

Lernort Digitale Umformtechnik – kontinuierliche agile Entwicklung einer Lehr-Lern-Umgebung

ENNO STÖVER, BENJAMIN REMMERS, KATRIN SCHILLINGER

Abstract

Hochschullabore der Zukunft benötigen eine höhere Anpassungsfähigkeit an die aktuellen Trends in der Wirtschaft als in der Vergangenheit. Zudem ist, angestoßen durch den sogenannten Bologna-Prozess, eine Studierendenzentrierung umzusetzen, sodass die Einbindung der Studierenden in die Gestaltung der Labore entscheidend ist. Dies kann durch den Einsatz agilen Projektmanagements erreicht werden, dessen Kernmerkmal die Nutzerzentrierung ist, sodass auch in Laboren des Maschinenbaus in fokussierten Sprintphasen mithilfe von studentischen Projekten die Labore weiterentwickelt werden.

An der HAW Hamburg wurde, basierend auf diesen Prinzipien, seit 2017 das Konzept des Lernorts Digitale Umformtechnik im Bereich der Produktionstechnik entwickelt. Der Megatrend Digitalisierung ist der erste Treiber der fachlichen und methodischen Weiterentwicklung der Laborumgebung, die damit neue Nutzungsmöglichkeiten erhält und eine reale Produktionsumgebung abbildet. Damit werden unterschiedliche Ansätze der Digitalisierung umgesetzt und in die realen Prozesse des Hochschullabors integriert. Das agile Projektmanagement dient der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Lernorts. Zusammen mit den Studierenden wurden inzwischen erste Themenbereiche umgesetzt. Eine Kooperation mit Unternehmen ist auf den Weg gebracht. Regelmäßig wird in Form von Barcamps die Vernetzung gestärkt.

Schlüsselwörter: Digitalisierung, Lernraumgestaltung, Scrum, agiles Projektmanagement, Industrie 4.0

Einleitung

In der Lehre der Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) nimmt das Labor von jeher eine zentrale Stellung ein. Gerade in den Ingenieurwissenschaften unterstützen Laborversuche in Kleingruppen die Vermittlung der theoretischen Grundlagen, die im seminaristischen Unterricht gelehrt werden. Hier spiegelt sich denn auch der starke Praxisbezug der Hochschulen wider, der vor dem Hintergrund

einer geringeren Zahl von Studierenden mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung vor dem Studium immer wichtiger wird. Allerdings ist die Lehr- und Lernumgebung Labor als wichtiger Baustein des technischen Studiums an den Hochschulen weiterzuentwickeln vor dem Hintergrund der Digitalisierung, der steigenden notwendigen Interdisziplinarität in den Ingenieursfächern und veränderter didaktischer Anforderungen. Hier wird seit dem Bologna-Prozess und der Einführung der Bachelor- und Master-Abschlüsse eine Verschiebung vom Lehren zum Lernen („Shift from Teaching to Learning“) gefordert, die eine Veränderung der Lehr-Lern-Konzepte hin zu einer starken Verankerung des Prinzips der Kompetenzorientierung bedeutet. An der HAW Hamburg werden entsprechende Konzepte von der Arbeitsstelle Studium und Didaktik bereitgestellt, welche die Lehrenden mit didaktischer Unterstützung sukzessive in konkrete Module umsetzen (HAW Hamburg, 2020).

Doch auch inhaltlich sind die Labore zu überarbeiten, da sich gerade im Bereich der Produktion die Digitalisierung als fachliches Thema von „Industrie 4.0“ abbildet und Themen wie Energieeffizienz infolge der Klimaschutzdiskussionen wichtige Inhalte der Ingenieurausbildung sein sollten.

Dieser Beitrag zeigt einen Ansatz für neue Lehr-Lern-Konzepte anhand der Weiterentwicklung des Umformtechnik-Labors des Instituts für Produktionstechnik der HAW Hamburg hin zum Lernort Digitale Umformtechnik. Dabei wird von einem kontinuierlichen Veränderungsprozess ausgegangen, der das Labor schrittweise immer dichter an die Abbildung einer industriellen Produktionspraxis heranführt. Methodisch wird dieser Prozess unterstützt durch den Einsatz von agilem Projektmanagement, das den Studierenden der Ingenieurwissenschaften entsprechend der Anforderungen aus der Praxis stärker als in der Vergangenheit vermittelt wird.

Labor als Lehrort im Studium der Ingenieurwissenschaften

Das Institut für Produktionstechnik besitzt mehrere Laborbereiche, die für Laborversuche der Studierenden zur Unterstützung und Vertiefung der Lehre im seminaristischen Unterricht zur Verfügung stehen. Dabei führen die Studierenden in Kleingruppen von vier bis fünf Personen, betreut von einem/r Professor*in oder wissenschaftlichen/r Mitarbeiter*in, festgelegte fertigungstechnische Versuche an den Werkzeugmaschinen durch. Es kommen typische Mess- und Prüfmittel sowie entsprechende Sensorik zum Aufbau von Messketten zum Einsatz, beispielsweise zur Bestimmung von Kräften, Wegen oder Temperaturen. Hieraus wird u. a. mithilfe von Kraft-Weg-Diagrammen die umgesetzte Arbeit bestimmt. Doch auch die geometrische Messtechnik, z. B. Koordinatenmessmaschinen oder digitale Scan-Techniken, werden für die praktische Erfahrung der Qualitätsprüfung genutzt. Die Laborbereiche bilden dabei klassische Fertigungsverfahren der Zerspantechnik, der Umformtechnik und spanlosen Formgebung ab, aber auch neue Ansätze wie die der additiven Fertigung. Außerdem stehen Rechnerarbeitsplätze für CAD-CAM-Übungen sowie

Laborübungen im Bereich der Materialflusstechnik als Teil der Produktionslogistik zur Verfügung.

Die Laborversuche finden über alle Semester des Bachelorstudiums hinweg mit verschiedener inhaltlicher und didaktischer Ausrichtung auf unterschiedlichen Taxonomie-Stufen statt (Bloom, 1972). Während es zu Beginn des Studiums im Kern um das Verständnis fertigungstechnischer Verfahren geht, behandeln die Studierenden in höheren Semestern Aufgaben der Prozessauslegung oder der Festlegung von Werkzeugmaschinen-Kenngrößen. Dabei ist die Anwendung der im seminaristischen Unterricht vermittelten Grundlagen, etwa die Berechnung von Umformkräften oder des Arbeitsvermögens, entscheidend und als Besonderheit dieser Art des ingenieurwissenschaftlichen Studiums anzusehen. Die konsequente Verbindung von Theorie und Praxis in allen Modulen ist die Stärke der Hochschulen für angewandte Wissenschaften. Gerade deshalb findet eine zunehmende Integration von Laboranteilen auch in den Master-Modulen statt.

Die Kleingruppen von vier bis fünf Studierenden sind bei jedem Laborversuch aufgefordert, sich entsprechend einer bereitgestellten Versuchsbeschreibung vorzubereiten. Diese selbstständige Vorarbeit zu den theoretischen Grundlagen, den Versuchszielen und dem Ablauf wird am Anfang des eigentlichen Labortermins durch den Lehrenden überprüft. Die Ergebnisse im praktischen Laborteil werden von der Gruppe ausgewertet und dem Lehrenden in einem Laborprotokoll zur Verfügung gestellt, der es im Anschluss bewertet. Mehrere bestandene Laborversuche führen zum Bestehen des Laboranteils des Gesamtmoduls. Dieser Ablauf zeigt immer noch eine hohe Lehrendenzentrierung. Zudem entspricht dies der Vermittlung eines klassischen Berufsbildes Ingenieur mit starken analytischen und strukturierten Abläufen im Produktionsbetrieb und Ansätzen zu deren Optimierung.

Das Labor für Umformtechnik und spanlose Formgebung, das im Zentrum dieses Beitrags steht, besitzt mehrere Werkzeugmaschinen und Einrichtungen, die für den Laborbetrieb genutzt werden:

- Reibradspindelpresse Fa. Eumuco RSPP 160/250 (Arbeitsvermögen 5.000 Nm)
- Hydraulikpresse Fa. Hymag HDP 7.1–100, max. Umformkraft 1.000 kN
- Erodiermaschine Fa. Agie Charmilles Form 20
- Zugprüfmaschine Fa. Zwick 1454, max. Zugkraft 50 kN
- Tafel- und Rondenschere zur Probenvorbereitung
- Vorrichtungen und halbautomatische Einrichtungen zum Nieten und Clinchen

Für die Umformmaschinen stehen eine Reihe von Werkzeugen zum Stauchen, Tiefziehen, Fließpressen und Pressen von Grünlingen (als Vorbereitung des Sinterns) zur Verfügung. Die Messtechnik zur Aufnahme von Kraft-Weg-Diagrammen ist in die Werkzeuge bzw. Werkzeugmaschinen integriert. Für die Arbeit der Studentengruppen im Laborversuch sind ausreichend Tische sowie Whiteboards für die Besprechung und Diskussion mit den Lehrenden vorhanden. In Abbildung 1 sind die beiden Umformmaschinen im Lernort Digitale Umformtechnik zu sehen.



Abbildung 1: Umformmaschinen im Lernort Digitale Umformtechnik

Bislang dienten die Laboreinrichtungen im Bereich der Umformtechnik nicht für Forschungsarbeiten; die Durchführung studentischer Projekte wurde nur vereinzelt für die Weiterentwicklung des Labors und der durchgeführten Versuche genutzt.

Anforderungen an das Hochschullabor der Zukunft

In der Vergangenheit leiteten sich die Anforderungen an die Laborumgebung einer Hochschule im Wesentlichen aus der Durchführung von Laborversuchen mit den Studierenden in Kleingruppen zur Unterstützung des Verständnisses der theoretischen Zusammenhänge aus dem seminaristischen Unterricht ab. Dahinter stand neben den fachlichen Inhalten auch die Vermittlung bestimmter Methoden, die sich auf dem klassischen Ingenieurbild gründete. Die Hochschullabore dienten der Vermittlung von Wissen und dem Sammeln erster eigenständiger Erfahrungen. Die Ausrichtung war lehrendenzentriert. Die Einbindung kreativer Methoden und Tools war nicht Teil der ingenieurwissenschaftlichen Labore.

Im Bologna-Prozess zur Einführung von Bachelor- und Masterabschlüssen wurde auch die Überarbeitung didaktischer Konzepte angestoßen. Der sogenannte „Shift from Teaching to Learning“, also der Übergang vom Lehren zum Lernen, be-

deutet denn auch den Wechsel von einer Lehrendenzentrierung hin zu studierendenzentrierten Lehr-Lern-Konzepten. Dies resultiert in neuen Rollen, welche die Lehrenden in den Modulen einnehmen. An der HAW Hamburg wurde in der Folge das sogenannte KOM-Konzept (kompetenzorientiert lehren, lernen und prüfen) entwickelt, das auf den Ansätzen von Oliver Reis basiert (Reis, 2013, 2014). Im Zentrum steht das sogenannte Constructive Alignment, das Lehr- und Lernformen, Learning Outcome und Prüfungsform in Einklang bringen will (Biggs & Tang, 2007). Die kompetenzorientierte Ausrichtung der Hochschullabore sowie die Umgestaltung auf studierendenzentrierte Lernräume verändert maßgeblich die zugrunde liegenden Anforderungen.

Des Weiteren bietet die Digitalisierung neue Möglichkeiten in der Hochschullehre, die in der Neukonzeption von Laboren Niederschlag findet. Zu beachten ist für die Ingenieurwissenschaften, dass die Digitalisierung sowohl Methodik zur Verbesserung der Lehre wie auch fachlicher Themenschwerpunkt ist, Stichwort: Industrie 4.0. Ein Labor im Bereich der Ingenieurwissenschaften hat folglich beide Aspekte zu berücksichtigen. Verschiedene Studien bilden eine Diskussionsgrundlage zum Einfluss der digitalen Transformation auf die Ingenieursausbildung unter Berücksichtigung der methodischen Erweiterung sowie der notwendigen Anpassung der fachlichen Inhalte (VDI, 2019; Heidling et al., 2019). An der HAW Hamburg wurde im Department Maschinenbau und Produktion eine kontinuierliche Curriculumsentwicklung begonnen, welche die fachlichen Aspekte der Digitalisierung in neuen Modulen und Studienrichtungen/-schwerpunkten berücksichtigt.

Für eine nachhaltige Weiterentwicklung scheint die Einbindung der Studierenden vor dem Hintergrund der Studierendenzentrierung, aber auch der gesellschaftlichen Forderung nach partizipativen Beteiligungsprozessen, entscheidend. Die Gestaltung der Lernräume und Labore durch die Studierenden selbst kann ein Alleinstellungsmerkmal einer Hochschule werden. In diesem Kontext bietet sich mit der Verstärkung der Digitalisierungsansätze auch der Einsatz von agilem Projektmanagement als Ansatz aus der Softwareentwicklung an. Gerade vor dem Hintergrund einer kontinuierlichen iterativen Weiterentwicklung unter dem Aspekt der Nutzer- und damit Studierendenzentrierung sowie kurzfristiger Projektzeiträume für Studienleistungen im Rahmen von Semesterzeiten erweist sich diese Art des Projektmanagements als am besten geeignet. Das bedeutet aber auch, dass agiles Projektmanagement, Sprint und Scrum als methodische Ansätze in die Lehre der Ingenieurwissenschaften Einzug halten müssen.

Neben den fachlichen Inhalten im Labor wurde zunehmend mehr Methodenwissen vermittelt. Dies resultiert aus den Anforderungen der industriellen Praxis, die in Akkreditierungsprozessen und im Rahmen von Netzwerktreffen aufgenommen werden. Diese Anforderungen können in folgendem Ingenieurbild zusammengefasst werden (VDI, 2019; Heidling et al., 2019; eigene Evaluation):

- Anwendung fachlich breiter und profunder Kenntnisse
- Analytische Fähigkeiten bis hin zur Problemlösung
- Anwendung wissenschaftlichen Arbeitens

- Umsetzung von Lean-Konzepten (Toyota Production System)
- Kommunikative Fähigkeiten (inkl. Verhandlungstechniken, Empathie, Konfliktkompetenz, Präsentationsfähigkeiten)
- Kenntnis und Umsetzung von Digitalisierungsansätzen
- Agiles Projektmanagement
- Anwendung kreativer Entwicklungsmethoden
- Entscheidungsfähigkeit/Übernahme von Verantwortung
- Selbstorganisation/Zeitmanagement

Hochschullabore müssen folglich in Zukunft erweiterte und zum Teil gänzlich andere Anforderungen erfüllen, um im Sinne eines Lehr-Lern-Konzepts mit Blick auf das Ingenieurbild als Learning Outcome der im Labor durchgeführten Studienleistungen die gewünschten fachlichen Inhalte und Methoden abzubilden. Kurz gesagt, muss insbesondere ein Labor der Produktionstechnik sowohl die fachlichen Inhalte einer Produktion bis hin zur Digitalisierung und Vernetzung von Maschinen umsetzen wie auch in der Lehre die Methodik, die Ingenieure im späteren Berufsleben benötigen. Um diese Anforderungen entsprechend abbilden zu können, bedarf die weitere Entwicklung des Umformtechnik-Labors am Institut für Produktionstechnik auch einer Verbreiterung der möglichen im Laborbereich durchzuführenden Studienleistungen, Lehrformate bzw. Nutzungsmöglichkeiten. Diese sind in Abbildung 2 dargestellt. Grundsätzlich sollen studentische Projekte (Studienarbeiten, Bachelor- und Masterprojekte) und Abschlussarbeiten die Weiterentwicklung der Laborumgebung unterstützen. Laborversuche, die weiterhin den seminaristischen Unterricht begleiten, wandeln sich in Richtung selbstständig durchgeführter Versuche mit veränderter Rolle des Lehrenden. Auch Teile des seminaristischen Unterrichts können zukünftig in der Laborumgebung stattfinden. Hier bedarf es zwar einer Analyse der maximalen Gruppengröße, bietet sich aber die Chance, Vorlesungsinhalte (z. B. im Modul Werkzeugmaschinen) direkt vor Ort sichtbar zu machen. Eine Kooperation mit Unternehmen im Bereich der Digitalisierung ist denkbar, um praxisnahe Inhalte direkt abzubilden. Im weiteren Schritt wird es möglich, Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit den Kooperationspartnern zu integrieren und damit den Studierenden einen Zugang zu neuesten Entwicklungen zu verschaffen. Nicht zuletzt sollte das Labor ein Ort der Studierenden werden – ihre persönliche Lernumgebung, zu der sie Zugang unabhängig von Lehrveranstaltungen haben. Denkbar ist es, mindestens eine Lernumgebung offen für einen Teil der Studierenden der Produktionstechnik zu halten, die damit auch eine Bindung an das Institut für Produktionstechnik erhalten. Daneben existieren allgemeine Lernmöglichkeiten für alle Studierende, die aufgrund ihrer Gestaltung nicht den Anforderungen bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz einer Produktionsumgebung unterliegen.

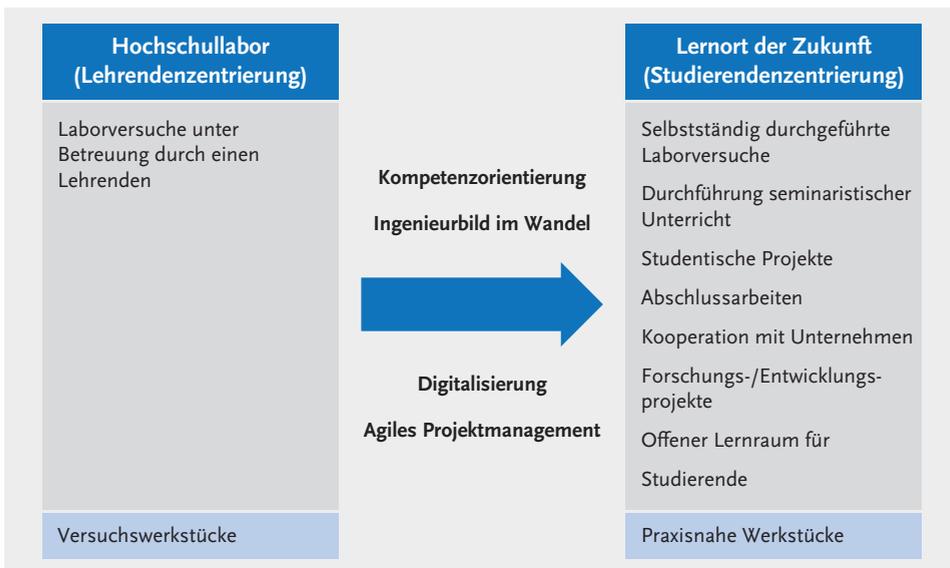


Abbildung 2: Veränderte Nutzungsmöglichkeiten von Hochschullaboren

Die Praxisnähe kann verstärkt werden, indem ein solches Labor zukünftig eine reale Produktionsumgebung darstellt und damit neben den Aspekten der Produktionstechnik auch die des Produkt- und Produktionsmanagements abbildet. Dies spiegelt sich auch in dem in Abbildung 2 vorgestellten Wunsch wider, in den Laborversuchen nicht mehr reine Versuchswerkstücke herzustellen, sondern praxisnahe Werkstücke der industriellen Praxis, z. B. von Kooperationspartnern.

Es zeigt sich, dass die Weiterentwicklung der Hochschullabore eine Vielzahl von Anforderungen aufgreifen kann. Ein ganzheitlicher Ansatz müsste die Entwicklung einer realen Produktionsumgebung aufnehmen und bedarf aufgrund der langfristig angelegten kontinuierlichen Adaption inklusive weiterer aufkommender Trends, die zu berücksichtigen sind, eines iterativ wirkenden Projektmanagements.

Konzeption des Lernorts Digitale Umformtechnik

Basierend auf den definierten Anforderungen und insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung wurde die Weiterentwicklung des Umformtechnik-Labors an der HAW Hamburg begonnen. Eine Reihe von studentischen Arbeiten im Rahmen von Lehrveranstaltungsmodulen und Projekten führte zu einer neuen Konzeption der Laborumgebung als Lernort Digitale Umformtechnik. Dabei war zunächst eine Klarstellung von Begrifflichkeiten notwendig. Der Begriff „Lernort“ grenzt sich gegenüber „Labor“ im klassischen Sinne wie oben beschrieben ab und versucht die veränderten Anforderungen sowie die damit einhergehenden Nutzungsmöglichkeiten aufzugreifen. Dabei stellt er das Lernen und damit die Studie-

renden als Akteure in den Mittelpunkt. Diskutiert wurde auch eine weitere Abgrenzung zum Begriff „Modellfabrik“. Eine Produktionsumgebung soll praxisnah und realistisch dargestellt werden – allerdings sollen insbesondere die Möglichkeiten der Digitalisierung in den Lehr- und Lernprozessen des Lernorts und damit in der alltäglichen Praxis und den Arbeiten analog eines Produktionsbetriebs Niederschlag finden. Es geht nicht um die modellhafte Darstellung einer Produktionsumgebung, die zu Anschauungszwecken an- und abgeschaltet wird. Vielmehr steht das Lernen der Studierenden im Vordergrund, weshalb eine Integration von bzw. eine Abgrenzung zu den konzeptionellen Aspekten des „Maker Space“ oder des „FabLab“ in Zukunft noch wichtig wird. Hier könnte eine Schärfung in der Weiterentwicklung des Lernorts selbst und nicht in der Entwicklung neuer Produkte liegen. Tabelle 1 stellt die verschiedenen Konzepte anhand ausgewählter Kriterien einander gegenüber.

Tabelle 1: Gegenüberstellung unterschiedlicher Konzepte

	Ausstattung	Versuche in der Lehre	Eigenständiges Arbeiten der Nutzer	Modellhafte Produktionsumgebung	Integration Lehrinhalte in Labororganisation	Unternehmenskooperation und Transfer	Öffentlicher Zugang	Eigene Ideen/Werkstücke der Nutzer
Lernort Digitale Umformtechnik	Industrielle Produktionsmaschinen	x	x	x	x	x	(x)	x
Klassisches Hochschullabor	Industriennahe Produktionsmaschinen	x						
Modellfabrik	Spezialisierte Produktionsmaschinen	(x)		x		x		
Maker Space FabLab	Produktionsmaschinen moderner Fertigungsverfahren		x	x	(x)		x	x

Der erste Ansatz entsprang der Integration des Themas „Digitalisierung“ in die Laborumgebung als Methode und fachlicher Themenbereich, doch ein reines „Industrie 4.0“-Labor grenzt die Möglichkeiten der Einbindung zukünftiger neuer Trends ein und wird deshalb der Konzeption nicht gerecht. Nichtsdestotrotz wurde Digitalisierung als erster Treiber angesehen. Deshalb wurde der Leitfaden des VDMA zur Einführung von Industrie 4.0 im Mittelstand als Teil eines Benchmarks genutzt, um erste Umsetzungsthemen zu identifizieren (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, 2015). Zudem wurden die Digitalisierungsinitiativen an der HAW Hamburg aufgegriffen. Viele Anregungen wurde insbesondere aus der Arbeitsgruppe eines Design-Thinking-Workshops im Rahmen des Dies Academicus der HAW Hamburg 2017 unter dem Leitthema „Digitalisierung“ aufgenommen, die sich der Herausforderung „Wie sehen Lernorte der Zukunft aus?“ widmete (HAW Hamburg, 2017).

Aus all diesen Diskussionen entstand die folgende Vision: Der „Lernort Digitale Umformtechnik“ stellt einen **physischen Raum und eine virtuelle Plattform** für die Lehrenden und Studierenden der HAW Hamburg sowie Unternehmen der Metropolregion Hamburg zum Themenbereich Industrie 4.0 und **Digitalisierung im Bereich der Umformtechnik** dar. **Anwendungsbezogene Lösungen** stehen zum gemeinsamen kompetenzorientierten, forschungsbasierten und digital unterstütztem **Lernen** bereit; **neue Lösungen** werden gemeinsam im Zusammenspiel von Praxis und Lehre entwickelt.

Ausgehend vom Megatrend Digitalisierung bleibt Raum für neue Trends und Themen, die eine weitere Entwicklung des Lernorts Digitale Umformtechnik zulassen. Eine bildhafte Darstellung dieser Vision wird in Abbildung 3 aufgezeigt.

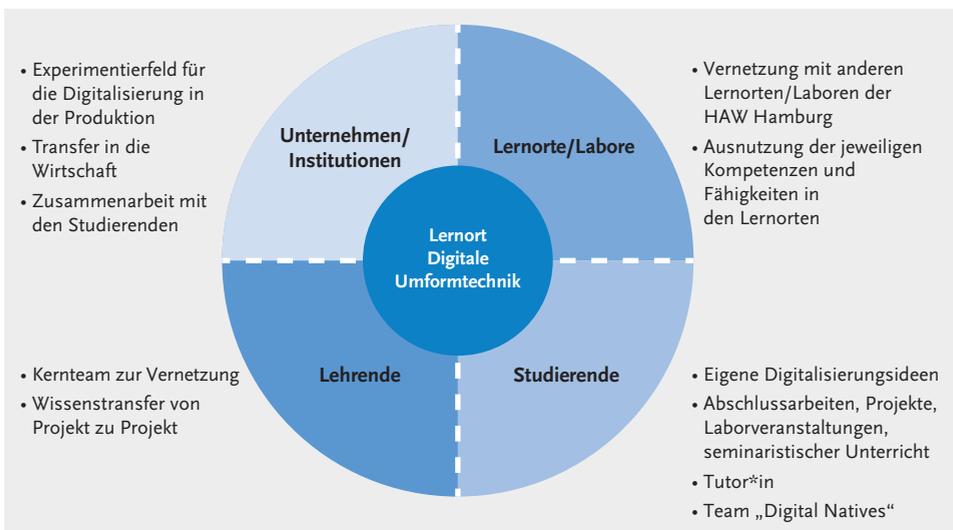


Abbildung 3: Konzeption Lernort Digitale Umformtechnik

Hier erscheint es wichtig, dass auf die einzelnen Player des Lernorts nochmals eingegangen wird. Die Lehrenden (Professor:*innen, wissenschaftliche Mitarbeiter:*innen) bilden das Kernteam und sorgen für die Kontinuität und das Wissensmanagement zwischen den Projekten, die parallel und nacheinander bearbeitet werden. Die Studierenden bringen eigene (Digitalisierungs-)Ideen ein, die sie im Lernort bearbeiten. Hier können auch Kooperationen mit Unternehmen entstehen, die in gemeinsame Projekte, Abschlussarbeiten oder auch Unterstützung von Lehrveranstaltungen münden. Die Studierenden können als Lernende, aber auch als Tutor*innen im Lernort tätig werden. Zudem ist der Aufbau eines Studierenden-Teams „Digital Natives“ geplant, das vonseiten der Studierenden den Lernort und seine Weiterentwicklung begleiten soll. Den Unternehmen bietet der Lernort konsequenterweise die Zusammenarbeit mit Studierenden, die Kooperation mit der HAW Hamburg sowie damit verbunden einen Transfer von Entwicklungsthemen in die Wirtschaft. Der

Lernort soll als Open Space für die Unternehmen die Möglichkeit zum Experimentieren oder Ausprobieren von im Lernort vorhandener (Digitalisierungs-)Lösungen offerieren und damit auch für die Unternehmen ein Ort des Lernens sein. Um Studierende und Unternehmen zusammenzubringen, bieten sich offene Formate mit prägnanten und fokussierten thematischen Ansätzen an wie z.B. ein Barcamp. Wichtig erscheint zudem die Vernetzung mit weiteren Lernorten und Laboren der HAW Hamburg, aber auch darüber hinaus. Dies hilft der inhaltlichen Fokussierung auf den Bereich der Umformtechnik und stärkt die Zusammenarbeit und die Kooperationsmöglichkeiten für Studierende und Unternehmen. Stellvertretend seien hier andere Institute des Departments Maschinenbau und Produktion sowie der Creative Space for Technical Innovations (CSTI) des Forschungs- und Transferzentrums (FTZ) Smart Systems der HAW Hamburg genannt. Damit stellen die Labore zukünftig keine Insellösungen einzelner fachlicher Bereiche dar, sondern ergeben für die Studierenden ein Gesamtbild.

Agile Entwicklungsmethoden im Lernort Digitale Umformtechnik

Die kontinuierliche Weiterentwicklung des Lernorts bedarf eines geeigneten Projektmanagements. Aufgrund des iterativen Vorgehens in den Vorlesungszeiträumen zusammen mit den Studierenden und der Studierendenzentrierung, die einer Nutzerorientierung entspricht, wurde eine Entscheidung für den Einsatz agiler Projektmanagement-Methoden getroffen, wie sie aus der Softwareentwicklung bekannt sind. Elementar sind dabei folgende Bausteine (Rubin, 2015; Schwaber & Sutherland, 2016):

- Nutzung von Product Owner und Scrum Master
- Zusammenstellung interdisziplinärer Teams
- Nutzerzentrierung durch konsequente Formulierung von User Stories als Basis der Aufgabenstellungen studentischer Projekte und daraus resultierender Anforderungen
- Bereitstellung funktionsfähiger Prototypen entsprechend der jeweiligen Aufgabenstellung
- Definition von Sprintphasen, die im Lernort Digitale Umformtechnik umgesetzt werden
- Umsetzung eines iterativen Durchlaufs entsprechend der Scrum-Philosophie (Sprint Planning – Sprint – Sprint Review)

Dabei werden die Grundsätze des sogenannten agilen Manifestes stringent umgesetzt (Beedle et al., 2001): Es geht darum, dass jedes studentische Projekt einen Umsetzungsschritt schafft und somit eine Weiterentwicklung des Lernorts bedeutet.

Der iterative Durchlauf pro Semester (sechs Monate) ist in Abbildung 4 dargestellt. Organisatorisch wird das Lehrenteam des Lernorts dabei durch eine Stu-

dierende/einen Studierenden unterstützt, der/die als sogenannte Lean Manager*in das agile Projektmanagement während der Vorlesungszeit unterstützt. Damit wurden in den vergangenen Semestern gute Erfahrungen gemacht – nicht zuletzt, weil die Studierenden damit eine hohe Einbindung in der Koordination der Projekte erfahren. Die Rollen des Product Owners und des Scrum Masters werden aus dem Team der Lehrenden heraus übernommen. Wöchentlich findet eine Austauschrunde aller Projekte statt. Dabei wird analog zu einem Daily Scrum pro Projekt ein digitales Scrum Board gepflegt, in dem die User Stories des Projektes im „Backlog“ zusammengetragen werden und pro Woche entsprechend nach „In Progress“ bzw. „Done“ nach Freigabe durch den Product Owner verschoben werden. Die Projekte sollen alle während der Vorlesungszeit abgeschlossen werden, die als Sprintphase der Projekte begriffen wird, wobei ggf. Minisprints pro Projekt eingeschoben werden. Dies bedeutet dann das gezielte Arbeiten des Teams an seinem Projekt, fokussiert über mehrere Tage, am Lernort Digitale Umformtechnik. In der letzten Woche vor den Prüfungen findet der Sprint Review und damit der Abschluss der Projekte statt. Unter Umständen werden bei einzelnen Projekten Restarbeiten nach der Prüfungsphase vereinbart, um einen umsetzbaren funktionsfähigen Prototyp zu erreichen.



Abbildung 4: Einbindung agiles Projektmanagement in die Weiterentwicklung des Lernorts

Während der vorlesungsfreien Zeit nach Abschluss der Projekte findet im Team der Lehrenden ein Review der Projekte und ihrer erreichten Ergebnisse im Abgleich mit der digitalen Roadmap des Lernorts statt. Damit wird der Status des Lernorts verifiziert. Die nicht erfüllten User Stories gehen zurück in den Projekt-Backlog und bilden somit die Basis für die nächste Definition der Projekte für das Folgesemester. Pro Projekt werden dann die Aufgabenstellungen formuliert, wobei auch hier dem Prinzip der Nutzerzentrierung in Form von User Stories gefolgt wird. Zum Ende der vorlesungsfreien Zeit und dem Beginn der Vorlesungszeit werden die anstehenden Projekte den Studierenden zur Bearbeitung in unterschiedlichen Formaten (Studienarbeiten, Bachelor-/Masterprojekt, Abschlussarbeiten) angeboten. Mit der Festlegung der Studierendenteams beginnt der Zyklus erneut.

Die konsequente Umsetzung des agilen Projektmanagements, gepaart mit der studentischen Projektkoordination in der wöchentlichen Austauschrunde, erfährt bei den Studierenden eine hohe Akzeptanz. Erste Erfahrungen mit Minisprints sind sehr positiv. Inzwischen überträgt sich auch die Philosophie des agilen Projektmanagements auf fachliche Themenstellungen wie etwa die modulare Werkzeugentwicklung von neuen Umformwerkzeugen.

Thematische Schwerpunktsetzungen im Lernort Digitale Umformtechnik

Ausgehend von der Vision und der daraus abgeleiteten Konzeption erschien es sinnvoll, thematische Schwerpunkte zu finden und eine strategische Ausrichtung der Umsetzung zu formulieren. Zusammen mit Studierenden und der Unterstützung von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft, die Unternehmen im Bereich der Digitalisierung beraten, wurde eine „Digitale Roadmap“ entwickelt, die sich an den im Lernort Digitale Umformtechnik laufenden Prozessen orientiert. Dabei wurde deutlich, dass es nicht nur um eine reine Digitalisierung in allen Ausprägungen gehen kann, sondern die Kernprozesse sich an den Nutzungsmöglichkeiten in Abbildung 2 und der Vision des Lernorts Digitale Umformtechnik orientieren müssen. Zudem ist die Weiterentwicklung des Lernorts als Veränderungsprozess auch im Sinne des Mindsets von Lehrenden, Studierenden und Unternehmen zu sehen, sodass organisatorische Aspekte ebenso anzugehen sind. Kerngestaltungselemente der Digitalisierung wie Vernetzung, Informationstransparenz, technische Assistenz und dezentrale Entscheidungsfindung finden Anwendung, um den Studierenden übergeordnete Ziele von „Industrie 4.0“ wie Reduzierung der Durchlaufzeit, kundenindividuelle Produktion oder Steigerung der Automatisierung näherzubringen (Hermann et al., 2015; Schmidt et al., 2015).

Für den Lernort Digitale Umformtechnik wurde ein Lehr-Lern-Konzept auf Basis der Kompetenzorientierung erarbeitet. Es bildet die Grundlage für die weitere Umsetzung des Constructive Alignments in den Lehrveranstaltungen. In Abbildung 5 sind einige Themenbereiche benannt, an denen derzeit im Rahmen studentischen

scher Projekte und Abschlussarbeiten erste Teilbereiche umgesetzt werden. Neben der Kompetenzorientierung stellen die Grundsätze der Lean Production eine Basis dar. Verschiedene Bausteine wie z. B. Total Productive Maintenance werden konsequent aufgenommen und ebenfalls einer Digitalisierung zugeführt.

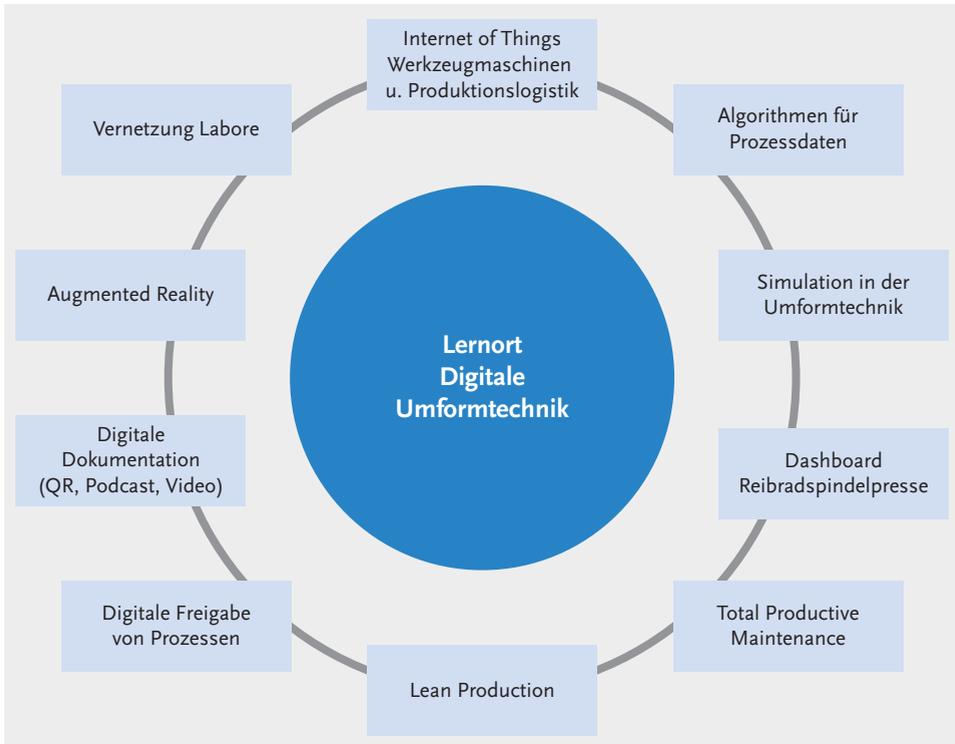


Abbildung 5: Thematische Schwerpunkte im Lernort Digitale Umformtechnik

Die digitale Freigabe von Laborprotokollen wurde umgesetzt und kann in die verschiedenen Module integriert werden. Dies bringt die Lehre näher heran an industrielle Digitalisierungslösungen und industrielle Prozesse, sodass die Hochschule besser auf die in der Industrie üblichen Standards vorbereitet ist. Dokumentationen und Videos zu den Werkzeugmaschinen stehen online zur Verfügung und können per QR-Code direkt aufgerufen werden. Zudem sollen Augmented Reality Anwendungen (z. B. AR-Brillen) die Laborversuche unterstützen. Hierdurch lernen Studierende schon im Studium den Umgang mit AR-Methoden in der Produktion. Eine erste Umsetzung wurde bei Sicherheitsunterweisungen vorgenommen und ist beispielhaft in Abbildung 6 für die Erodiermaschine gezeigt.



Abbildung 6: Sicherheitsunterweisung mithilfe von AR-Anwendungen (Foto: Aaron Otto, Tobias Sieroux)

Ausgehend von der ersten Umsetzung einer Datenaufnahme an der Reibradspindel- presse mit Blick auf die Darstellung der Anlagenverfügbarkeit sollen Ansätze der Algorithmisierung auf die Reibradspindel- presse umgesetzt werden. Dies bedeutet die konsequente Aufnahme der Prozessdaten aus den Laborversuchen. Daraus abgeleitet können die Studierenden Voraussagen für die nächsten zu fertigenden Werk- stücke treffen und die Einflüsse unterschiedlicher Prozessparameter überprüfen. Hier bedarf es einer Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen der HAW Ham- burg (z. B. Forschungs- und Transferzentren 3i und Smart Systems). Diese Anwen- dung steht dann auch beispielhaft für einen Wissenstransfer in Richtung von Part- nerunternehmen zur Verfügung.

Der Lernort Digitale Umformtechnik wird als digitaler Zwilling umgesetzt, um die „Produktion“ (Infrastruktur und Prozesse) digital darzustellen und zu simulie- ren. Die Weiterentwicklung der Infrastruktur und der Lehrprozesse kann dann digi- tal begleitet werden.

Die von den Mitarbeitern auszuführenden logistischen Prozesse beim Werk- zeug- und Werkstückwechsel entsprechen nicht industriellem Standard. Obwohl ein autonomes Transportsystem in Zusammenarbeit mit dem Institut für Produkt- und Produktionsmanagement zur Verfügung steht, lässt es sich bislang nicht mit Hydrau- likpresse und Reibradspindel- presse vernetzen. Technische Anpassungen an der

Steuerung der Maschinen sind vorzunehmen, um Kommunikationsschnittstellen einrichten und die Werkzeug-/Werkstücklogistik neu gestalten zu können. Die Vernetzung der Werkzeugmaschinen untereinander ist dann der logische nächste Schritt als Teil eines Internet of Things.

Geplant sind digitale Prozessketten zwischen verschiedenen Laborveranstaltungen, sodass integrierte Fertigungsketten entstehen. Hierbei spielt die Einbindung von CAD/CAM sowie die Simulation der Umformprozesse eine große Rolle.

Eine weitere Herausforderung ist die digitale Vernetzung der Labore untereinander. Für Proben des Fertigungstechnik-Labors könnten die Materialkennwerte (Informationsfluss, aus dem Werkstofftechnik-Labor) gemeinsam mit der jeweiligen Probe (Materialfluss) übergeben werden. Dies setzt eine konsequente Kennzeichnung der Proben, eine strukturierte Speicherung zugehöriger Datensätze in einer Datenbank und die Identifikation mittels moderner Identifikationstechnologien voraus.

Die Zusammenarbeit mit Unternehmen und Institutionen der Metropolregion soll ausgebaut werden. Hierzu wird ein Beirat geschaffen, der Unternehmen, Lehrende und Studierende institutionell zusammenbringt. Ein Kooperationsmodell wird entwickelt und umgesetzt, um die Vision des Lernorts Digitale Umformtechnik gemeinsam voranzutreiben.

Eine Vielzahl von Themen wird nun gemeinsam mit den Studierenden und Kooperationspartnern innerhalb und außerhalb der HAW angegangen, sodass die Vision des Lernorts Digitale Umformtechnik sukzessive Realität wird.

Zusammenfassung

Im Lernort Digitale Umformtechnik der HAW Hamburg findet die konsequente Weiterentwicklung des klassischen Hochschullabors hin zu einer agilen Projektumgebung statt. Dabei steht zum jetzigen Zeitpunkt die Digitalisierung als Schwerpunktthema im Fokus. Die Studierenden sind institutionell in die Adaption ihrer Lernumgebung eingebunden und bauen die Nutzungsmöglichkeiten konsequent aus. Die Erfahrungen mit dem Einsatz agiler Projektmanagement-Methoden sind durchweg positiv, insbesondere, weil die Studierenden mit dem funktionsfähigen Prototyp ein klares Umsetzungsziel vor Augen haben. Ziel ist es, dass nach mehreren Semestern des iterativen Durchlaufs im Projektmanagement im Lernort Digitale Umformtechnik konsequent digitale Methoden und Tools angewendet werden. Erste Schritte der Umsetzung sind begonnen, die entsprechend der digitalen Roadmap fortgesetzt wird. Der Lernort stellt das Spiegelbild einer Produktionsumgebung dar und steht für Kooperationen mit Unternehmen im Bereich der Digitalisierung, aber auch neu aufkommender Trends zur Verfügung. Dabei bleibt der Fokus auf den Lernprozessen der Studierenden im Curriculum des Ingenieurstudiums bei weiterer methodisch und didaktischer Einbindung von Forschungsansätzen. Eine systemati-

sche Evaluierung des Konzeptes Lernort Digitale Umformtechnik ist in den kommenden Semestern vorgesehen.

Ein Dankeschön gilt insbesondere den Studierenden im Department Maschinenbau und Produktion, die mit ihrem persönlichen Einsatz die Realisierung der Vision des Lernorts Digitale Umformtechnik erst möglich gemacht haben.

Literaturverzeichnis

- Beedle, M. et al. (2001): *Manifesto for agile software development*, Verfügbar unter www.agilemanifesto.org [31.03.2020].
- Biggs, J. B. & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university: what the students does* (3. Aufl.). Maidenhead: Open University Press.
- Bloom, B. S. (1972): *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (4. Aufl.) Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- HAW Hamburg (2020). *Kompetenzorientiert lehren, lernen und prüfen*. Verfügbar unter <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/qualitaet-in-der-lehre/curriculumentwicklung/kom-konzept/> [30.05.2020].
- HAW Hamburg (2017). *Der Lernraum der Zukunft – Design Thinking Workshop an der HAW Hamburg*. Prototyp-Video Dies Academicus 2017/Design Thinking Workshop 5.-7.10.2017), Verfügbar unter <https://youtu.be/rrClAudYm9U> [30.05.2020].
- Heidling, E.; Meil, P.; Neumer, J.; Porschen-Hueck, S.; Schmierl, K.; Sopp, P. & Wagner, A. (2019). *Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, Studie gefördert von der Impuls-Stiftung des VDMA*, München.
- Hermann, M.; Pentek, T. & Otto, B. (2015). *Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review*. Working paper/Audi-Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management (Bd. 01/2015). Dortmund. Verfügbar unter http://www.iim.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf [02.10.2020].
- Reis, O. (2013). *Kompetenzorientierte Prüfungen: Prüfungstheorie und Prüfungspraxis*. Verfügbar unter http://www.wisshom.de/dokumente/upload/e5f25_reis_ice13_beitragkongressband.pdf [25.01.2015].
- Reis, O. (2014). *Systematische Theologie für eine kompetenzorientierte Religionslehrer/innen-ausbildung. Ein Lehrmodell und seine kompetenzdiagnostische Auswertung im Rahmen der Studienreform*. Berlin. LIT Verlag. Diss.
- Rubin, K. S. (2015). *Essential Scrum – a practical guide to the most popular agile process* (6. Aufl.). Upper Saddle River NJ, Addison-Wesley.
- Schmidt, R.; Möhring, M.; Härting, R.; Reichstein, C.; Neumaier, P. & Jozinović, P. (2015). *Industry 4.0 – Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results*. In: Business Information Systems Nr. 208. Springer International Publishing.
- Schwaber, K. & Sutherland, J. (2016). *The Scrum Guide™ – The definitive guide to scrum: the rules of the game*. Verfügbar unter <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100> [01.10.2016].

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (2015). *Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand*. Frankfurt: VDMA-Verlag.

Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) (2019). *Ingenieurausbildung für die digitale Transformation*, Studie, Düsseldorf, www.vdi.de.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Umformmaschinen im Lernort Digitale Umformtechnik	130
Abb. 2	Veränderte Nutzungsmöglichkeiten von Hochschullaboren	133
Abb. 3	Konzeption Lernort Digitale Umformtechnik	135
Abb. 4	Einbindung agiles Projektmanagement in die Weiterentwicklung des Lernorts	137
Abb. 5	Thematische Schwerpunkte im Lernort Digitale Umformtechnik	139
Abb. 6	Sicherheitsunterweisung mithilfe von AR-Anwendungen	140

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Gegenüberstellung unterschiedlicher Konzepte	134
--------	--	-----

