

Schwerpunktthema  
Projekte in  
gewerblich-technischen Berufsfeldern

# lernen & lehren

Elektrotechnik – Informationstechnik  
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Handlungsorientierung in der Fachschule für Technik

– Projektarbeit in der Weiterbildung

Projektarbeiten als Instrument unterrichtlicher Gestaltung

Projektarbeit an einer Fachschule für Maschinenbautechnik

Ein schulinternes Langzeit-Projekt in der Fachschule für Technik

BIM – „Besser Immer Miteinander“ in Lehre und Unterricht

Entwicklung und Neukonstruktion einer Weichenlösung

Mit der 2020 etablierten **TVET Academy** bietet die GIZ aus einer Hand Möglichkeiten zur Vermittlung von Fach-, Handlungs- und Führungskompetenzen für eine arbeitsmarkt-orientierte Berufliche Bildung in der internationalen und Entwicklungszusammenarbeit an.

Dabei wird eine enge Zusammenarbeit mit Fachpartnern aus schulischer und betrieblicher Ausbildung, mit Unternehmen sowie Institutionen aus Wirtschaft und Wissenschaft realisiert.

Die TVET Academy entwickelt maßgeschneiderte Angebote für ihre Kunden und bietet darüber hinaus ein öffentlich zugängliches Bildungsangebot zur Kompetenzentwicklung in **fünf Kernthemenbereichen** der beruflichen Bildung an:

- Management von Berufsbildungseinrichtungen,
- Qualifizierung schulischer Lehrkräfte und betrieblicher Ausbilder,
- Zusammenarbeit mit der Wirtschaft,
- Green TVET sowie
- TVET und Digitalisierung.

### **Ansatz für maßgeschneiderte Angebote:**

Gemeinsam mit Fachpartnern und internationalen Berufsbildungsexperten entwickelt und implementiert die TVET Academy maßgeschneiderte Konzepte zur Kompetenzentwicklung in der Berufsbildung, die auf die Bedürfnisse der Zielgruppen in bestimmten Arbeitsbereichen abgestimmt sind.

Das Leistungsspektrum der TVET Academy für maßgeschneiderte Angebote umfasst:

- die Analyse von Kompetenzentwicklungsbedarfen,
- die Entwicklung von Qualifizierungskonzepten und Trainingsmaßnahmen,
- die Implementierung, Steuerung und Evaluierung komplexer Projekte zur Kompetenzentwicklung im Bereich Berufliche Bildung.

### **Öffentlich zugängliches Bildungsangebot:**

Die Umsetzung von Weiterbildungsangeboten in tutorierten Online-Formaten trägt nicht nur der aktuellen Pandemie-Situation Rechnung, sondern setzt auch auf zukunftsfähige Angebote, z.B. als begleitende blended-learning Maßnahmen zu Präsenzs Schulungen. In diesem Sinne baut die TVET Academy ihr virtuelles Dienstleistungsangebot im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung zunehmend aus.

Eine Anmeldung zu den aktuell angebotenen öffentlich zugänglichen Trainings ist über die Plattform [www.learning-giz.de](http://www.learning-giz.de) möglich.

Kontakt: [tvac@giz.de](mailto:tvac@giz.de)

# Inhalt

## **SCHWERPUNKT: PROJEKTE IN GEWERBLICH-TECHNISCHEN BERUFSFELDERN**

- 90     **Editorial**  
*Ulrich Schwenger/Georg Spöttl/Raimond Eberle*
- 92     **SCHWERPUNKT**  
Handlungsorientierung in der Fachschule für Technik – Die Projektarbeit als zentrales Element der Weiterbildung in NRW  
*Hartmut Müller*
- 97     **PRAXISBEITRÄGE**  
Projektarbeiten als Instrument unterrichtlicher Gestaltung – Ein Ansatz der Technikerschule München  
*Reiner Doll*
- 102    Projektarbeit an einer Fachschule für Maschinenbautechnik  
*Ulrike Schoenborn*
- 109    Ein schulinternes Langzeit-Projekt in der Fachschule für Technik  
*Christof Wunram*
- 115    BIM – „Besser Immer Miteinander“ in Lehre und Unterricht – Ein 360°-Feedback zur Kooperation zwischen Fachschule, Hochschule und Unternehmen  
*Peter Würges*
- 120    Entwicklung und Neukonstruktion einer Weichenlösung zur Ausschleusung fehlerhafter Produkte an Förderbändern der Lebensmittelindustrie  
*Johannes Rösner*
- 124    **FORUM**  
Berufsbild Mechatroniker/-in: Prozess- und Systemkompetenz im Projekt entwickeln – Lernen in den Zusatzqualifikationen  
*Astrid Dirks*
- 129    **REZENSIONEN**  
Axel Grimm: Didaktik der beruflichen Fachrichtung Informationstechnik/Informatik. Band 1: Theoriebildung  
*Peer Stechert*
- 131    Marinanne Friese: Care Work 4.0. Digitalisierung in der beruflichen und akademischen Bildung für personenbezogene Dienstleistungsberufe  
*Klaus Jenewein*
- STÄNDIGE RUBRIKEN**
- I–IV   BAG aktuell 3/2021  
132    Verzeichnis der Autorinnen und Autoren  
U3     Impressum



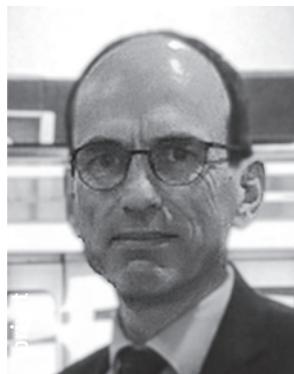
## Editorial



© privat  
**ULRICH SCHWENGER**



© privat  
**GEORG SPÖTTL**



**RAIMOND EBERLE**

Absolventinnen und Absolventen der Fachschulen für Technik zeichnen sich durch ein sehr hohes formales Qualifikationsniveau aus, entwickelt in einer Berufsausbildung und abgesichert durch Berufserfahrung sowie den Besuch der in der Regel zweijährigen Fachschule. Dadurch ist diese Zielgruppe in der Lage Arbeitsprozesse, wie sie beispielsweise in Werkstätten des Handwerks oder bei Aufgaben in Fertigungsbetrieben üblich sind, zu erkennen und mitzugestalten. Der Anspruch der Absicherung von Arbeitsprozessen durch hochqualifizierte Fachkräfte wird sich auch zukünftig in den verschiedenen Arbeitsfeldern nicht verändern. Ein großer Teil der von Absolventinnen und Absolventen von Fachschulen wahrzunehmenden Aufgaben wird durch die Entwicklung von Produkten, Baugruppen und Komponenten in konstruktions- und versuchstechnischen Arbeitsbereichen und/oder durch Übernahme von Aufgaben des mittleren Managements bestimmt. Ein hohes Maß an Eigenverantwortung ist u. a. Voraussetzung für die Bewältigung der geforderten Aufgaben. Teamleitungsfunktionen und der damit verbundene erweiterte Verantwortungsbereich sind nicht selten schon kurze Zeit nach der Weiterbildung auszufüllen. Nach wie vor besteht eine große Nachfrage für diese Beschäftigungsbereiche; allein das Portal [www.stepstone.de](https://www.stepstone.de/jobs/Staatlich-gepruefte-r-Techniker-in.html) listet am 12.07.2021 mehr als 2.900 freie Stellen auf (<https://www.stepstone.de/jobs/Staatlich-gepruefte-r-Techniker-in.html>).

Im Vergleich zu den Aufgaben der Facharbeiterinnen und Facharbeiter sind diejenigen der höher qualifizierten Absolventinnen und Absolventen der

Fachschulen nahe oder ergänzend zu denjenigen für Ingenieurinnen und Ingenieuren angesiedelt. Damit wird es für die Fachschulabsolventinnen und -absolventen notwendig, die Kompetenzen in einen Zusammenhang mit dem (Arbeitsprozess-)Wissen der Ingenieurinnen und Ingenieure zu stellen. Erforderlich hierfür ist ein solider fachsystematisch strukturierter Wissensfundus, der nicht allein unmittelbar aus Arbeitsprozessen heraus entwickelt und gebildet werden kann und der einen gezielten und systematischen Wissenserwerb auch außerhalb des Arbeitsprozesses, nämlich in Fachschulen, erfordert. Die Doppelqualifizierung unterscheidet Fachschulabsolventinnen und -absolventen von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Sie können mit sehr „praktischen“ Problemen und Aufgaben umgehen und auch darüber aus einer pragmatischen Position heraus reflektieren in dem Sinne, dass sich Wissen und Können ergänzt.

Ingenieurinnen und Ingenieure, Facharbeiterinnen und Facharbeiter sowie Absolventinnen und Absolventen der Fachschulen (Techniker/-innen) werden in formaler Hinsicht mit identischen Arbeitsprozessen konfrontiert. Alle drei Berufsgruppen setzen sich mit der Zielsetzung, Planung, Durchführung und Inbetriebnahme auseinander und bewerten sie aus deren je spezifischen Perspektiven. Dabei vollbringen alle drei Gruppen eine vollständige Handlung. Das Wissen und Können von Facharbeiterinnen und Facharbeitern ist in den spezifischen Kontext der jeweiligen Arbeitsumgebung unmittelbar eingebunden, wogegen die Arbeit von Ingenieurinnen und Ingenieuren auch außerhalb und in deutlicher

räumlicher und zeitlicher Trennung vom unmittelbaren Produktionsprozess stattfinden kann. Zwischen beiden Feldern befindet sich formal wie auch häufig räumlich das Aufgabenfeld der Technikerinnen und Techniker. Sie sind ein Verbindungsglied, ein Vermittler und „Übersetzer“ in einer Struktur, die von ihnen intensive, produktbezogene Handlungen fordert, um Qualität zu garantieren, ohne die Kompetenz der Facharbeiterinnen und Facharbeiter oder den prospektiven Blick der Ingenieurinnen und Ingenieure zu ignorieren.

Diese Situation hat unmittelbare Auswirkungen auf die didaktische Arbeit einer Fachschule. Sie muss in ihren Curricula den beiden Anforderungen gerecht werden, die sich in den Arbeitsprozessen der Technikerinnen und Techniker sowie der Ingenieurinnen und Ingenieure abbilden. Denn am Ende einer Ausbildung muss der Brückenschlag zwischen dem Konstruktionsprozess, der im Wesentlichen von Ingenieurstätigkeit bestimmt wird und der Facharbeit, die sich ganz wesentlich in der Produktion repräsentiert, gelingen. Integrale Bestandteile der Arbeitsprozesse, die von Technikerinnen und Technikern gestaltet werden, müssen sowohl fachsystematisch begründet sein, als auch Erfahrungen berücksichtigen, die aus langjährigen Durchführungsprozessen resultieren. Sie lassen sich in der Regel nicht allein aus einem Ansatz gewinnen, der das Lernen ausschließlich in der Arbeit, im Arbeitsprozess ansiedelt.

Einen denkbaren Angang zu einer Fachschuldidaktik bietet sicher das Instrument des didaktischen Exkurses in den referenzierten Fachwissenschaften. Eine weit komplexere Möglichkeit bietet das Projekt als Unterrichtsmethode oder als „Instrument“ im Unterricht. Es eignet sich zur Verknüpfung von Arbeitsprozessen und fachwissenschaftlichen Inhalten und fördert die methodische Selbststeuerung und Selbstreflexion des Lernens und Arbeitens. Die verschiedenen Projektansätze, die in den vorliegenden Artikeln dargestellt sind, belegen die ein oder andere Variante oder kombinieren auch verschiedene Optionen.

Der Schwerpunktartikel von HARTMUT MÜLLER untermauert die Bedeutung der Projektarbeit in der Fachschule als interdisziplinäres Lernen. Gemeinsam mit Lernortpartnern aus Betrieb und Unternehmen wird von Lernteams an praxistauglichen Produkten und Prozessen fachlich und überfachlich gelernt. Die schulrechtlichen Rahmenbedingungen werden den pädagogischen Zielen der Projektarbeit gerecht und bieten genügend Freiraum für eine arbeitsprozessbezogene Umsetzung. REINER DOLL zeigt die

Entwicklung und Durchführung von Projektarbeiten im Fachbereich Elektrotechnik der Technikerschule München auf. An einigen Beispielen wird detailliert beschrieben, wie die Themendefinition aus der didaktischen Zielsetzung entwickelt wurde. Zudem wird aufgezeigt, welche organisatorischen Maßnahmen für die Projektumsetzung erforderlich sind.

ULRIKE SCHOENBORN spricht von einem großen Erfahrungsschatz mit der Projektarbeit an ihrer Fachschule. Basierend auf den Anforderungen des Lehrplans werden abgeleitete Prozesse und Erfolgsfaktoren beschrieben. Sie hebt die Bedeutung der internen Evaluationen sowie der Rückmeldungen von bundesweiten Wettbewerben hervor, um von den besten Projektarbeiten für weitere Optimierungen zu lernen. CHRISTOF WUNRAM spricht im Zusammenhang mit Projekten von innovativen Problemstellungen, die eine hohe Motivation garantieren und dazu beitragen, dass komplexe Aufgabenstellungen in Teams erfolgreich bewältigt werden. Die dabei gewonnenen Erfahrungen, so seine Aussage, prägen die Studierenden und ermöglichen ihnen einen wertvollen Einblick in ihre spätere berufliche Tätigkeit.

Ein sehr besonderer Projektansatz wird von PETER WÜRGES mit dem „Building Information Modeling – BIM in Lehre und Unterricht“ vorgestellt, in welchem mit einer Hochschule kooperiert wurde. Dabei war die Vorwegnahme baustellentypischer Besprechungssituationen in Unterricht und Lehre ebenso Projektziel, wie das Entwickeln von Verständnis für die Erfordernisse und Nöte des jeweiligen Gegenübers.

JOHANNES RÖSNER berichtet von einem prämierten Fachschulprojekt, dessen Ergebnis von einem Unternehmen aufgegriffen und zur Patentreife geführt wurde. Die in einem Projekt erarbeitete Lösung für eine Qualitätsverbesserung bei fehlerhaften Produkten durch eine Fehlerausleseeinrichtung wird auf einer konzeptionellen Ebene vorgestellt und es werden Einblicke in die reale Projektgestaltung gegeben.

ASTRID DIRKS schließt mit einem Beitrag zu der Frage was „Prozess- und Systemkompetenz“ ist. Sie zeigt einen Ansatz auf, wie Prozess- und Systemkompetenz in der beruflichen Aus- und Weiterbildung generierbar sind.

# Handlungsorientierung in der Fachschule für Technik – Die Projektarbeit als zentrales Element der Weiterbildung in NRW



HARTMUT MÜLLER

Projektarbeit in der Fachschule stützt sich auf eine langjährig bewährte Erfahrung der Lehrkräfte in der Weiterbildung, die interdisziplinär kooperieren und außerschulisches Lernen ermöglichen. Gemeinsam mit Lernortpartnerinnen und -partnern aus Betrieb und Unternehmen wird von Lernteams an praxistauglichen Produkten und Prozessen fachlich und überfachlich gelernt. Die schulrechtlichen Rahmenbedingungen werden den pädagogischen Zielen der Projektarbeit gerecht und bieten genügend Freiraum für eine arbeitsprozessbezogene Umsetzung. Eine engere didaktisch-methodische Verknüpfung zwischen selbstreguliertem Lernen und der Projektarbeit könnte die konzeptionelle Ausarbeitung innerschulisch aufwerten und die Zufriedenheit der Studierenden<sup>1</sup> inhaltlich besonders an fachlichen Themen weiter steigern.

## VORBEMERKUNG

Auf Basis der KMK-Vereinbarung zu Fachschulen (KMK 2002) wurden Selbstlernphasen und projektorientierte Unterrichtsmodelle in erheblichem Umfang als durchgängige aber fakultative Möglichkeit für die Konzeption der Bildungsgänge in der Weiterbildung und ihre didaktische Planung eingeführt. Sie stellen im Hinblick auf die Entwicklung von Lernkompetenz im Kontext umfassender Handlungskompetenz und insbesondere für die individuelle Lernförderung eigene Anforderungen inhaltlicher und pädagogischer Art.

Projektarbeit und Selbstlernphasen bieten darüber hinaus für die berufliche Bildung umfangreiche Gestaltungsperspektiven:

- pädagogische Profilbildung im Rahmen des Schulprogramms,
- Steigerung der Lernortkooperation,
- Verknüpfung mit Arbeits- und Prozesswissen,
- Qualitätsentwicklung in Bildungsgang und Schule (Schulinspektion, Qualitätsanalyse, externes Feedback ... ),
- Öffentlichkeitsarbeit.

Ausgehend von der berufspädagogischen Leitidee der Projektarbeit in Verbindung mit selbstregulierten Lernprozessen werden didaktische Konsequenzen für die Umsetzung in der Weiterbildung skizziert<sup>2</sup> und mit schulrechtlichen Vorgaben in Bezug

gesetzt (kursiv). Dabei ist festzustellen, dass diese die Leitidee vollständig beinhalten.

## BERUFSPÄDAGOGISCHE LEITIDEE

Auf der Grundlage einer beruflichen Erstausbildung bietet die Fachschule eine erweiterte Fachbildung, die zur Übernahme von Führungsaufgaben und zur selbstständigen Wahrnehmung verantwortungsvoller Tätigkeiten qualifiziert. Ermöglicht wird ebenso die unternehmerische Selbstständigkeit (KMK 2002, S. 4).

Eine erfolgreich abgeschlossene Weiterbildung zur staatlich geprüften Technikerin/zum staatlich geprüften Techniker ist in der Regel mit einem Arbeitsplatzwechsel aus dem handwerksorientierten Wartungs- und Reparaturbereich in den industriellen Konstruktions- und Erprobungsbereich verbunden. Das hat unmittelbare Auswirkungen auf die didaktische Arbeit einer Fachschule (KLEIN/SCHWENGER 2002). Diese muss die Arbeitsprozesse und fachsystematisch begründeten Inhalte der Facharbeit und Ingenieurstätigkeit abbilden, die von Technikerinnen und Technikern beruflich gestaltet werden. Im Rahmen handlungsorientierter didaktisch-methodischer Modelle der Berufsbildung bietet die zeitlich umfangreiche und inhaltlich komplexe Projektarbeit als Unterrichtsmethode die Chance zur Verknüpfung von Praxis und Theorie. Durch die methodische Selbststeuerung und Selbstreflexion soll das Lernen im und für den Arbeitsprozess besonders gefördert werden (KMK 2002, S. 16).

„Technikerinnen und Techniker verfügen über ein breites Spektrum beruflicher Qualifikationen, die ihnen Wege zu vielfältigen Tätigkeiten eröffnen. Diese können sowohl übergreifende, koordinierende als auch spezifische, technikgestaltende Aufgaben umfassen. Das berufliche Handeln ist bestimmt durch ein methodengeleitetes Vorgehen sowie die permanente Reflexion der jeweiligen Bedingungen und Konsequenzen. Die Befähigung zur Beurteilung der ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Bedingungen von Technik schließt die Bereitschaft zur human-, sozial- und umweltverträglichen Technikgestaltung ein.“

Die Kooperation mit internationalen Geschäftspartnern erfordert eine zielgerichtete Kommunikation, die sich auf Fremdsprachenkompetenz, interkulturelles Verständnis, Informationskompetenz und die Kenntnis nationaler beruflicher Gegebenheiten stützt.“ (MSB 2014)

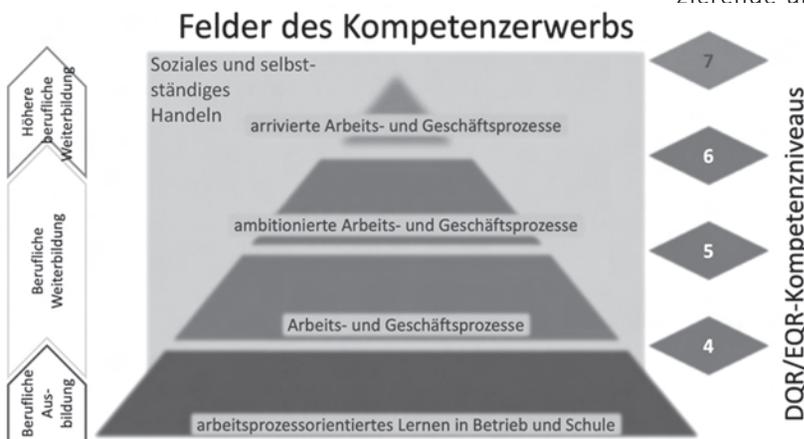


Abb. 1: Kompetenzerwerb in der Beruflichkeit (BAK FST 2013)

**SELBSTREGULIERTES LERNEN**

Zentrale Annahme des selbst regulierten Lernens ist es, dass viele Aspekte des eigenen Lernens durch strategisches Verhalten selbst beeinflussbar und dass Lernstrategien und andere Methoden der

Selbststeuerung für effektives und effizientes Lernen von zentraler Bedeutung sind (SCHIEFELE 2005). Selbstreguliertes Lernen bedeutet somit die Fähigkeit zu selbst bestimmtem, selbst organisiertem und selbst gesteuertem Lernen in komplexen beruflichen Handlungskontexten mit entsprechenden Anforderungsprofilen in allen Dimensionen von Handlungskompetenz. Die Projektarbeit ist in einer Gruppe von Studierenden als Teamleistung gefordert.

„Hiermit werden drei Perspektiven für die Kompetenz aufgezeigt: die Domäne resp. das Fach, die Persönlichkeit und die soziale Gruppe. Methoden-, Lern- und kommunikative Kompetenzen stellen dabei ‚Querkompetenzen‘ dar, die sich in diesen Perspektiven entfalten.“ (SLOANE/DILGER 2005).

Lehrende nehmen dabei lernbegleitende, diagnostizierende und beratende Aufgaben wahr und begleiten aktiv den Lernprozess der Studierenden. Die Leistungsbewertung umfasst schulrechtlich neben der obligatorischen Individualbewertung auch eine Teamleistung .

„Hierzu ist die Unterstützung von Lehrkräften als Lernexperten unabdingbar, da den Lernenden die hierzu notwendigen kriteriellen Referenzsysteme und Bezugskategorien weitgehend fehlen. Lehrerinnen und Lehrer müssen die Lerngegenstände, d. h. Lernsituationen und Problemstellungen, so vorstrukturieren, dass sie dem subjektiven Problem- und Erfahrungshorizont der Lerner entsprechen.“ (SLOANE 2007)

Einer gezielten Hilfestellung zu Beginn (Scaffolding) folgen zunehmend reduzierte Formen der Unterstützung (Fading) durch Lern- und Fachberatung, die in

Dimensionen der Handlungskompetenz	Fachkompetenz (Domäne)	Humankompetenz (Person)	Sozialkompetenz (Gruppe/Team)
Methoden- und Lernkompetenz	Entdecken fachlicher Probleme Entwicklung von fachbezogenen Problemlösungen ...	Thematisierung eigener Lern- und Arbeitsleistungen ...	Planung und Durchführung von Gruppenprozessen Umgang mit Störungen in der Gruppe ...
Sprach- und Textkompetenz	Umgang mit fachlichen Texten Fachkommunikation ...	Kommunikation und Verschriftlichung eigener Leistungen ...	Gruppenprozesse thematisieren Arbeitsergebnisse der Gruppe dokumentieren ...
Ethische Kompetenz	Fachliche Verantwortung Einhalten von rechtlichen Vorschriften und Normen ...	Verantwortung für die eigene Arbeit und das eigene Leben ...	Verantwortung für die Gruppe Solidarität ...

Tab. 1: Kategoriales Kompetenzmodell (in Anlehnung an SLOANE/DILGER 2005)

Verbindung mit Reflexion und Feedback die Selbstregulierung fördern sollen (LANG/PÄTZOLD 2006).

*„Die Projektarbeit liefert den lernorganisatorischen Rahmen, in dem, losgelöst von Zuordnungen zu anderen Fächern oder Lernfeldern, erworbene Kompetenzen bei der Durchführung eines umfassenden berufsrelevanten Projektes angewandt und weiterentwickelt werden können. Dies gilt in besonderem Maße für die im Rahmen von Selbstlernphasen erworbenen Kompetenzen.“ (MSB 2014)*

Das hier beschriebene Projektverständnis in der Fachschule für Technik stimmt im Hinblick auf Kriterien und Modelle aus der Literatur zu selbstreguliertem Lernen in folgenden Punkten überein:

#### 1. Projektdefinition:

Die Definition des Projektthemas erfolgt durch die Studierenden. Es soll sich an Arbeitsprozessen der Praxis ausrichten und berufliche Erfahrungen einbeziehen. Gesellschaftliche und individuelle Lebenskontexte sind zu berücksichtigen.

*„Der Unterricht im fachrichtungsbezogenen Lernbereich dient dem Erwerb erweiterter beruflicher Handlungskompetenz. Hierbei erhalten komplexe Aufgabenstellungen, die aus dem zukünftigen beruflichen Einsatzbereich entwickelt werden und damit in besonderer Weise neben der Entwicklung der obengenannten Kompetenzen der Entwicklung der Fachkompetenz dienen, einen besonderen Stellenwert.“ (KMK 2002, S.6)*

#### 2. Handlungsorientierung:

Planung, Durchführung und Reflexion gehören zu den Aufgaben der Studierenden individuell und im Team. Ziel ist es hierbei, Wissen konstruktiv und mehrperspektivisch erarbeiten zu lassen und Lernstrategien anzuwenden, so dass es sich durch einen hohen Grad der Nachhaltigkeit auszeichnet und eigenständig angewandt werden kann.

#### 3. Produktorientierung:

Ziel ist es, ein gemeinsames Produkt auch in Zusammenarbeit mit außerschulischen Lernorten zu erstellen, das vorweisbar ist und dem Anforderungsniveau gerecht wird.

*„Für die Projektarbeit werden keine inhaltlichen Vorgaben gemacht. Die Themen der Projekte können durch die Arbeitsgruppen selbst gewählt werden. Dabei stehen die Lehrenden beratend zur Seite, um zu gewährleisten, dass die Projekte sowohl realisierbar sind als auch dem der Kompetenzentwicklung ent-*

*sprechenden Anforderungsniveau gerecht werden. Die Projekte werden in Arbeitsgruppen teamorientiert durchgeführt. Die Gestaltung und der Verlauf des Arbeitsprozesses ist neben der Erstellung und Präsentation eines Arbeitsproduktes als Ergebnis der Projektarbeit anzusehen.“ (MSB 2014, S.14)*

#### 4. Zeittakt und Stundenplan:

Diese sind während der Projektarbeit aufgehoben.

#### 5. Phasenstruktur der Arbeitsorganisation:

Es findet eine Zielbestimmung, eine Planung, eine Durchführung und eine Reflexion durch die Studierenden statt. Die Durchführung hat einen kreativen und forschenden Charakter.

#### 6. Problemorientierung:

In der Projektarbeit lösen Lehrende und Studierende reale Problemstellungen in handelnder Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit. Diese weisen gesellschaftliche Relevanz auf und sind für die Beteiligten individuell bedeutsam.

#### 7. Organisation, Lern- und Fachberatung:

Die Begleitung übernehmen interdisziplinär kooperierende Lehrkräfte.

*„Die in den Studentafeln vorgesehene Projektarbeit wird in der zweiten Hälfte des Bildungsgangs in der Regel zeitlich zusammenhängend (geblockt) durchgeführt. In der Vollzeitform findet während der Projektarbeit kein weiterer Unterricht statt. In der Teilzeitform entscheidet die Bildungsgangkonferenz über die geeignete Organisationsform.“ (MSB 2021, Anlage E §4)*

Selbstreguliertes Lernen umfasst als komplexe Fähigkeit und Bereitschaft in einer Wechselwirkung u. a. Wissensstrukturen, Verfahrensabläufe und Methoden, Haltungen und Einstellungen sowie Lern-, Handlungs- und Verhaltensstrategien. Eine Erhöhung an Selbstregulationskompetenz im Handlungsprozess von Projektarbeiten zeigt sich insbesondere dadurch,

- ob und wie Studierende diesen Prozess aktiv gestalten und selbst lenken,
- ob und welche Handlungshilfen in Anspruch genommen werden und wie aktiv dazu auf die Lehrkräfte zugegangen wird,
- ob und wie die eigenen Lernvoraussetzungen reflektiert werden.

Zusammenfassend kennzeichnen folgende lernbezogene Merkmale die teamorientierte Projektarbeit:

- Selbstregulation,
- Motivation,
- Nutzung kognitiver und metakognitiver Lernstrategien,
- Reflexivität und Bewusstheit,
- persönlicher Lernerfolg,
- Kooperation.

### **ERFAHRUNGEN AUS DER SCHULAUFSICHT**

Die Projektarbeit wird von den Lehrenden als vorteilhaftes Instrument besonders für den überfachlichen Lernerfolg zur Stärkung der Personal- und Sozialkompetenz gewertet. Auch Verfahren des Qualitätsmanagements fließen häufig in die Durchführung und Bewertung ein, um die berufliche Relevanz zu untermauern (NÖTHEN/THELEN 1995).

Von den Studierenden wird die Projektarbeit als Grund für eine höhere Lernmotivation genannt. Sie haben „Spaß“ am Lernen in der Schule. Gerade wenn Probleme im Projektablauf auftreten und unerwartete Lösungen erforderlich werden, sind sie bereit, neben Beruf und ggf. Familie, einen enormen Zeitaufwand zur Lösung aufzubringen. Im Rahmen von Abschlusspräsentationen in der Öffentlichkeit weisen die Ergebnisse neben hoher fachlicher Qualität auf deutliche Zuwächse an Persönlichkeit hin.

In Zusammenarbeit mit Betrieben und Unternehmen nutzen die beruflichen Schulen Projektpräsentationen im Rahmen von aufwändigen Veranstaltungen, um die Lernortkooperation zu intensivieren sowie sich in der Schulöffentlichkeit und Region zu profilieren. Viele Schulträger nehmen die positive Medienpräsenz gerne wahr, um ihre Investitionsentscheidungen für Fachschulen zu legitimieren und ihren Beitrag zur regionalen Schulentwicklung zu leisten.

Die Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen nach Berufsbildungsgesetz und Handwerksordnung wird unter Einbeziehung von Betrieben in die Projektarbeit wesentlich erleichtert, stellen doch die Fachschulen seit Beginn an eine Konkurrenz zu Kammerweiterbildungen dar.

Hinsichtlich des fachlichen Lernerfolgs sehen sowohl Lehrkräfte als auch Studierende eher Optimierungspotenziale. Die fachlichen Ziele werden ihnen häufig nicht unmittelbar deutlich oder entwickeln sich unerwartet. Von den Studierenden, insbesondere

denen, die in Teilzeitform die Weiterbildung durchführen, werden in Bezug auf Lerneffizienz oft Formen lehrergesteuerten Unterrichts gewünscht. Bei erfolgreichen Projektverläufen ändert sich ihre Einschätzung und alle Formen externer Anerkennung tragen ebenfalls wesentlich zur Zufriedenheit mit dem Lernfortschritt bei.

Kritisch anzumerken ist, dass Selbstlernphasen vor der zeitlichen Phase der Projektarbeit im Bildungsgang stärker in die didaktischen Planungen einfließen sollten. Häufig werden, auch in Zusammenarbeit mit Externen, z. B. Trainings eingebunden, deren Konzept eher auf das Erlernen von Routinen (z. B. Softwarenutzung) zielen, als projektorientierte Vorgehensweisen zu erlernen und einzuüben.

Besonders die mit der Projektarbeit geforderten Merkmale Reflexivität und Bewusstsein sowie das Erlernen metakognitiver Strategien sind schwer einzuschätzen oder werden möglicherweise nicht systematisch verfolgt (TRAUB 2011).

Auch aus diesen Gründen wurde im Rahmen der Novellierung der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für das Berufskolleg in NRW der Umfang der Selbstlernphasen in der Stundentafel reduziert und mit dem möglichen Stundenvolumen der Projektarbeit verbunden (Summe 480 Jahresstunden).

### **AUSBLICK**

Aktuell wird unter dem Thema Digitalisierung eine Fülle von Forderungen und Wünschen an Bildungssysteme kommuniziert. Vieles ist an Fachschulen vor allem in der Anwendung von Hard- und Software längst Realität. Meine These lautet: Es bestehen große Übereinstimmungen zwischen Formen des Blended Learning in der Projektarbeit und den Postulaten nach „digitalem“ Unterricht. Digitale Medien ersetzen jedoch nicht den Unterricht in der Schule, der durch initiierende, begleitende, auswertende, strukturierende, bewertende und vor allem im sozialen Diskurs reflektierende Merkmale geprägt wird. Sie ersetzen auch nicht den Bedarf an informatischem Wissen, dass durch neue Technologien mehr denn je erforderlich ist. Wenn Projektarbeit auch mit geeigneten Medien und erforderlichen digitalen Werkzeugen relevante Arbeitsprozesse abbildet, reichert sie kognitiv aktivierendes, problemlösendes, reflektierendes und persönlichkeitsbildendes Lernen an. Damit wird Projektarbeit dem Bildungsziel der Fachschule gerecht, handlungskompetente und selbstständig agierende Fachleute an der Schnitt-

stelle zwischen Facharbeit und Ingenieurstätigkeit auszubilden.

## ANMERKUNGEN

- 1) Schülerinnen und Schüler an Fachschulen werden in der postsekundären Weiterbildung auch als Studierende bezeichnet.
- 2) Der Verfasser hat aus langjähriger Zuständigkeit in der Schulaufsicht für die Fachschulen für Technik in Nordrhein-Westfalen die Entwicklung und Umsetzung an den Berufskollegs im Regierungsbezirk Köln und auf Landesebene begleitet.

## Literatur

BAK FST (BUNDESARBEITSKREIS FACHSCHULEN FÜR TECHNIK, BUNDESARBEITSGEMEINSCHAFTEN FÜR BERUFSBILDUNG IN DEN FACHRICHTUNGEN ELEKTROTECHNIK, INFORMATIONSTECHNIK, METALLTECHNIK) (2013): Weiterbildung zum Staatlich geprüften Techniker im Licht von DQR-Kompetenzstandards und Kreditierungssystemen. Online: [https://www.bag-elektrometall.de/pages/bakfst/vqts-beTwin\\_AP2\\_biel.pdf](https://www.bag-elektrometall.de/pages/bakfst/vqts-beTwin_AP2_biel.pdf) (04.01.2021)

KLEIN, B.; SCHWENGER, U. (2002): Die Projektarbeit in der Fachschule für Technik. In: BECKER, M.; SCHWENGER, U.; SPÖTTL, G.; VOLLMER, T. (Hrsg.): Berufsbildung in der Wissensgesellschaft – Metallberufe auf dem Weg zur Neuordnung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 190–200

KMK (KULTUSMINISTERKONFERENZ) (2002): Rahmenvereinbarung über Fachschulen (Beschluss der Kultusministerkonferenz, i. d. F. vom 10.09.2020)

LANG, M.; PÄTZOLD, M. (2006): Selbstgesteuertes Lernen – theoretische Perspektiven und didaktische Zugänge. In: EULER, D.; LANG, M.; PÄTZOLD, G. (Hrsg.): Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Bildung. ZBW Beiheft 20, S. 9–36

MSB (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND BILDUNG NRW) (2021): Verordnung über die Ausbildungs- und Prüfungsordnung in Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK 2021). Online: <https://bass.schul-welt.de/3129.htm> (30.06.2021)

MSB (MINISTERIUM FÜR SCHULE UND BILDUNG NRW) (2014): Richtlinien und Lehrpläne: Fachschule Maschinenbautechnik. Online: [https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/\\_lehrplaene/e/maschinenbautechnik.pdf](https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/upload/_lehrplaene/e/maschinenbautechnik.pdf), S. 20 (29.06.2021)

NÖTHEN, K.-G.; THELEN, L. (1995): Bewertung von Projektarbeiten. Köln: H. Stam.

SCHIEFELE, J. (2005): Prüfungsnahe Erfassung von Lernstrategien und deren Vorhersagewert für nachfolgende Lernleistungen. In: ARTELT, C.; MOSCHNER, B. (Hrsg.): Lernstrategien und Metakognitionen. Implikationen für Forschung und Praxis. Waxman: Münster, S. 13–41

SLOANE, P. F. E. (2007): Vorwort. In: HORST, F.-W.; SCHMITTER, J.; TÖLLE, J. (Hrsg.): Lernarrangements wirksam

gestalten. Wie MOSEL Probleme löst. Paderborn: Eusl, S. 8–11

SLOANE, P. F. E.; DILGER, B. (2005): The Competence Clash – Dilemmata bei der Übertragung des ‘Konzepts der nationalen Bildungsstandards’ auf die berufliche Bildung. In: bwp@ (Berufs- und Wirtschaftspädagogik online), 8. Online: [http://www.bwpat.de/ausgabe8/sloane\\_dilger\\_bwpat8.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe8/sloane_dilger_bwpat8.pdf) (25.06.2021)

TRAUB, S. (2011): Projektarbeit - ein Unterrichtskonzept selbstgesteuerten Lernens? Eine vergleichende empirische Studie. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 127

# Projektarbeiten als Instrument unterrichtlicher Gestaltung – Ein Ansatz der Technikerschule München

Im Folgenden werden Entwicklung und Durchführung von Projektarbeiten im Fachbereich Elektrotechnik der Technikerschule München beschrieben. An einigen Beispielen wird detailliert beschrieben, wie die Themendefinition aus der didaktischen Zielsetzung entwickelt wurde. Weiter zeigt der Artikel, wie eine angepasste Organisation der Projektdurchführung die Studierenden individuell unterstützen und deren Lernerfolge fördern kann.



REINER DOLL

## EINLEITUNG

An der Städtischen Technikerschule München werden in allen Fachbereichen Projektarbeiten durchgeführt. Während im Maschinenbau für alle Studierenden eine Projektarbeit verpflichtend ist, können die Studierenden der Fachrichtung Elektrotechnik im Rahmen des Wahlpflichtbereichs im zweiten Schuljahr eine Projektarbeit aus einem Fächerangebot wählen. Die Wahlfreiheit erhöht den Spielraum zur Optimierung didaktischer Prozesse. Sie ermöglicht wesentlich anspruchsvollere, umfangreichere Projekte, als dies im Rahmen einer Pflichtleistung möglich wäre. Die Studierenden wählen diese Herausforderung bewusst und freiwillig. Die hier beschriebenen Arbeiten wurden im Profil „Automation und IT“ angeboten. Die Arbeiten fokussieren auf eine Reihe von Kernkompetenzen für zukünftige Techniker/-innen, die folgend dargestellt werden.

### Nutzung mathematisch/theoretischer Werkzeuge im Beruf

Die typischen Berufsbilder von Technikerinnen und Technikern in der Industrie sind in der mittleren Führungsebene (z. B. Linienverantwortliche in Fertigungsbetrieben) und in Entwicklungsabteilungen (Produktentwicklung) zu finden. Im Gegensatz zur gewohnten Arbeitsweise als „Ausführende“ technischer Abläufe verlangt diese Tätigkeit auch den Einsatz theoretisch gelernter Grundlagen als „krea-

tiv Entwickelnde“. Auf diesem technischen Niveau spielen die Mathematik und andere theoretische Wissensgebiete wie Physik, Chemie usw. eine maßgebliche Rolle. Die Studierenden sollen Gelegenheit bekommen, durch praktische Anwendung solcher Methoden, deren Nützlichkeit in der Technik zu erfahren und die Anwendung zu üben.

### Eigenverantwortliches, konzeptuelles Vorgehen bei der Lösung technischer Probleme

Zur Lösung komplexerer Aufgaben im beruflichen Umfeld ist die Fähigkeit nötig, Probleme sinnvoll zu strukturieren und (möglicherweise auch in Teams organisiert) zielorientiert zu lösen. Planung und Teamorganisation sollen als wesentlicher Bestandteil des Projekterfolgs erfahren werden.

### Anwendung modernster Technologien

Die Studierenden sollen mit zukunftssträchtigen neuen Technologien aus den Bereichen Industrietechnik („Industrie 4.0“) und allgemeiner Elektronik (Sensorik, Mikrorechentechnik usw.) durch Anwendung in der Praxis vertraut werden.

Die angebotenen Projektarbeiten greifen die Technikbegeisterung (und den Spieltrieb im Sinne des homo ludens) auf. Die oben aufgeführten Qualifikationen werden in idealer Weise durch den pädagogisch-didaktischen Ansatz der Projektarbeit und auf handlungsorientierten Ansätzen basierend er-

arbeitet. Dabei findet sowohl implizites Lernen auf überwiegend fachlicher Basis, aber ebenso erfahrungsbasierter Wissenserwerb in den eher prozessorientierten Bereichen statt.

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Projektarbeiten ist dabei eine gezielte Auswahl der Thematik und eine optimal den Lernenden angepasste Skalierung des Aufgabenumfangs und -niveaus. Dabei darf bei aller angestrebten technischen Perfektion nie das Ziel eines Schulprojekts aus dem Auge verloren gehen: der technische Gegenstand muss didaktisch optimiert sein, nicht technisch.

### **THEMENDEFINITION**

Für die Auswahl der Projektthemen ist eine Reihe von Kriterien von Bedeutung.

#### **Niveau**

Alle hier beschriebenen Projektarbeiten finden auf einem für die Berufsbildung sehr hohen technischen Niveau statt. Es werden anspruchsvolle mathematische Methoden angewandt, die Werkzeuge und Komponenten sind von oft sehr komplexer Struktur. Das technische Niveau ist vergleichbar mit einer Bachelorarbeit an einer Hochschule für angewandte Wissenschaft (FH). Diese hohe Anforderung fordert die Studierenden heraus und erhöht die Motivation.

#### **Relevante Thematik**

Die Studierenden kommen aus der Industriepraxis. Sie kennen das technologische Umfeld und können die Relevanz technischer Themen sehr gut einschätzen. Nur wirklich interessante Themen mit Inhalten, die beruflich für die Studierenden Neues bringen, werden gewählt. Hier ist enge Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie nötig. Aus dieser Quelle kommen (neben der Fachliteratur) viele Anregungen, welche Themen in der kommenden Industriesaison hohe Relevanz gewinnen werden.

#### **Machbarkeit**

Dieser Punkt bildet in Konkurrenz mit dem, im ersten Punkt genannten, möglichst hohen Niveau die größte Herausforderung für die Betreuenden. Sie müssen vor Projektausschreibung abschätzen können, ob die Arbeit, trotz der hoch gesteckten Ziele, im zeitlichen und finanziellen Rahmen einer Projektarbeit und mit den technisch/mathematisch zur Verfügung stehenden Werkzeugen der Studierenden machbar ist. Das kann von nur theoretischer Voruntersuchung (Beispiel: Koordinatentransformation am Deltarobo-

ter mit Fachschul-Mathematik) über Vorversuche zur Realisierbarkeit z. B. regelungstechnischer Details (Beispiel: Self-Balancing-Plattform), bis hin zum kompletten Aufbau eines anspruchsvollen Projektgegenstandes (Beispiel: Quadrocopter) im Vorfeld gehen.

Es liegt auf der Hand, dass die präzise Skalierung einer Projektarbeit (Kenntnistiefe, Aufwand, Umsetzungsmöglichkeiten, Finanzierung etc.) von großer Bedeutung ist. Arbeiten, die von Studierenden vorgeschlagen werden oder Arbeiten, die von Firmen angeboten werden, sind aus den unterschiedlichsten Gründen oft nur schwer mit den oben aufgeführten Kriterien sinnvoll zu vereinen.

### **ORGANISATIONSFORMEN**

Je flexibler die Organisation von Projektarbeiten gehandhabt wird, desto besser. Welche planenden Schritte vorausgehen, in wie weit die Betreuenden während der Arbeit lenkend ins Geschehen eingreifen (sowohl organisatorisch als auch fachlich), hängt von vielen Faktoren ab, von denen einige beispielhaft hier genannt werden.

#### **Die Studierenden**

So verschieden die Studierenden als Menschen sind, so unterschiedlich muss die Betreuung sein. Manche Studierende wollen die komplette Arbeit allein in Ruhe zuhause machen und präsentieren zum Projektende eine erstklassige Arbeit, andere dagegen arbeiten eher planlos und wenig zielführend und kommen ohne ein wöchentliches ausführliches Gespräch alleine nicht weiter. Individuelle Betreuung ist in diesen kleinen Gruppen problemlos zu leisten und ermöglicht individuelle Förderung.

#### **Der Projektgegenstand**

Je nach Komplexität der Thematik müssen die Betreuenden mehr oder weniger beratend aktiv werden. Im folgenden Abschnitt wird dies an zwei typischen Projektstrukturen beispielhaft beschrieben.

Ein Projekt aus der Projektfamilie „Mobile Objekte“ besteht jeweils aus so wenigen Komponenten, dass die betreffende Studierendengruppe ohne Risiko die Projektorganisation weitgehend alleine übernehmen kann. Auch wenn durch mangelnde Arbeitsstruktur und Koordination Misserfolge entstehen, kann dies leicht durch dosierte Eingriffe behoben werden, und damit bleibt ohne Gefährdung des Projekterfolges Spielraum für lehrreiche Erfahrungen.

Im anderen Beispiel „Entwicklung, Aufbau und Inbetriebnahme einer Modellfabrik“ war der Planungsaufwand extrem hoch. Die Anlagenstruktur ist sehr eng mit dem didaktischen Konzept des Profils „Automation und IT“ (AIT) verwoben. Das Unterrichtsprofil AIT nutzt die Realisierung der jeweils dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden Anlagenfunktion als roten Faden fächerübergreifend durch das gesamte Schuljahr. Am Ende des Jahres steht die funktionierende Anlage. Aktuell entspricht das technisch etwa einem Ablauf nach „4.0“-Muster, im nächsten Jahr werden Cloud-Dienste und CPS-Strukturen dazukommen. Die Anlage ist so konzipiert, dass alle hierzu wesentlichen Inhalte handlungsorientiert erarbeitet werden können. Diese Planung konnte nicht von Studierenden durchgeführt werden, die ja nur den technischen Aspekt der Anlagenentwicklung sehen. Als Nebenaspekt ist die Anlagenentwicklung im Übrigen für die beteiligten Lehrkräfte eine willkommene Gelegenheit zur schulinternen Fortbildung.

### Projektorganisation und Projektmanagement

Existierende formale Organisationsregeln aus dem Bereich Projektmanagement (auch neuere Ansätze „lean“ oder „agil“) sind für schulische Projektarbeiten in der Regel ungeeignet.

Projektmanagement wird sinnvoll dort angewandt, wo große Projektvorhaben mit hohen Risiken von einer größeren Gruppe von Verantwortlichen unterschiedlichster Kompetenzen durchgeführt werden. Dies alles trifft auf die schulischen „Miniatur-Projekte“ nicht zu. Der Aufwand wird von vielen Studierenden nur als Belastung empfunden, es wird kein Nutzen erkennbar. Eine andere Situation ergibt sich dann, wenn man die Projektarbeit als Gelegenheit nutzen möchte, Projektmanagement als eigenständigen Inhalt zu vermitteln.

## BEISPIELE FÜR PROJEKTARBEITEN

### Projektfamilie: Mobile Objekte

Die folgenden Beispiele zeigen Ausschnitte aus der Projektstätigkeit im Bereich Elektrotechnik/Mechatronik in den zurückliegenden Jahren an der Technikerschule München. Die Referenzen verweisen auf Filme, die von Studierenden als Projektbeschreibung angefertigt wurden. Diese sind bewusst nicht nachbearbeitet.

#### *Quadrocopter*<sup>1</sup>

Im Schuljahr 2012/13, die Technologie der Multicopter stand noch am Anfang, kam aus Studierenden-

kreisen die Idee, so ein Gerät selbst zu bauen. Nach einer umfangreichen Vorstudie (Entwicklung und Bau eines eigenen Copters in den Sommerferien) wurde die Arbeit 2013/14 als Projekt für eine größere Studierendengruppe ausgeschrieben.

#### *Segelroboter*

Mit der Vorgabe, ein autonom agierendes Objekt zu entwickeln, kam die Idee zustande, ein autonomes Segelschiff zu bauen. Das Schiff sollte in der Lage sein, bei beliebigen Windverhältnissen (auch Kreuzen am Wind) virtuelle Bojenkurse (GPS-Koordinaten) abzufahren<sup>2</sup>. Als Motorschiff oder als Landfahrzeug schien die Aufgabe zu einfach.

#### *U-Boot*

Technisch anspruchsvoller als das Segelschiff wurde im Folgejahr ein U-Boot angegangen (vgl. Abb. 1). Das Objekt sollte statisch tauchen können (Tauchzellen), seine horizontale Lage selbst regeln (Einpendeln mit Regelzellen), die gewünschte Tauchtiefe sensorgestützt anfahren und halten sowie mit einer Glasfaser-Telemetrie (WLAN) eine Joystick-Steuerung und die Übertragung des Bildes einer Bugkamera ermöglichen. Ein On-Screen-Display am Laptop sollte die Telemetriedaten anzeigen. Gegen Ende des Films<sup>3</sup> kommt die Begeisterung der Studierenden zum Ausdruck. Zitat: „Meine Herren, wir haben ein U-Boot gebaut!“



Abb. 1: Vorbereitung des U-Boot-Tauchgangs

Alle diese Projektbeispiele beinhalten im Kern die gleichen technischen Prinzipien und dienen identischen didaktischen Zielen:

Es werden mit anspruchsvollen mikromechanischen Sensoren – sogenannter IMU-Sensorik – Objektlagendaten ermittelt. GPS und andere Techniken dienen zur Orientierung im Raum. Die Sensorsignale werden digital im Mikrorechner gefiltert oder im Spektralbereich analysiert, um brauchbare Daten zu gewinnen.

Beispielhaft für die geförderten Kompetenzen sei die Sensorfusion von Orientierung im Raum aus Magnetfeldwinkel und Winkelgeschwindigkeit:

Zunächst müssen Studierende mit den Datenblattangaben der Sensoren vertraut werden. Dann ist grundsätzliches Nachdenken über die physikalischen Zusammenhänge der Messung eines Raumwinkels mit diesen Sensoren nötig. Ein Sensor, der den Raumorientierungswinkel mittels Magnetfeldwinkelmessung erfasst, ist bei Beschleunigung des Messobjekts im Raum nicht in der Lage, die auftretende Störbeschleunigung von der Erdanziehung zu unterscheiden. Das Ergebnis ist zwangsweise falsch. Ein Sensor, der mikromechanisch die Winkelgeschwindigkeit misst und dessen Ausgangssignal dann über eine numerische Integration zum Winkel gerechnet wird, leidet an seinen unvermeidlichen Signalstöranteilen wie z. B. Rauschen oder dynamische Offsetfehler. Diese werden mit integriert und machen das Ausgangssignal unbrauchbar (vgl. Abb. 2). Nun kommen die mathematischen und nachrichtentechnischen Kompetenzen der Studierenden ins Spiel. Mit sogenannten Komplementärfiltern werden die Sensorsignale mit dem Mikrorechner im Spektralbereich gefiltert und zu einem Spektralsummensignal fusioniert:

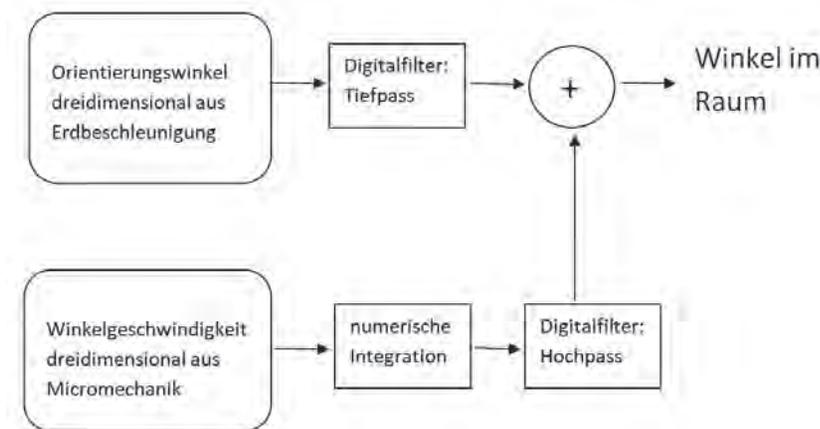


Abb. 2: Prinzip der Winkelerkennung im Raum

Mathematisch kann der Zusammenhang vereinfacht so ausgedrückt werden (COLTON 2007):

$$\text{Winkel} = \underbrace{0.98 * (\text{Winkel} + \text{Gyroskopsignal} * dt)}_{\text{Integration}} + \underbrace{0.02 * \text{Beschleunigungssignal}}_{\text{Tiefpass-Anteil}}$$

}
Hochpass-Anteil

Die Ausgangsdaten werden schließlich in harter Echtzeit verarbeitet, um mit für die Studierenden beherrschbaren regelungstechnischen Methoden Steuersignale für die diversen Aktoren zu gewinnen.

In den Projektarbeiten dieses Typs sind die Themen jeweils so gewählt, dass die oben genannten Ziele in idealer Weise erfüllt werden.

### Projektfamilie: Modellfabrik

An der Technikerschule München wird im Profil AIT (Automation und IT) die in der modernen Industrietechnik am dringendsten gesuchte Qualifikation vermittelt: die Zusammenführung der „grauen Technik“, also die klassische Fertigungstechnik, geprägt von Maschinenbau, Pneumatik, Hydraulik, „Öl in der Luft“ in der Halle, und der „weißen Technik“, der klassischen IT, auf Teppichboden und mit Kaffeemaschine.

Um in diesem Ausbildungsprofil die aktuellen Themen der industriellen Automatisierungstechnik handlungsorientiert unterrichten zu können, benötigt die Schule eine Modellfabrik (HÖRNER 2018).

Die Lehrmittel-Branche bietet hierfür diverse Angebote. Diese sind allesamt relativ simpel aufgebaut, um die Betreuung zu vereinfachen, und sehr robust, damit Studierende auch grobe Fehler bei der Programmierung beschädigungsfrei machen können, und schließlich: extrem teuer. Für eine Berufsschule, gedacht zum Erlernen der maschinennahen SPS-Programmierung, vielleicht gut geeignet. Für die Vermittlung der oben beschriebenen Inhalte der Automatisierungstechnik unbrauchbar.

Wir benötigten eine hochkomplexe Anlage mit modernster Technologie, die aber ausdrücklich nicht zur SPS-Programmierung eingesetzt wird und deshalb mechanisch nicht „fehlersicher“ sein muss, was sie bezahlbar macht. Dafür sollte sie als Remote-

Anlage auch in Online-Szenarien universell einsetzbar sein, was sich aktuell in Corona-Zeiten als überaus wertvoll erwiesen hat, und beliebig komplexe

flow-execution Strategien im Manufacturing Execution System (MES) incl. einer vollständigen Anbindung an die Datenschnittstelle eines Enterprise-Resource-Planning Systems (ERP) ermöglichen.

Am Markt war zu realistischen Preisen eine solche Anlage nicht zu finden. Deshalb entstand die Idee (trotz nicht vorhandener mechanischer Ausstattung, ohne Werkstatt und mit nur einer Handbohrmaschine), eine solche Anlage im Rahmen einer

groß angelegten Projektarbeitsgruppe selbst zu entwerfen und zu bauen (Abb. 3).

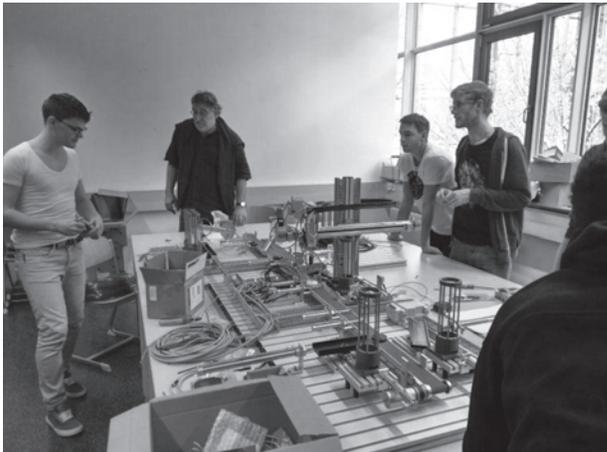


Abb. 3: Bau der Modellfabrik

Basierend auf kostengünstigen Aktoren (Pneumatik) und ermöglicht durch die weitgehende Reduktion der mechanischen Montagekomponenten auf drei selbstdefinierte Standard-Bauelemente (Aluwinkel) war die Realisierung zu einem Preis (incl. aller Komponenten, auch der SPS usw.) unter 30.000 € möglich.

Um die Anlagenmodule „CPS“-offen zu gestalten, die Vielfalt der modernen SPS-Technik zu integrieren sowie später evtl. in Wahlkursen Aspekte der objektorientierten SPS-Programmierung zu etablieren (siehe Codesys), wurde jedes der zunächst fünf Anlagenmodule mit einer anderen SPS ausgerüstet. Die kooperierenden Firmen Beckhoff, Sigmatek, B&R sowie WAGO führten dazu Kurzschulungen zu den SPS-Konzepten für unsere Projektteilnehmer/-innen durch und leisteten bei der Programmierung umfangreichen Support, zum Teil mittels Teamviewer u. ä.

Bezüglich der oben formulierten Ziele einer Projektarbeit mussten hier natürlich Zugeständnisse gemacht werden. Der Gegenstand einer „normalen“ Projektarbeit muss nicht unbedingt im Sinne der technischen Aufgabe funktionieren, das Ziel ist ja der Kopf der Studierenden, nicht das Gerät. Das war hier anders: die Anlage wurde benötigt, sie musste funktionieren. Der Betreuende musste daher bei wichtigen technischen Entscheidungen maßgeblich mitwirken, der mechanische Aufbau wurde von ihm lenkend beeinflusst.

## STAND DER DINGE, ZUSAMMENFASSUNG

Zum heutigen Stand wird die Anlage im dritten Jahr erfolgreich eingesetzt. Sie bildet im Profil Automation und IT die Basis für einen projektorientierten Ansatz. In den Kernfächern Datenverarbeitung und Automatisierungstechnik wird zu Jahresbeginn die Anlage vorgestellt und die gewünschte Funktionalität diskutiert.

Das unterrichtliche Geschehen ist dann über das Schuljahr hin so organisiert, dass stets die Realisierung der Anlagenfunktion als Ziel erkennbar bleibt. Unterricht wird zur Entwicklungsarbeit an der Modellfabrik und der Sinn begleitender theoretischer Blöcke der Wissensvermittlung ist für die Studierenden jederzeit erkennbar.

## Anmerkungen

- 1) Quadrocopter: <https://youtu.be/QGgmUf9xNQ8>  
Situation in der Vorstudie, Test des Höhenreglers: <https://youtu.be/gIPcMwdeHVY>
- 2) Segelroboter: <https://youtu.be/7SUZWN0mijY>
- 3) U-Boot: [https://youtu.be/DqJSW3\\_BvWY](https://youtu.be/DqJSW3_BvWY)

## Literatur

- COLTON, S. (2007): The balance filter: a simple solution for integrating accelerometer and gyroscope measurements for a balancing platform. Chief Delphi white paper 1
- HÖRNER, R. (2018): Zum Stand der Umsetzung von Smart-Factory 4.0. In: lernen & lehren, Heft 129, S. 33-34

# Projektarbeit an einer Fachschule für Maschinenbautechnik



ULRIKE SCHOENBORN

Im vorliegenden Artikel wird der Erfahrungsschatz zum Fach Projektarbeit an der Technikerschule München - Fachbereich Maschinenbautechnik gehoben. Basierend auf den Anforderungen des Lehrplans werden abgeleitete Prozesse und Erfolgsfaktoren beschrieben. Aufgrund von internen Evaluationen sowie den Rückmeldungen bei bundesweiten Wettbewerben um die beste Projektarbeit kann man von etablierten Prozessen mit durchweg guten Ergebnissen sprechen. Hier wird dies als Best Practice beschrieben und darf als Diskussionsgrundlage für die weitere Entwicklung der Projektarbeiten an Fachschulen betrachtet werden.

## EINLEITUNG

Man muss Einiges richtiggemacht haben, wenn die Fachschüler/-innen zum Abschluss ihrer Ausbildung zum/zur Staatlich geprüften Techniker/-in an der Fachschule für Maschinenbautechnik die Projektarbeit (PA) in der Evaluation als besonders nutzbringend hervorheben, Projektdokumentationen zu Bewerbungsgesprächen mitgenommen werden und die Schule bei Wettbewerben um die besten PA häufig unter den Preisträgern ist.

Im Folgenden soll dargestellt werden, welche Faktoren zu diesen guten und sehr guten Ergebnissen in der Projektarbeit führen. Es haben sich inzwischen installierte Prozesse entwickelt, die das didaktische Gerüst für Projektarbeit an unserer Schule bilden. Dies erscheint als Best Practice übertragbar auf andere Schulen und Bildungseinrichtungen.

Vorangestellt sei erwähnt, dass die Technikerschule München der Projektarbeit einen hohen Stellenwert beimisst und eine Fachbetreuerstelle u. a. für die Koordination der Projektarbeiten installiert hat.

## ALLGEMEINES

### Ausgangspunkt Lehrplan

Grundlage für das Fach Projektarbeit im zweiten Ausbildungsabschnitt ist der Lehrplan für die Fachschule für Maschinenbautechnik (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (ISB) 2012),

der vorgibt, dass die Studierenden ein der späteren betrieblichen Realität entsprechendes Projekt bearbeiten sollen. Dabei sollen die Grundlagen des Projektmanagements handlungsorientiert umgesetzt werden. Die Studierenden erfahren und üben dabei das methodische Planen, Durchführen, Präsentieren und Evaluieren eines komplexen Projektes. Sie realisieren neben der erworbenen Fachkompetenz mit Hilfe von Sozial- und Personalkompetenz ein Projekt. Dabei zeigen sie sowohl ein ausgeprägtes Teamverhalten als auch Führungsqualitäten.

Die Projektarbeit ist fächerübergreifend, gegebenenfalls fachbereichsübergreifend, zu realisieren. Wünschenswert ist die Einbindung von Betrieben vor Ort.

Die Fachschüler/-innen führen in der Regel im Team eine komplexe Projektarbeit durch.

Die Lehrkraft tritt hierbei als Berater/-in und Moderator/-in auf. Dafür sind 120 Stunden vorgesehen.

### Analyse der Lehrplanvorgaben

Ein „der späteren betrieblichen Realität entsprechendes Projekt“ (ebd.) mit 120 Arbeitsstunden pro Bearbeiter/-in kann sehr unterschiedlich ausfallen, sollte aber so komplex sein, dass das Projektteam sein Potenzial als heranangehende Techniker/-innen entfalten kann. Eine Lösung darf zu Beginn der Arbeit noch nicht auf der Hand liegen. Die Aufgabe muss die Handelnden zu analytischer Herangehensweise

zwingen. Sie müssen ihre Problemstellung strukturiert und planvoll im Team bearbeiten und mit der vorgegebenen Zeitschiene (vgl. Abb. 3 in Verbindung mit dem entsprechenden Schuljahreskalender) in Einklang bringen. Dabei werden sie von erfahrenen Fachlehrkräften unterstützt und angeleitet. Die Lehrkräfte sollten sich jedoch in der Problemlösung auf ihre Aufgabe als Moderator/-innen beschränken.

Die Projektthemenwahl muss im Einklang mit dem gewählten Profil und wahrscheinlichen späteren Einsatzgebiet – hier

- Allgemeiner Maschinenbau (AM),
- Energie und Umwelt (EU),
- Fertigungsplanung und -steuerung (FPS),
- Entwicklung und Konstruktion (EKON)

stehen. Wie im Lehrplan vorgesehen sind Projektarbeiten immer fächerübergreifend. Sie sollten möglichst viele in der Schule und im Ausbildungsberuf erlernte Fähigkeiten und Fertigkeiten nutzen und dadurch vernetzen. Darüber hinaus müssen sich die Studierenden in der Regel in den Anwendungsbereich einarbeiten, zum Teil neues Spezialwissen selbständig erarbeiten und manchmal neue Softwaretools einsetzen.

Nicht selten gibt es PA, die profilübergreifend bearbeitet werden. Dies kann abhängig von der Thematik sinnvoll sein. Die Organisation ist unproblematisch.

PA, die fachbereichsübergreifend, z. B. im Maschinenbau und der Elektrotechnik, bearbeitet werden, sind aufgrund der Organisation relativ schwierig handzuhaben, wenn auch oftmals sinnvoll und gewünscht. Problem hierbei ist u. a. die von der Lehrplankommission erfolgte Einstufung in Pflichtfach (Maschinenbau) und Wahlfach (Elektrotechnik).

**Umsetzung**

Die Fachschüler/-innen sind nach entsprechender Information aufgefordert, selbst ein sie besonders stark interessierendes Thema zu finden und sich ein Team zusammenzustellen, in dem sie durch Bündelung von Kompetenzen sicher zur vollständigen Realisierung der Aufgabe gelangen. Für die Teamgröße hat sich „drei“ als besonders günstig herauskristallisiert. Nicht gewünscht sind Einzelarbeiten, die es trotz aller Bemühungen immer wieder gibt. Diese kommen oft dann zustande, wenn Schüler/-innen ihre PA in der „alten“ Firma durchführen. Der Vorteil hierbei ist der, dass sich die Bearbeiter/-innen nicht neu in die Thematik einarbeiten, dafür aber umso tiefer eindringen können. Eine Teambildung mit „Externen“ ist dabei oft nicht geduldet, um keine Firmeninterna nach außen dringen zu lassen.

Generell sollten die Themen zu dem gewählten Profil passen. Sie dürfen aus allen maschinenbaurelevanten Bereichen kommen: aus Firmen, aus dem privaten Umfeld oder aus Bildungseinrichtungen.

Die unterschiedlichen Profile erfordern entsprechend profilrelevante Aufgaben (vgl. Abb. 1).

Diese Projektideen werden in der Frühphase in einem Projektantrag formuliert und von den potenziell betreuenden Lehrkräften durchdacht und eingeschätzt.

Die betreuenden Lehrkräfte beurteilen dabei insbesondere die Komplexität und das „richtige“ Maß für eine PA an der Technikerschule. Weitere Punkte sind das Vorwissen der Fachschüler/-innen, die vorhandenen technischen Maschinen und Anlagen zur Realisierung, das Budget und die Relevanz als Projekt im Allgemeinen.

**Was ist ein Projekt?**

Nach DIN 69901-5 ist ein Projekt ein „Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist“. Es werden also Problemlösungen erarbeitet, die es in der angestrebten

 Komplexe Aufgabe zur Anwendung und eigenständigen Vertiefung des im Rahmen der Techniker Ausbildung erworbenen Wissens

**Potentielle Themen**

Maschinenbau – 120 h / Fachschüler	<b>Allgemeiner Maschinenbau</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorrichtungskonstruktion</li> <li>• Analyse und Optimierung von Prozessen, Werkstoffeinsatz etc. in Verbindung mit einer konstruktiven Teilaufgabe</li> <li>• Anpassungskonstruktionen (z.B. Baureihenerweiterung)</li> </ul>
	<b>Entwicklung und Konstruktion</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuentwicklung von Prototypen</li> <li>• Änderungskonstruktion (z.B. Funktionserweiterung)</li> <li>• Analyse und Optimierung von Maschinen und technischen Anlagen in Verbindung mit einer konstruktiven Teilaufgabe</li> </ul>
	<b>Energie und Umwelt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle Entwicklung von technischen Anlagen im Bereich Regenerative Energien</li> <li>• Konstruktive Aufgabenstellungen</li> <li>• Machbarkeitsstudien / Umweltmanagement</li> </ul>	
<b>Fertigungsplanung und -steuerung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung von Produktionsprozessen</li> <li>• Auswahl und Implementierung von Prozesssteuerungssystemen</li> <li>• Planung von Arbeitssystemen</li> <li>• Vorbereitung und Unterstützung von Zertifizierungsprozessen</li> </ul>	

Abb. 1: Potenzielle Themen (Quelle: Informationsbroschüre der Technikerschule München zur Projektarbeit im Maschinenbau)

Form noch nicht gibt. Projekte sind zeitlich begrenzt, d. h. sowohl Anfang als auch Ende sind terminlich definiert. Sie sind einmalig, es sollen keine Reproduktionen vorhandener Projekte sein. Ein Projekt muss mit limitierten Ressourcen realisiert werden. Sie sind interdisziplinär und bereichsübergreifend zu bearbeiten. Projekte erfordern eine hinreichende Komplexität, denn sonst lohnt sich der Aufwand des Projektmanagements nicht. Projekte implizieren das Risiko des Scheiterns. Sie erfordern eine eigene Organisationsstruktur.

Im Folgenden sind die wesentlichen Kriterien aufgelistet, durch die sich ein Projekt ganz allgemein definiert und die Frage lautet: „Überlegen Sie, inwiefern Ihre Projektidee diese Kriterien erfüllt“ (Tab. 1).

Bevor die Studierenden ihren Projektantrag ausfüllen, sollten sie sich demnach genau überlegen, inwiefern ihre Idee die allgemeinen Kriterien eines Projekts erfüllt.

Um dies begreifbar zu machen, geht dieser Aufgabe ein längerer Informationsprozess voraus, zu dessen Höhepunkt der Projektpräsentationstag des vorherigen Jahrgangs gehört. Im Durchschnitt werden dort 80 Projektarbeiten – ca. zwei Drittel aus dem Maschinenbau – präsentiert. Spätestens dort erhalten die Studierenden einen Überblick über die Themenvielfalt, die Komplexität und das notwendige Engagement für Projektarbeit an der Fachschule. Sie können die Ergebnisse in Form von Maschinen, Anlagen, Vorrichtungen, Modellen, Darstellungen von Optimierungspotenzial und den dazugehörigen theoretischen Ausarbeitungen anschauen, mit den Projektbearbeiter/-innen diskutieren.



Abb. 2: Projektpräsentationstag mit Projektgruppe „Holzspalter“ (Quelle: Fotos der Technikerschule München)

## PROZESS

### Ablauf

Einer der wichtigsten organisatorischen Punkte unserer PA ist die Zeitschiene, die nicht identisch mit dem Schuljahr ist. Ein Projektarbeitsjahr beginnt mit dem Besuch der Leistungsschau des vorangegangenen Jahrgangs und endet mit der eigenen Projektpräsentation (vgl. Abb. 3).

So gewinnen wir Zeit für die Themenfindung und Teambildung. Es braucht Zeit, Projektauftraggeber, Thema und Budget passend zu den eigenen Vorstellungen zu finden. Dabei spielt das Interesse am Sachverhalt die entscheidende Rolle. Die Studierenden sollten sich für die Thematik höchstmöglich interessieren, um das Maximum an Kreativität, Fleiß und Disziplin herauszuholen und eine sehr gute Arbeit abzuliefern. Häufig ist es gerade die Dokumentation der Projektarbeit, die einen späteren potenziellen Arbeitgeber überzeugen kann.

Der Zeitplan stellt das Gerüst für jede weitere Planung dar. Auch wenn Projekte in der Theorie nicht vom Endzeitpunkt her geplant werden, so ist dies

	Projektdefinierende Kriterien	ja	eher nein	Bemerkungen
1.	Projekte betreten im weitesten Sinn Neuland. Sie verwirklichen Lösungen, die es in der angestrebten Form noch nicht gibt.			
2.	Projekte sind zeitlich begrenzt, d. h. sowohl Anfang als auch Ende sind terminlich definiert.			Abgabe der Projektarbeit: Projektpräsentationstag:
3.	Projekte sind einmalig, d. h. es sind keine Reproduktionen vorhandener Projekte.			
4.	Es muss mit limitierten Ressourcen ausgeführt werden.			Teamgröße: Budget:
5.	Projekte sind interdisziplinär und bereichsübergreifend zu bearbeiten.			Spezialist (ET, IT) erforderlich?
6.	Projekte erfordern eine hinreichende Komplexität; sonst lohnt sich der Aufwand des Projektmanagements nicht.			Projektteam:
7.	Projekte beinhalten das Risiko des Scheiterns.			Risiken:
8.	Projekte erfordern eine eigene Organisation.			Projektteam:

Tab. 1: Kriterien eines Projekts gemäß Informationsbroschüre der Technikerschule München zur Projektarbeit im Maschinenbau



Abb. 3: Zeitlicher Ablauf (Quelle: Informationsbroschüre der Technikerschule München zur Projektarbeit im Maschinenbau)

für ein schulisches Projekt erforderlich und setzt entsprechende Grenzen. Der Plan gilt als Orientierungshilfe und kann von den einzelnen Lehrkräften während des Bearbeitungszeitraumes abgewandelt werden.

**Weitere Erfolgsfaktoren**

Neben dem frühen Start in der Projektarbeit haben sich weitere in der folgenden Darstellung abgebildete Punkte als didaktisch sinnvoll erwiesen (Abb. 4).

*Information*

Auf den frühen Start in die Projektarbeit werden die Fachschüler/-innen des ersten Ausbildungsabschnitts bereits vom ersten Schultag an vorbereitet. Unsere Schule darf sich seit einigen Jahren mit dem Titel „Kreativste Engineering-Schule“ schmücken – das Ergebnis eines Rankings beim Wettbewerb Engineering Newcomer. Gleich bei der Willkommensrede des Schulleiters wird unseren „Neuen“ dargestellt, dass die Projektarbeiten ein Aushängeschild unserer Schule sind und sie sich auf ein anspruchsvolles Projekt im zweiten Ausbildungsabschnitt einstellen und

freuen dürfen. Die Projekte sind in den ausliegenden Jahresberichten mit Foto kurz dargelegt.

Die Information zur Projektarbeit erfolgt weiterhin über die Profilvorstellung im Januar und zusätzliche konkrete Ausführungen zum Fach „Projektarbeit“, bei denen allen Schüler/-innen eine in den letzten Jahren erarbeitete Broschüre zum Ablauf im Fach „Projektarbeit“ übergeben wird.

Informationen rund um die PA werden auch am Tag der Betriebe weitergereicht – in jedwede Richtung:

- Firmenvertreter/-innen können sich bei uns bezüglich Art und Umfang von PA informieren;
- Schüler/-innen können sich zu ausgewählten Projektthemen bei der PA-Koordination informieren und beraten lassen;
- Schüler/-innen können direkt Kontakt zu den Firmen bezüglich eines Projektthemas aufnehmen.

Günstig wirkt sich dabei aus, dass bei einigen Firmen ehemalige Fachschüler/-innen kommen, um Personal zu akquirieren. Sie können die PA-Themenkomplexität besonders gut einschätzen.

Höhepunkt des Informationsprozesses ist der Projektpräsentationstag im April (Abb. 5).

Die Projektbearbeiter/-innen des Abschlussjahres zeigen ihre Ergebnisse anhand von gefertigten Erzeugnissen, entwickelten Datenbanken oder Programmen, technischen Zeichnungen, Plänen etc. sowie ihrer Dokumentation, die in Art und Umfang „den Vergleich mit einer Bachelorarbeit nicht zu scheuen braucht“, wie es Gerard Wolny vom Bundesverband höhere Berufe der Technik, Wirtschaft und

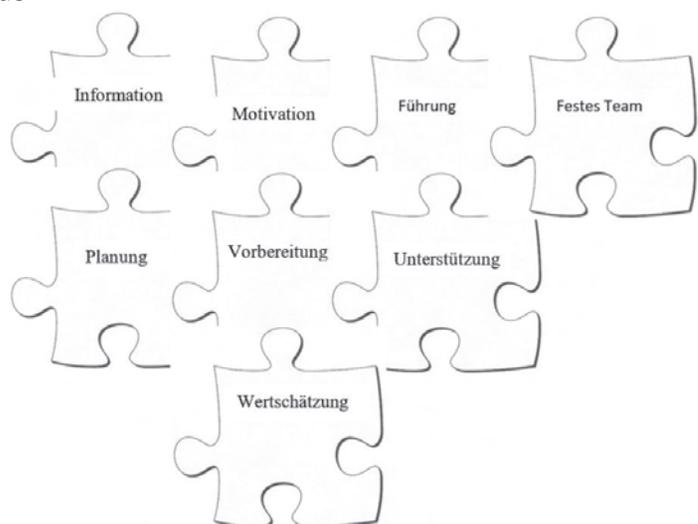


Abb. 4: Erfolgsfaktoren (eigene Darstellung)

		September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli		
Information Themenfindung Projektplanung Projekterarbeitung Präsentation	Jahrgang 1																									
Information Themenfindung Projektplanung Projekterarbeitung Präsentation	Jahrgang 2																									

Abb. 5: Zeitstrahl: Im April des ersten Jahres Information des Jahrgangs 1; im April des Folgejahrs Präsentation des Jahrganges 1 und gleichzeitig Information des Nachfolgejahrgangs 2 usw.

Gestaltung e. V. auf dem Deutschen Technikertag am 19.05.2017 in Bad Honnef formulierte.

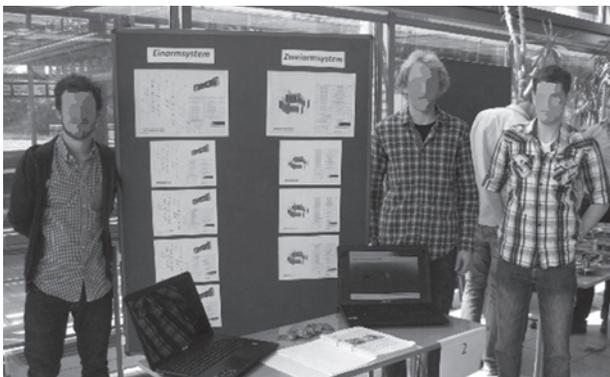


Abb. 6: Projektgruppe Manipulator 2015



Abb. 7: Projektgruppe Hydraulische Spaltzange 2020

Am Projektpräsentationstag erklären Fachschüler/-innen ihre Herangehensweise, die Erfahrungen in der Entwicklungsarbeit, die Fertigung und stellen die Funktionstüchtigkeit unter Beweis. Im Jahr 2020 fand der Projektpräsentationstag virtuell mit Hilfe erstellter Präsentationen und/oder Filmen statt. Ein positiver Nebeneffekt hierbei ist die nun dauerhafte Verfügbarkeit der Präsentationen.

*Festes Betreuer-Team*

Die Projektarbeiten betreuen Lehrkräfte, die langjährige Erfahrungen in den profilprägenden Fächern mitbringen. Jeweils zwei Lehrer/-innen sind pro Klas-

se eingeplant. Diese beiden Lehrkräfte ergänzen sich idealerweise in ihren Fachkenntnissen. Profilübergreifend können Spezialistinnen und Spezialisten, z. B. für die Steuerungstechnik oder die Simulation von Fluiden, hinzugezogen werden.

*Motivation*

Mit der frühzeitigen Information zur PA und der Begeisterung, mit der von vorangegangenen Projekten berichtet wird, wollen wir die „Neuen“ packen und sie ermutigen, sich anspruchsvolle interessante Aufgaben zu suchen, bei denen sie sich weiterentwickeln und wachsen können. Wichtig ist ein selbst gewähltes Thema, für das die Bereitschaft besteht, sich selbst fordern und tief in die Problematik eindringen zu wollen.

Wir berichten von den Erfolgen und der Wertschätzung der Projekte, laden die Schüler/-innen zu Messen ein und organisieren Expertenvorträge.

Während der Erarbeitung werden die Testate auch dazu genutzt, die bereits geleistete Arbeit zu würdigen und die weiteren nötigen und möglichen Schritte zu besprechen. „Mögliche“ Aufgaben hängen mit der Leistungsfähigkeit, den freien Kapazitäten mit Blick auf die gesamten Anforderungen im zweiten Ausbildungsabschnitt, dem eigenen Interesse an Vertiefungen und den Vorstellungen der Studierenden mit ihrem späteren Einsatzfeld zusammen. Letzteres ist ein ganz wesentlicher Motivationspunkt.

*Vorbereitung*

In der Vorbereitung der konkreten Projekte müssen Thematik, Komplexität und Umfang der Aufgabe sowie das Team abgestimmt werden.

Die Aufgabe muss passend zum Profil gewählt werden. Damit steht z. B. fest, dass im Profil Fertigungsplanung und -steuerung ausschließlich Firmen Auftraggeber sein können. Bei der Suche nach Pro-

jektpartnern werden die Schüler/-innen von unserem erfahrenen FPS-Lehrkräfteteam maximal unterstützt. Das Profil Energie und Umwelt verlangt eine Maschinenbauaufgabe mit Blick auf Nachhaltigkeit, Themen aus dem Bereich Regenerative Energien o. ä. Hier, wie in den Profilen Allgemeiner Maschinenbau sowie Entwicklung und Konstruktion, können die Auftraggeber sowohl Firmen als auch Schulen und andere Bildungseinrichtungen oder private Auftraggeber sein. Die Themenwahl hängt auch mit dem Budget zusammen. Wünschenswert ist schlussendlich eine gefertigte Maschine, Anlage, Vorrichtung etc., denn nur mit einem Funktionstest des fertigen Produkts erfolgt eine innere Prüfung, inwiefern alle theoretischen Überlegungen, Berechnungen und Simulationen in der Realität funktionieren. Es entstehen Prototypen und entscheidend ist das Maß an Nacharbeit und Anpassung, welches beim Bau erforderlich ist. Die Gesamtkosten müssen daher vorab kalkuliert und mit dem Auftraggeber geklärt sein. Die eventuellen Fördermöglichkeiten werden erläutert.

Wie bereits erwähnt, hat sich eine Teamgröße von drei Bearbeitenden als optimal herauskristallisiert. Dies ist kein Dogma, muss aber in Relation zur Komplexität des Themas betrachtet und evtl. angepasst werden.

Diese Angaben müssen bis Mitte Juli in einem Projektantrag formuliert und abgegeben werden. Der Antrag wird dann im Lehrkräfteteam hinsichtlich Komplexität, perspektivischer Umsetzung sowie möglicher Unterstützung diskutiert. In Rücksprache mit den Fachschülerinnen und -schülern wird der Projektantrag genehmigt, abgeändert oder nicht genehmigt. In letzterem Fall muss ein neues Thema gesucht werden.

#### *Planung*

Die konkrete Projektplanung startet bereits Ende Juli am Ende des alten Schuljahres, sodass die Bearbeiter/-innen mit Recherchen, Ist-Stands-Analysen, Tests o. ä. beginnen können; In jedem Fall aber können sie mit Beginn des neuen Schuljahres direkt mit der Erarbeitung beginnen.

Die Fachschüler/-innen erarbeiten unter Nutzung von Methoden und Werkzeugen des Projektmanagements einen Projektstrukturplan sowie einen Zeitplan, in dem Arbeitspakete definiert, Ressourcen zugeordnet und Meilensteine gesetzt sind. Die Aufgaben werden aufgrund der Zerlegung in Teilaufgaben überschaubarer. Die Arbeitsteilung im Team ermöglicht effektives Arbeiten. Termine für Absprachen mit Auftraggebern, Testate, Präsentationen können längerfristig

geplant und vorbereitet und Prüfungswochen entsprechend berücksichtigt werden.

Diese Planung dient während der Erarbeitung als Kompass und muss bei den Testaten jeweils vorgelegt werden, um die nächsten Aufgaben zu konkretisieren.

#### *Unterstützung*

Die Arbeit an den Projekten unterstützt das Lehrkräfteteam mit permanenten Fachgesprächen und Einstiegshilfen in evtl. vorab noch nicht verwendete Softwaretools und Bereitstellung von Fachliteratur. Ideen zur Lösungsfindung werden diskutiert und zusätzliche Lösungsmöglichkeiten in den Raum gestellt. Die Fachschüler/-innen profitieren vom Erfahrungsschatz der Lehrkräfte aus vielen PA-Aufgaben, von Recherchemöglichkeiten und von der Möglichkeit der Nutzung von Maschinen und Anlagen im Haus, wie z. B. 3D-Druckern, CNC-Fräsmaschinen, Schweißarbeitsplätzen etc. Zudem besteht eine Kooperation mit dem „Haus der Eigenarbeit“<sup>1</sup> in München, um einen Teil der Fertigungsaufgaben realisieren zu können.

#### *Führung*

Unter Führung verstehen wir, dass die wir den Fachschülerinnen und -schülern die Linie vorgeben, einen themenabhängig definierten Zeitplan erfolgreich abarbeiten zu können. Dazu gehört das Zeitraster für Teilbewertungen sowie die Bewertungskriterien. Für die Projektarbeit wird eine Note im Abschlusszeugnis ermittelt. Daneben ist die Projektdokumentation häufig selbst ein „Argument“ für die Bewerbung auf eine ingenieurtechnische Stelle. Ziel muss es daher sein, eine den Möglichkeiten entsprechende beste Arbeit abzuliefern.

Dafür gibt es das Gerüst aus den in Abb. 4 genannten Faktoren, zu dem auch die Kontrolle der individuell vereinbarten Arbeitspakete gehört. Dies erfolgt in den drei Testaten, deren Termine die Bearbeiter/-innen je nach erkennbarem Arbeitsfortschritt in gewissem Rahmen selbst setzen. Die Testate sind Fachgespräche, in denen alle Bearbeiter/-innen gleichermaßen über den aktuellen Stand berichten. Das Lehrkräfteteam stellt fest, inwieweit fachliche Fortschritte selbständig, strukturiert, im Team erarbeitet und dokumentiert wurden. Eine Zwischenpräsentation aller Projekte einer Klasse an einem Termin kurz vor der Halbjahresnote ermöglicht allen Beteiligten einen Vergleich der bis dahin erbrachten Leistungen und eine realistische Einschätzung auf Teil- oder Gesamterfolg der technischen Umsetzung.

Im weiteren Verlauf erfolgt in Abhängigkeit vom Thema die Fertigung oder die Erstellung von Fertigungsplänen. Konzepte werden geprüft. Die Projektdokumentation in Form einer wissenschaftlichen Arbeit wird fertiggestellt. Abhängig von Profil und Thematik enthält die Arbeit einen gesamten Zeichnungssatz inkl. Stücklisten, Angeboten für Zukaufteile, Bedienungsanleitungen, Fertigungsplänen, Wartungsplänen, Kostenaufstellungen u. v. a. m.

Neben der Projektdokumentation ist die Präsentation auf dem Projektpräsentationstag von außerordentlicher Bedeutung. Zu zeigen, welche Herausforderungen in den letzten Monaten gemeistert wurden, ist von unschätzbarem Wert für das Selbstvertrauen. Für unsere gesamte Schule ist es eine Leistungsschau, auf die wir Jahr für Jahr sehr stolz sind. Die Fachschüler/-innen erbringen zu einem sehr großen Anteil überdurchschnittliche Leistungen. Selbst gewählte Themen sind hierbei der Schlüssel zum Erfolg.

#### *Wertschätzung*

Ergebnisse und Teillösungen auf dem Weg zur Projektarbeit finden jederzeit Wertschätzung – auch in Form dessen, dass sich Lehrer/-innen, die nicht direkt in PA eingebunden sind, für die Themen interessieren und weiterhelfen. Dies geschieht fachlich ganz spontan und unkompliziert. Auch aus anderen Fächern erfolgt planmäßige Unterstützung. So werden beispielsweise FMEA im Fach Industriebetriebslehre (IBL) erarbeitet sowie Marketingpräsentationen für die Produkte erstellt. In Englisch werden die Abstracts besprochen und, wenn erforderlich, sprachlich verfeinert.

Die Gesamtarbeiten werden durch eine breite Öffentlichkeit auf dem Präsentationstag gewürdigt. Der Techniker Kooperationsverein München<sup>2</sup> stiftet schulinterne Preise für die besten Projekte. Wir unterstützen die Schüler/-innen bei Wettbewerbseinerreichungen.

Ein besonderes Projekt aus dem Jahr 2018 wirkt nach: damals wurde die gesamte Steuerungstechnik-Anlage für den Unterricht in Form von zwei Fertigungsstraßen durch eine Klasse erarbeitet und gebaut. Nun findet der Steuerungstechnik-Unterricht an diesen Anlagen statt. Derzeit wird in einer Projektarbeit ein Digitaler Zwilling entwickelt, mit dem die Schüler/-innen künftig an der virtuellen Anlage zu Hause üben können. Dass Projekte so werthaltig sind und sich über Jahre bewähren und weiterentwickelt werden, ist höchste Wertschätzung in sich.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Das Fach Projektarbeit an der Technikerschule München hat einen hohen Stellenwert und wird mit überdurchschnittlichem Engagement betrieben. Dies hat zur Folge, dass es vielfach gute, sehr gute und jedes Jahr auch herausragende Arbeiten gibt. Dabei investieren die Fachschüler/-innen häufig mehr als das geplante Stundenmaß, was damit zusammenhängt, dass sie sich in die Thematik „verbissen“ haben und ehrgeizig das Ziel verfolgen, das Projekt bestmöglich umzusetzen. Sie erfahren dabei sowohl pädagogische wie fachliche Unterstützung durch ein erfahrenes Lehrkräfteteam. Dabei profitieren alle Beteiligten von einem über die Jahre gewachsenen und im Team der PA-Lehrer/-innen optimierten Prozess, nach dem das Fach „Projektarbeit“ an der Technikerschule München im Bereich Maschinenbau abläuft. Die erstellten Dokumente sind in der „Prozesslandkarte“ (relativ statisch) sowie im Tauschverzeichnis der Schule (dynamisch) hinterlegt. Auf einer Kommunikationsplattform sind Teams und Kanäle – Lehrkräfte-Lehrkräfte, Lehrkräfte-Schüler/-innen, Schüler/-innen-Schüler/-innen – angelegt für Ideenaustausch, Bereitstellung von aktuellen Dokumenten und konkrete fachliche Erarbeitung. Damit existiert die Grundlage für guten Informationsfluss. Die Projektarbeit ist für jedes Team planbar. Vergleichbarkeit in den Anforderungen und Abläufen ist gewährleistet. Ein neuer Schülerjahrgang kann sich auf diese Rahmendaten verlassen. Eine neue Lehrkraft kann sich zügig in das Team einklinken. Neue Entwicklungen und Anforderungen aus Wirtschaft und Gesellschaft lassen sich in das bestehende System gut integrieren.

## **Anmerkungen**

- 1) Haus der Eigenarbeit (Hei), Wörthstraße 42 (Rgb.), 81667 München, welcome@hei-muenchen.de
- 2) Techniker Kooperationsverein München e.V., De-royststraße 1, 80335 München, info@techniker.co

## **Literatur**

- ISB (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung) (2012): Lehrpläne für die Fachschule für Maschinenbautechnik BY. Online: [https://www.isb.bayern.de/download/15832/lp\\_fs\\_maschinenbautechnik\\_entwurf.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/15832/lp_fs_maschinenbautechnik_entwurf.pdf) (18.12.2020)
- DIN 69901-5: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe, Ausgabe 2009-01

# Ein schulinternes Langzeit-Projekt in der Fachschule für Technik

*„Wenn du ein Schiff bauen willst, dann trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Aufgaben zu vergeben und die Arbeit einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer.“*

*Antoine de Saint-Exupéry*



**CHRISTOF WUNRAM**

## **Einleitung**

Dieses Zitat stellt gewissermaßen einen Wegweiser für Projektarbeiten an der Technikerschule der Franz-Oberthür-Schule Würzburg dar, denn wenn es um die Bewältigung von innovativen Problemstellungen geht, bedarf es sowohl einer hohen Motivation als auch der Einsicht, dass eben diese komplexen Aufgabenstellungen nur im Team gelöst werden können.

Die hier gemachten Erfahrungen prägen die Studierenden und ermöglichen ihnen einen wertvollen Einblick in ihre spätere berufliche Tätigkeit, mit der sie als staatlich geprüfte Technikerinnen und Techniker konfrontiert werden.

## **Zeitliche und inhaltliche Verortung der Projektarbeit**

Die Projektarbeit findet im zweiten Jahr der Techniker Ausbildung statt. Im Zeitraum der Projektphase steht den Studierenden ein Tag in der Woche für die Projektbearbeitung zur Verfügung. An diesem Schultag sind das dreistündige Wahlpflichtfach „Projektarbeit“, das zweistündige Wahlpflichtfach „Projektmanagement“ sowie das Wahlfach „CAD-Vertiefung“ am Vormittag im Stundenplan vorgesehen. Der Nachmittag wird zur weiteren Arbeit der Projektgruppen an ihren Projekten freigehalten.

Wesentliche Inhalte des Faches „Projektmanagement“ sind in das erste Jahr der Techniker Ausbildung vorgezogen, um sofort zu Beginn des zweiten Ausbildungsjahres mit der Projektarbeit starten zu können.

Die Projektphase beginnt daher mit dem neuen Schuljahr (meist Mitte September) und endet im März (vor den Osterferien). Somit stehen den Studierenden ca. 25 Wochen für die Bearbeitung ihrer Projekte zur Verfügung. Am „Tag der offenen Tür“ (Mitte März) werden die Projekte der Fachschulstudierenden in jedem Jahr einer interessierten Öffentlichkeit vorgestellt. Dieser Tag bildet eine wichtige Plattform für das Knüpfen von Netzwerken, treffen sich doch zahlreiche ehemalige Studierende, Ansprechpartner/-innen aus Betrieben, die Akteurinnen und Akteure der laufenden Projekte sowie potentielle Auftraggeber/-innen und Neubewerber/-innen für das kommende Schuljahr. Hier werden Informationen und Erfahrungen ausgetauscht, Projekte begutachtet und bewertet.

Die Einteilung der Projektgruppen übernehmen die Studierenden selbst. Meist sind vier bis fünf Projektmitglieder in einem Team. Kriterien für die Zusammensetzung gibt es seitens der Schule keine, daher sind es oft Studierende von Fahrgemeinschaften, die sich hier finden. Nachdem die Projektarbeiten auch an Wochenenden oder in den Ferien vorangetrieben werden, ist dieses Kriterium relativ wichtig.

Die Gruppen haben die Möglichkeit, ihre Projektthemen selbst zu suchen. Findet eine Gruppe kein geeignetes Industrieprojekt, so bekommt sie von Seiten der Schule ein Projekt empfohlen. Nachdem alle Gruppen im August mit Projektarbeiten versorgt sind, wird die Zeit der Sommerferien bereits zur ersten Informationsrecherche genutzt.

## BETRIEBLICHE PROJEKTE UND SCHULINTERNE PROJEKTE

Während schulinterne Projekte ausschließlich den schuleigenen Nutzen im Blick haben, müssen betriebliche Projekte die Aufgabenstellungen der Firmen berücksichtigen. Die Durchführung betrieblicher Projekte geschieht durch die Zusammenarbeit von Schule und Betrieb, das Ergebnis ist ausschließlich für den Betrieb konzipiert.

Normalerweise werden Projekte mit den mittelständischen Unternehmen der Region durchgeführt. Dies hat für Studierende, Schule und Betriebe enorme Vorteile. Die Studierenden lernen die betriebliche Umgebung, Organisationsformen und Abläufe an konkreten Projekten kennen. Des Weiteren werden sie fachlich beraten und erhalten von ihren Auftraggeberinnen und Auftraggebern ein regelmäßiges Feedback über den Projektfortschritt. Häufig arbeiten die Schüler/-innen an ihrem Projekttag auch vor Ort, was sich motivierend auswirkt.

Die Betriebe erhalten am Ende ein Produkt, welches einen überzeugenden Mehrwert für ihren betrieblichen Ablauf erbringt und gleichzeitig mit minimaler firmeneigener Arbeitskraft erarbeitet wurde. Nicht selten kommt es vor, dass Unternehmen im Anschluss an eine gelungene Projektarbeit Teammitglieder nach bestandener Technikerprüfung direkt rekrutieren. Da man sich bereits kennt, ist eine längere Einarbeitungszeit oft nicht mehr nötig. Für die Schule entstehen bei betrieblichen Projekten keine Kosten, da diese vom Unternehmen getragen werden. Die betreuenden Kolleginnen und Kollegen beraten und betreuen die Projektteams, besuchen die Studierenden in den Firmen, versuchen aber nur im Notfall, falls das Projektziel oder der Fertigstellungstermin gefährdet ist, in den Projektprozess einzugreifen.

All diese Punkte sprechen klar für betriebliche und gegen schulinterne Projekte.

Dennoch hat sich die Franz-Oberthür-Schule entschlossen, ein schulinternes Projekt, das über mehrere Jahre hinweg angelegt ist, zu realisieren.

### WARUM DAS PROJEKT I4.0?

Die zunehmende Digitalisierung in der Industrie stellt enorme Herausforderungen an die Ausbildung der Techniker/-innen in den Fachschulen (MANZEI/SCHLEUPNER/HEINZE 2016). Die Komplexität des Themas kann rein theoretisch nur schwer vermittelt werden. Zwar gibt es heute Lehrmittelhersteller, die mit

Industrieanlagen viele Komponenten dieses Themas abbilden können, jedoch sind hier die Kosten für die Bildungsträger ganz erheblich. Ein zweiter Aspekt ist die Komplexität dieser Anlagen, die einen enormen Einarbeitungsbedarf der Lehrkräfte, die diese Anlagen betreuen, zur Folge hat.

Die Franz-Oberthür-Schule hat sich daher entschlossen, selbst eine sogenannte I4.0-Anlage zu planen und zu realisieren.

Dieses schulinterne Projekt ist dabei über mehrere Jahre angelegt. Da wir entsprechende Lehrkräfte in den Abteilungen Elektrotechnik und Maschinenbau haben, die dieses Projekt durchgängig betreuen, ist ein kontinuierliches Weiterentwickeln möglich. Des Weiteren haben wir im Hause eine Berufsfachschule für Maschinenbau, in der Jugendliche in einer dreijährigen schulischen Ausbildung die fachtheoretischen und die fachpraktischen Lerninhalte der Ausbildungsberufe Industriemechaniker/-in und Feinwerkmechaniker/-in erlernen. Durch diese Schulart ist es uns möglich, auf Fremdfertigung zu verzichten. Alle notwendigen Teile, außer Zukaufteile, werden selbst gefertigt und montiert.

Dies hat auf die Auszubildenden der Berufsfachschule eine enorm motivierende Wirkung, da sie am Entstehungsprozess der überaus komplexen Anlage selbst beteiligt sind. Außerdem steigt in dieser Gruppe die Bereitschaft enorm, sich später auch weiterzubilden, erleben die Schüler/-innen doch oft die Vorbildwirkung der Techniker/-innen. Die Rolle der begleitenden Kolleginnen und Kollegen ist eher beratend, sie verstehen sich in diesem Projekt jedoch durchaus auch als Lernende.

Dadurch, dass das Projekt auf mehrere Jahre angelegt ist, kommt es auch zu einem regen Austausch zwischen den Studierenden der einzelnen Jahrgangsstufen, was einen positiven Einfluss auf das schulische Leben hat.

### Verbündete suchen

Ein Projekt dieser Größenordnung kann finanziell nicht alleine von der Schule geschultert werden. Im Vorfeld wurden daher Unterstützer/-innen gesucht, die dieses Projekt wohlwollend und monetär fördern würden. Über die Regierung von Unterfranken wurden Mittel des Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst aus dem Förderprogramm „Industrie 4.0“ zugesagt. Die

*weiter auf Seite 111*

**Modernisierte Standardberufsbildpositionen in allen Ausbildungsberufen**

Ab diesem Jahr enthalten alle Ausbildungsordnungen modernisierte und neue verbindliche Mindestanforderungen für die Bereiche „Organisation des Ausbildungsbetriebes, Berufsbildung sowie Arbeits- und Tarifrecht,“ „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit,“ „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ sowie „Digitalisierte Arbeitswelt“. Diese vier Standardberufsbildpositionen gelten für alle Ausbildungsberufe, die ab dem 1. August 2021 in Kraft treten.

Die vom Bundesinstitut so benannten „Qualifizierenden Vier“ (Standardberufsbildpositionen) sind die modernen Kompetenzfelder für alle anerkannten Ausbildungsberufe. Mit ihnen sollen Auszubildende entscheidende Qualifikationen für die heutige Arbeitswelt gewinnen, da das Wissen um Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Recht und Sicherheit ist für alle Berufe relevant ist. Betriebe und Ausbildungspersonal sollten sich daher aktiv dafür einsetzen, diese Kompetenzen verknüpft mit ausbildungsspezifischen Themen zu „vermitteln“. Damit sollen sie umfassendes Know-how fördern und Auszubildende für ihre berufliche Zukunft stärken. Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) hat nun weiterführende Informationen zu den Inhalten und zur Auslegung

**INTRO**

„Digitalisierte Arbeitswelt“, „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“, „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“ sowie „Organisation des Ausbildungsbetriebes, Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht“ – so lauten die vier modernisierten, sogenannten Standardberufsbildpositionen, die seit August 2021 in allen neu geregelten Ausbildungsberufen verpflichtend aufgenommen werden sollen. Die Modernisierung der Ende der 1990-er Jahre formulierten Standardberufsbildpositionen war vor dem Hintergrund der Veränderungen in Arbeitswelt, Technologie und Gesellschaft wohl überfällig. Die für alle Ausbildungsberufe identisch formulierten Inhalte sollen sicherstellen, dass Auszubildende künftig berufsübergreifend Kompetenzen erwerben, die sie als angehende Fachkräfte von morgen in einer sich immer stärker verändernden Arbeitswelt benötigen. Hierzu gehören zum Beispiel der bewusste Umgang mit digitalen Medien und Daten, kommunikative und soziale Kompetenzen sowie gesellschaftliche Vielfalt und gegenseitige Wertschätzung. Ebenso zählt der vorausschauende Umgang zur Verbesserung nachhaltigen Handelns unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte im eigenen Arbeitsumfeld zu den künftigen Mindestinhalten für alle Ausbildungsberufe. Die neuen Inhalte sind übrigens auch Gegenstand der Prüfungen. Man darf gespannt sein, wie es dem betrieblichen und schulischen Ausbildungspersonal gelingt, die für eine angemessene Umsetzung im betrieblichen (Ausbildungs)Alltag erforderlichen Kompetenzen bei Auszubildenden aufzubauen und zu fördern.

*Michael Sander*

der neuen Standardberufsbildpositionen zur Verfügung gestellt. Diese finden sich unter [www.bibb.de/vier-sind-die-zukunft](http://www.bibb.de/vier-sind-die-zukunft). (Quelle: BIBB-Pressemitteilung 17/2021)

**Vier Praxishilfen für die neuen Ausbildungsberufe im Elektrohandwerk**

Zum offiziellen Beginn des neuen Ausbildungsjahres am 1. August ver-

öffentlicht das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) vier neue Umsetzungshilfen für die modernisierten Berufe der elektro- und informationstechnischen Handwerke. Die Publikationen aus der BIBB-Reihe „Ausbildung gestalten“ richten sich insbesondere an Ausbilderinnen und Ausbilder, an Berufsschulleh-

*weiter nächste Seite*

**WAS UND WANN**

30.09. bis 01.10.2021 – 21. Herbstkonferenz der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (GTW) in Schwäbisch Gmünd, Infos: <https://www.gtw-ag.de/konferenzen/konferenz-2020/>

20.10.2021 – Online: Roadshow Web-Seminar DigiNet.Air, Zukunftsszenarien für die künftige Arbeitswelt, BIBB, Infos: <https://www.qualifizierungdigital.de/de/online-workshop-diginet-air-6410.php>

27.10.2021 – Online: Web-Seminar Open Educational Resources, BIBB, Infos: <https://www.qualifizierungdigital.de/de/online-workshop-oer-5979.php>

28.10.2021 bis 29.10.2021 – Digitalisierung in den Gesundheitsberufen, Münster und online, AG BFN und Westfälische Wilhelms Universität Münster, Bundesinstitut für Berufsbildung, Hochschule Esslingen, Infos: [https://www.agbfn.de/de/agbfn\\_veranstaltung\\_digitalisierung-in-den-gesundheitsberufen-94619.php](https://www.agbfn.de/de/agbfn_veranstaltung_digitalisierung-in-den-gesundheitsberufen-94619.php)

rerinnen und -lehrer sowie an Mitglieder in Prüfungsausschüssen und unterstützen diese in ihrer täglichen Ausbildungspraxis. In Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern, Sachverständigen aus der betrieblichen Praxis, den zuständigen Bundesministerien sowie dem Rahmenlehrplanausschuss der Kultusministerkonferenz hat das BIBB zuvor die Ausbildungsberufe Elektroniker/-in, Informationselektroniker/-in und Elektroniker/-in für Maschinen und Antriebstechnik zukunftsfähig gemacht. Außerdem wurde vor dem

Hintergrund der aktuellen Entwicklungen rund um smarte Wohn- und Arbeitsgebäude ein neuer Ausbildungsberuf geschaffen: Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration. Der Ausbildungsberuf Systemelektroniker/-in wurde aufgehoben. Die neuen Ausbildungsordnungen treten zum 1. August 2021 in Kraft. Um die Neuerungen für das Ausbildungspersonal in Betrieben sowie das Lehrpersonal in Berufsschulen anschaulich und greifbar zu machen, erläutern die vier neuen Umsetzungshilfen des BIBB die Ände-

rungen in den Ausbildungsrahmenplänen sowie der Prüfungsstruktur und geben konkrete Hinweise, praktische Tipps und Beispiele für die Gestaltung des Ausbildungsalltags.

Die Veröffentlichungen in der BIBB-Reihe „Ausbildung gestalten“ stehen mit umfangreichen Zusatzmaterialien unter [www.bibb.de/ausbildunggestalten](http://www.bibb.de/ausbildunggestalten) zum kostenlosen Download zur Verfügung und sind darüber hinaus als kostenpflichtige Printversionen bestellbar. Quelle: BIBB-Pressemitteilung 20/2021

## LESEEMPFEHLUNG

### BWP ZUM THEMA DER NACHHALTIGKEIT IN DER BERUFLICHEN BILDUNG ERSCHIENEN



Bei der Umsetzung der Agenda 2030 kommt der beruflichen Aus- und Weiterbildung eine Schlüsselfunktion zu. Menschen sollen dafür sensibilisiert

werden, ihr Handeln mit Blick auf ökologische, wirtschaftliche und soziale Auswirkungen zu reflektieren. Doch wie lässt sich dieser Anspruch strukturell im Bildungssystem ver-

ankern? Die BWP-Ausgabe verfolgt das Ziel, Nachhaltigkeit in den drei Dimensionen zu beleuchten sowie Hintergründe und Zusammenhänge zu veranschaulichen. Zudem werden Ansatzpunkte aufgezeigt, wie Nachhaltigkeit in Curricula Eingang finden und in der Bildungspraxis mit Leben gefüllt werden kann. Die Ausgabe mitsamt aller Artikel steht hier zum Download >> <https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/17284> zur Verfügung.

Ergänzend hierzu der Hinweis

auf den BWP-Podcast zum Thema „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ – Ein neuer Standard in der Berufsausbildung“, in dem die Vorsitzenden der Hauptausschuss-AG Katharina Weinert und Thomas Giessler über die Arbeit und das Ergebnis der Erstellung der modernisierten Standardberufsbildposition berichten: [https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp\\_139597.php](https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp_139597.php) (Quelle: BIBB, <https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/17284>).

## NEUE BERUFE

### DIE NEUEN HANDWERKLICHEN ELEKTROBERUFE – EIN ANLASS DIE LERNORT-KOOPERATION NEU ZU ÜBERDENKEN

Die Gruppe der handwerklichen Elektro- und informationstechnischen Berufe ist ab 1. August 2021 neu definiert worden. Insbesondere Smart Home & Building, Smart Living & Work sowie die zunehmende Digitalisierung („Industrie 4.0“) verändern Arbeitsprozesse und -aufgaben in den Gewerben Elektrotechnik, Informationstechnik und Elektromaschinenbau. Trends hin zu smarten Installatio-

nen und immer weiterreichenden Vernetzungen erfordern eine Berufsausbildung, die bei den Beschäftigten das Systemverständnis stärker in den Mittelpunkt rückt, zum digitalen Arbeiten befähigt, personale Kompetenzen stärkt und die das Agieren in sich verändernden Arbeitsumfeldern ermöglicht.

Im Rahmen eines Neuordnungsverfahrens hat das Bundesinstitut

für Berufsbildung (BIBB) daher gemeinsam mit den zuständigen Bundesministerien sowie den Sozialpartnern und Sachverständigen aus der betrieblichen Praxis im Auftrag der Bundesregierung die Ausbildungsinhalte der handwerklichen Elektroberufe deshalb modernisiert und Prüfungsregelungen weitgehend vereinheitlicht. Für die erfolgreiche Einführung und Umsetzung der

neuen Berufe wird eine verbesserte Lernortkooperation als wichtiger Gelingensfaktor gesehen.

#### Im Einzelnen:

Der Beruf „Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration“ ist neu geschaffen. Er richtet sich insbesondere an Handwerksbetriebe, die als Systemanbieter agieren und eröffnet Jugendlichen aussichtsreiche Karrierechancen in Richtung Planung und Konzeption vernetzter Gebäudetechnik.

Der Beruf „Elektroniker/-in“ konzentriert sich künftig auf die beiden Fachrichtungen Energie- und Gebäudetechnik sowie Automatisierungs- und Systemtechnik.

Der Beruf „Informationselektroniker/-in“ fasst vier Einsatzgebiete zusammen: Geräte-, IT- und Bürosystemtechnik, Sende-, Empfangs- und Breitbandtechnik, Brandschutz- und Gefahrenmeldeanlagen sowie Telekommunikationstechnik. Der Beruf „Systemelektroniker/-in“ wird im Gegenzug aufgehoben.

Der Beruf „Elektroniker/-in für Maschinen und Antriebstechnik“ wurde inhaltlich modernisiert. Aufgrund unterschiedlicher Prüfungsbestimmungen ist er nun verordnungstechnisch in zwei Berufen geregelt – zum einen nach Berufsbildungsgesetz (BBiG), zum anderen nach Handwerksordnung (HwO).

Gemeinsame Lernfelder für alle betreffenden Berufe ermöglichen für das erste Ausbildungsjahr eine gemeinsame Beschulung – auch mit den industriellen Elektroberufen. Zusammen mit den Sachverständigen hat das BIBB für jeden der genannten Berufe Materialien entwickelt, die zum Ausbildungsbeginn in der BIBB-Reihe „Ausbildung

gestalten“ veröffentlicht wurden.

#### Programminitiative InnoVET

Das BIBB führt aktuell im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) die Programminitiative InnoVET sowie das Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung durch. Darin laufen auch Projekte mit Bezug zum Elektrohandwerk, die die Neuordnung dezidiert unterstützen. Für ÜBS gibt es die Möglichkeit der Ausstattungsförderung durch den Bund.

Für die Umsetzung wurde von Beteiligten bereits im Rahmen des Ordnungsverfahrens eine verbesserte Lernortkooperation als notwendig befunden. Dies ist eine Einschätzung, die sich mit dem Abschlussbericht der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt (Juni 2021) insbesondere im Zusammenhang mit der digitalen Transformation der Arbeitswelt und der Entwicklung von entsprechenden Lernarrangements deckt und bestätigt wird. Für den stark überarbeiteten Beruf Informationselektroniker/-in und den neu geschaffenen Beruf Elektroniker/-in für Gebäudesystemintegration gilt die Kooperation zwischen Berufsschule, Betrieb und überbetriebliche Ausbildungsstätte als Gelingensfaktor für die neuen Ausbildungsgänge.

Wie intensiv und in welcher Weise die Lernortkooperation im Bundesgebiet aktuell praktiziert wird, ist nicht nur für das BIBB von besonderem Interesse. Für eine noch bessere Einschätzung und Informationslage und als Grundlage zur Prüfung weiterer Unterstützungsangebote wurde eine Kurzumfrage vorbereitet. Wir bitten Sie daran teilzunehmen. Die Umfrage können Sie mittels folgenden QR-Code oder Link erreichen.



<https://survey.bibb.de/index.php/255333>

#### Weiterführende Informationen:

- auf den Berufeseiten des BIBB unter [www.bibb.de/neue-berufe](http://www.bibb.de/neue-berufe)
- im Beitrag „Handwerk 4.0 und die neuen Elektrohandwerksberufe“ in der BIBB-Fachzeitschrift „Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis – BWP“ unter [www.bwp-zeitschrift.de/17162](http://www.bwp-zeitschrift.de/17162)
- zum Online-Seminar zur Einführung der Elektrohandwerksberufe unter [www.bibb.de/de/136121.php](http://www.bibb.de/de/136121.php)
- zum Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung unter [www.bibb.de/de/36913.php](http://www.bibb.de/de/36913.php)
- zum Innovationswettbewerb InnoVET unter [www.bibb.de/de/93954.php](http://www.bibb.de/de/93954.php)
- zum Bericht der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt unter [https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere\\_gremien/enquete\\_bb](https://www.bundestag.de/ausschuesse/weitere_gremien/enquete_bb)

#### Ansprechpartner im BIBB:

- Thomas Felkl; E-Mail: [thomas.felkl@bibb.de](mailto:thomas.felkl@bibb.de)
- Martin Isenmann; E-Mail: [isenmann@bibb.de](mailto:isenmann@bibb.de)
- Dr. Gert Zinke; E-Mail: [zinke@bibb.de](mailto:zinke@bibb.de)

## BAG IN KÜRZE

Plattform zu sein für den Dialog zwischen allen, die in Betrieb, berufsbildender Schule und Hochschule an der Berufsbildung beteiligt sind – diese Aufgabe haben sich die Bundesarbeitsgemeinschaften gestellt. Ziel ist es, die berufliche Bildung in den jeweiligen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik auf allen Ebenen weiterzuentwickeln.

Die Zeitschrift „lernen & lehren“ – als wichtigstes Organ der BAG – ermöglicht den Diskurs in einer breiten Fachöffentlichkeit und stellt für die Mitglieder der BAG regelmäßig wichtige Informationen bereit, die sich auf aktuelle Entwicklungen in den Fachrichtungen beziehen. Sie bietet auch Materialien für Unterricht und Ausbildung und berücksichtigt abwechselnd Schwerpunktthemen aus der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik. Berufsübergreifende Schwerpunkte finden sich immer dann, wenn es wichtige didaktische Entwicklungen in der Berufsbildung gibt, von denen spürbare Auswirkungen auf die betriebliche und schulische Umsetzung zu erwarten sind.

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektro-, informations- sowie metall- und fahrzeugtechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

Die Bundesarbeitsgemeinschaften möchten all diejenigen ansprechen, die in der Berufsbildung in einer der Fachrichtungen

Elektro-, Informations-, Metall- oder Fahrzeugtechnik tätig sind, wie z. B. Ausbilder/-innen, (Hochschul-)Lehrer/-innen, Referendare und Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen sowie Vertreter/-innen von öffentlichen und privaten Institutionen der Berufsbildung. Sie sind herzlich eingeladen, Mitglied zu werden und die Zukunft mitzugestalten.

## BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Lars Windelband	<a href="mailto:lars.windelband@ph-gmuend.de">lars.windelband@ph-gmuend.de</a>
Bayern	Peter Hoffmann	<a href="mailto:p.hoffmann@alp.dillingen.de">p.hoffmann@alp.dillingen.de</a>
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	<a href="mailto:bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de">bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de</a>
Bremen	Olaf Herms	<a href="mailto:oharms@uni-bremen.de">oharms@uni-bremen.de</a>
Hamburg	Wilko Reichwein	<a href="mailto:reichwein@gmx.net">reichwein@gmx.net</a>
Hessen	Uli Neustock	<a href="mailto:u.neustock@web.de">u.neustock@web.de</a>
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	<a href="mailto:ch.richter.hro@gmx.de">ch.richter.hro@gmx.de</a>
Niedersachsen	Matthias Becker	<a href="mailto:becker@ibm.uni-hannover.de">becker@ibm.uni-hannover.de</a>
Nordrhein-Westfalen	Jürgen Lehberger	<a href="mailto:juergen.lehberger@t-online.de">juergen.lehberger@t-online.de</a>
Rheinland-Pfalz	Helmut Nicolay	<a href="mailto:nikolay@bnt-trier.de">nikolay@bnt-trier.de</a>
Saarland	Markus Becker	<a href="mailto:m.becker@hwk-saarland.de">m.becker@hwk-saarland.de</a>
Sachsen	Martin Hartmann	<a href="mailto:martin.hartmann@tu-dresden.de">martin.hartmann@tu-dresden.de</a>
Sachsen-Anhalt	Klaus Jenewein	<a href="mailto:jenewein@ovgu.de">jenewein@ovgu.de</a>
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	<a href="mailto:reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de">reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de</a>
Thüringen	Matthias Grywatsch	<a href="mailto:m.grywatsch@t-online.de">m.grywatsch@t-online.de</a>

### Hinweis für Selbstzahler:

Bitte nur auf das folgende Konto überweisen!

IBAN:

DE30 290 501 01 0080 9487 14

SWIFT-/BIC-Code:

SBREDE22XXX

## BAG-MITGLIED WERDEN

[www.bag-elektrometall.de/pages/BAG\\_Beitritt.html](http://www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html)

[www.bag-elektrometall.de](http://www.bag-elektrometall.de)

Tel.: 04 21/218-66 301

Konto-Nr. 809 487 14

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14

[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Fax: 04 21/218-98 66 301

Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01)

SWIFT-/BIC-Code: SBREDE22XXX

## IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen

Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

c/o ITB – Institut Technik und Bildung

Am Fallturm 1

28359 Bremen

04 21/218-66 301

[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

Redaktion

Layout

Gestaltung

Michael Sander

Brigitte Schweckendieck

Winnie Mahrin

Stadt Würzburg beteiligte sich ebenso wie der Förderverein der Franz-Oberthür-Schule und regionale Unternehmen (ARBEITSKREIS WIRTSCHAFT 4.0 2018).

Diese Unternehmen boten zudem kostenfreie Schulungen (sowohl für unsere Studierenden als auch für involvierte Kolleginnen und Kollegen) und Beratungen an. Des Weiteren wurde das Projekt durch Sachspenden (Robotergreifsystem, Kamera-Erkennungssystem und ein führerloses Transportsystem WEASEL) von regional ansässigen Unternehmen unterstützt.

### Methodische und didaktische Vorgehensweise

Gerade die Projektarbeit wirkt für die Studierenden, einerseits durch strukturierte Vorgehensweisen, andererseits durch die Möglichkeit vielfältige kreative und methodische Problemlösungsstrategien auszuprobieren, sehr motivierend. Sie sind als Team gefordert, sich permanent in ihren Entscheidungen zu hinterfragen und mit anderen Projektgruppen zu kommunizieren. Eine Rollenverteilung innerhalb der Projektgruppe, Fähigkeiten zum Projektmanagement sowie die notwendige Dokumentation sind dabei unumgänglich.

Das Gesamtprojekt wurde jedes Jahr in Teilprojekte aufteilt und den einzelnen Projektgruppen zugewiesen. Die Bearbeitung dieser Teilprojekte impliziert dabei das didaktische Konzept der vollständigen Handlung.

### DIE PROJEKTIDEE: „GEDULDSPIEL“

I4.0, die Kombination physischer Komponenten (z. B. Werkzeugmaschinen) mit Rechnerleistung und Vernetzung, baut auf dem Internet der Dinge auf.

I4.0 ist durch einen umfassenden Vernetzungsgedanken gekennzeichnet und soll die intelligente Vernetzung der ganzen Fabrik abbilden. Dabei organisieren intelligente Systeme die Fertigungsprozesse selbständig bis hin zur Abarbeitung von Logistikaufträgen.

Bei der Konzeption unserer I4.0-Anlage sollte im Idealfall am Ende ein reales Produkt stehen, im geplanten Projekt ein kleines Geduldsspiel mit Kugeln (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Geduldsspiel

Mögliche Varianten in diesem Produkt sind:

- Anzahl der Kugeln,
- Farbe der Kugeln,
- Form des Labyrinths,
- Material des Grundkörpers,
- Farbe des Grundkörpers,
- Gravur etc.

Durch die Codierung des Werkstückträgers mittels RFID-Technik ist dieser während des gesamten Produktionsprozesses eindeutig identifizierbar.

In der Endausbaustufe unseres Systems erstellen Kundinnen und Kunden ein individuelles Layout des Labyrinths selbst und können dieses im Web-Shop bestellen. Mit dieser Bestellung wird automatisch der Fertigungsprozess angestoßen und das Kunden-Layout wird auf die Grundplatte übertragen.

Alle Informationen des Auftrags sowie die notwendigen Bearbeitungsschritte werden auf einem RFID-Chip im Werkstückträger und in einem ERP-System gespeichert. Ein autonomes Transportsystem bringt den Werkstückträger zum Beginn der Fertigungslinie. Dort wird nach den Kunden-Vorgaben ein Werkstück mit dem Werkstückträger verheiratet und die weitere Bearbeitung eingeleitet. Der letzte Prozessschritt ist die Auslagerung des fertigen Kugelspiels aus dem Hochregallager in die Hände der Kundinnen und Kunden.

### Realisierungsschritte für Teil-Projekte

Zu Beginn des Projektes wurde den einzelnen Projektgruppen je ein eigenes Lastenheft ausgehändigt.

Darin sind seitens der Schule u. a. nachfolgende Bereiche festgelegt:

- Fördertechnik (BOSCH-Förderbänder),
- modularer eigenständiger Aufbau jedes Moduls mit der gleichen Steuerung, um diese auch eigenständig betreiben zu können,
- Größe und Form der Grundplatte und der Werkstückträger,
- Größe und Lage des Schaltschranks,
- Lesen und Beschreiben des RFID-Chips an jedem Modul etc.,
- Eingrenzen der Materialvielfalt,
- Festlegung bestimmter Lieferanten.

In Tabelle 1 sind die Realisierungsschritte des Projektes über einen längeren Zeitraum aufgezeigt.

In der ersten Phase des Projekts fungierte eine Projektgruppe als Koordinierungsgruppe. Diese war dafür verantwortlich, auftretende Probleme bei der Werkstückübergabe auf das nächste Modul zeitnah zu lösen.

Schuljahr	Realisierungsschritte
2017–18	Einzelmodule erstellen Ablaufsteuerung zur Montage des Geduldspiels
2018–19	Einbinden eines Kamerasystems zur Kugelerkennung Automatischer Werkstückträgertransport (WEASEL) Übergabestationen Werkzeugträger
2019–20	Einbindung eines 3D-Druckers Neukonstruktion des Kugelspiels Einbindung Kamerasystem für Robotersteuerung Manufacturing Execution System (MES) Datenbankprogrammierung Neue Scheibeneinpressvorrichtung (variable Scheibenformen)
2020–21	Einbindung eines 2. Industrieroboters Waschanlage für Stützmaterial Teile mit einem Label versehen
2021–22	Implementierung des ERP-System (SAP) Erstellung von Trainingsprogrammen für BFSM und BS Programmierung eines Web-Shops

Tab. 1: Realisierungsschritte des Projektes

In der ersten Ausbaustufe (2017-18) wurden die Grundplatten in verschiedenen Formen (rund, quadratisch, sechseckig, achteckig) sowie in verschiedenen Materialausführungen (dunkler und heller Kunststoff, Aluminium) spanend auf einer CNC-Fräsmaschine erstellt. Nachdem aber der Zerspanungsprozess nicht im integrierten Fachraum stattfinden konnte, entschieden sich die involvierten Lehrkräfte im Schuljahr 2019/2020 für ein additives Fertigungsverfahren der Grundplatte. Zum Einsatz kommt nun ein 3D-Drucker, der aktuell die verschiedenen Layouts der Grundplatte druckt. Dies hatte eine komplette Anpassung der gesamten Module zur Folge, die im gleichen Schuljahr vorgenommen wurde.

Leider wurden im letzten Schuljahr – bedingt durch den Lockdown der Corona Pandemie – die aktuellen Ziele nicht immer vollständig erreicht, was eine teilweise Neuauflage von Projekten in diesem Schuljahr zur Folge hat.

**Beschreibung der Anlage (aktueller Stand)**

Die gedruckten Grundplatten werden nach dem Reinigungsprozess manuell zur Übergabe an Modul 1

transportiert und beliebig abgelegt. Hier detektiert ein Roboter mit Kamerasystem das Werkstück und ordnet es sortenrein in ein Magazin ein. Kundinnen und Kunden ordern über ein Terminal ein Geduldspiel. Sie legen dabei das Layout der gewünschten Grundplatte sowie die Anzahl der Kugeln fest. Diese Informationen werden mit einer kundenspezifischen Auftragsnummer in die Datenbank des Manufacturing Execution System (MES) und auf einen RFID-Chip, der sich auf der Unterseite des Werkstückträgers befindet, geschrieben. Bei jedem Modul wird dieser Chip erst gelesen und vor dem Weitertransport zum nächsten Modul jeweils mit den neuen Informationen ergänzt. Die Datenbank des MES wird ebenfalls fortlaufend aktualisiert.

*1. Modul: Grundplatte auswählen und Label drucken*

Von der WEASEL-Übergabestation werden die Werkstückträger zum ersten Modul transportiert. Hier wird der Werkstückträger neu beschrieben. Vom Industrieroboter wird die notwendige Grundplatte

ausgewählt, erhält dann von einem Label-Drucker ein Etikett und wird anschließend auf den wartenden Werkstückträger abgesetzt.

*2. Modul: Befüllen der Grundplatte mit den Kugeln*

Auf dieser Station werden die Kugeln für das Geduldspiel vereinzelt und nach Kundenwunsch in der richtigen Anzahl befüllt. Die Informationen dazu werden zuerst ausgelesen, anschließend werden die weiteren Informationen auf dem RFID-Chip und der Datenbank vermerkt, der Transport zum dritten Modul wird vorbereitet.

*3. Modul: Kontrolle des Layouts und der Kugelanzahl*

Bei den hier ankommenden Werkstücken überprüft ein Kamerasystem das Layout der Grundplatte und die Anzahl der Kugeln. Sind beide Informationen mit der Bestellung identisch, werden die Informationen gespeichert und der Weitertransport zum nächsten Modul wird vorbereitet. Sollte eine Differenz festgestellt werden, wird der Fehler (z. B. falsches Layout oder fehlerhafte Kugelzahl) in der Datenbank des MES vermerkt. Das fehlerhafte Werkstück wird mit dem Werkstückträger ausgeschleust und zur Nachbearbeitung gemeldet.

#### 4. Modul: Montage der Plexiglasscheibe

Auf dieser Station muss die passende Plexiglasscheibe ausgewählt werden (vgl. Abb. 2). Die Scheiben besitzen eine Schutzfolie, die beim Pressvorgang nach oben zeigen muss. Ist das nicht der Fall, so wird die Scheibe vor dem Einsetzen gedreht. Nach dem Pressvorgang wird kontrolliert, ob die Scheibe richtig sitzt, fehlerhafte Werkstücke werden komplett ausgeschleust, der Fehler wird in der Datenbank und auf dem RFID-Chip vermerkt.

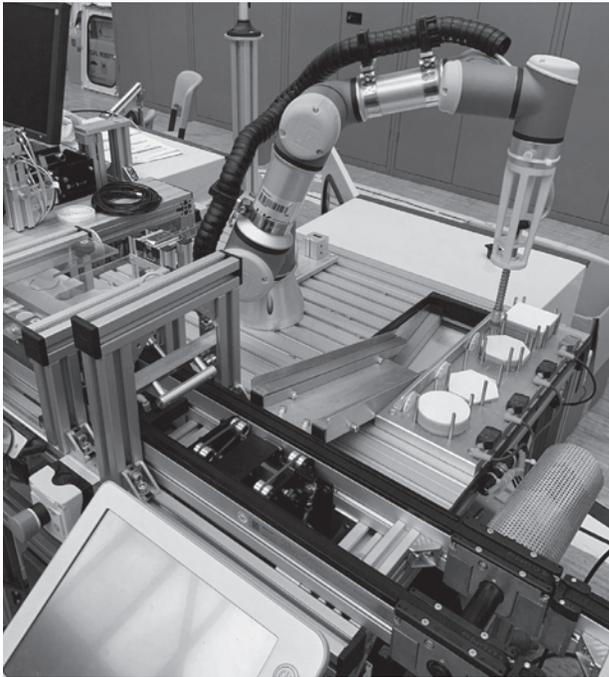


Abb. 2: Auswahl und Verpressen der Scheibe

#### 5. Modul: Einlagern im Hochregal

Das geprüfte und fertig montierte Werkstück wird nun chaotisch im Hochregallager eingelagert. Die Datenbank wird aktualisiert. Die Werkstückträger werden gestapelt und für einen erneuten Einsatz gesammelt.

Über ein Eingabegerät können Kundinnen und Kunden ihre selbstkonfigurierten Geduldspiele auslagern lassen.

Werden neue Werkstückträger am ersten Modul für neue Aufträge benötigt, werden aus dem Werkstückträgermagazin fünf Werkstückträger ausgeschleust und mit dem WEASEL zum Beginn der Anlage transportiert.

#### 6. Modul: Transport der Werkstückträger

Der Rücktransport der Werkstückträger erfolgt mit dem führerlosen Transportsystem WEASEL. Hier können jeweils fünf Werkstückträger über festgeleg-

te Strecken nach einem erfolgten Transportauftrag transportiert werden.

### UND DAS IST BISHER SCHIEF GEGANGEN ...

Es ist das Wesen eines Projektes, dass nicht immer alles so rund läuft, wie man es geplant hat. So hat uns Corona ein ganzes Stück in der Zeitplanung zurückgeworfen. Notwendige Teilprojekte müssen in diesem Jahr nochmals aufgearbeitet werden. Die Waschanlage muss nochmals überarbeitet und die Dokumentation in ein einheitliches Format gefasst werden.

Die meiste Arbeit verursachte uns aber die Umstellung von einer spanenden auf eine additive Fertigung. Hier mussten vor zwei Jahren große Anstrengungen unternommen werden, aber schließlich hat sich der zusätzliche Aufwand gelohnt, denn auch die additive Fertigung mit der Einbindung in vorhandene CAD-Systeme ist eine zukunftsweisende Technik, von der viele unserer Schülerinnen und Schüler – nicht nur in der Technikerinnen- und Techniker Ausbildung – profitieren.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt ist die Eigenständigkeit der Ideen der einzelnen Projektgruppen. Es ist oft ein mühseliger Spagat für die begleitenden Lehrkräfte, zu spüren, wann es Zeit ist, lenkend einzugreifen oder die Gruppe gewähren zu lassen. Schließlich sollen sich die innovativen Ideen des Teams in ihrem Teilprojekt widerspiegeln. Auch deshalb ist es immer wieder nötig, behutsam verschiedene Module nach zu justieren.

### ZUSAMMENFASSUNG: EIN VORTEIL AUCH FÜR ANDERE SCHULTYPEN IM HAUS

Gerade am Hochregallager (Modul 5) lässt sich gut der Mehrwert dieser Projektarbeit für weitere Schultypen in unserem Haus darstellen.

Nachdem das Hochregallager erfolgreich entwickelt und realisiert wurde, entstand der Wunsch nach vier weiteren Exemplaren, um sie als Lehr- und Lernmodule im Fachbereich Elektrotechnik zu Programmierungsübungen einsetzen zu können.

Die Auszubildenden in der Berufsfachschule fertigten mit der kompletten Dokumentation vier weitere Module an. Die steuerungstechnischen Komponenten integrierten wiederum Elektrotechniker/-innen als eigenständiges Schulprojekt. Die Motivation der Berufsfachschüler/-innen sowohl bei der Fertigung als auch bei der Montage war ausgesprochen hoch. Heute werden die Hochregallager als Lern- und

Übungsmodule in der Ausbildung zur Elektronikerin/ zum Elektroniker in unterschiedlichen Jahrgangsstufen eingesetzt.

Durch die modulare Bauweise der Anlage (vgl. Abb. 3) lässt sich jedes Modul autark ansteuern. Dies soll in Zukunft verstärkt für die Berufsschule in den Fächern Steuerungstechnik und Automation für Elektrotechnik und Maschinenbau gleichermaßen eingesetzt werden. So kann die Komplexität einer I4.0-Anlage auf überschaubare Trainingseinheiten heruntergebrochen werden (z. B. Arbeiten mit Sensoren, SPS-Programmierung, Einbindung von Industrierobotern (IR) in SPS-Steuerungen, visuelle Bildverarbeitung etc.).

Doch den größten Nutzen haben sicherlich unsere Technikerprojektgruppen, die mit viel Engagement an „ihrer Anlage“ gearbeitet haben.

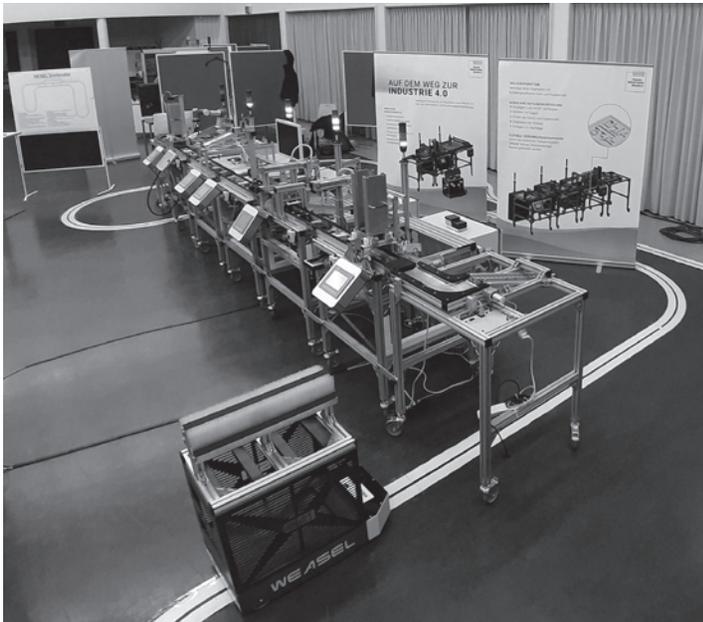


Abb. 3: Gesamtanlage

### AUSBLICK: UND DAS SIND UNSERE NÄCHSTEN IDEEN ...

Wenn im nächsten Schuljahr das ERP-System integriert und ein Web-Shop angelegt ist, sind wir lange noch nicht am Ende.

Es gibt noch viele Ideen, die uns über die nächsten Jahre beschäftigen können:

- eine Handy-App, auf der Kundinnen und Kunden ihre eigenen Labyrinth erstellen können,
- ein automatisches Rückführungs- und Demontagesystem für fehlerhafte Aufträge,
- die Visualisierung der einzelnen Prozesse,

- eine Fernwartung der Anlage,
- der Einsatz von Datenbrillen zur Instandsetzung etc.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass die Projektarbeiten und insbesondere die Projektierung von I4.0-Modulen in unserer Fachschule für Technik, aber auch in benachbarten Schulzweigen in der beruflichen Bildung, stark verankert sind und auch Vorteile besonders für die Motivation der Lernenden erzielen.

Die Projektarbeit bringt Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler gleichermaßen beruflich und persönlich in hohem Maße weiter. Durch ihr breit angelegtes Spektrum und ihre Vernetzung impliziert die Projektidee eine Fülle weiterer denkbarer Projektziele. Wie ein Kollege so treffend formulierte: „Eisenbahnspielen hat früher am meisten Spaß gemacht, wenn man sie aufgebaut oder erweitert hat“.

### Anmerkungen:

Auf der Video-Plattform „YouTube“ sind unter untenstehenden Adressen zwei kleine Videos vom „Tag der offenen Tür“ (März 2019) zu sehen, auf denen die Anlage läuft und vom WEASEL bestückt wird:

<https://youtu.be/OX9UYbVuEYs>

<https://youtu.be/7um2XpO2egg>

Weitere Informationen sind auf der Homepage der Franz-Oberthür-Schule zu finden:

<https://www.franz-oberthuer-schule.de/projekte/maschinenbautechnik/20192020m/>

### Literatur

MANZEI, C.; SCHLEUPNER, L; HEINZE; R. (2016): Industrie 4.0 im internationalen Kontext. Berlin: VDE-Verlag

ARBEITSKREIS WIRTSCHAFT 4.0 (2018): Wirtschaft 4.0 an beruflichen Schulen. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, München

# BIM – „Besser Immer Miteinander“ in Lehre und Unterricht – Ein 360°-Feedback zur Kooperation zwischen Fachschule, Hochschule und Unternehmen

Mit „Building Information Modeling – BIM in Lehre und Unterricht“ entstand ein Projekt mit der Aufgabe, Fachschulstudierenden und Architekturstudentinnen und -studenten geodatenreferenziert gemeinsam Gebäude im Open-BIM-Standard (2020) konstruieren zu lassen. Die Vorwegnahme baustellentypischer Besprechungssituationen in Unterricht und Lehre war ebenso Projektziel wie das Entwickeln von Verständnis für die Erfordernisse und Nöte des jeweiligen Gegenübers. Dabei entstand naturgemäß bei den beteiligten Institutionen, der Universität Karlsruhe (KIT), dem Softwarehaus mh-software<sup>1</sup>, der BIM-Unternehmensberatung DiPro<sup>2</sup> und der Heinrich-Meidinger-Schule Karlsruhe erhöhter Kooperationsbedarf. Wie die Stakeholder diesen wahrgenommen haben, zeichnet folgender Artikel nach.



PETER WÜRGES

## PROJEKTURSPRUNG, -LAYOUT UND -DURCHFÜHRUNG

Die Heinrich-Meidinger-Schule – Bundesfachschule für Sanitär- und Heizungstechnik (BuFa) – zeichnet als Gründungsmitglied des BIM-Cluster-Oberrhein<sup>3</sup>, der regionalen Instanz von building-smart Germany.

Aus dieser Mitgliedschaft erwuchs ein Projekt, dessen Layout vorsah, dass fünf Projektgruppen, bestehend jeweils aus Fachschulstudierenden des dritten Semesters der BuFa und Architekturstudentinnen und -studenten des KIT geodatenreferenziert Gebäude gemeinsam entwickeln. Beratend unterstützt wurden die Gruppen vom Softwarehaus mh-software und der BIM-Unternehmensberatung DiPro aus St. Augustin.

Die Vorwegnahme baustellentypischer Besprechungssituationen in Unterricht und Lehre war ebenso Projektziel wie das Entwickeln von Verständnis für die Erfordernisse und Nöte des jeweiligen Gegenübers.

Aufgabe des im „Open-BIM“-Format durchgeführten Projektes war es, im Rahmen der Leistungsphase 5 nach HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure), der Ausführungsplanung, Autodesk Revit-Architekturentwürfe im ifc- und dwg-Format in die mh-Planungssoftware einzulesen und nach erfolgter TGA-Planung (Technische Gebäudeausrüs-

tung) durch erneuten Datenaustausch wieder mit dem Bauentwurf zu „verheiraten“. Was bei Textdokumenten und Musikdateien lapidar erscheint, erwies sich im Laufe des Projektes als wahre „Heldenreise“ (ZEISER 2019). Noch kurz vor Abgabetermin der gemeinsamen Planungen schien das Herstellen von Deckungsgleichheit der Planungen fraglich.

Die gemeinsame Exkursion von KIT und BuFa zum IAO-Fraunhofer-Institut in Stuttgart<sup>4</sup> war dann sicher auch Belohnung für so manche Nachtschicht, die die Projektgruppenteilnehmer/-innen schieben mussten. Das IAO-Fraunhofer-Institut verfügt über einen Projektionsraum, die so genannte „Cave“. Hier kann mit Hilfe einer passiven Polarisationsbrille ein räumliches Datenmodell projiziert werden, das es erlaubt, gemeinsame Kollisionsprüfungen dreidimensional mit Live-Daten bauzubesprechen (vgl. Abb. 1).

## KOOPERATION DER BETEILIGTEN INSTITUTIONEN – EIN 360°-FEEDBACK

Die inhaltliche und organisatorische Abstimmung der Stakeholder erforderte naturgemäß einen erhöhten Aufwand (HAUSKNECHT 2018).

Wie dieser von den Beteiligten wahrgenommen wurde, zeigt sich am besten in einem 360°-Feedback:



Abb. 1: Virtuelle Baubesprechung

### Die Projektverantwortlichen Ivonne Zelling und Peter Zeile von der Universität Karlsruhe (KIT), Fakultät für Architektur, schreiben:



Während im Planungs- und Bauprozess eine kooperative Zusammenarbeit der verschiedenen Projektbeteiligten die

Basis für ein erfolgreiches Projekt bildet, spielt die interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Ausbildung von Architektinnen und Architekten, Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie Technikerinnen und Technikern bisher nahezu keine Rolle. Gemeinsame Projekte finden in der Regel nicht statt. Die Zusammenarbeit wird daher zumeist erst im tatsächlichen Praxisfall ausgeübt.

Im Rahmen der regelmäßigen Treffen der building SMART-Regionalgruppe Oberrhein, die es sich zum Ziel setzt, den Einsatz und den Nutzen digitaler Planungsprozesse im Baubereich (BIM) weiter zu verbreiten, entstand die Idee, zwischen den Netzwerkpartnern Heinrich-Meidinger-Fachschule für Technik (Fachbereich Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik) und dem Karlsruher Institut für Technologie (Fakultät für Architektur) ein gemeinsames Seminar mit Fachschulstudierenden und Studierenden der Architektur anzubieten.

Funktionale Lernziele waren das Erlernen der theoretischen Grundlagen von kollaborativen Prozessen sowie die Anwendung der neuen digitalen Arbeitsmethoden. Weiterhin sollten die Fachschulstudierenden

und Studierenden der Architektur auch die Herangehensweisen der jeweiligen anderen Disziplin kennenlernen, eine gemeinsame Arbeitssprache entwickeln und dieses anhand eines gemeinsamen Gebäudeentwurfs inklusive der zugehörigen Haustechnik verknüpft in einer Art Planspiel erlernen.

Die Kooperationspartner waren der Lehrstuhl für Stadtquartiersplanung, Herr Prof. Nepl, und das Fachgebiet Building Lifecycle Management, Frau Prof. von Both, des KIT sowie der Fachbereich Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik der Heinrich-Meidinger-Schule, die Softwarefirma mh-Software und die BIM-Unternehmensberatung DiPro.

In fünf interdisziplinären Gruppen (jeweils zwei Studierende der Architektur und drei bis vier Fachschulstudierende) erarbeiteten die Teilnehmer/-innen einen Gebäudeentwurf auf Grundlage eines bestehenden Bebauungsplans der Stadt Saarbrücken, entwickelten auf den Baufeldern das Gebäude und integrierten anschließend die Gebäudetechnik. Dabei prüften die Teilnehmer/-innen die Planung auf Fehler bzw. Kollisionen und korrigierten die jeweiligen Modelle. Die Zusammenarbeit fand analog wie auch virtuell durch den stetigen Zugriff auf die Dateien in einer Cloudlösung statt.

Einen Ausblick in die Zukunft konnten die Teilnehmer/-innen bei der virtuellen Begehung und Überprüfung ihrer Modelle im Cave des Fraunhofer IAIO in Stuttgart erleben.

Mit einem verhältnismäßig einfachen Arbeitsauftrag gestartet, brachte das Seminar im Detail einige technische Herausforderungen mit sich wie

- das Kennenlernen der theoretischen Grundlagen von BIM und GIS,
- Einarbeiten & Anwenden neuer Software (QGIS, Revit, Solibri Model Checker, mh-Software, Navisworks),
- digitales Überprüfen und Korrigieren der Planung,
- kooperatives Arbeiten über eine Cloudplattform (Autodesk BIM 360) sowie allgemein
- die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams.

Durch die gegenseitige Unterstützung und den Wissensaustausch innerhalb der Projektteams und die Unterstützung der wissenschaftlichen Mitarbeiter/-innen und externen Fachleute konnten technologi-

sche Schwierigkeiten schnell behoben und die Motivation der Beteiligten hochgehalten werden.

Abschließender Konsens unter allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern war, dass das Seminar durch den innovativen, interdisziplinären und kooperativen Ansatz ein gelungenes Beispiel dafür war, wie konkretes Wissen durch die Bewältigung der oben genannten Herausforderungen für ihre zukünftige Arbeitspraxis erfolgreich vermittelt werden kann.

**Marc Holzschuh von der Firma mh-Software  
Karlsruhe schreibt:**



Als Hersteller von BIM-fähiger TGA-Planungssoftware dürfen meine Kolleginnen und Kollegen und ich regelmäßig Planungsprojekte begleiten und unsere Kundinnen und Kunden bei der Durchführung unterstützen.

Ich war sofort angetan, als ich von der Idee des Open-BIM-Modellprojekts zwischen Architekturstudierenden des KIT und Fachschulstudierenden der HMS in Karlsruhe erfuhr.

BIM-Projekte erfordern eine ständige Kooperation auf menschlicher und digitaler Ebene zwischen den Planungsbeteiligten. Dieses Thema bereits in der Ausbildung zu integrieren ist eine tolle Chance für die Teilnehmer/-innen, sich bereits auf die späteren Herausforderungen der Digitalisierung in der Planung vorzubereiten. Bei den späteren Arbeitgebern ist insbesondere dieses frische Wissen stark nachgefragt.

In den ersten Projektbesprechungen zwischen KIT und HMS wurden die Eckpfeiler gesetzt: Verschiedene Projektteams, jeweils zusammengesetzt aus Architektur- und Fachschulstudierenden, sollten kleinere Eigenheime bearbeiten. Die Architektur sollte dabei mit einem eigenem CAD-System arbeiten, während für die TGA die mh-software BIM 6.0 eingesetzt werden sollte.

Der interdisziplinäre Modellaustausch sollte gemäß Open-BIM-Gedanken über Autodesk Revit im IFC-Format erfolgen.

Die Einarbeitung der Fachschulstudierenden in mh-software, die ich in einigen Stunden Schulung unterstützen durfte, erfolgte abgesehen davon aber autodidaktisch mithilfe zur Verfügung gestellter Lehrmaterialien.

Die Projektteams trafen sich in regelmäßigen Abständen, um die Modelle zu koordinieren und zu besprechen. Dabei durften alle Teilnehmer/-innen

genau die gleichen Erfahrungen machen, die auch in der Praxis vorkommen: Bei einigen Teams klappte das Finden eines gemeinsamen Projektnullpunktes sofort, bei anderen Teams gab es Abstimmungsschwierigkeiten. Aufgrund des engen Zeitrahmens kam es – wie eben auch im echten Planungsleben – zu entsprechendem Druck.

Allerdings konnten diese Probleme durch gute Kommunikation auf allen Seiten und die Einarbeitung in die entsprechenden Dokumentationen des Architektur-CAD-Systems gelöst werden. Am Ende stand ein toller Lerneffekt für alle Beteiligten, mich eingeschlossen.

Ich würde mich freuen, solche Projekt in Zukunft wieder unterstützen zu dürfen.

**Jens Göricke von der DiPro BIM GmbH,  
Bonn-St. Augustin schreibt:**



Die Idee, eine Zusammenarbeit aus Architekturstudierenden und angehenden Technikerinnen und Technikern unter Betreuung verschiedener Wissensträger und Softwarehersteller ins Leben zu rufen, ist ein vielversprechender Ansatz, um schon während des Studiums Erfahrungen für den späteren Planungsalltag zu gewinnen.

Das Mitwirken an dem Projekt BIM – „Besser immer miteinander“, welches durch die fachplanerübergreifende Bearbeitungsweise den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Projektbearbeitung nach BIM näherbringen soll, stand für uns außer Frage.

Nach den Abstimmungen zum Inhalt und Ziel der Projektarbeit mit Frau Zelling vom KIT und Herrn Würges von der BUFA bestand unsere Aufgabe darin, die angehenden Techniker/-innen bei der Erstellung eines TGA BIM-Modells zu betreuen, um sich später mit der Architektur koordinieren zu können. Die Vorgehensweise bei der Erstellung des TGA-BIM-Modells ist von mh-software im konstruktiven und von DiPro im informativen Bereich übernommen worden.

In der ersten Präsenzveranstaltung wurden grundlegende Themen, wie z. B. das Definieren der Gebäudestruktur und die Abstimmung des Nullpunkts zum Austausch von Grundriss- und IFC-Dateien, vermittelt. In einer zweiten Veranstaltung, welche als Web-Seminar stattgefunden hat, konnte aufgrund des zwischenzeitlich erstellten TGA-BIM-Modells intensiver auf die Erstellung und Zuweisung von TGA-spezifi-

schen Informationen, wie z. B. Materialqualitäten oder Berechnungsergebnissen, eingegangen werden.

Nach diesen beiden Terminen kam es dann auch zu einem weiteren Koordinationstreffen zwischen den angehenden Architektinnen und Architekten und TGA-Planern, bei denen die Teilnehmer/-innen die ersten praxisnahen Erfahrungen sammeln konnten und somit einen realen Einblick in die Herausforderungen des Planungsalltag gewinnen konnten.

In der Abschlussveranstaltung waren die Resultate aus diesen Erfahrungen und dem daraus entstandenen Austausch auch klar an den Modellen zu erkennen.

Wie auch in der realen Projektarbeit, haben alle Beteiligten eine Erkenntnis gewonnen: Software allein wird nicht den Erfolg einer Projektarbeit garantieren. Es kommt vor allem auf klare Kommunikationswege an, bei denen man sich der neuen Möglichkeiten durch Software bewusst sein sollte, um diese auch effizient in der Projektentwicklung einsetzen zu können.

### **BETEILIGTE FACHSCHULSTUDIERENDE UND ARCHITEKTURSTUDENTIN**

#### **Raphael Petrich – Staatlich geprüfter Techniker HLK – schreibt:**



Zwei Jahre liegt unser Gemeinschaftsprojekt BIM – „Besser immer miteinander“ zusammen mit Architekturstudierenden des KIT nun zurück. Rückblickend, mit etwas mehr praktischer Erfahrung in Sachen

Projektabwicklung, wird mir die Realität unseres Projektes erst richtig bewusst, denn es sind immer wieder die gleichen Schnittstellen, wenn auch in unterschiedlicher Erscheinungsform, die es gilt gemeinsam zu identifizieren und daraus effiziente Lösungsansätze zu entwickeln.

Aufgrund der engen Zusammenarbeit mit den Softwareherstellern unserer Planungsprogramme während des Projektes konnten wir diese Effizienz zum einen voll ausschöpfen und zum anderen auch schnell erkennen, an welchen Stellen die umfangreiche Methode der vernetzten Planung BIM in unserer Branche noch an ihre Grenzen gerät.

Es ist schön zu sehen, dass mittlerweile auch bei der Ausbildung der Fachkräfte in der Baubranche Innovation ein wichtiger Bestandteil sind. Was in der In-

dustrie schon lange gang und gäbe ist, fruchtet so langsam auch im Handwerk.

#### **Simone Wagner – Staatlich geprüfte Technikerin HLK und Projektleiterin SHLK – schreibt:**



Als Fachschulstudierende in der Heinrich-Meidinger-Schule durfte ich an dem gemeinsamen Projekt mit den Architekturstudierenden der KIT-Fakultät teilnehmen. Die Zusammenarbeit in der Gruppe war nun wörtlich BIM – „Besser immer miteinander“. Als 28-jährige Technikerin, die als Projektleiterin nun täglich mit verschiedenen Projekten und deren Architektinnen und Architekten zu tun hat, war diese Erfahrung der Zusammenarbeit nutzbringend und formend. Hinter die Sichtweise der Architekturstudierenden zu blicken und zu erfahren, welche Informationen benötigt werden, um Projektphasen weiter zu bringen und Meilensteine zu erfüllen. Am Ende der Gruppenarbeit konnten wir das Einfamilienhaus architektonisch und im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung optimal geplant und baufähig abgeben.

Während der Gruppenarbeit gab es nicht nur technische Probleme zu lösen, sondern auch Probleme mit der Software. Ein Projekt und die Abläufe in BIM zu planen stellt nicht nur Techniker/-innen und Architektinnen und Architekten vor Probleme, sondern auch die Software an sich muss für diese Schritte noch weiter wachsen. Insbesondere, wenn unterschiedliche Programme genutzt werden und am Ende alle Puzzleteile in eine Software eingearbeitet werden. Hierzu wird viel Kommunikation zwischen Architektinnen und Architekten sowie TGA-Planerinnen und -Planern benötigt.

Dieses gemeinsame Projekt würde ich jederzeit wieder belegen und bin der Heinrich-Meidinger-Schule dankbar, so ein Kooperationsprojekt in den Fachschulunterricht integriert zu haben.

#### **Die Hochschulstudierende Ana-Maria Basic – Architektur – bilanziert:**



Die besondere Kooperation zwischen der KIT-Fakultät Architektur und der Heinrich-Meidinger-Schule hat uns Architekturstudierenden einen überaus wichtigen und interessanten Einblick in die Lern-Struktur der Techniker/-innen gegeben. Die in dem Semesterprojekt begonnene Gemeinschaftsaufgabe, ein Einfamilienhaus sowohl entwurflich von Seiten der Archi-

tektinnen und Architekten als auch technisch aus der Planungssicht der Techniker/-innen möglichst räumlich sowie material- und leistungseffizient zu planen, hat uns in eine nahezu reale Berufssituation gebracht. In den Planungsgesprächen haben wir jeweils gegenseitig erfahren können, welche Schritte nötig und welche Gedanken zuerst gefasst werden müssen, um ein solides und gutes Endergebnis zu erhalten. Spannend war zu sehen, welche Software und Herangehensweise im Einzelnen je nach Anspruch des entsprechenden Entwurfs benutzt werden kann. Die Fachschulstudierenden sind mir durch ihre Flexibilität, Freundlichkeit sowie dem starken Interesse an einem vollständigen, umsetzbaren Entwurf für die imaginierten Hausbewohner positiv in Erinnerung geblieben. Es hat großen Spaß gemacht, die Herausforderungen, die durch die Software-Programme an sich, die Programm-Schnittstellen oder durch fachliche Fragen aufgekommen sind, gemeinsam wöchentlich anzugehen und zu lösen. Dass wir Lernenden in beiden fachlichen Richtungen stets Unterstützung bei Rückfragen erhalten haben, war wichtig und sehr gut organisiert. So haben wir einen intensiven und lehrreichen Lernprozess in dieser Zeit erfahren.

**Das BIM-Projekt aus der Sicht des Schulleiters  
der Heinrich-Meidinger-Schule  
Karlsruhe, Martin Wortmann-  
Vierthaler:**



*Start up:*

Am 04.10.2016 traf sich die Steuergruppe der Heinrich-Meidinger-Schule zu ihrer Regelkommunikation. Unter TOP 1 konnte Herr Würges sein Projekt „Building Information Modeling (BIM) in der Techniker Ausbildung“ vorstellen. Offene Fragen: „Welche Ressourcen wird dieses Projekt binden? Wie viele Lehrerinnen und Lehrer werden eingebunden werden müssen? Wie lange wird das Projekt eine Anrechnungsstunde für den Projektleiter binden? Wie wird es weitergehen, wenn das Projekt beendet ist, wie können die Ergebnisse in den Unterricht eingebunden werden? Integrativ in vielen Unterrichten (Computer-Aided-Design, Bauprojektmanagement) oder muss ein neues Wahlfach entstehen?“ konnten geklärt werden. Nicht zuletzt war bei der Entscheidungsfindung der dezidiert ausgearbeitete Projektantrag mit Ablaufplan, Zeitaufwand, Meilensteinen und Stolpersteinen äußerst hilfreich.

*Kick Off:*

Die Steuergruppe und die Schulleitung befürwortet das Projekt, es wird in der Gesamtlehrerkonferenz vorgestellt, Mitstreiter/-innen werden gefunden, die Bundesfachschule wird Mitgründer des BIM-Cluster-Oberrhein, dem regionalen Ableger von building-smart Germany.

*Der steinige Weg:*

Doch erste Rückschläge stellen sich leider allzubald ein: ein externer Partner strukturiert sich neu und zieht sich aus der Mitarbeit zurück. Dem unermüdlischen Einsatz des Projektleiters ist zu verdanken, dass neue Kooperationen geschlossen werden können.

*Bergaufschlängeln:*

Nach diesen Verzögerungen im Zeitplan geht es endlich zur Sache, eine Klasse wird gefunden, welche mit Enthusiasmus in den neuen Aufgaben eine willkommene Herausforderung sieht; die Zusammenarbeit mit Studentinnen und Studenten des KIT nimmt Form an.

*Widrigkeiten:*

EDV-Konflikte bei CAE-Programmnutzung werden gelöst; mögliche Überlastungen der Studierenden durch weitere Lernanforderungen durch Computerprogramme erfahren durch fächerübergreifendes pädagogisches Handeln Abhilfe. Der Support seitens des Software-Herstellers erweist sich als Glücksgriff, Schulungen ermöglichen den Studierenden bereits Gelerntes in einem Programm auf das andere umzusetzen. Zwischenstandberichte und Ausblicke werden u. a. mit einem schulinternen Projekttag für die Lehrerinnen und Lehrer gebündelt.

*Highlights:*

Der Besuch beim Fraunhofer-Institut in Stuttgart im „Cave“, einem dreidimensionalen Projektionsraum durch die Studierenden.

*Abschluss, vorläufig:*

Eine gemeinsame Vorstellung der Beteiligten, bei der die Studierenden der Heinrich-Meidinger-Schule gemeinsam mit den Studentinnen und Studenten des KIT in der Aula der Schule ihre Ergebnisse vorstellen.

*Abrundung:*

Berichte in verschiedenen Fachzeitschriften (WÜRGES 2019). Aus Ressourcengründen muss eine unmittelbare Weiterführung des Projektes im Schuljahr 2019/20 auf das Schuljahr 2020/21 verschoben werden. Wir dürfen gespannt sein!

**FAZIT**

Wir dürfen gespannt sein!

So endet der Bericht des Schulleiters der BuFa. Es hat sich gezeigt, dass die weichen Faktoren der Projektarbeit denn auch hier erfolgsrelevant waren. Projektkommunikation und Teambildung entscheiden in heterogenen Teams (EDDING/SCHATTENHOFER 2020) letztlich – man möchte fast sagen – mehr als vorgegebene Rahmenbedingungen, Freiheiten zur Entfaltung mehr als Direktive: so war es spür- und erlebbar, wozu Studierende und Techniker/-innen sich aufzuschwingen imstande sind, wenn auch ihnen der genannte Freiraum im Sinne selbstgesteuerten Lernens eingeräumt wird.

Wir sind gespannt an der Schule – und zwar auf ein neues gerade angelaufenes Projekt, das die Kompetenz von Ausbilderinnen und Ausbildern in der Vermittlung von BIM-Inhalten an der Schnittstelle zwischen Ausführungsplanung und Vorbereitung der Vergabe zum Ziel hat.

**Anmerkungen**

1) mh-software GmbH, E-Mail: info@mh-software.de, www.mh-software.de

- 2) DiPro BIM GmbH, E-Mail: info@dipro-bim.de, dipro-bim.de
- 3) buildingSMART Deutschland e. V.: RG-Oberrhein@buildingSMART.de, www.buildingsmart.de/regionalgruppen/oberrhein
- 4) Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, info@iao.fraunhofer.de, www.iao.fraunhofer.de

**Literatur**

- EDDING, C.; SCHATTENHOFER, K. (2020): Einführung in die Teamarbeit. Heidelberg: Carl-Auer-Verlag
- HAUSKNECHT, K. (2018): Wie koordiniert man ein BIM-Projekt? In: Fraunhofer IBP (Hrsg.): BIMiD-Leitfaden – So kann der Einstieg in BIM gelingen, S. 27-29. Online: <https://bim-cluster-rlp.de/pdf/BIMiD-Leitfaden-2018.pdf> (28.06.2021)
- Open-BIM-Standard (2020): Online: <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/> (15.12.2020).
- WÜRGES, P. (2019): BIM in Lehre und Unterricht In: Si - Das Fachmagazin für SHK-Unternehmer, 04-2019, S. 80
- ZEISER, C. (2019): BIM: Das Handwerk kommt zusammen. In: handwerk magazin 06/2019, S. 20

## Entwicklung und Neukonstruktion einer Weichenlösung zur Ausschleusung fehlerhafter Produkte an Förderbändern der Lebensmittelindustrie<sup>1</sup>



**JOHANNES RÖSNER**

In diesem Artikel wird aufgezeigt, wie im Rahmen der Ausbildung an einer Fachschule für Technik ein Projekt konzipiert und organisiert wurde, bei dem eine enge Kooperation mit einem Unternehmen im Mittelpunkt stand. Das Projektteam hat die vom Unternehmen benannte Problemlage im Rahmen des Projektes so intelligent gelöst, dass das Projektergebnis Grundlage für eine erfolgreiche Patentanmeldung wurde.

**BESCHREIBUNG DER AUSGANGSSITUATION**

Das Unternehmen Bizerba vertreibt in seiner Produktpalette verschiedene Standardlösungen zum Ausschleusen fehlerhafter Produkte in der Produktreihe. Als Beispiel seien dynamische Kontrollwaagen zur Weichen- und Catchersortierung genannt.

Bei den Sortierungsformen ist folgende Transportstrecke vorhanden: Über ein Transportband durchlaufen die zu überprüfenden Produkte, wie abgepacktes Hackfleisch oder Chipstüten, in bestimmten Abständen ausstattungsabhängige Kontrolleinheiten, wie beispielsweise eine Röntgeneinheit, einen

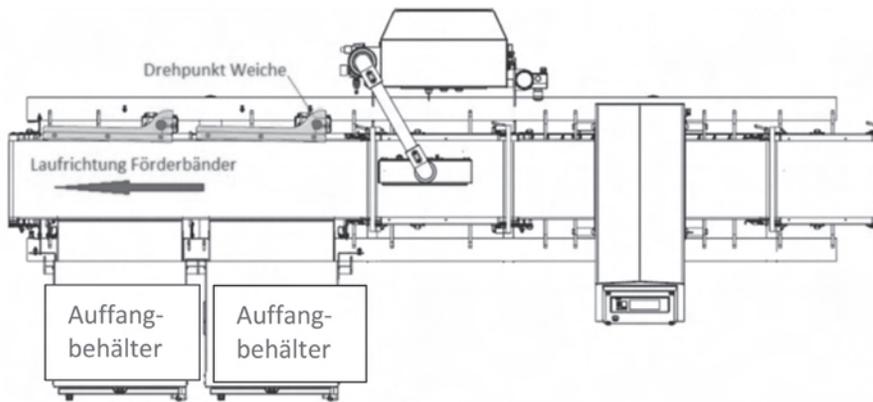


Abb. 1: Nacheinander angeordnete Weichenlösung

Metalldetektor und schlussendlich eine sich unter dem Band befindliche Wägezelle. Hierbei wird das Produkt auf das geforderte Gewicht sowie auf mögliche Fremdkörper jeglicher Art geprüft.

Das Weichensystem ist so konzipiert, dass der Drehpunkt des ausfahrbaren Armes vor dem Auffangbehälter für aussortierte Produkte liegt. Im passenden Moment schwenkt der Weichenarm aus und lenkt das fehlerhafte Produkt auf die gegenüberliegende Seite mit dem anschließenden Fall in den Auffangbehälter um (vgl. Abb. 1).

Die Weichenlösung bewerkstelligt einen Durchsatz von bis zu 100 Packungen pro Minute.

In der Abb. 1 ist zu sehen, dass die nacheinander angeordneten Weichen einen längeren Bauraum aufweisen, da die Weichenarme beim derzeitigen Stand nur hintereinander mit jeweils einem gegenüberliegenden Auffangbehälter angeordnet vorkommen.

Im Unterschied zur Weichenvariante fährt ein Catcher bereits vorher aus und „wartet“ auf das fehlerhafte Produkt. Kommt dieses in den Eingriffsbereich des Catchers, ist es ihm möglich, das Produkt in den sich auf derselben Seite befindlichen Behälter zu ziehen bzw. einzufangen (to catch, engl.: einfangen) (vgl. Abb. 2). Diese Funktionsweise erfordert einen größeren Produktabstand, da der Catcher die Bewegung noch vor dem Eintreffen ausführen muss, um das Produkt einzuholen. Entsprechend gering resultiert die Bandgeschwindigkeit bei gleichzeitig hohem Produktabstand.

Die derzeitige platzsparende Catcherlösung schafft bei den auf unseren Anwendungsfall bezogenen Dimensionen mit einer Bandbreite von 300 Millimeter einen Durchsatz von 60 Packungen pro Minute.

## PROJEKTZIEL

Durch die genaue Erfassung der Ausgangssituation (Ist-Analyse) konnten folgende Ziele definiert werden:

–Es geht um die Konstruktion einer Lösung, die einen möglichst geringen Bauraum verlangt (ähnlich der gegenüberliegenden Catchervariante), jedoch die zuvor genannten Vorzüge der Weichenvariante in Form von hohen Bandgeschwindigkeiten und geringen Produktabständen garantiert.

- Da die bisherige Standardlösung in der Weichensortierung einen erhöhten Bauraum erfordert, soll mit Hilfe des Projektziels der Bauraum verringert werden. Gleichzeitig soll ein erhöhter Packungsdurchsatz bei identischem Bauraum (Bandlänge) und Bandbreite von 300 Millimeter im Vergleich zur gegenüberliegenden Catcherlösung gewährleistet werden.
- Ferner geht es darum, den derzeit möglichen Durchsatz von 60 Packungen pro Minute auf mindestens 100 Packungen pro Minute zu erhöhen.

Die schematischen Abb. 3 und 4 veranschaulichen im Vergleich die Ersparnis an Bauraum, wenn die Auffangbehälter gegenüberliegend sind. Erkennbar ist diese an der Reduktion der Förderbandlänge.

Die Konstruktion soll folgende Vorgaben einhalten (Auszug aus dem Lastenheft):

- Orientierung an bereits bestehenden Weichen- und Catchersystemen in Bezug auf Armlängen und -höhen,
- Ansteuerung der Aktoren vorzugsweise mit Pneumatikzylindern,
- formschlüssige Verbindung zwischen Sortierarm und Rotationseinheit,
- möglichst Verwendung bereits bestehender Normteile und Halbzeuge aus dem Bizerba-Portfolio, eine enge Abstimmung mit Bizerba ist erforderlich,

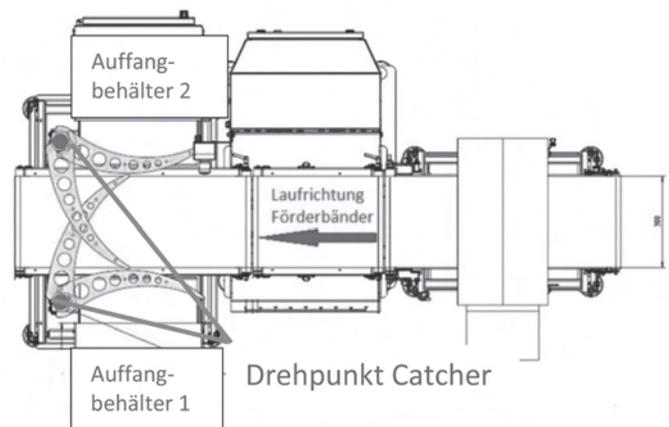


Abb. 2: Gegenüber angeordnete Catcherlösung

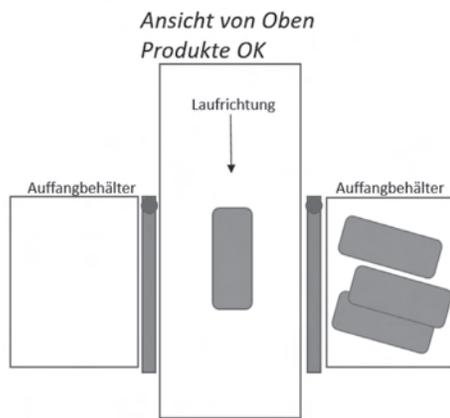


Abb. 3: Baulänge bei gegenüberliegender Anordnung (schematisch)

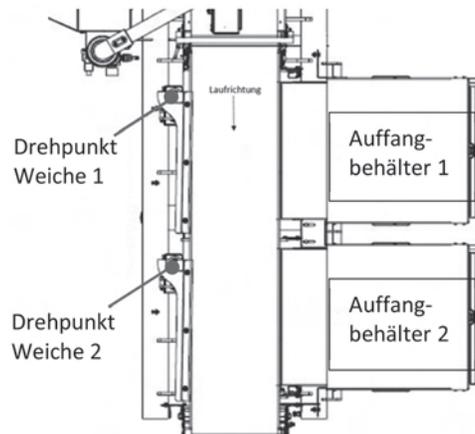


Abb. 4: Baulänge bei hintereinanderliegender Anordnung (schematisch)

- Montagemöglichkeit an der Bizerba Produktlinie CWH (Check Weigher Hygiene)<sup>2</sup>,
- alle Stahlteile müssen in rostfreiem Edelstahl ausgelegt sein (Qualität min. 1.4301),
- Umsetzung der Konstruktion nach Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (besonderes Augenmerk auf Klemm- und Quetschstellen).

Der Umfang des Projektes erstreckt sich auch auf die Ableitung aller Fertigungszeichnungen in 2D, inklusive Bemaßung, Form- und Lagetoleranzen, sowie die Konstruktion als 3D-Modell mit Anordnungsplan und Stückliste. Darüber hinaus erfolgt als Zusatzleistung die gemeinsame Erarbeitung eines Funktionsmusters in Zusammenarbeit mit der Firma Bizerba mit den dabei zu erledigenden Aufgaben wie Materialbeschaffung, Montage und Versuchsdurchführung.

Die Einzelteile, die im Rahmen des Projektes neu konstruiert werden, werden zum Großteil selbst gefertigt und in Zusammenarbeit mit Bizerba auf ein bestehendes Gestell montiert.

### GROBES LÖSUNGSKONZEPT

Es wurden systematisch Lösungskonzepte entwickelt, die zum einen den besonderen Vorteil der Weiche und des Catchers vereinen, zum anderen völlig neue Wege gehen. Nachstehend werden die diskutierten Lösungsansätze vorgestellt.

### Absenkbare Weiche

In diesem Lösungskonzept (vgl. Abb. 5) sind zwei Weichenarme platzsparend mit zwei Auffangbehältern (nicht abgebildet) gegenüberliegend angeordnet. Die Weichen befinden sich in Ruhestellung mit der Unterkante auf einer Ebene mit dem Transportband. In dieser Ausgangslage ist es möglich, die fehlerfreien Produkte ungehindert über das Transportband zu fördern.



Abb. 5: Absenkbare Weiche

Durchläuft ein fehlerhaftes Produkt die Wägezelle zum Beispiel mit Übergewicht oder Untergewicht, senkt eine Weiche sich pneumatisch unterhalb der Ebene des Transportbandes ab und gleichzeitig schwenkt die andere Weiche pneumatisch aus. Das Transportband läuft ununterbrochen weiter, jedoch wird es durch die Weiche durchgehend blockiert und somit kann das fehlerhafte Produkt in die Auffangbehälter umgeleitet werden.

### Lineargeführte Weiche

Bei der lineargeführten Lösung (vgl. Abb. 6) ist die Weiche an beiden Enden auf jeweils einem Schlitten einer pneumatischen Linearführungsschiene befestigt. Diese befindet sich unter dem Förderband und arbeitet entlang des „Spaltes“ zwischen den verschiedenen Bandkörpern.

In Ruhestellung sind beide Schlitten der Führung entweder ganz aus- oder eingefahren, um einen ungehinderten Produktfluss zu gewährleisten.

Soll nun ein Produkt aussortiert werden, bewegt sich ein Schlitten in die geforderte Endlage, um eine Weichenstellung zu generieren, gegen die das Produkt gefördert und schließlich umgeleitet wird.

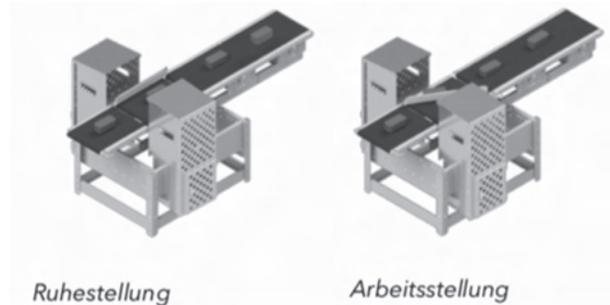


Abb. 6: Lineargeführte Weiche

### Orbitaler Arm

Der Orbitale Arm (vgl. Abb. 7) reicht von dem Gestell der Anlage, von oben, mittig über den Bandkörper. Der Drehpunkt am Ende des Armes ist mit einer Weiche gekoppelt, die sich mittig vom Förderband befindet, elektrisch angesteuert, und um 45°, jeweils mit und gegen den Uhrzeigersinn drehbar ist. Sofern keine Ausschleusung notwendig ist, lässt sich die dynamische Weiche pneumatisch anheben, um einen ungehinderten Produktfluss zu gewähren.

In diesem Lösungskonzept kommen die Produkte von rechts. Die Auffangbehälter sind gegenüberliegend zum Transportband angeordnet. Über dem Transportband befindet sich ein Schwenkarm, welcher zwei Drehpunkte hat. An diesem Schwenkarm ist die Weiche verbunden, die in Ruhestellung über den Produkten steht, um den durchgehenden und ungehinderten Produktfluss zu ermöglichen.

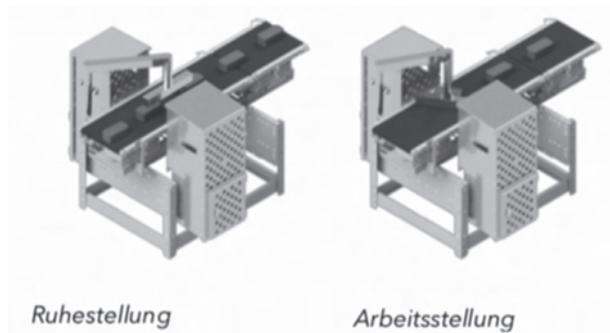


Abb. 7: Orbitaler Arm

Kommt es zu einem fehlerhaften Produkt, senkt und dreht sich die Weiche, sodass der Produktfluss zeitweise durchgehend blockiert wird. Somit kommt es zur Ausschleusung der fehlerhaften Produkte. Nach dem Ausschleusen hebt sich die Weiche wieder an und positioniert sich in Ruhestellung. Die fehlerfreien Produkte nehmen den gewohnten Zyklus wieder an.

### FEINKONZEPT

Nach Auswertung der groben Lösungskonzepte mittels Nutzwertanalyse ist die Absenkbare Weiche in das Feinkonzept übergegangen (vgl. Abb. 8).

Hierzu wurden die pneumatischen Ansteuerungen für Hub- und Schwenkbewegung sowie die Anbindung an ein bestehendes Gestell samt Bandkörper umgesetzt. Unter Berücksichtigung von Gleichteilemanagement und im Lastenheft definierten Forderungen wurde in 3D-CAD konstruiert und anschließend Zeichnungen optimiert.



Abb. 8: Absenkbare Weiche in Arbeitsstellung

### RESÜMEE

Das wesentliche Ziel der Projektarbeit war, im Team eine Anlage zu entwickeln, die Vorzüge von bereits am Markt etablierten Lösungen vereint. Unter Einhaltung der im Lastenheft gestellten Forderungen und mit der Entwicklung und Neukonstruktion einer absenkbaren Weiche mit zwei gegenüberliegenden Auffangbehältern wurde dieses Ziel erreicht. Für alle Teammitglieder war es sehr spannend und eine besondere Herausforderung, bei der Entwicklung eines innovativen neuen Produktes mitzuwirken. Die Erfahrungen während dieser Arbeit übertrafen unsere Erwartung besonders in Hinsicht auf die Konstruktion unter Einhaltung der enormen Anzahl an gesetzlichen Vorschriften, Richtlinien und Bestimmungen, sowohl im Bereich der Lebensmittelindustrie als auch im Bereich der Wägetechnik. Auch die enge Zusammenarbeit mit Ingenieurinnen und Ingenieuren, Technikerinnen und Technikern, Facharbeiterinnen und Facharbeitern, Kaufleuten, Produkt- und Projektmanagern sowie das Nutzen von Synergien und das selbstständige Erarbeiten von neuen Themenbereichen gab dem Team einen wertvollen Einblick in das zukünftige Berufsleben.

Die Bizerba SE & Co. KG hat für das neue Produkt ein Patent angemeldet und mittlerweile die Konstruktion – nach praktischer Umsetzung durch das Team – einer Testreihe unterworfen. Diese dient zur Ermittlung von Kennzahlen zur weiteren Optimie-

rung. Deshalb ist nicht ausgeschlossen, dass diese Entwicklung eine Marktneuheit mit einem Alleinstellungsmerkmal von weitreichender Bedeutung wird.

### Anmerkungen

1) Der Artikel basiert auf einem Projekt, welches der Autor (Projektleiter) gemeinsam mit Volkan Kalkan und Maurice Kaube durchgeführt hat. Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung motivierte die Firma Bizerba SE & Co. KG in Hildesheim. Die Projektbetreuung oblag Martina Oppermann (Schule) und Marco Göstenkors (Betrieb).

Das dahinterstehende Projekt wurde mit dem BVT-AWARD ausgezeichnet (BVT=Bundesverband

höherer Berufe der Technik, Wirtschaft und Gestaltung e.V. (BVT).

2) Check Weigher (Kontrollwaagen) gibt es in verschiedenen Ausstattungsvarianten. Bei der Hygiene-Variante ist ein besonderes Augenmerk auf konstruktive Umsetzung der Hygienevorschriften für Lebensmittel gesetzt.

### Literatur

KAUBE, M.; KALKAN, V.; RÖSNER, J. (2019): Abschlussprojekt 2018/19: Entwicklung und Neukonstruktion einer Weichenlösung zur Ausschleusung fehlerhafter Produkte an Förderbändern der Lebensmittelindustrie. Fachschule Maschinentechnik, Hildesheim

## Berufsbild Mechatroniker/-in: Prozess- und Systemkompetenz im Projekt entwickeln – Lernen in den Zusatzqualifikationen



ASTRID DIRKS

„Unsere Azubis brauchen mehr Prozess- und Systemkompetenz“ ist eine häufig zu lesende Interviewaussage in der Studie „Berufsscreening“ im Jahr 2019. Was genau ist eine Prozess- und Systemkompetenz (PSK) in der beruflichen Aus- und Weiterbildung und wie lässt sie sich generieren? Im nachstehenden Artikel wird der Begriff expliziert und anhand eines Praxisbeispiels auf das Lernen innerhalb einer Zusatzqualifikation (ZQ) übertragen. ZQ im Ausbildungsberuf „Mechatroniker/-in“ sind im Projektformat aufgestellt. Die Autorin dieses Beitrags hat in ihrer Masterarbeit ein PSK-Raster entwickelt und gefragt, ob mediengestütztes Lernen den Erwerb von PSK unterstützt.

### Einleitung

Ergebnis eines Forschungsprojekts des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) ist die Erkenntnis des Fehlens von Prozess- und Systemkompetenz bei jungen Auszubildenden. Hier soll im Vordergrund stehen zu klären, was unter dem Begriff zu verstehen ist.

Zum Berufsbild Mechatroniker/-in wurden im Jahr 2018 insgesamt vier Zusatzqualifikationen hinzugefügt. Sie lauten: Digitale Vernetzung, Programmierung, IT-Sicherheit und Additive Fertigung (BIBB 2018). Die ZQ sind ein inhaltliches Angebot, um den Beruf an die Veränderungen durch Industrie 4.0 anzupassen (SPÖTTL et al. 2016; BECKER/WINDELBAND 2018, S. 11 ff.).

Nachstehend wird hier eine Verbindung zwischen Zusatzqualifikationen und Prozess- und Systemkompetenz hergestellt und das Lernen für die Zusatzqualifikationen beleuchtet.

### Zusatzqualifikationen und Lernen im Projekt

Zusatzqualifikationen sind Qualifikationseinheiten, die während der beruflichen Ausbildung freiwillig absolviert werden können. Ihre Lerninhalte gehen über die Vermittlung von Fertigkeiten, Kenntnissen und Fähigkeiten des eigentlichen Berufsprofils hinaus und werden zum Abschluss der Berufsausbildung gesondert geprüft (BBiG § 5 Abs. 2 Nr. 5 und § 49).

Die Perspektive der ZQ im Berufsbild Mechatroniker/-in ist der berufs- und betriebsspezifische Aufbau von

Kompetenzen für den digitalen Wandel (BIBB 2018, S. 18).

Die ZQ sind im Projektformat mit einem festgelegten Projektziel strukturiert. Ein Ziel kann exemplarisch in der ZQ „Digitale Vernetzung“ die Veränderung der Steuerungstechnik für einen Motorantrieb sein. Die Aufgabenstellung verläuft über die Analyse des Ist-Zustands und das Entwickeln von Lösungsvorschlägen zum Errichten, Prüfen und Betreiben eines vernetzten Systems.

Das BIBB gibt für ein ZQ-Projekt einen zeitlichen Richtwert von acht Wochen vor und empfiehlt das Lernen und Lehren nach dem Modell der vollständigen Handlung in der Abfolge: Informieren, Planen, Entscheiden, Durchführen, Kontrollieren, Bewerten (BIBB 2018, S. 18, 22 f.). ZQ sollten zum Abschluss der Berufsausbildung absolviert werden, um auf fundiertes Vorwissen zurückgreifen zu können. Die Prüfung vor dem IHK-Prüfungsausschuss findet im Rahmen der Abschlussprüfung II der Ausbildung statt.

Für das Lernen und Lehren in einem Projekt der ZQ gibt es kein analoges oder digitales Lern- und Lehrbuch. Die Informationsbeschaffung, was und wie gelernt und umgesetzt werden soll, obliegt eigenverantwortlich den Lehrenden und Lernenden im Projekt. Wichtige Datenquellen sind dabei das betriebliche Informationssystem und das Internet. Das Projektlernen erfolgt selbstgesteuert und selbstorganisiert im Format des mediengestützten Lernens. Es erfordert von den Lernenden ein hohes Maß an Vorwissen, Eigenständigkeit und kognitiver Flexibilität. In der ZQ der „digitalen Vernetzung“ kann eine Aufgabe beispielsweise die Auswertung der Daten des Ist-Zustands als Grundlage für weitere Planungen sein. Ermittelte technische Details sind bei der Planung und bei Entscheidungen zu berücksichtigen. Die Arbeiten sind selbstständig durchzuführen. Dazu gehört das selbstständige Erschließen von Wissen im Internet, das Aufspüren von Informationen und Daten, sowie deren Nutzung und Umsetzung, ergänzt durch den Erwerb von Kenntnissen und Anwendung von Normen und Rechtsgrundlagen.

Das selbstgesteuerte und selbstorganisierte Lernen und Arbeiten kennzeichnet den Ablauf in einem ZQ-Projekt als innovativen methodischen Projektansatz.

### **DEDUKTIVER LERNANSATZ**

Der Lernansatz in den Zusatzqualifikationen folgt dem deduktiven Lern-Lehransatz vom Allgemeinen zum Besonderen. Dieser sieht vor, anfangs abstrakte

Begriffe, Regeln und Prinzipien zu vermitteln und sie anschließend an tatsächlichen Anwendungen und mit Beispielen zu veranschaulichen. Dafür sind Lernprojekte sehr gut geeignet. Der im dualen Berufsausbildungssystem derzeit dominierende induktive Ansatz vom Besonderen zum Allgemeinen hingegen, beginnt mit den Beispielen, Einzelfällen und Anwendungen und erklärt aus der Position heraus die Begriffe, Regeln und Prinzipien. Als Vorteil wird dem deduktiven Ansatz die rasche Vermittelbarkeit von Überblickswissen zugeschrieben (NIEGEMANN 2020, S. 126). Dabei ist der Blick von oben über den Sachverhalt relevant, um ihn zu überblicken, ihn zu kennen und zu wissen.

Für die Lernenden ist das Lernen und Arbeiten in Projekten interessant, weil das Ziel von vornherein klar umrissen ist, was die Motivation erhöht. Aus diesem Grund drängen KATZER et al. auf eine konzeptionelle Wende in der Ausbildung hin zu einem deduktiven Ansatz mit der Wirkrichtung ‚top-down‘ (2017, S. 25). Ein bereits zu Beginn der Ausbildung deduktiv gelebtes und gelehrt System, in dem frühzeitig Funktionsweisen und Baugruppen erkundet, analysiert und verändert werden, schafft neben dem systemischen Denken auch die Voraussetzung für die Problemlösungsfähigkeit und Fehlersuche (ebd.).

ZQ-Lernen ist ein deduktiver und innovativer methodischer Projektlernansatz. Er inkludiert das Lernen, Denken und Handeln „von der Software her“ (SPÖTTL/WINDELBAND 2016).

Beim „Lernen von der Software“ funktioniert diese als (kognitives) Werkzeug und fördert die eigenständige Auseinandersetzung und Durchdringung der Lerninhalte durch den Lernenden, also selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Lernen (KERRES 2018, S. 9). ZINKE spricht beim Lernen von der Software ebenfalls von einem deduktiven Lernprozess, der von den Anwenderinnen und Anwendern ebenfalls erst einmal das Verstehen des Großen und Ganzen, also der vollständigen Software, verlangt (ZINKE 2019b, 23:23 Min.). Viele Auszubildende beispielsweise kennen und nutzen eine Führerschein-App auf ihrem Smartphone, um für die theoretische Führerscheinprüfung zu lernen. Fahrlehrerbücher gibt es heute nicht mehr. Eine solche App funktioniert deduktiv, denn erst wenn der Anwender sie versteht, kann er sie vollständig und zielführend nutzen. Diese deduktive Denk- und Wirkrichtung einer App findet sich im ZQ-Projektlernen wieder.

Frage	Antwort
Wer	Auszubildende und Facharbeiter/-innen
Wo	Im betrieblichen Umfeld
Was	Verstehen von Prozess(en) und System(en), gewerks- oder abteilungsübergreifend
Wie	Reflexiv, durch Selbstorganisations- und -steuerungsprozesse, durch Lernen und Denken im Prozess und System
Wann	Heute, ständig, im Laufe des Entwicklungsprozesses
Warum	Holistisches Verständnis für die Arbeit und die Aufgabe in der digitalen Welt

Tab. 1: Adäquate Kriterien für eine Explikationsstruktur des PSK-Begriffs

Das „Denken von der Software her“ ist eine kognitive Dimension (SPÖTTL et al. 2016, S. 83), die WINDELBAND als ein Denken in vernetzten Systemen und interdisziplinären Zusammenhängen beschreibt (2018, S. 5). Zu den veränderten betrieblichen Anforderungen durch den digitalen Wandel der Arbeit gehört das Überblicken, was die Maschine in einem vernetzten Produktionsprozess macht. Dabei geht es vorrangig nicht um die originäre Maschinentätigkeit (Beispiel: hier Motor im vorherigen Abschnitt), sondern um die Vernetzung der Maschine im betrieblichen, digital gesteuerten Ablauf. Was die softwaregesteuerte Maschine macht, ist offensichtlich. In welchem Kontext, in welchem Netzwerk das dabei geschieht, muss mitgedacht werden, um diesen Schritt zu verstehen und um den folgenden vorher zu wissen. Der Mensch kommuniziert und kennt die Maschine „auf Augenhöhe“ und versteht das Agieren in einem komplexen Netzwerk. Die darauffolgende Handlung, das „Handeln von der Software her“ (SPÖTTL/WINDELBAND 2016, S. 5), ist die Folge des Lernens und Denkens von der Software. Es ist deutlich, dass die Software in diesem deduktiven Format der Taktgeber ist.

## PROZESS- UND SYSTEMKOMPETENZ

Um eine Grundlage zu finden, was unter dem Begriff der Prozess- und Systemkompetenz im Feld der Berufsbildung verstanden werden kann, wird er expliziert. Das heißt, der Begriff wird präzisiert und es wird festgelegt, mit welcher Bedeutung er, hier spe-

	Informieren und Planen ↓	Entscheiden und Durchführen ↓	Kontrollieren und Bewerten ↓
Informieren und Planen →	sehen	erkennen	denken
Entscheiden und Durchführen →	überschauen	kennen	wissen
Kontrollieren und Bewerten →	berücksichtigen	anpassen	reflektieren

Tab 2: Matrix &amp; PSK-Indikatoren

zifisch in den Zusatzqualifikationen der Mechatroniker, anzuwenden ist.

Als Ausgangslage dienen die ZQ-Inhalte des BIBB und die Interviewaussagen in der Studie Berufsscreening. Der Weg zur PSK führt von einem Prozess- und Systemverständnis hin zu einer (auch sprachlichen) Entwicklung einer Prozess- und Systemkompetenz (ZINKE 2019a, S. 255).

Die interviewten Ausbilder beschreiben ihr Prozess- und Systemverständnis mit kognitiven Verben, die die Aktion des ‚Verstehens‘ und nicht des ‚Handelns‘ widerspiegeln. An dieser Stelle wird daher der Arbeitsbegriff der ‚Verständniskompetenz‘ als neuer Begriff in Abgrenzung zur Handlungskompetenz eingeführt.

Die Explikation des PSK-Begriffs erfolgt über sechs adäquate Kriterien anhand von W-Fragen (siehe Tab. 1):

Die daraus gebildete Explikation besteht aus fünf Sätzen und lautet wie folgt:

- PSK ist eine berufliche Verständniskompetenz, die sich bei Auszubildenden und Facharbeitern mittels reflexiver Selbstorganisations- und -steuerungsprozesse durch Lernen und Denken im Prozess der Arbeit entwickelt. (1)
- PSK drückt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) aus und schaut multiperspektivisch auf einen Sachverhalt, um ihn daraufhin in einem zusammenhängenden System gewerkeübergreifend zu dirigieren. (2)
- PSK wirkt holistisch in einem Spannungsbogen zwischen der Erledigung einer fachlichen Aufgabenstellung und dem (Inter-)Agieren in

Fragencode	Auszubildende/-r / Facharbeiter/-in	Trifft nicht zu	Trifft teilweise nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft zu
IP1	sieht das Projekt in dem Raum, in dem es umgesetzt wird				
ED1	überschaut die Termine				
KB1	reflektiert den Projektablauf und bezieht Feedback kritisch auf sich				
BP1	erkennt Wissenslücken und nutzt betriebliche Infosysteme wie Wikis				
	<b>Summe</b>				

Tab. 3: Beispiel: Kurzform des Rasters: ZQ Digitale Vernetzung - Fremdttest

einem komplexen spezialisierten Lern- und Tätigkeitsfeld. (3)

- Die Entwicklung von PSK ist Teil des lebenslangen Lernens. (4)
- PSK ist nicht offen ersichtlich, dennoch im Standby-Modus kontinuierlich abrufbar. (5)

Die Beantwortung der W-Fragen führt zusammengefasst zum Explanat: „PSK ist eine berufliche Verständniskompetenz und beschreibt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) und das daraus resultierende multiperspektivische Agieren in einem betrieblichen Gefüge (System).“

Die Praxistauglichkeit der Explikation kann über PSK-Indikatoren in einem PSK-Raster getestet werden. Indikatoren sind ‚Anzeiger für Sachverhalte‘ (BURZAN 2014, S. 1029) und sollen anzeigen, ob PSK vorhanden ist.

Die aufgefundenen neun kognitiven Verben werden daher in einer Matrix mit den Handlungsverben aus dem Modell der vollständigen Handlung gruppiert (siehe Tab. 2).

Zur Feststellung ob und in welchem Umfang PSK in den ZQ entwickelt ist, wurde ein PSK-Raster entwickelt. Es ist als Papier-Bleistift-Test im Selbst- und Fremdttest (beispielsweise von Auszubildenden und Auszubildenden) auszufüllen und kann in ein betriebliches Lern-Lehrkonzept eingebunden werden wie auch den Lernprozess als Smartphone-App erweitert unterstützen.

Wenn die kognitiven Verben beim ZQ-Projektlernen vorliegen, ist das ein Indikator für das Vorhandensein von PSK. Sie sind letztendlich in der Handlung sichtbar. Die Verständniskompetenz PSK und die Handlungskompetenz sind über die Verben eng miteinander verwoben.

Die drei PSK-Indikatoren „sehen“, „kennen“, „reflektieren“ sind in der Matrix auf der horizontalen und vertikalen Ebene verankert. Sie lassen sich durch eine Diagonale verbinden und sind die Signaliteme in dieser Explikation.

### VON DER PSK ZUR ZQ DER MECHATRONIKER – PRAXIS-PRETEST

Das PSK-Raster wird unter Anwendung der PSK-Indikatoren aus den inhaltlichen Vorgaben des BIBB (2018, S. 21–24) entwickelt. Es wird daraufhin einem Praxis-Pretest mit drei Auszubildenden einer Maschinenfabrik unterzogen (siehe Beispiel in Tab. 3).

Das Projektlernen zur Entwicklung von Prozesskompetenz wird in der Firma bereits seit einigen Jahren praktiziert und als Instrument ein detailliertes Excel-Dokument eingesetzt, in dem ein Prozessablauf abgebildet ist. Die Auszubildenden arbeiten im Lernprojekt in deduktiver Ausrichtung und bilden ihre Lern- und Arbeitsschritte in dem Excel-Dokument ab. Es ist farbig und mit Eskalationsstufen geschlüsselt auf einem Server abgelegt und zeigt Auszubildenden und Auszubildenden jederzeit den Projektstand an.

Die Möglichkeit der ZQ im Projektformat wird von der Firma positiv bewertet. Die Projektinhalte sollten jedoch auch betriebsspezifisch aufgestellt sein und den betrieblichen Erfordernissen entsprechen. PSK ist entsprechend vielfältig und kann nicht konfektioniert generiert werden. PSK ist berufs- und auch betriebsspezifisch.

Das selbstgesteuerte und selbstorganisierte medien-gestützte Lernen ist eine wichtige Säule in Projekten. Von den Auszubildenden wird erwartet, dass sie das Projekt als Ganzes sehen, Wege zur Informationsbeschaffung kennen und nutzen sowie ihre Handlungen im Kontext reflektieren.

Der Fragencode ist angelehnt an das Modell der vollständigen Handlung und die Berufsbildposition des Ausbildungsberufs (BIBB 2018):

IP1 = Informieren und Planen, ED1 = Entscheiden und Durchführen, KB1 = Kontrollieren und Bewerten, BP1 = geänderte Berufsbildposition (aufsteigende Nummerierung der Items).

Nach dem Praxis-Pretest kann die PSK-Explication aus dem vorherigen Abschnitt wie folgt ergänzt werden: *„Prozess- und Systemkompetenz (PSK) ist eine berufliche Verständniskompetenz. Sie beschreibt das multidimensionale Wissen um Abläufe (Prozesse) und das daraus resultierende multiperspektivische Agieren in einem betrieblichen Gefüge (System). PSK zeichnet sich in einem Projektverlauf in der Abfolge des Sehens-Kennens-Reflektierens im Kompetenzträger aus.“*

Die Ausbildung der Verständniskompetenz PSK im Zusammenwirken mit der Handlungskompetenz könnte eine Antwort auf die steigende Komplexität im Arbeitsumfeld durch Digitalisierung, KI und I4.0 sein. Kompetenzträger/-innen in einem ZQ-Projekt können dirigieren und die Software ist der Taktgeber.

## AUSBLICK

Der innovative methodische Projektansatz für dieses ZQ-Lernen besteht in der Berücksichtigung von Prozess- und Systemkompetenz, die in Verbindung zur Handlungskompetenz steht. Die berufliche Aus- und Weiterbildung sieht sich durch die Digitalisierung veränderten Kompetenzanforderungen ausgesetzt (BECKER/SPÖTTL 2019, S. 138). Diese müssen den Menschen an intelligenten Arbeitsplätzen im Zentrum betrachten und behalten. Ob die PSK diesen Erwartungen in diesem Zusammenhang gerecht werden kann, müssten weitere Forschungen zeigen.

## Literatur

- BECKER, M.; SPÖTTL, G. (2019): Berufswissenschaftliche Deckungsanalyse zur Prüfung gewerblich-technischer Berufsbilder auf Industrie 4.0-Eignung. In: BECKER, M.; FRENZ, M.; JENEWEIN, K. (Hrsg.): Digitalisierung und Fachkräftesicherung: Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S 137–155
- BECKER, M.; WINDELBAND, L. (2018): Zusatzqualifikationen - Herausforderungen von Industrie 4.0 damit meisterbar? In: lernen & lehren, Heft 129, S. 11–16
- BBiG (Berufsbildungsgesetz): Bekanntmachung vom 04.05.2020. Online: [https://www.gesetze-im-internet.de/bbig\\_2005](https://www.gesetze-im-internet.de/bbig_2005) (13.07.2020).

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2018): Industrielle Elektroberufe Mechatroniker/Mechatronikerin: Ausbildung gestalten. Bonn: BIBB

BURZAN, N. (2014): Indikatoren. In: BAUR, N.; BLASIUS, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, S. 1029–1036

KATZER, O.; KREHER, S.; ZINKE, G. (2017): Ausbildungsgestaltung in der digitalen Arbeitswelt. In: BWP (Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis), Heft 2, S. 24–27

KERRES, M. (2018): Mediendidaktik. Berlin: de Gruyter

NIEGEMANN, H. (2020): Instructional Design. In: NIEGEMANN, H.; WEINBERGER, A. (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie: Konzeption und Einsatz digitaler Lernumgebungen. Berlin: Springer, S. 95–152.

SPÖTTL, G.; GORLDT, CH.; WINDELBAND, L.; GRANTZ, T.; RICHTER, T. (2016): Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Bayme vbm, München

SPÖTTL, G.; WINDELBAND, L. (2016): Industrie 4.0 - „Von der Software her denken“. In: berufsbildung, Heft 159, S. 3–6

WINDELBAND, L. (2018): Berufliche Handlungsfähigkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt Prozess- und Systemkompetenz – didaktische Ansätze in der Ausbildung. Online: [https://kongress2018.bibb.de/wp-content/uploads/2018/06/forum\\_I\\_windelband\\_tag\\_2\\_final\\_dok.pdf](https://kongress2018.bibb.de/wp-content/uploads/2018/06/forum_I_windelband_tag_2_final_dok.pdf) (05.07.2020)

ZINKE, G. (2019a): Berufsscreening: Wie Industrie 4.0 die Berufsausbildung herausfordert – Ergebnisse aus einem BMBF/BIBB-Projekt. In: Spöttl, G.; Windelband, L. (Hrsg.): Industrie 4.0: Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann, S. 255–272

ZINKE, G. (2019b): Auftaktveranstaltung „Berufsbildung im Spannungsfeld Künstlicher Intelligenz und Digitalisierung“. Online: <https://www.bibb.de/de/116320.php> (16.07.2020).

„Didaktik der beruflichen Fachrichtung Informationstechnik/Informatik. Band 1: Theoriebildung“. Peter Lang Verlag, 428 Seiten, Herausgeber: AXEL GRIMM (Europa-Universität Flensburg), ISBN: 978-3631829981, Preis: 69,95 EUR

Mit dem „Band 1: Theoriebildung“ hat AXEL GRIMM den ersten von drei Bänden zur „Didaktik der beruflichen Fachrichtung Informationstechnik/Informatik“ herausgegeben. Dessen Ziel ist es, ein theoretisches Fundament für die noch junge Didaktik der Informationstechnik zu legen und zu ihrer Profilbildung innerhalb der Fach- und Berufsdidaktiken beizutragen. Der geplante Band 2 soll ergänzend die Unterrichtspraxis adressieren. In Band 3 wiederum wird die Zusammenführung von Theorie und Praxis zu einem umfassenden Theoriegerüst angestrebt.

Teil 1 dieses ersten Bandes fokussiert dabei auf unterschiedliche Einflussgrößen, die auf IT-Lehrkräfte und die Didaktik der Informationstechnik einwirken: zum einen das Berufsfeld der neu ausgerichteten IT-Ausbildungsberufe, die als konstituierend für die Didaktik der Informationstechnik angesehen werden; zum anderen die Beziehung zu Informatik, Elektrotechnik und Wirtschaft mit ihren Didaktiken. Einen Überblick über die Inhalte des ersten Bandes liefern sowohl das ausführliche Vorwort des Herausgebers als auch seine theoretische Annäherung an eine Didaktik der Informationstechnik im ersten Artikel. Darin werden ordnungspolitische und berufswissenschaftliche Perspektiven sowie die Hochschulperspektive herangezogen, um Aufgaben und Anforderungen der Didaktik der Informationstechnik in ihrem interdisziplinären Spannungsfeld zu beschreiben. Wenn ich als Rezensent nur einen Artikel des Buches empfehlen dürfte, dann diesen.

GRIMM, JEPSEN und RINGKEWITZ vertiefen den Blick auf die IT-Ausbildungsberufe als schulisches Handlungsfeld. Unterrichtlich-inhaltliche und schulorganisatorische Aspekte werden aus den neuen curricularen Vorgaben abgeleitet. RASCH und RINGKEWITZ sowie JEPSEN gehen in ihren Beiträgen auf außerun-



terrichtliche Handlungsfelder vertieft ein. Erstere beschreiben die vielfältigen Aufgaben von IT-Lehrkräften von der Tätigkeit als Ausbildungslehrkraft über die Mitarbeit in IHK-Prüfungsausschüssen, die Planung von Fachräumen, Wartung und Administration von IT-Ausstattung bis zur Mitwirkung an internationalen Schulkooperationen. JEPSEN stellt die Frage, ob IT-Management in beruflichen Schulen ein Handlungsfeld von IT-Lehrkräften sein soll. Während diese Frage in mehreren Büchern zur Didaktik

der Informatik verneint wird, sieht JEPSEN durch die erforderlichen Arbeitsprozesse auch die Möglichkeit der Professionalisierung der IT-Lehrkräfte, die didaktische Auswirkungen hat. MEYER und BAUMHAUER stellen das IT-Weiterbildungssystem und dessen Reaktivierungspotenziale vor. Sie fordern, die Weiterbildungsstrukturen flexibel für alle Akteure zu gestalten.

In den nachfolgenden Beiträgen wird die Beziehung der Didaktik der Informationstechnik zu weiteren Bezugswissenschaften betrachtet. JENEWEIN stellt aus der Perspektive der Didaktik der Elektrotechnik einerseits fest, dass es bis heute zum Teil beträchtliche Überschneidungen zwischen einzelnen IT- und Elektrotechnik-Berufen gibt. Andererseits entwickelt sich insbesondere der Beruf IT-Fachinformatiker/-in zunehmend von der Elektrotechnik hin zum Gebiet der Informatik. Der Beitrag schließt mit Überlegungen, wo sich gemeinsame Arbeits- und Forschungsgebiete der Didaktiken ergeben werden. JASCHKE analysiert das Verhältnis der Didaktik der Informatik zur Didaktik der Informationstechnik. Bei großer Schnittmenge stellt er u. a. die verfolgten Ziele als Unterscheidungskriterium heraus: Das Ziel der beruflichen Handlungskompetenz legitimiert für den IT-Unterricht andere Inhalte als das Ziel der Allgemeinbildung für den Informatikunterricht. SIEMON

stellt Anforderungen an die Didaktik der Informationstechnik auf und prüft anhand eines Vergleichs von Lehrbüchern der Didaktik der Informatik und der Wirtschaftslehre, welche didaktischen Ansätze der Wirtschaftslehre einen Beitrag zur Didaktik der Informationstechnik liefern können. HJELM-MADSEN skizziert das Verhältnis zwischen der Berufs- und Wirtschaftspädagogik einerseits und den berufsbezogenen Didaktiken andererseits am Beispiel der Didaktik der Informationstechnik.

In Teil 2 des vorliegenden Bandes werden wichtige Forschungsprojekte der Didaktik der Informationstechnik schlaglichtartig beleuchtet. In jedem Fall ist dieser Teil Abbild der Arbeit einer lebendigen Community. Den Anfang macht DOSTAL mit der Berufsgenese am Beispiel des dynamischen Feldes der Computerberufe. WEHMEYER nimmt eine berufswissenschaftliche Position ein und identifiziert die Analyse von Arbeitsprozessen, Handlungsphasen und Arbeitsaufgaben als besonders wertvollen empirischen Beitrag zu einer Didaktik der Informationstechnik. Konsequenterweise fordert er u. a. eine geschäfts- und arbeitsprozessorientierte Qualifikations- und Curriculumforschung. SCHWARZ betrachtet die Entwicklungsgeschichte der IT-Berufe bis zu ihrer Novellierung im Kontext von Technologietransfer und Fachkräftebedarf. Er diskutiert sie auch vor dem Hintergrund der vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) durchgeführten Evaluationsstudie. Die Analyse der gelebten und verborgenen Unterschiede der Geschlechter in einem Wirtschaftsmodellversuch zu IT-Kompetenz und Gender Mainstreaming führt LIPPE-HEINRICH zur Forderung nach genderspezifischen Aufgaben und genderintegrierten Lernkonzepten. Darüber hinaus sieht sie aber auch die Notwendigkeit von strukturellen und systemischen Maßnahmenbündeln, u. a. unterstützt durch die Einführung entsprechender statistischer Instrumente im Berufsbildungsbericht.

RASCH stellt erste qualitative Ergebnisse eines Promotionsprojektes vor, in dem am Beispiel Voice-over-IP skizziert wird, wie sich Facharbeit anhand neuer Technologien verändert. Mittels Experteninterviews nähert sich RINGKEWITZ dem agilen Vorgehensmodell Scrum und skizziert dessen Potenzial im IT-Unterricht als Inhalt und Methode. JEPSEN reflektiert in seinem Beitrag die Curriculumentwicklung an Fachschulen. Unter anderem aus der Gleichwertigkeit des Fachschulabschlusses mit dem akademischen Bachelorabschluss auf DQR-Niveau 6 stellt er

Forderungen an die Qualität der Entwicklungsprozesse der Curricula.

Für mich als Rezensent, mit Kompetenzforschung in der Didaktik der Informatik als Hintergrund, ist besonders wertvoll, dass in diesem Band so vielseitige Beiträge zu Kompetenzen in der Didaktik der Informationstechnik an nur einem Ort gesammelt vorliegen, u. a. die Beschreibung von Kompetenzanforderungen an IT-Fachkräfte (TÄRRE), Kompetenzentwicklung im Kontext moderner Wissensarbeit (HIESTAND) sowie Netzkompetenz als informationstechnische Schlüssel- und Querschnittskompetenz (GEBHARDT). Besonders beeindruckt hat mich die Beschreibung der Entwicklung von Kompetenzmatrizen durch KARGES, bei der Fachkräfte im Arbeitsalltag an realen Einsatzorten begleitet wurden. Alle Kompetenzfacetten in den resultierenden Matrizen wurden wiederum in den Kontext der prozesshaften Aufgabenbearbeitung gesetzt.

Abgeschlossen wird dieser zweite Teil des Bandes mit einem Beitrag von GRIMM und RINGKEWITZ, der die Beschulungssituation der IT-Ausbildungsberufe exemplarisch in Schleswig-Holstein aufgreift und unterschiedliche Trends bezogen auf die Schülerzahlen und die Berufswahl fundiert darstellt.

Mein Fazit ist eine klare Leseempfehlung für Studierende, Quereinsteiger/-innen, Lehrkräfte und Forschende im Bereich der Didaktik der Informationstechnik. Selbstverständlich kann dieser erste Band nicht alle Anforderungen an die Didaktik der Informationstechnik erschöpfend klären, z. B. wird die von der KMK zentral verankerte Herausforderung der Inklusion nur gestreift. Das Buch lebt von den vielen unterschiedlichen Autorinnen und Autoren, die sehr unterschiedliche Perspektiven einbringen. Durch die vielfach hergestellten Bezüge zu den novellierten IT-Berufen ist das Buch brandaktuell. Und: Es liefert einen wichtigen Beitrag zur Profilbildung der Didaktik der Informationstechnik.

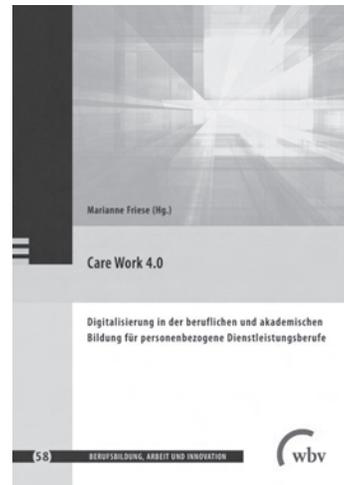
*Peer Stechert*

FRIESE, MARIANNE (Hrsg., 2022): Care Work 4.0. Digitalisierung in der beruflichen und akademischen Bildung für personenbezogene Dienstleistungsberufe. Berufsbildung, Arbeit und Innovation 58. Bielefeld: wbv (Print ISBN: ISBN: 978-3-7639-6054-5; 49,90 €, E-Book kostenlos im Open Access)

In den technischen Fachrichtungen gilt die Entwicklung rund um die vierte industrielle Revolution als eines der Mega-Themen des vergangenen Jahrzehnts. Dies betrifft nicht nur die damit unmittelbar befasste berufliche Fachrichtung Informationstechnik, sondern alle technische Fachrichtungen und fast alle technische Berufen einschließlich der Digitalisierung von Ausbildungs- und Lernprozessen. Was jedoch oftmals – auch in dieser Zeitschrift – an den aktuellen Diskussionen vorbeigeht, sind die Auswirkungen der digitalen Transformation in anderen Berufsfeldern und Disziplinen. Vor diesem Hintergrund soll auf die Publikation hingewiesen werden, die sich mit der Digitalisierung in der Pflegearbeit und den personenbezogenen Dienstleistungsberufen befasst.

Auch hier ist zu konstatieren, dass die betrieblichen Handlungsfelder etwa in Gesundheits-, Pflege- und Ernährungsberufen einem ebenso gravierenden Wandel unterworfen sind; Friese stellt in ihrer Vorbemerkung fest, dass „die digitale Transformation (...) längst in den personenbezogenen Dienstleistungsberufen angekommen“ ist (S. 9). Die Auswirkungen dieser Entwicklung sind Gegenstand des vorliegenden Sammelbands mit insgesamt 17 Aufsätzen, in denen Entwicklungen in den Berufsfeldern Gesundheit, Pflege, Altenpflege, Ernährung und Hauswirtschaft sowie Soziale Arbeit und Sozialpädagogik beleuchtet und reflektiert werden.

Aus der Sicht der technisch-beruflichen Bildung ist interessant, dass die Auswirkungen der Digitalisierung in ähnlicher Weise diskutiert werden wie wir das aus unseren technischen Disziplinen kennen. Betrachtet wird ein Spannungsfeld zwischen Risiken – etwa durch die Substituierungspotentiale menschlicher Arbeit durch neue („intelligente“) technische Systeme – und Veränderungen besonders der Arbeitswelt und daraus resultierende neue Anforderungen an die Fachkräfte und an deren Aus- und Weiterbildung. Zudem wird in ähnlicher Weise festgestellt,



dass die neuen Entwicklungen Substituierungen insbesondere auf der Ebene gering qualifizierter Arbeitskräfte zur Folge haben, während sich für qualifizierte Fachkräfte neue Anforderungen ergeben und darüber hinaus hoch qualifizierte Spezialisten/-innen und Experten/-innen in die hier untersuchten beruflichen Handlungsfelder eintreten. Festgestellt wird, dass etwa auf der mittleren Fach- und Führungsebene durch digitale Kompetenzen und Systemvernetzung ein Qualifizierungs- und Professionalisierungsschub erwartet wird. Die daraus resultierenden Entwicklungen werden in den einzelnen Beiträgen aus der Perspektive der unterschiedlichen Fachrichtungen und Handlungsfelder aufgegriffen.

Das Buch ist vor diesem Hintergrund für die in der technisch-beruflichen Bildung tätigen Pädagogen und Pädagoginnen, die mit Fragen der interdisziplinären Auswirkungen der digitalen Transformation ebenso befasst sind wie mit der Umsetzung in Ausbildung und Unterricht der hiervon direkt betroffenen informationstechnischen Berufe, von hohem Interesse. Ebenso interessant sind die Beiträge für die Lehrkräfteausbildung, in der in allen Fachrichtungen Veränderungen durch digitale Transformation anstehen, sowie für die Berufsbildungsforschung durch ihre auf Analysen von Veränderungen in und neue Anforderungen aus der beruflichen Facharbeit an die berufliche Bildung.

*Klaus Jenewein*

**Liebe Leserinnen und Leser,**

die Zeitschrift „lernen & lehren“ möchte sehr gern vor allem den Fachleuten an den Lernorten die Möglichkeit einräumen, die vielfältigen Erfahrungen gut funktionierender Ausbildungs- und Unterrichtspraxis in Beiträgen der Zeitschrift zu veröffentlichen. Daher möchten wir Sie ermuntern, sich mit der Schriftleitung in Verbindung zu setzen. Wir streben wie bisher an, pro Heft zwei vom Themenschwerpunkt unabhängige Beiträge zu veröffentlichen.

Wenn Sie Interesse haben, an einem Themenschwerpunkt mitzuwirken, setzen Sie sich bitte rechtzeitig mit uns in Verbindung, da die Herstellung der Zeitschrift einen langen zeitlichen Vorlauf benötigt.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

*Herausgeber und Schriftleitung*

**Verzeichnis der Autorinnen und Autoren****DIRKS, ASTRID**

Bildungswissenschaftlerin, Berufsausbildung  
Steuerfachangestellte, Arbeitsschwerpunkte: Duale  
Berufsausbildung & Digitalisierung, astridirks@  
yahoo.de

**DOLL, REINER**

Dipl.-Ing., Technikerschule der Landeshauptstadt  
München, mail@reinerdoll.de

**EBERLE, RAIMOND**

Oberstudiendirektor, Dipl.-Ing. /FH), Schulleiter,  
Staatliches Berufliches Schulzentrum Nördlingen,  
schulleiter@bsz-noerdlingen.de

**JENEWEIN, KLAUS**

Prof. Dr., Hochschullehrer, Otto-von-Guericke-Uni-  
versität Magdeburg, jenewein@ovgu.de

**MÜLLER, HARTMUT**

Leitender Regierungsschuldirektor a. D., Bezirksre-  
gierung Köln, muelleha119@icloud.com

**RÖSNER, JOHANNES**

PETROFER Chemie H. R. Fischer GmbH + Co. KG,  
Selbstständiger bei Fa. FERROE, johannes@ferroe.de

**SCHOENBORN, ULRIKE**

Lehrerin und Fachbetreuerin PA; Technikerschule  
München, Städtische Fachschule für Maschinenbau-,  
Mechatronik-, Metallbau-, Informatik- und Elektro-  
technik, ulrike.schoenborn@muenchen.musin.de

**SCHWENGER, ULRICH**

OStD a. D., Dipl.-Ing., Bundesarbeitsgemeinschaften  
für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elekt-  
ro-, Informations-, Metall-, Fahrzeugtechnik e. V.,  
schwenger@bag-elektrometall.de

**SPÖTTL, GEORG**

Prof. Dr. Dr. h. c., Uni Bremen Campus GmbH und  
Steinbeis-Transferzentrum InnoVET, spoettl@uni-  
bremen.de

**STECHERT, PEER**

Dr. StR, RBZ Technik Kiel, Informatikherausgeber  
des MNU-Journal, peer.stechert@gi.de

**WUNRAM, CHRISTOF**

Studiendirektor, Fachgruppenbetreuer Maschinen-  
bautechnik; Franz-Oberthür-Schule – Städtisches  
Berufsbildungszentrum I, wunram.christof@franz-  
oberthuer-schule.de

**WÜRGES, PETER**

Dipl.-Handelslehrer, OStR; Heinrich-Meidinger-  
Schule Karlsruhe, Bundesfachschule für Sanitär-  
und Heizungstechnik, peter.wuerges@hms.ka.bw.  
schule.de

# Impressum

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

[www.lernenundlehren.de](http://www.lernenundlehren.de)

Herausgeber

Axel Grimm (Flensburg), Volkmar Herkner (Flensburg), Klaus Jenewein (Magdeburg),  
Georg Spöttl (Bremen)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Thomas Berben (Hamburg), Ralph Dreher (Siegen), Peter Hoffmann (Dillingen), Claudia Kalisch (Rostock), Andreas Lindner (München), Tamara Riehle (Siegen), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Nikolaus Steffen (Freiburg), Thomas Vollmer (Hamburg), Lars Windelband (Schwäbisch-Gmünd)

Heftbetreuer: Raimond Eberle, Ulrich Schwenger, Georg Spöttl

Titelbild: Reiner Doll

## Schriftleitung (V. i. S. d. P.) lernen & lehren

**Dr. Michael Tärre**, Rehbockstr. 7, 30167 Hannover, [taerre\\_michael@hotmail.com](mailto:taerre_michael@hotmail.com)

**Dr. Britta Schlömer**, BBS Ammerland, Elmendorfer Str. 59, 26160 Bad Zwischenahn, [britta.schloemer@freenet.de](mailto:britta.schloemer@freenet.de)

**Dr. Torben Karges**, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Marchstraße 23, 10587 Berlin, [torben.karges@tu-berlin.de](mailto:torben.karges@tu-berlin.de)

**Dr. Tim Richter-Honsbrok**, Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik, Appelstraße 9, 30167 Hannover, [richter@ibm.uni-hannover.de](mailto:richter@ibm.uni-hannover.de)

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. Theorie-Beiträge des Schwerpunktes werden einem Review-Verfahren ausgesetzt. Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Roco Druck GmbH, Neuer Weg 48a, 38302 Wolfenbüttel, Telefon: (0 53 31) 97 01-0

Als Mitglied einer BAG wenden Sie sich bei Vertriebsfragen (z. B. Adressänderungen) bitte stets an die Geschäftsstelle, alle anderen wenden sich bitte direkt an den Verlag.

Geschäftsstelle der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik  
c/o ITB – Institut Technik und Bildung der Universität Bremen, Am Fallturm 1 – 28359 Bremen  
[kontakt@bag-elektrometall.de](mailto:kontakt@bag-elektrometall.de)

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

**BAG**

[WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE](http://WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE)  
[KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE](mailto:KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE)