der digitale Wandel muss **in die Unternehmensorganisation und -kultur integriert** werden. Führungskräfte mit virtuellen Teams an unterschiedlichen Standorten beispielsweise brauchen neue Führungskompetenzen. Hier gilt es, **Mitarbeiter regelmäßig zu schulen** und **das Konzept des Lebenslangen Lernens** im Unternehmen zu leben.

Bildung im Zeitalter der Digitalisierung

Vor dem Hintergrund des durch die Digitalisierung forcierten Wandels kommen auf das Bildungssystem erhebliche Herausforderungen zu. Es gilt, Bildungsinhalte und Bildungsziele im Kontext dieser Veränderungen zielführend und sachgerecht anzupassen und weiterzuentwickeln. Diese Weiterentwicklung bedeutet **keine Abkehr von der Vermittlung bewährter Inhalte**, die den Kernbestand des jeweiligen Faches ausmachen, oder **von der Vermittlung basaler Qualifikationen und Kompetenzen**, die in den jeweiligen schulischen und hochschulischen Bildungsgängen mit diesen Inhalten verknüpft sind. An den Grundkoordinaten und der Leitorientierung von Bildung, die einem übergeordneten ganzheitlichen Auftrag verpflichtet ist, sollte im Interesse aller festgehalten werden. Die **zentrale Herausforderung**, der sich das Bildungssystem in Zeiten des beschleunigten digitalen Wandels stellen muss, ist es, **Menschen jeden Alters zu befähigen, als mündige Bürger den Wandel in ihrem Lebensalltag erfolgreich zu bewältigen und von den Möglichkeiten der Digitalisierung verantwortlich Gebrauch zu machen**. Dies gilt angesichts der zu erwartenden dynamischen Veränderungen, die von der Digitalisierung ausgelöst werden, insbesondere für die Arbeits- und Berufswelt und damit für die Qualifizierung bereits bestehender Belegschaften. **„Digital literacy“ als Bildungsziel ist kein Selbstzweck und bedeutet weit mehr als die Vermittlung und Aneignung von Fertigkeiten zum Gebrauch digitaler technischer Produkte**. Allein der versierte Umgang mit den neuen Medien und Kommunikationsmöglichkeiten, die dank Fortschritten der Digitalisierung mehr und mehr Menschen kostengünstig und nutzerfreundlich zur Verfügung stehen, wird dem Anspruch digitaler Bildung nicht gerecht. Geläufigkeit in der praktischen Handhabung von PC, Smartphone, Tablet & Co und anderer Hard- und Software, die sich neue „smarte“ Einsatzfelder im Alltag erobern, ist nur eine Seite der Medaille. **Kompetente und verantwortliche Anwendung von Hard- und Software im Beruflichen wie im Privaten**, die auf **Sinnhaftigkeit und Nutzen beim Gebrauch** zielt, erfordert einen **begleitenden Bildungsauftrag für Schule und Hochschule**. Diesem Bildungsauftrag entsprechend sollten die Menschen dazu befähigt werden, mit dem digitalen Wandel und seinen Herausforderungen mündig und reflektiert umzugehen.

Es ist eine zentrale Aufgabe des Bildungssystems, dafür zu sorgen, dass die Menschen für diesen Wandel der Arbeitswelt gut vorbereitet sind und mit Blick auf die Beschäftigungsfähigkeit **über die zur Bewältigung des Wandels erforderlichen Qualifikationen** verfügen.

Digitale Bildung im schulischen Bereich

Grundschulen haben einen zentralen Bildungsauftrag. Diesem Auftrag entsprechend soll der Unterricht in erster Linie darauf ausgerichtet sein, den für die nachfolgenden Bildungswege erforderlichen Grundstock an Kenntnissen und Fertigkeiten in den elementaren Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen verlässlich zu vermitteln. Diese Fokussierung der Bildungsarbeit an den Grundschulen fördert zudem die ganzheitliche Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten der Kinder. Der Gebrauch der Sinne und der Motorik im Unterricht unterstützt die vielfältigen Lernprozesse und deren systemische Vernetzung. **Elementare Digitalbildung** – im Sinne des Kennenlernens von Medien, die den Zugang zu Themen und Inhalten in digitalisierter Form ermöglichen – kann hinzukommen, wenn der **Einsatz kindgerecht und behutsam** erfolgt. Der **zentrale Bildungsauftrag darf nicht verwässert werden**. Der Zugang zu ausgewählten Lerninhalten aus Natur und Alltag durch einfach zu bedienende Hardware, die technisch dank „eingebauter“ reduzierter Funktionalität nur eine in diesem Sinne unterrichtsfördernde Verwendbarkeit zulässt, erleichtert den Lehrer(inne)n den Einstieg in die Vermittlung interessanter und spannender Themen. So lässt sich das Interesse und die Neugier der Kinder wecken. Beim Kennlernen und spielerischen Umgang der Kinder mit den neuen Medien **steht das inhaltlich-entdeckerische Element des Bildungsangebotes im Vordergrund**. In pädagogischer Hinsicht sind die Grundschullehrer(innen) gefordert, den Einsatz der Medien, die einen einfachen digitalisierten Zugang zu Inhalten erlauben, im Unterricht zu dosieren. Es ist darauf zu achten, dass die Schüler(innen) lernen, die vorhandene digitale Ausstattung behutsam und reflektiert zu nutzen. **Richtschnur für den Einsatz digitaler Technologien** sollte sein, dass diese **für das Erreichen des übergeordneten Bildungsziels** – nämlich der **Vermittlung sicherer Kenntnisse in den elementaren Kulturtechniken des Lesens, Schreibens und Rechnens** – **nachweislich förderlich** sind. Die Einführung neuer digitaler Lern-Medien (Hard- und Software) in den Grundschulunterricht sollte **von entsprechenden Fortbildungen der Lehrkräfte** begleitet werden.

An allen weiterführenden Schulen (unabhängig von der Schulform) steht die Vermittlung digitaler Grundkompetenzen im Mittelpunkt der digitalen Bildung. **Jeder Schüler / jede Schülerin, der / die eine weiterführende Schule mit einem Abschluss verlässt, muss über basale Digitalqualifikationen verfügen**. Dies bedeutet, dass die Schüler(innen) im Unterricht primär lernen und trainieren, „digitale Werkzeuge“ eigenständig u. a. für die gezielte Informationssuche einzusetzen. Darüber hinaus sollten digitale Werkzeuge auch für die kritisch-reflektierende Auseinandersetzung mit den gefundenen Informationen genutzt werden (Bewertung und Einordnung). Beim Umgang mit den neuen Medien und beim Einsatz der an den Schulen verfügbaren technologischen Ausstattung im Unterricht **sollte im Vordergrund stehen, wie die IT-basierten Angebote für inhaltliche Bildungszwecke der jeweiligen Fächer instrumentell genutzt werden können**. Diese Nutzung der Digitalisierung im Unterricht sollte zugleich dem allgemeinen schulischen Bildungsauftrag – Aufbau und Verankerung der Kompetenz zum eigenständigen Lernen – dienen. Auch hier ist sicherzustellen, dass die Einführung neuer digitaler Werkzeuge durch sachgerechte Fort- und Weiterbildung zielführend begleitet wird.

Digitale Bildung geht aber, wie eingangs erläutert, über die Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten hinaus, die auf den bloßen Umgang mit Hard- und Software abstellen. Um diesem Anspruch zu genügen, **muss das Thema „Digitalisierung“ an weiterführenden Schulen auch als Unterrichtsgegenstand inhaltlich-fachlich behandelt und entsprechend curricular**

angemessen berücksichtigt werden. Es ist nachdrücklich zu empfehlen, hierfür an allen weiterführenden Schulen **ein eigenständiges Unterrichtsfach „Informatik“ verbindlich einzurichten**. Für eine angemessene informationstechnische Grundbildung sind u. a. Kenntnisse der mathematischen und physikalisch-technischen Grundlagen der Digitaltechnik zu vermitteln. Die Vermittlung dieser Kenntnisse, die für das Verstehen der Funktionsweise digitaler Systeme unverzichtbar sind, sollte behutsam erfolgen. So kann verhindert werden, dass die Schüler(innen) abgeschreckt werden. Ein technisches Grundverständnis gehört zum Rüstzeug digitaler Bildung. Dies bedeutet jedoch nicht, dass jede Schülerin und jeder Schüler befähigt werden muss, selbstständig zu programmieren. Es geht darum, einen **Zugang zum Verständnis der funktionalen Grundprinzipien der Digitalisierung aufzubauen, dem „Computational Thinking“ (Denken in Algorithmen)**. Dieses Denken ist in Ansätzen auf elementarem Niveau zu vermitteln. Vorteilhafterweise erfolgt die Vermittlung dieser „digitalen Bildungsinhalte“ im Informatikunterricht. Die **Einführung eines Faches Informatik oder Informationstechnik** in die Stundentafeln der weiterführenden Schulen **darf allerdings nicht dazu führen, das dafür benötigte Stundenvolumen allein aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zu entnehmen**. Die Weiterentwicklung der digitalen Bildung ist eine **Aufgabe für die schulische Bildung als Ganzes**. Gleichwohl kann ein Teil des für die Informatik benötigten mathematischen und physikalischen Grundwissens durch sinnvolle Vernetzung mit den im Mathematik- und Physik- bzw. Technikunterricht angestrebten Fachkompetenzen vermittelt werden.

Hierfür sind **den Lehrkräften entsprechende geprüfte Unterrichtskonzepte in Fortbildungsmaßnahmen** anzubieten. Durch diesen konkreten Bezug zum „digitalen Alltag“ der Schüler(innen) können die genannten Fächer eine größere Aufmerksamkeit erhalten. In kombinierten Ansätzen sollte „design thinking“ schülerorientiert anhand von Beispielen ebenso vermittelt werden wie BWL- und IT-Grundlagen. Vorzugsweise sollte den Schülern / den Schülerinnen der Zugang zum Lernen an echten Fragestellungen ermöglicht werden, wofür sich beispielsweise die Teilnahme von Schulklassen an Ideenwettbewerben von lokalen Unternehmen anbietet.

Da gerade die IT-basierte Nutzung der neuen Medien unter Einsatz der immer leistungsfähiger werdenden Hardware nur mit verlässlich funktionierender Software möglich ist, gehört auch **die Auseinandersetzung mit den Themen Betriebssystem und (Anwender)Software zum Gegenstand digitaler Bildung an den weiterführenden Schulen**. Im Informationstechnikunterricht sollten prioritär die Grundlagenkenntnisse zum Verständnis des Aufbaus sowie der Arbeits- und Funktionsweise von Computern vermittelt werden.

Softwarepakete, die heute typischerweise zur Grundausstattung von Computern für den privaten Anwender gehören, sind inzwischen so leistungsfähig und daher auch so umfangreich und komplex, dass sie ohne vertiefte Programmier- und Programmkenntnisse kaum zugänglich sind. Das heißt aber nicht, dass auf die schulische Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Kompetenzen im Themengebiet Software ganz verzichtet werden sollte.

Für Schüler(innen) bedeutet die Erfahrung, in einer einfach zugänglichen und leicht erlernbaren höheren Programmiersprache eigenständig kleinere Programme zu schreiben, ein Erfolgserlebnis. Auch wenn die vermittelten Software-Kenntnisse sehr begrenzt und elementar sind, so lernen die Schüler(innen) anhand einfacher Beispiele konkret und praktisch, wie softwarebasierte Lösungen für Problemstellungen z. B. aus der Mathematik oder der Physik mit überschaubarem Aufwand realisiert werden können. Einfache Fragestellungen der Statistik können beispielsweise

im Fächerfeld Wirtschaft, Politik und Gesellschaftskunde mit **leicht zugänglicher Anwendungssoftware** von den Schülern / den Schülerinnen **im Unterricht bearbeitet** werden. Dies stärkt den konkreten Bezug des Einsatzes von IT zur Lösung praktischer Probleme und Aufgaben aus dem Alltag. Der informationstechnische Unterricht an den weiterführenden Schulen sollte darüber hinaus **auch Themen wie Netzwerktechnologien und IT-Sicherheit** sowie **Aspekte des Datenschutzes adressieren**. Es geht hierbei um Basiswissen bzw. Allgemeinbildung. Berufsspezifische Kompetenzen müssen im jeweiligen dualen Ausbildungsberuf oder entsprechenden Studiengang vermittelt werden. Die **Diskussion der Risiken**, die mit der der Nutzung internetbasierter neuer Medien und Plattformen einhergehen, **gehört ebenfalls zum Pflichtprogramm** der digitalen Grundbildung an den Schulen. Für die Verbesserung der IT-Bildung ist es wichtig, dass die junge Generation informationstechnische Schlüsselkompetenzen bereits im Rahmen der schulischen Allgemeinbildung verlässlich erwirbt. Um dies zu erreichen, sind insbesondere die für die Schulbildung primär verantwortlichen Bundesländer gefordert, die Voraussetzungen an den Schulen zu schaffen und die **notwendigen Mittel bereitzustellen**, die zur **Finanzierung der Hard- und Software-Ausstattung der Schulen** notwendig sind. **Es ist zu begrüßen, dass sich Bund und Länder diesbezüglich inhaltlich bereits auf ein Maßnahmenpaket („Digitalpakt“) verständigt** haben. Der Digitalpakt bietet die Chance, die Schulen in Deutschland dabei zu unterstützen, den im Vergleich mit Schulen in Wettbewerbsnationen vorhandenen IT-Rückstand abzubauen.

Digitalisierte Bildungsangebote im schulischen Bereich erweitern die Möglichkeiten der Schüler(innen), individualisiert zeit- und ortsunabhängig zu lernen. Die dafür notwendigen Konzepte müssen zielgerichtet entwickelt und geprüft werden, bevor sie den Lehrkräften für ihren Unterricht angeboten werden. Soll eine solche Initiative nicht in einer Sackgasse enden, versteht es sich von selbst, dass die für die Umsetzung an den Schulen benötigten sächlichen und personellen Ressourcen bereitgestellt werden müssen.

Auch digitale Bildung an den Schulen ist kein Selbstzweck. Sie sollte **übergeordneten bildungspolitischen Zielen verpflichtet** sein. Zu diesen gehören in erster Linie:

- **Vermittlung der Schlüsselkompetenzen für selbstbestimmtes eigenverantwortliches Lernen und Handeln**
- **Sicherung der für weiterführende Bildungsgänge (Hochschule und berufliche Bildung) erforderlichen Qualifikationen der Schulabgänger.**

Digitale Kompetenzen in der beruflichen Bildung

Mit der Digitalisierung in den Unternehmen werden Selbstmanagement-Kompetenzen, Eigenverantwortung, Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Innovationsgeist der Mitarbeiter weiter an Bedeutung gewinnen. Um den digitalen Wandel erfolgreich zu bewältigen, ist auch die **berufliche Aus- und Weiterbildung zu stärken**. Hier werden **berufsspezifische, überfachliche und digitale Kompetenzen handlungsorientiert** und **entlang des betrieblichen Bedarfs ausgeprägt**. Für den Geschäftserfolg nahezu aller Unternehmen in Deutschland – dies gilt auch für die Chemieindustrie – ist die qualifizierte Facharbeiterbasis unverzichtbar.

Vor diesem Hintergrund und aufgrund der demografischen Entwicklung bei den MINT-Fachkräften **muss sich die Politik stärker für die berufliche Bildung engagieren**. Dies darf jedoch nicht in unkoordiniertem Aktionismus münden. Es bedarf **klarer politischer Zuständigkeiten im Bund sowie in den Ländern**, um die Voraussetzungen für verlässliche und ausgewogene Bildungsinvestitionen zu schaffen: Hier geht es um den Aufbau einer zeitgemäßen IT-Infrastruktur und die Bereitstellung der Ressourcen für die Sicherstellung der digitalen Grundbildung an den Schulen. Dieser Bildungsauftrag darf jedoch nicht zu einer Vernachlässigung der Vermittlung der für die Ausbildungs- und Studierreife wesentlichen Basis- und Schlüsselkompetenzen führen.

Im Fokus stehen hier die naturwissenschaftlichen Fächer, Technik sowie Mathematik und Deutsch, aber auch Sozialkompetenzen. Mangelnde Ausbildungsreife und / oder fehlende Mobilität der Bewerber sowie eine eingeschränkte Berufswahl sind nach wie vor die Hauptursachen, warum Ausbildungsplätze in Deutschland unbesetzt bleiben. Hier muss **politisches Handeln ansetzen: Analoge und digitale Basiskompetenzen in der Schule verlässlich ausprägen, ganzheitliche Berufsorientierung sowie Technikaffinität fördern, realistische berufliche Karrieren aufzeigen, Mobilitätsanreize für Schulabgänger schaffen und kleine Betriebe durch eine attraktive Ausbildungsförderung finanziell unterstützen**. Um das „duale Prinzip“ der beruflichen Ausbildung wieder in den Vordergrund zu rücken, kommt es insbesondere darauf an, den **Lernort „Berufsschule“ zu stärken**. Aus Sicht der Chemieindustrie besteht besonderer Handlungsbedarf bei der Infrastruktur (Gebäude, Ausstattung, IT- und Kommunikation), den Finanzmitteln, der Fachlehrerversorgung und der Qualifizierung / Weiterbildung des vorhandenen Lehrpersonals. Letztere erfordert insbesondere die Ausprägung methodischer und didaktischer Kompetenzen zur effizienten Nutzung des „digitalen Lernens“ – mit moderner Infrastruktur alleine ist es nicht getan. Die **Berufsschulen müssen mit den Entwicklungen in den Betrieben schritthalten können**: so werden beispielsweise die Möglichkeiten technologieoffen formulierter Ausbildungsordnungen bereits heute genutzt, um vor Ort im Unternehmen digitale Kompetenzen zu vermitteln.

Darüber hinaus wird das **digitale Profil vieler Ausbildungsberufe derzeit erweitert**. Dies verdeutlicht: Die **Sozialpartner gestalten auch unter den Bedingungen des digitalen Wandels die Inhalte der Ausbildungsberufe vorausschauend** und **am betrieblichen Bedarf orientiert**. Sie entscheiden am besten, ob und in welchem Umfang bestehende Berufe weiterentwickelt oder neugestaltet werden. Gleiches gilt für die qualitative Entwicklung der Ausbildung. Die Digitalisierung als solche erfordert keine zusätzlichen Regelungen (z. B. für duale Studiengänge) oder etwaige Ergänzungen des Berufsbildungsgesetzes.

Um die Position der beruflichen Bildung als attraktive Alternative zur akademischen Qualifizierung zu stärken, ist es sinnvoll, **die Weiterbildung für die Fachkräfte, die aus dem dualen System**

kommen, gezielt auszubauen. Es gilt, die Chancen besser zu nutzen, die sich für die Entwicklung attraktiver Weiterqualifizierungskonzepte aus der zunehmenden Digitalisierung im Bereich der Bildung eröffnen. **Bund und Länder sollten im Rahmen einer Exzellenzinitiative „Berufliche Bildung“ einige ausgewählte zukunftsweisende Leuchtturmprojekte in der digitalen Weiterbildung fördern.** Bestehende **Hürden, wie das Kooperationsverbot,** sollten hierfür **beseitigt werden.** Bei der Debatte um die berufliche Weiterbildung darf jedoch nicht der Eindruck entstehen, die duale Erstausbildung sei lediglich ein „durchlaufender Posten“ und eine Anschlussqualifizierung immer zwingend notwendig. Die duale Ausbildung als solche hat hohe Qualität und einen eigenen Stellenwert. Stattdessen muss es um die **Vielfalt der beruflichen Gestaltungsoptionen** gehen, die in Abwägung von individuellen Karrierezielen und betrieblichen Anforderungen sinnvoll zu nutzen sind. Digitalisierte Bildungsangebote lassen sich für Lebenslanges Lernen gut nutzen und können so zur Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit gezielt beitragen. Eine adäquate Beratung gemeinsam mit den Unternehmen, flankiert von Fördermaßnahmen, sowie eine verbesserte Durchlässigkeit zwischen akademischer und beruflicher Bildung sind dabei hilfreich.

Digitale Bildung in Studiengängen der Chemie und der Lebenswissenschaften

Die Digitalisierung hat in der Hochschulausbildung bereits zu erheblichen Veränderungen geführt, die sich u. a. im Einsatz der neuen Medien und webbasierter Lern- / Lehrplattformen sichtbar manifestieren. Hierzu zählt auch die verstärkte Implementierung von Online-Kursangeboten.

Der Einsatz dieser Werkzeuge in der Lehre ist mittlerweile an den meisten Hochschulen inzwischen Routine. In den naturwissenschaftlich-technischen Fächern und in den von den Hochschulen angebotenen Studiengängen dieser Fächer geht es aber nicht nur um die instrumentelle Nutzung der Digitalisierung und die Implementierung moderner IT-basierter Lehr- und Lernformate – die sich heute dank verfügbarer leistungsstarker Hard- und Softwaretechnologien realisieren lassen – sondern auch um die **Frage der angemessenen curricularen Einbindung digitaler Studieninhalte in die jeweiligen Studiengänge**. Die **Anforderung an die Fachstudiengänge, zur stärkeren digitalen Bildung der Hochschulabsolventen beizutragen**, ist den Veränderungen in der Berufs- und Arbeitswelt geschuldet sowie den damit einhergehenden veränderten Anforderungen an die fachlichen und fachübergreifenden Qualifikationen der Absolventen. Die verstärkte fachliche Auseinandersetzung mit dem Querschnittsthema Digitalisierung in den Studiengängen der Chemie, der Chemieingenieurwissenschaften und der Life Sciences an Universitäten und Fachhochschulen ist primär vor dem Hintergrund der enormen Fortschritte in der Datenwissenschaft („data science“) zu sehen, die in der jüngeren Vergangenheit eine stürmische Entwicklung genommen hat.

Die rasante Entwicklung in der Datenwissenschaft ist von der Digitalisierung zugleich angetrieben worden (technologische Voraussetzungen für „big data“, künstliche Intelligenz, „cloud computing“ etc.) und hat ihrerseits die Ausweitung der Einsatzmöglichkeiten der Digitalisierung und digitaler IT-Technologien in vielen Anwendungs- und Aufgabenfeldern erheblich beschleunigt.

In den Lebenswissenschaften hat sich das Fach Bioinformatik seit inzwischen etwa 20 Jahren an einigen Universitäten etabliert. Grundlage waren spezifische Anforderungen in der Forschung, enorme Datenmengen mit fortschrittlichen datenwissenschaftlich-informationstechnischen Methoden gezielt zu verarbeiten (Auslöser war die Sequenzierung des menschlichen Genoms im Rahmen des Humangenomprojektes). An diesen Standorten gibt es in aller Regel eigenständige interdisziplinäre Bioinformatik-Studiengänge. Von diesem spezifischen Studienangebot profitieren die anderen biowissenschaftlichen Studiengänge an den betreffenden Hochschulstandorten durch Integration einzelner Bausteine aus dem Curriculum der Bioinformatik.

Aus Sicht der Chemieindustrie ist es im Interesse der Studierenden geboten, die **Curricula der Studiengänge Chemie, Chemieingenieurwesen und der Lebenswissenschaften so zu überarbeiten**, dass die **Vermittlung solider Grundkenntnisse der Chemo - / Bio-Informatik obligatorischer Bestandteil der Hochschulbildung** wird.

In die Lehramtsstudiengänge Chemie sind **verpflichtend Module zum Erwerb von Anwenderwissen und Praxiskenntnissen bezüglich des Einsatzes von Digitaltechnik im Experimentalunterricht** zu integrieren. Dies gilt auch für Studiengänge, die zum Lehramt an beruflichen Schulen qualifizieren. Da die flächendeckende Versorgung der weiterführenden Schulen mit modernem Informatikunterricht in erster Linie davon abhängt, dass ausreichend viele gut ausgebildete Informatiklehrer(innen) zur Verfügung stehen, ist es dringlich, zeitnah **Lehrstühle für Didaktik der Informatik an den Universitäten einzurichten**. Für die fachdidaktische Ausbildung der Lehramtsstudierenden sind diese Lehrstühle unverzichtbar.

Um ein besseres Verständnis für die digitale Transformation in der chemischen Industrie hin zu Chemie 4.0 zu entwickeln, ist es sinnvoll, zu charakterisieren, welche Implikationen die Entwicklungen in den Kerngebieten der Datenwissenschaft für den Wandel in den Chemieunternehmen haben. Die für die **Unternehmenspraxis** schon heute **relevanten Kerngebiete der Datenwissenschaft** sind:

- **Datenerfassung und -aufbereitung**
- **Datentransformation**
- **Rechnen mit und Verknüpfen von Daten**
- **Datenmodellierung**
- **Datenvisualisierung und Präsentation.**

Mit dem Wandel hin zu Chemie 4.0 zeichnet sich deutlich ab, dass **Experten der Datenwissenschaft künftig von den Unternehmen stärker nachgefragt werden**, um die mit big data einhergehenden Aufgaben und Anforderungen in den verschiedenen industriellen Arbeitsgebieten durch vermehrten Einsatz datenwissenschaftlicher Methoden und Werkzeuge zu bewältigen. Die Chemieunternehmen stehen hier im Wettbewerb mit den Unternehmen anderer Industriezweige, die den digitalen Wandel ebenfalls meistern müssen.

Als Spezialisten haben Data Scientists primär die Aufgabe, die Werkzeuge, die heute von der Datenwissenschaft zur Verfügung gestellt werden und in einigen Unternehmen (ansatzweise) eingesetzt werden, für die breitere integrierte Verwendung in den Unternehmen nutzbar zu machen (Forschung und Entwicklung, Technikum, Pilotanlagen, Wartung und Service, Produktion, Marketing und Vertrieb, um einige Einsatzfelder zu nennen). Dies setzt jedoch voraus, dass auch **Chemiker, Chemieingenieure, Verfahrenstechniker, Biowissenschaftler** und **andere Spezialisten** neben ihren fachbezogenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Kenntnissen und Fertigkeiten auch **über ausreichende „digitale Qualifikationen“ für die Mitwirkung an diesen anspruchsvollen Aufgaben verfügen**. Ausreichende digitale Qualifikationen sind ein kritischer Erfolgsfaktor für die Zusammenarbeit zwischen den Experten, die aus den naturwissenschaftlich-technischen Studiengängen kommen, und den Datenwissenschaftlern sowie IT-Fachleuten in den Unternehmen.

Die Verfügbarkeit äußerst leistungsstarker Rechner, schneller Breitbandnetze für Kommunikation und Datentransport sowie kostengünstiger Massenspeicher für die Ablage großer Datenmengen an verschiedenen „Stellen“ im Unternehmen schafft einerseits die technologischen Voraussetzungen, die modernen Methoden und Werkzeuge der Datenwissenschaft anzuwenden. Sie macht andererseits zugleich aber auch **den massiven Ausbau der Kompetenzen im Bereich data science notwendig. Es gilt, aus den vorhandenen Datenpools in den Unternehmen den größtmöglichen Nutzen für das Unternehmen hinsichtlich der Verbesserung seiner Wettbewerbsfähigkeit zu ziehen. Dies ist die zentrale Herausforderung**, da die **Erschließung der Datenpools als solche bereits erhebliche Probleme aufwerfen kann**, wenn die als „Rohstoff“ vorhandenen Daten nicht die intrinsische Datenqualität aufweisen, die für valide Extraktionen von nützlichen Informationen erforderlich ist. Daher bedeutet data science in Fällen, in denen mit großen Datenmengen typischerweise heterogener Qualität und Herkunft (Anomalien und Artefakte!) umgegangen wird, viel mehr als den Einsatz üblicher statistischer Verfahren. Eine der **wesentlichen Herausforderungen für die angewandte Datenwissenschaft** liegt in der Praxis darin, **mit Hilfe robuster datenanalytischer Methoden zum einen den Umfang der Daten zu reduzieren**

und zum anderen gleichzeitig die Qualität der „verbliebenen“ Daten und damit ihre Aussagekraft und Relevanz zu erhöhen. Ausgeklügelte softwarebasierte Verfahren stehen für diese anspruchsvollen „data mining“-Aufgaben zur Verfügung. Data mining – (immer auch „Datenreinigung“) – liefert aber nur dann verlässliche Ergebnisse, wenn die eingesetzten Werkzeuge und Verfahren zwecks Referenzierung zunächst mit validem Expertenwissen ausgestattet und trainiert werden. Hier werden im Zuge der weiteren Digitalisierung **künftig Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI)** verstärkt zum Einsatz kommen, die auch die Weiterentwicklung von „autonomen“ Expertensystemen vorantreiben.

Diese **Methoden und Werkzeuge** müssen mit Blick auf die meist komplexen wissenschaftlich-technologischen Aufgaben aus der Chemie, dem Chemieingenieurwesen oder den Biowissenschaften **anforderungsgerecht einsatzbereit („fit for purpose“)** gemacht werden. Die Umwandlung von big data in „smart data“ (hoher Qualität) wird mit voranschreitender Digitalisierung zu einer wachsenden Herausforderung für die Unternehmen: Denn die Fähigkeiten, rasch große Mengen an Primärdaten zu generieren, nehmen mit jeder „Digitalisierungsrunde“ deutlich zu. Zur beschleunigten Entwicklung von Innovationen sind daher allein aus ökonomischen Gründen **intelligente Datenreduktionen** und **robuste Datenaufbereitungen unverzichtbar.**

Das „lost in data“-Problem ist in vielen Fällen schon heute kritisch, weil das Zusammenführen und Verdichten von Daten aus Datenpools unterschiedlicher Genese, Provenienz und Qualität mit erheblichem Mehraufwand (Kosten) verbunden ist. Zum **Aufbau eines Informationsmanagementsystems**, das **zumindest in Unternehmensbereichen ganzheitlich-integriert und data science-basiert** ist, muss sichergestellt werden, dass die Expertisen aus den Fachdisziplinen der Natur- und Ingenieurwissenschaften möglichst von Beginn an und systematisch eingebunden werden.

In der Hochschulausbildung von Chemikern, Chemieingenieuren und Lebenswissenschaftlern wird die voranschreitende Digitalisierung auch noch aus anderen Gründen einen stärkeren Niederschlag finden. Schon heute finden elaborierte softwarebasierte Werkzeuge mehr und mehr Eingang in Labors, Technika und Produktion – dank wissenschaftlich-technischer und methodischer Fortschritte in den Feldern Modellierung und Simulation für die Exploration von Eigenschaften und Verhalten stofflicher Systeme sowie im Bereich der Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR) für die Automatisierung komplexer Stoffwandel- und Stofftransportprozesse. In den Entwicklungslabors und Technika kommen Modellierung und Simulation bei der Durchführung von virtuellen Experimenten mehr und mehr zum Einsatz. Die Ergebnisse dieser Experimente werden ausgewertet, visualisiert und für weitere numerische Berechnungen aufbereitet. So lassen sich z. B. erste Einschätzungen von Materialeigenschaften oder von günstigen Bedingungen für die Führung von Reaktionen / Prozessen vornehmen. In Zukunft werden data-science-basierte Werkzeuge auch zur Analyse und Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien in die Verfahren eines ganzheitlichen Prozessmanagements zunehmend integriert werden. Die (multifaktorielle) statistische Versuchsplanung („Design of Experiments“ [DoE]) profitiert ebenfalls enorm von den Fortschritten der Digitalisierung. Denn so kann die gezielte softwaregestützte Identifizierung derjenigen Parametersettings, die mit Blick auf die Optimierung von Outputgrößen (gewünschte Eigenschaften, Merkmale) bei der Durchführung der Experimente in die engere Wahl fallen, deutlich verlässlicher vorgenommen werden. Die voranschreitende Digitalisierung / Automatisierung in der statistischen Versuchsplanung erschließt gerade bei stofflich komplexen dynamischen Systemen mit vielen physikalischen Einflussparametern erhebliche Einsparpotentiale bei Ressourcen (Kosten- und Zeitminimierung). **In kombinierten Ansätzen sollte „design thinking“ ebenso gelehrt werden**

wie BWL- und IT-Grundlagen. Das **Lernen an echten Fragestellungen** sollte hier **im Vordergrund stehen**, um ein besseres Verständnis für konkrete Probleme aus der industriellen Praxis zu entwickeln. Die **Teilnahme von Studierenden an Ideenwettbewerben**, die lokale Unternehmen anbieten, eröffnet hier **Möglichkeiten**, die **für beide Seiten von Interesse** sind.

In den Chemieingenieurdisziplinen, in der Verfahrenstechnik und in der Biotechnologie sind leistungsfähige Software-Pakete bei Planung und Auslegung von Anlagen und Prozessen schon heute standardmäßig im Einsatz. Da zu erwarten ist, dass die **regulatorischen Anforderungen an Einsparungen beim Ressourceneinsatz künftig eher strenger** werden, wird die **sachgerechte Einbeziehung von Nachhaltigkeitsfaktoren** in die **Planung und Auslegung von Anlagen mehr Gewicht erhalten**. Ohnehin werden **die Anstrengungen zur Kostensenkungen** wichtiger Treiber bleiben, um den Ressourceneinsatz zu optimieren.

Die Raum- / Zeit-Überwachung von Stoff- und Energiewandelvorgängen in modernen Anlagen und die Prozessführung – unter den Bedingungen, für die der Ressourceneinsatz minimiert und die Erfüllung von Nachhaltigkeitsanforderungen maximiert werden – erfordern **entsprechende Ausstattung an MSR-Technik samt integrierter schneller Datenerfassung und -verarbeitung**. Auch hier wird die stärkere Implementierung von data science-gestützten Informationsmanagementsystemen zur Optimierung komplexer Anlagen und Prozesse im Chemieingenieurwesen und in der Biotechnologie eine wesentliche Aufgabe bei der Transformation hin zu Chemie 4.0 sein.

Bestens ausgebildete Chemiker, Chemieingenieure und Biowissenschaftler und andere Experten werden künftig über einschlägige digitale Qualifikationen und Kompetenzen verfügen, die sie als Hochschulabsolventen zum Berufseinstieg in die chemische Industrie mitbringen.

Stand: 12. Februar 2018

Bundesarbeitgeberverband Chemie e. V. (BAVC)
Bildung und Innovation
Abraham-Lincoln-Straße 24
65189 Wiesbaden
www.bavc.de
bildung@bavc.de

Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI)
Bereich Wissenschaft und Forschung
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
www.vci.de
vci@vci.de