

# LEHRPLANRAHMEN FÜR INGENIEURINNEN UND INGENIEURE

**in den Bereichen Chemie, Pharma,  
Gummi und Kunststoffe**



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 von Universitätsinstituten 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. Dies ermöglicht es zukünftigen Arbeitsmarktteilnehmenden, sich an die digitalen Innovationen in der Branche anzupassen. Dieser Rahmen wurde auf der Grundlage von Sekundärforschung und einer Reihe von Workshops mit Arbeitgebenden, Arbeitnehmenden und Führungskräften im Frühjahr 2022 entwickelt. Es wendet sich an verschiedene Sektoren.

Gemeinsam mit der industriAll European Trade Union, die die chemische, pharmazeutische, Gummi- und Kunststoffindustrie in der EU vertritt, waren die Projektpartner Ledarna, ECEG und FECCIA bestrebt, die in der Branche benötigten digitalen Fähigkeiten zu identifizieren und zu antizipieren. 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. Bei Kursen für lebenslanges Lernen hängen Inhalt und Lernweg von der Qualifikationslücke der jeweils Auszubildenden ab. Die mit den einzelnen Fähigkeiten verbundenen digitalen Technologien ändern sich rasant: So entstehen 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.

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. Zur Ausrichtung der Kurse an den Bedürfnissen der jeweiligen Branche bedarf es eines Prozesses, zumal der derzeitige Rahmen für digitale Kompetenzen aufgrund der ständigen Entwicklung neuer Technologien demnächst aktualisiert werden muss. Wir empfehlen, den Lehrplanrahmen an den Rahmen des European Chemistry Thematic Network (ECTN) auszurichten.

Der Aufbau eines Ökosystems gemeinsam mit der Industrie (Fälle, geäußerte Bedürfnisse, Lehrkräfte mit Kompetenzen in hybriden Lehrmethoden) ist eine bewährte Praxis, um Lehrpläne auf die Bedürfnisse der Industrie abzustimmen und sowohl Auszubildende als auch Fachkräfte höher zu qualifizieren. Das Modell der Lerngemeinschaft, das Lernen, Innovation und Arbeit an einem Ort vereint, ist ein vielversprechendes Konzept.

## 2 Auswirkungen der digitalen Transformation auf den Arbeitsplatz

Die Digitalisierung der Fertigung führt zu einer allmählichen Umstellung der Wartung, von analog und papiergestützt auf digital und sensorbasiert. Dies bietet zwar einerseits viele Möglichkeiten, z. B. in Form von vorausschauender 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. Da jedoch mehr Spezialisten für die Sammlung und Analyse spezifischer Daten benötigt werden, sind Fachwissen und Wissensmanagement nach wie vor von entscheidender Bedeutung. (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.

Darüber hinaus prüfen viele Pharmaunternehmen die Möglichkeit, zentrale Lieferketten-Kontrolltürme und die zugrundeliegenden IT-Lösungen zu implementieren, da sie sich davon nicht nur einen besseren Einblick in ihre Lieferkette erwarten, sondern auch eine bessere proaktive Kontrolle ihrer Sendungen und ihrer Logistikausführung (Supply Chain Execution).

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.

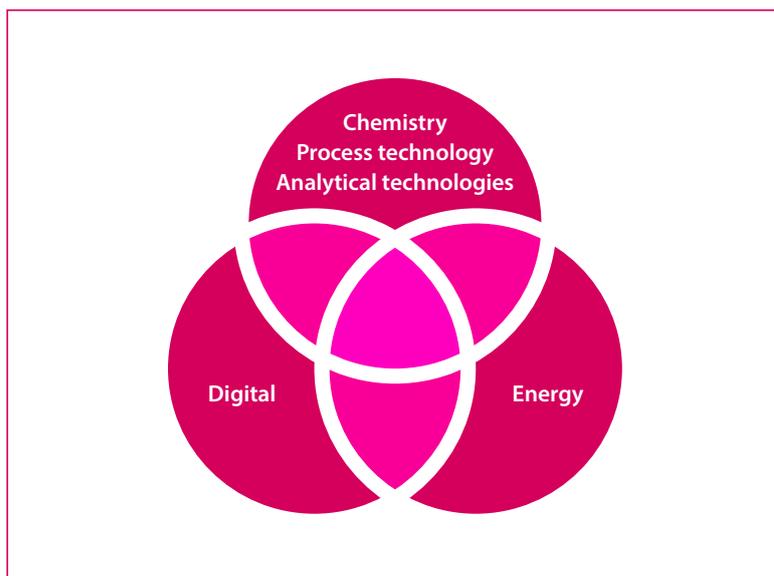
Digitale Technologien verändern die Entwicklung von Forschung und Innovation: Beispiele sind die In-Silico-Forschung in Bereichen wie Screening von Wirkstoffkandidaten, Zellsimulationen, der Einsatz von digitalen Zwillingen (Digital Twinning) zur Vorhersage der Auswirkungen neuer Technologien sowie Technologiescouting 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 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 befasst sich mit dem blauen linken oberen Teil und dem schwarzen Teil, der beschreibt, welche Kompetenzen Fachkräfte in der Industrie in digitalen Technologien haben müssen.

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 entscheidend, dass Lehrkräfte sich nicht auf akademische Wissensinhalte beschränken, sondern sich auch mit folgenden Themen beschäftigen: Chemie und Industrie, Chemie und Umwelt, Die wirtschaftliche Bedeutung der Chemie, Chemie und Energie, Klimawandel und Nahrungsmittelproduktion, Chemie und Biologie, Chemie und Medizin, Soziale Aspekte der Chemie.



## 4 Lehrplanrahmen

Wir schlagen für den Lehrplanrahmen von Instituten für berufsbildendes und praktisches Lernen die folgenden erwarteten Lernergebnisse einschließlich eines Kurses für Wartung, Betrieb oder Logistiktechnik vor. Eine Reihe von Fähigkeiten sind mit dem Edison Data Science Framework (EDSF) Release 3<sup>1</sup> abgestimmt, und zwar in Bezug auf Domänen- und Fachwissen (DSDM), Datenmanagement und governance und Fähigkeiten im Bereich Datenwissenschaftliche Analysen auf Einsteigerniveau.

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

### ALLGEMEINE FÄHIGKEITEN

- Erfahrung in der Interaktion mit digitalen Systemen unter Verwendung verschiedener Arten von Schnittstellen.
- Expertise im Bereich Risiken und Vorschriften, die aus der unsicheren Interaktion mit digitalen Tools und Daten resultieren.
- Expertise in der Kommunikation von Erkenntnissen im vorgeschriebenen (digitalen) Format und System an Mitarbeitende und Führungskräfte.
- Fähigkeit zur Arbeit mit Service- und Industrierobotern unter Verwendung verschiedener sprach- und/oder gestenbasierter Schnittstellen.
- **Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit und Bereitschaft zu Veränderung, vor allem in Anbetracht des sich schnell verändernden technologischen Umfeldes.**
- Selbstführungskompetenz und Fähigkeit, mit selbstorganisierenden digitalen Teams umzugehen.
- **Fähigkeiten im Bereich interkulturelle Kompetenzen aufgrund der wachsenden Vielfalt von Teams.**
- **Erfahrung mit dem aufkommenden Trend tragbarer Sensoren.**
- Verständnis des Workflows von Datenströmen gemäß den Standards der International Society of Automation (ISA-95).
- Fähigkeit zur Fehlersuche bei digitalen Technologien, Verständnis der Auswirkungen von Fehlern oder Fähigkeit zur Durchführung grundlegender vorbeugender Wartungsarbeiten.
- Erfahrung mit den Auswirkungen von digitalen Geräten und Fähigkeit, Fehler zu erkennen und entsprechend zu handeln.
- Fähigkeit zur effektiven Umsetzung von Entscheidungen oder Ergebnissen komplizierter Datenanalysetechniken, wie z. B. maschinelles Lernen (einschließlich überwachtes, unüberwachtes und halbüberwachtes Lernen), Data Mining, präskriptive und prädiktive Analysen.
- Erfahrung mit Genauigkeitsmetriken für die Datenvalidierung in Analyseprojekten, Hypothesenüberprüfung und Informationsbeschaffung.
- Erfahrung mit der Interpretation von Daten, wie z. B. Datenvisualisierung und Datenanalyse sowie Dashboard- und Storytelling-Design.
- Nutzung von Domänenwissen zur Anwendung relevanter Datenanalyseapplikationen; Verständnis der Ergebnisse allgemeiner datenwissenschaftlicher Methoden für domänenspezifische Datentypen.

## UNTERSTÜTZENDE FÄHIGKEITEN

- | Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit und Bereitschaft zu Veränderung, vor allem in Anbetracht des sich schnell verändernden technologischen Umfeldes.
- | Fähigkeiten im Bereich interkulturelle Kompetenzen aufgrund der wachsenden Vielfalt von Teams.
- | Fähigkeit, Beziehungen zu internen und externen Interessengruppen zu pflegen.
- | Fähigkeit zur Zusammenarbeit und Kommunikation mit Nicht-Fachleuten und Fachleuten aus anderen Bereichen.
- | Fähigkeit zur Zusammenarbeit in virtuellen Teams.
- | Fähigkeit zur Vernetzung und 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.
- | 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
- | Computergestütztes Denken.

## SPEZIFISCHE FÄHIGKEITEN

### Instandhaltung

- Kenntnisse in den Bereichen statistische Prozesskontrolle und verbundene Leistungskennzahlen für Anlagen
- Kenntnisse im Bereich Lastüberwachungstechnologien zur Erfassung von Daten über den Zustand von Komponenten
- Kenntnisse im Bereich Prozess-sensortechnologien, die Daten über die Leistungsmerkmale liefern
- **Grundlegendes KI-Verständnis**
- Fähigkeit zur Arbeit mit computergestützten Wartungsmanagementsystemen
- Fähigkeit zur Arbeit mit Lieferkettenverwaltungssystemen
- Fähigkeit zur Arbeit mit Auftragsystemen

### Operative Tätigkeit

- Fähigkeit zur Arbeit mit verteilten Steuerungssystemen
- **Fähigkeit zur Arbeit mit Co-Bots**
- Fähigkeit zur Arbeit mit Energieüberwachungssystemen und zur Analyse von Daten, um die Nutzung zu optimieren
- Vertrautheit mit der Gestaltung von Produktionsprozessen, den Prinzipien der Fabrikplanung und den Funktionen der einzelnen Einheiten.

### Logistik

- Fähigkeit zur Arbeit mit Lieferkettenverwaltungssystemen.
- Fähigkeit zur Arbeit mit Bestandsverwaltungssystemen.
- Fähigkeit zur Arbeit mit Lagersystemen
- Fähigkeit zur Arbeit mit Tracking-&Tracing-Lösungen.
- Fähigkeit zur Nutzung der von den Lieferketten-Kontrolltürmen bereitgestellten Daten.
- **Verständnis der Tracking-&Tracing-Möglichkeiten wie QR-Codes, RFID-Technologien, Barcodes.**



## 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)