

# LEHRPLANRAHMEN FÜR HOCHSCHULEN UND BERUFSSCHULEN

**mit Kursen für die  
Chemie-, Pharma-, Gummi-  
und Kunststoffbranche**



With the financial  
support of the  
European Union

## 1 Einführung

Dieses Dokument beinhaltet einen Rahmen für digitale Fähigkeiten zur Unterstützung transversaler und sozialer Kompetenzen, um sicherzustellen, dass Fachkräfte auf die digitale Transformation des Chemie-, Pharma-, Gummi- und Kunststoffsektors vorbereitet sind. Dieser Rahmen kann in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (Vocational Education and Training, VET) und im akademischen Bereich verwendet werden, um sicherzustellen, dass die neue Generation junger Menschen, die sich auf eine Karriere in diesen Sektoren vorbereiten, über die erforderlichen fortgeschrittenen digitalen Fähigkeiten und Qualifikationen verfügt. Dieser Rahmen wurde auf der Grundlage von Sekundärforschung und einer Reihe von Workshops mit Arbeitgebenden, Arbeitnehmenden und Managern der Industrie im Frühjahr 2022 entwickelt. Es wendet sich an verschiedene Sektoren. Wir stellen einen Rahmen der digitalen Fähigkeiten für Lehrplan- und Abschlussqualifikationen vor, die Studierende während der Ausbildung neben dem allgemeinen Studienprogramm erwerben müssen. Einige dieser Qualifikationen sind für die meisten Bildungseinrichtungen neu und werden in diesem Rahmen hervorgehoben. Die mit den einzelnen Fähigkeiten verbundenen digitalen Technologien ändern sich rasant: So entstehen z. B. laufend neue Social-Media-Plattformen und neue Sensoren kommen auf den Markt. Dieser Rahmen ist daher eher allgemein gehalten und beschreibt keine spezifischen digitalen Technologien. Wir empfehlen, den Lehrplanrahmen an den Rahmen des European Chemistry Thematic Network (ECTN) anzupassen.

Der Rahmen bezieht sich auf digitale Kompetenzen für die sektorspezifischen Berufe und Aufgaben. Obwohl die Unterschiede zwischen den Sektoren nicht groß sind, scheint die Nutzung digitaler Technologien im Pharmasektor bereits weiter fortgeschritten zu sein, wofür die In-Silico-Forschung ein anschauliches Beispiel ist.

Der Wissenstransfer kann nicht funktionieren, wenn Dozierenden und Professorinnen und Professoren die Digitalkompetenz fehlt. Ein Train-the-Trainer-Ansatz ist eine bewährte Praxis zur Erweiterung der Lernfähigkeit eines Sektors. Für den Aufbau und den Erwerb neuer Fähigkeiten werden Einrichtungen wie Datenlabore benötigt.

Der Aufbau eines Ökosystems gemeinsam mit der Industrie (Fälle, geäußerte Bedürfnisse, Lehrkräfte mit Kompetenz in hybriden Lehrmethoden) ist eine bewährte Praxis, um Lehrpläne auf die Bedürfnisse der Industrie abzustimmen und sowohl Auszubildende als auch Fachkräfte weiterzubilden. Das Modell der Lerngemeinschaft, das Lernen, Innovation und Arbeit an einem Ort vereint, ist ein Konzept, dessen Wert unmittelbar zum Tragen kommt.

Es hat sich gezeigt, dass Anpassungsfähigkeit die wichtigste Fähigkeit ist, wenn es darum geht, Altes zu „verlernen“ und auf die sich schnell verändernden digitalen Technologien zu reagieren. Dies erfordert auch einen Prozess der stetigen Anpassung der Kurse an die Bedürfnisse der jeweiligen Branche. Eine Aktualisierung des derzeitigen Rahmens für digitale Fähigkeiten wird aufgrund der aufkommenden neuen Technologien demnächst notwendig sein.

Auf Cybersicherheit und digitale Schwachstellen muss stärker geachtet werden, um fundierte Entscheidungen über die Einführung neuer digitaler Technologien zu ermöglichen.

## 2 Die digitale Transformation

Die Digitalisierung der Fertigung führt zu einer allmählichen Umstellung der Wartung von analog und papiergestützt auf digital und sensorbasiert. Dies bietet einerseits viele Möglichkeiten, z. B. für eine vorausschauende Wartung, erfordert aber andererseits auch viele neue Fähigkeiten. Die Digitalisierung leistet einen gewissen Beitrag zur Verbesserung der Registrierung von Fehlern, des Anlagenzustandes und der Nutzung, indem sie die Abhängigkeit der Registrierung von menschlichen Eingaben verringert. Fachwissen und Wissensmanagement sind jedoch nach wie vor von entscheidender Bedeutung, da mehr Spezialisten für die Sammlung und Analyse spezifischer Daten benötigt werden. (Tiddens, 2018)

Intelligente Wartung basiert auf der umfassenden Erfassung von Daten und auf der Fähigkeit zur Fernüberwachung. Der dadurch entstehende Informationsstrom wird ständig aktualisiert und ist jederzeit und überall verfügbar. Dies ermöglicht eine zielgerichtete vorausschauende Wartung und optimierte Reparaturstrategien. Maschinen mit Deep-Learning-Fähigkeiten analysieren nicht nur die bisherige und die aktuelle Leistung, sondern können auch wertvolle Erkenntnisse und Diagnosen für Maschinen und deren Komponenten liefern.

Digitale Logistikplattformen ermöglichen die transparente Darstellung von Lagerbeständen, Warenbewegungen und Lieferleistung sowie der Einhaltung von Sicherheitsprozessen. (Gmür, 2018)

In der Pharmalogistik konzentrieren sich die Digitalisierungsinitiativen derzeit vor allem auf das Tracking-&-Tracing-Verfahren. Neue Vertriebsvorschriften (Good Distribution Practices, GDP) zwingen Unternehmen dazu, ihre Sendungen nicht nur genauer zu verfolgen und rückzuverfolgen, sondern auch die Temperaturen während des Transports genauer zu überwachen. Intelligente Technologien und zentralisierte Cloud-Plattformen bieten bessere und umfassendere Möglichkeiten, diese Anforderungen zu erfüllen. Neben der Verfolgung und Rückverfolgung gewinnt in der Pharmalogistik auch die Serialisierung zunehmend an Bedeutung.

Viele Pharmaunternehmen suchen nach Möglichkeiten, zentrale Kontrolltürme für die Lieferkette und die zugrundeliegenden IT-Lösungen einzurichten. Davon erhoffen sie sich nicht nur bessere Einblicke in ihre Lieferkette, sondern vor allem eine proaktive Kontrolle über ihre Sendungen und die Ausführung in der Lieferkette.

Das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) bringt neue Systemarchitekturen hervor, bei denen offene Standards eine wichtige Rolle spielen. Durch eine verbesserte Konnektivität werden Informationen leichter verfügbar, sodass zuvor isolierte Funktionen enger verzahnt und besser integriert werden können. Hier wird die Modellierung mit dem richtigen Grad an Wiedergabetreue entscheidend sein. Es ist zu erwarten, dass die Optimierung an Bedeutung gewinnen wird. Ein weiterer Trend besteht darin, dass Handsensoren und tragbare Geräte Einzug in die Werkshallen halten.

Digitale Technologien verändern die Entwicklung von Forschung und Innovation: Beispiele sind die In-Silico-Forschung in Bereichen wie Screening von Wirkstoffkandidaten, Zellsimulationen, der Einsatz von digitalen Zwillingen (Digital Twinning) zur Vorhersage der Auswirkungen neuer Technologien sowie Technologiescouting mithilfe von künstlicher Intelligenz.

Auch in den Bereichen datengesteuerte Chemie und Forschung tut sich einiges. Datengesteuerte Forschungs- und Innovationsstrategien bestehen unter anderem darin, alle verfügbaren Forschungsdaten zu sammeln, zu aggregieren und zu analysieren und diese Daten allen Mitarbeitenden, die sie benötigen, zur Verfügung zu stellen (internes Wissensmanagementsystem).

## 3 Bewährte Praktiken für Master-Lehrpläne

Englisch ist der verbindende Standard für Bildungsressourcen, die für verschiedene Lernendenpopulationen verwendet oder als offene Bildungsressourcen veröffentlicht werden sollen. Der Lehrplan wird in der Regel alle drei Jahre von führenden Universitäten aktualisiert, sodass neue digitale Technologien berücksichtigt werden können.

Die Zusammenarbeit mit der Industrie ist entscheidend, um den Bedürfnissen der einzelnen Branchen Rechnung zu tragen. Lerngemeinschaften, einschließlich der Verbindung mit KMUs (z. B. in Form von Praktika), können dazu beitragen, eine gemeinsame Basis für digitale Fähigkeiten zu schaffen. Es ist gängige Praxis, Studierenden Eingangstests und Kurse zu grundlegenden digitalen Fähigkeiten anzubieten. Dies kann fächerübergreifend und durch Projektarbeiten oder Online-Kurse erfolgen. Wissenseinrichtungen bieten beispielsweise regelmäßig die Einstiegskurse der Khan-Akademie an.<sup>1</sup> Bewährt haben sich auch fächerübergreifende digitale Projektwochen, in denen Studierende mithilfe von digitalen Technologien an der Lösung industrieller Herausforderungen arbeiten und auf diese Weise nicht nur ihre Kommunikationsfähigkeiten, sondern auch ihre digitale Kompetenz verbessern. Alle führenden Universitäten nutzen Online-Lernumgebungen (LMS-Systeme) und viele auch ein Flipped-Classroom-Konzept, bei dem Lerninhalte zu Hause erarbeitet und im Unterricht angewendet werden. Online- oder E-Prüfungen werden zunehmend eingesetzt, und zur Authentifizierung der Prüfungsteilnehmenden (Stimme, Bilderkennung) werden neue Technologien verwendet. So werden z. B. Webcams verwendet, um verdächtiges Verhalten festzustellen.

Ein gutes Beispiel für den Einsatz von Virtual Reality in der Bildung ist deren Verwendung, um die Struktur von Proteinen mehreren Studierenden gleichzeitig nahezubringen. Mit einem VR-Headset (kompatibel mit Google Cardboard) und einem Smartphone können alle Teilnehmenden anhand von Daten der Protein Data Bank die modellierte chemische Struktur in 3D erleben. Auch Gamifizierung und 3D-Modellierung stellen die Proteinfaltung auf interessante und unterhaltsame Weise dar.

In Schulungen werden zunehmend digitale Zwillinge eingesetzt, weil sie es nicht nur ermöglichen, Normalbetrieb und Wartung darzustellen, sondern auch die Reaktion auf Anomalien und Vorfälle auf realistische und sichere Weise zu trainieren. Im Rahmen dieses Trends werden auch vermehrt E-Labs eingesetzt, die E-Lernen und reale wissenschaftliche Experimente ermöglichen und Datenanalysetools bereitstellen. Sie senken auch die Laborkosten und schaffen eine rund um die Uhr zugängliche Testumgebung für Schulungen.

<sup>1</sup> <https://www.khanacademy.org/>

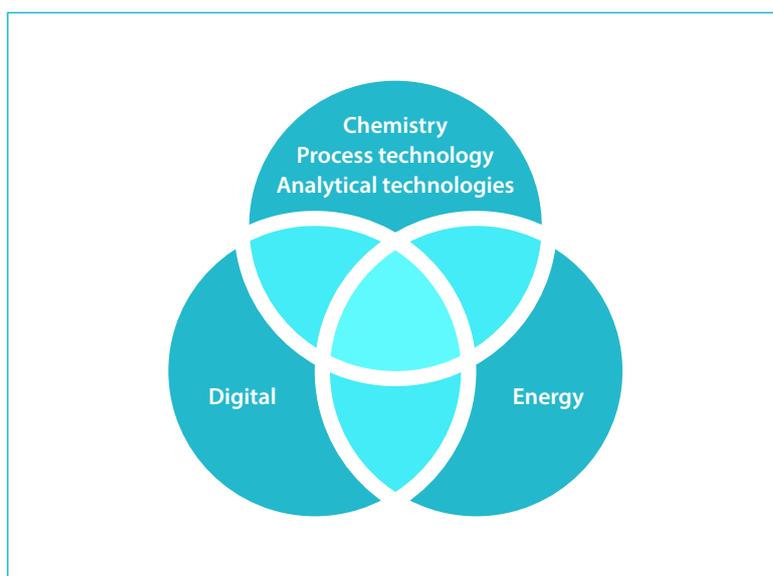
## 4 Fähigkeiten und Kompetenzen

Die Kompetenzen von Chemiefachkräften sind die traditionellen Kompetenzen in den Bereichen Chemie, Prozesstechnologie und Analysetechnologien, erweitert um Kompetenzen in digitalen Technologien, Energie oder Nachhaltigkeit. IT-Fachkräfte decken den grünen unteren linken Teil ab, Energiefachkräfte den grünen unteren rechten Teil. Dieser Rahmen bezieht sich auf den blauen oberen Teil links und den schwarzen Teil, der beschreibt, welche Kompetenzen Fachkräfte in der Industrie in digitalen Technologien haben müssen.

Bitte beachten Sie, dass die vorgeschlagenen Lernaktivitäten der European Chemistry Thematic Network Association (ECTN) digitale Lernansätze nur begrenzt berücksichtigen. In Anbetracht der heutigen Möglichkeiten wie Online-Lernen, virtuelle Realität, Simulation usw. sehen wir auch beim Lernansatz Innovations-spielraum.

Im Zuge ihres Studiums sollten Studierende ein Bewusstsein für die Bedeutung der Chemie in unserer Welt und für ihr Potenzial entwickeln, zur Lösung von Problemen beizutragen, die von der Menschheit gelöst werden müssen, wenn sie überleben will. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass Lehrende nicht nur die akademische Seite ihres Fachs beleuchten, sondern auch Material zu folgenden Themen verwenden:

- Chemie und Industrie
- Chemie und Umwelt
- Wirtschaftliche Bedeutung der Chemie
- Chemie und Energie, Klimawandel und Lebensmittelproduktion
- Chemie und Biologie
- Chemie und Medizin
- Soziale Aspekte der Chemie
- Regulatorischer Rahmen



## 5 Lehrplanrahmen

2 Y.Demchenko et.al. 2018 EDISON Data Science Framework:  
Teil 1. Kompetenzrahmen für Datenwissenschaft (CF-DS) Version 3

Ausgehend von den Bedürfnissen der Industrie schlagen wir für den Lehrplanrahmen für Hochschulen und Berufsschulen, die Kurse für Wartung, Betrieb oder Logistik-technik anbieten, die nachstehenden erwarteten Lernergebnisse vor. Diese bestehen in einer Reihe von im Edison Data Science Framework (EDSF<sup>2</sup>) definierten angewandten datenwissenschaftlichen Fähigkeiten in Form von Fachwissen und Kenntnissen in den Bereichen Datenmanagement und -verwaltung.

NEUE FÄHIGKEITEN AUF DER GRUNDLAGE VON EDSF UND EXTRA, DIE LAUT INDUSTRIE UND WISSENSRICHTUNGEN IN DIE AKADEMISCHE AUSBILDUNG AUFGENOMMEN WERDEN MÜSSEN.	Instandhaltung	Betrieb	Logistik	F&E
Anwendung geeigneter Datenanalysen und statistischer Techniken auf die verfügbaren Daten, um neue Zusammenhänge zu erkennen, Einblicke in Forschungsprobleme oder organisatorische Prozesse zu gewinnen und die Entscheidungsfindung zu unterstützen.	X	X	X	X
Fähigkeit, über verschiedene Arten von Schnittstellen mit digitalen Systemen zu interagieren, z. B. mit Service- und Industrierobotern, die verschiedene (sprach- oder gestenbasierte) Schnittstellen verwenden.	X	X	X	X
Kompetenz in verschiedenen Datenanalysetechniken wie maschinellem Lernen (einschließlich überwachtes, unüberwachtes und halbüberwachtes Lernen), Data Mining, präskriptiven und prädiktiven Analysen für komplexe Datenanalysen über den gesamten Lebenszyklus der Daten.	X	X	X	X
Anwendung benannter quantitativer Techniken einschließlich Statistik, Zeitreihenanalyse, Optimierung und Simulation zum Einsatz geeigneter Analyse- und Prognosemodelle.	X	X	X	X
Identifikation, Extraktion und Zusammenführung verfügbarer und relevanter heterogener Daten, u. a. aus modernen Datenquellen (z. B. soziale Medien), offener Daten, Behördendaten, Überprüfung der Datenqualität.	X	X	X	X
Verständnis und Anwendung verschiedener Leistungs- und Genauigkeitsmetriken zur Modellvalidierung in Analyseprojekten, in der Hypothesenüberprüfung und in der Informationsbeschaffung.	X	X	X	X
Entwicklung der erforderlichen Datenanalysen für organisatorische Aufgaben und Integration von Datenanalyse- und -verarbeitungsanwendungen in Arbeitsabläufe und Geschäftsprozesse, um eine agile Entscheidungsfindung zu ermöglichen.	X	X	X	X
Visualisierung der Ergebnisse von Datenanalysen, Entwicklung von Dashboards und Anwendung von Storytelling-Methoden.	X	X	X	X
Analyse der Informationsbedürfnisse, Bewertung bestehender Daten und Vorschlag/Identifikation neuer Daten, die in einem bestimmten Geschäftskontext zur Erreichung des Unternehmensziels erforderlich sind, einschließlich der Nutzung sozialer Netzwerke und offener Datenquellen.	X	X	X	X
...	...	...	...	...

...	...	...	...	...
Fachwissen über Risiken und Vorschriften im Bereich der unsicheren Interaktion mit digitalen Tools und Daten.	X	X	X	X
Expertenwissen in der Kommunikation von Erkenntnissen in verschiedenen (digitalen) Formaten und Systemen.	X	X	X	X
Vertrautheit mit der verfügbaren Sensortechnologie und aufkommenden Trends wie Auswertung durch Wearables.	X	X	X	X
Grundlegendes Verständnis von KI sowie der verschiedenen Arten von Algorithmen des maschinellen Lernens und neuronalen Netzen ohne umfangreiches Codieren.	X	X	X	X
Fähigkeit, mit Wartungsmanagementsystemen zu arbeiten.	X			
Fähigkeit, mit Lieferkettenmanagement und Bestellsystemen zu arbeiten.			X	X
Fähigkeit, mit Co-Bots zu arbeiten.	X	X		
Fähigkeit, mit Energieüberwachungssystemen zu arbeiten und Daten im Hinblick auf die Einsatzoptimierung zu analysieren.		X		
Fähigkeit, mit verteilten Kontrollsystemen zu arbeiten und Vertrautheit mit deren Elementen und der globalen Architektur dieser Systeme.		X		X
Fähigkeit, mit Inventar- und Lagersystemen zu arbeiten.	X		X	
Verständnis der Tracking-&-Tracing-Möglichkeiten wie QR-Codes, RFID-Technologien, Barcodes.			X	
Fähigkeit, mit Tracking-&-Tracing-Lösungen zu arbeiten.			X	X
Fähigkeit zur Nutzung der von den Lieferketten-Kontrolltürmen gelieferten Daten.				X
Operationalisierung von Fuzzy-Konzepten zur Messung von Schlüsselkennzahlen, um Geschäftsanalysen zu validieren und potenzielle Herausforderungen zu erkennen und zu bewerten				X
Kompetenz in der Entwicklung kreativer Formate, einschließlich Multimedia, und in der Programmierung.	X	X	X	X

FÖRDERUNG TRANSVERSALER UND SOZIALER KOMPETENZEN IM ZUSAMMENHANG MIT DER DIGITALEN TRANSFORMATION	Instandhaltung	Betrieb	Logistik	F&E
Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit und Bereitschaft zu Veränderung, vor allem in Anbetracht des sich rasant verändernden technologischen Umfeldes.	X	X	X	X
Fähigkeiten im Bereich interkulturelle Kompetenzen aufgrund der wachsenden Vielfalt von Teams.	X	X	X	X
Fähigkeit, Beziehungen zu internen und externen Interessengruppen zu pflegen.	X	X	X	X
Fähigkeit zur Zusammenarbeit und Kommunikation mit Nicht-Fachleuten und Fachleuten aus anderen Bereichen.	X	X	X	X
Fähigkeit zur Zusammenarbeit in virtuellen Teams.				
Fähigkeit zum Networking und zur Zusammenarbeit über digitale Kanäle.				
Fähigkeit zur Interaktion mit und zur Teilnahme an Gemeinschaften und Netzwerken.				
Problemlösungskompetenz und Bewusstsein für verschiedene (digitale) Problemlösungstechniken und sowie Fähigkeit zur Wahl eines geeigneten Ansatzes.	X	X	X	X
Ethische und sicherheitstechnische Kompetenzen, ethisches Bewusstsein und die Fähigkeit, sich selbst vor Online-Betrug und Bedrohungen zu schützen sowie Daten und digitale Identitäten zu schützen	X	X	X	X
Computergestütztes Denken.	X	X	X	X



## Impressum

### Herausgeber

FECCIA – European Federation of Managerial  
Staff in the Chemical and Allied Industries  
ECEG – European Chemicals Employers Group  
Ledarna

### Ergebnisse entwickelt von

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.  
[www.royalhaskoningdhv.com](http://www.royalhaskoningdhv.com)

### Gestaltung

Nolte Kommunikation  
[www.nolte-kommunikation.de](http://www.nolte-kommunikation.de)

### Bildnachweis

[shutterstock.com/Anusorn Nakdee](https://www.shutterstock.com/Anusorn+Nakdee)