



BERUFSBILDUNG: VIELFÄLTIG – INNOVATIV

IMST NEWSLETTER

4

Kompetenzentwicklung

8

Unterrichts- und Schulpraxis

25

Fachdidaktische Forschung

EDITORIAL

Liebe Leserinnen und Leser!

Mit großer Freude präsentieren wir Ihnen diesen IMST-Newsletter mit dem Schwerpunkt Berufsbildung: vielfältig - innovativ. Wie schon der Titel zum Ausdruck bringt, ist der inhaltliche Fokus diesmal auf innovative Unterrichts- und Schulentwicklung im sehr vielfältigen berufsbildenden Bereich gelegt. Eine damit verbundene Zielsetzung stellt das Erreichen von Gestaltungskompetenz bei den Schülerinnen und Schülern dar. Gleich eingangs widmet sich daher der Artikel von Dreher und Koliander diesem Thema.

In weiterer Folge wird an konkreten Beispielen aus der berufsbildenden Schulpraxis exemplarisch gezeigt, welche beeindruckenden Unterrichts- und Schulinnovationen in dieser Vielfalt entstehen können. Alle dargestellten Innovationsprojekte sind im Kontext von IMST entstanden.

Damit Lehrkräfte Unterrichts- und Schulentwicklungsvorhaben erfolgreich konzipieren und umsetzen können sind adäquate Rahmenbedingungen nicht unwesentlich. Einen wichtigen Beitrag können dazu Aus- und Fortbildungen für Lehrkräfte leisten, wenn diese praxisnahe am Lehrerhandeln ansetzen. Zwei innovative Beispiele werden dazu näher vorgestellt.

Qualitätsvolle Unterrichts- und Schulinnovationen basieren letztlich auch auf evidenzbasiertem Lehrkräftehandeln, das durch Nutzung von Ergebnissen fachdidaktischer, (berufs)pädagogischer Forschung

(Transferwissen) geprägt ist. Ein konkretes fachdidaktisches Forschungsvorhaben sowie der Bericht über einen interessanten Forschungscluster in diesem Kontext geben Einblicke in diesen wichtigen Bereich.

Wir wünschen Ihnen viel Freude und Anregungen beim Lesen des Newsletters.

Brigitte Koliander & Heimo Senger

Willkommen in der Vielfalt

von **Brigitte Koliander**



Bernard Spragg, flickr.com (CC0 1.0)

Im Bereich der berufsbildenden Schulen (BBS) gibt es eine Vielfalt, die auf den ersten Blick verwirrend ist und selbst für Eingeweihte immer wieder herausfordernd sein kann. Es gibt in diesem Bereich die polytechnischen Schulen (PTS, in Blau), die Berufsschulen (BS in Orange) und berufsbildenden mittleren Schulen (in Grün) und die berufsbildenden höheren Schulen (in Gelb) mit den unterschiedlichsten Schwerpunkten (Abbildung 1).

php) gibt es unter „Lehrberufe“ eine Liste mit 353 Berufen, von Applikationsentwicklung-Coding über Einzelhandel, Orgelbau, Textilchemie bis zu Zimmereitechnik. Und jeden einzelnen Lehrberuf auf dieser Seite kann man anklicken und erhält Informationen zu Inhalt und organisatorischen Details.

In dieser Vielfalt gibt es ständig Bewegung, ständige Veränderung, die nach einer qualitätsvollen, innovativen

Abschluss	Lehrabschlussprüfung		Reife- und Diplomprüfung
13. Schulstufe			168.248 SchülerInnen
12. Schulstufe	115.346 SchülerInnen		Technisch gewerbliche höhere Schulen Kaufmännische höhere Schulen
11. Schulstufe	Duale Ausbildung: Lehre und Berufsschule Gewerbliche und kaufmännische Berufsschulen Land- und forstwirtschaftliche Berufsschulen	44.003 SchülerInnen	Wirtschaftsberufliche höhere Schulen Sozialberufliche höhere Schulen
10. Schulstufe		Technisch gewerbliche mittlere Schulen Kaufmännische mittlere Schulen Wirtschaftsberufliche mittlere Schulen Sozialberufliche mittlere Schulen	Land- und forstwirtschaftliche höhere Schulen Bildungsanstalten für Elementarpädagogik Bildungsanstalten für Sozialpädagogik
9. Schulstufe	15.414 SchülerInnen Polytechnische Schulen	Land- und forstwirtschaftliche mittlere Schulen Mittlere Schulen für pädagogische Assistenzberufe	Bundessportakademien Schulen im Gesundheitswesen

Abb. 1: Berufsbildende Schulen in Österreich, mit Anzahl der SchülerInnen im Schuljahr 2016. Daten entnommen von Statistik Austria.

Das ist aber nur eine erste oberflächliche Einteilung. Innerhalb dieser Schultypen gibt es weitere, oft sehr deutliche Differenzierungen. Beispielsweise findet man unter den höheren technisch gewerblichen Schulen Fachrichtungen, die von Chemie über Bautechnik, Mechatronik bis zu Kunst und Design reichen und innerhalb derer es dann noch weitere Spezialisierungen gibt.

Die größte Vielfalt gibt es unter den Lehrberufen. Auf der Seite „Bildungswege“ (<https://www.bic.at/bildungswege>.

Unterrichts- und Schulentwicklung verlangt. Dass diese Herausforderung gelingen kann, zeigen ausgewählte Praxisbeispiele in diesem Newsletter. Gleich das erste Vorhaben widmet sich der Kompetenzorientierung. Wie alle anderen Schulen sind auch Schulen im berufsbildenden Schulwesen mit den neuen Vorgaben wie standardisierte Reife- und Diplomprüfung, mit kompetenzorientierten Lehrplänen oder Semestrierung konfrontiert. Wie professionell die Kompetenzorientierung in manchen Be-



rufsschulen umgesetzt wird (Bericht Redhammer), kann durchaus Staunen hervorrufen. Die Forderung nach Inklusion mit der Bedeutung der Teilhabe aller an Bildung und Ausbildung wird als Herausforderung erlebt, vor allem auch im Hinblick auf die steigende Diversität in den Klassen. So wird auch an den höheren Schulen versucht, mit neuen Methoden möglichst vielen Schülerinnen und Schülern den Zugang zum Lehrstoff zu erleichtern (Bericht Kuttelwascher). Das Thema Gender bleibt in der Berufsbildung ungebrochen aktuell, die Wahl der Ausbildungsrichtung erfolgt deutlich entlang dieses Merkmals. Wie Menschen, die mit Technik noch wenig in Berührung waren, für technische Fragen sensibilisiert werden können, zeigt der Bericht über den Bau einer Fahrradmaschine an einer Bildungsanstalt für Elementarpädagogik (Müller).

Die Frage nach den digitalen Kompetenzen in einer Welt 4.0 stellt sich natürlich auch an den berufsbildenden Schulen. Die industrielle Fertigung, aber auch die Dienstleistungen entwickeln sich rasend schnell in Richtung digitaler Vernetzung von Produkten, Produktion, Dienstleistungen und KundInnen. Viele Projekte an den berufsbildenden Schulen weisen in diese Richtung (Stampfer). Dass die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung auch eine Herausforderung für die Weiterbildung von Lehrpersonen sind, liegt auf der Hand. Eine aktuelle Fortbildungsreihe an der PH Niederösterreich bietet LehrerInnenteams vor allem an berufsbildenden Schulen die Möglichkeit, sich mit den Herausforderungen der Industrie 4.0 zu beschäftigen und Unterrichtsentwicklung und Schulentwicklung in diesen Bereichen voranzutreiben. Die Vielfalt an den Berufsbildenden Schulen (BBS) ist toll und überwältigend. Sie stellt allerdings die Menschen, die in diesem Bereich in der LehrerInnenbildung arbeiten,

vor Herausforderungen. Es gibt keine großen Zahlen von Lehrpersonen der gleichen Fachrichtungen, die in einem Lehramt genau für dieses Fach ausgebildet werden können. So kommen im BBS-Bereich die Lehrpersonen oft aus dem Fach oder dem Beruf. Wie diese Lehrpersonen an der PH Tirol im Rahmen eines Bachelorstudiums in Zusammenarbeit mit dem IMST-Themenprogramm zum Erforschen ihres Unterrichts angeleitet wurden, zeigt der Bericht von Hotarek.

In dieser Vielfalt ist es auch eine gewisse Herausforderung, Forschung zu Lehren und Lernen durchzuführen. Im Bereich der Didaktik der Wirtschaftswissenschaften hat sich bereits eine gut theoretisch begründete Forschung entwickelt. Für technische und gewerbliche Fächer sind Modelle im Entstehen, die das Lernen und die didaktische Ausbildung der Lehrpersonen leiten können. Dreher stellt das Konzept der Gestaltungskompetenz vor, das sowohl im technisch-gewerblichen Unterricht als auch in der zugehörigen LehrerInnenbildung eine wichtige Grundlage sein kann. In Tirol bildet sich ein Forschungsnetzwerk zwischen Universität und Pädagogischer Hochschule, in dem Erfahrungen aus der Praxis mit theoretischen Konzepten verknüpft werden (Mathies). Und auch die im IMST-Wiki veröffentlichten IMST-Berichte werden als Quelle für aktuelle Forschungen im Bereich der BBS genutzt.

Lassen Sie sich hineinführen in diese vielfältige Welt der Berufsbildung. Genießen Sie die lebendigen Berichte aus der Praxis und die erhellenden Berichte zu den theoretischen Konzepten in diesem Newsletter.

■ **Brigitte Koliander** arbeitet am Zentrum für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist organisatorische Leiterin des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“.



von **Ralph Dreher**
und **Brigitte Koliander**

Handlungskompetenz?

Besser noch: Gestaltungskompetenz

„Mit dem Erwerb von Gestaltungskompetenz sind Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen verbunden, mit deren Hilfe man sich in veränderten gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und natürlichen Rahmenbedingungen zurechtfinden kann. **Der Fokus liegt auf der Kompetenz des Individuums, diese Rahmenbedingungen eigenständig und in Kooperation mit anderen zu gestalten.**“ (Barth, 2008, S. 202, Hervorhebung durch die AutorInnen).

Mit dem Begriff „Gestaltungskompetenz“ werden manche unserer LeserInnen das Konzept der „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)“ assoziieren. Zentrales Ziel der BNE ist, dass Menschen Kompetenzen erwerben, die sie befähigen, aktiv und eigenverantwortlich die Zukunft in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu gestalten. Dieses Gestalten inkludiert das Erkennen und Analysieren von aktuellen Problemen, das Schließen auf voraussichtliche Auswirkungen möglicher Handlungen mit dem Blick auf ökologische, soziale und ökonomische Folgen, das individuelle und gemeinschaftliche Planen, Entscheiden und Handeln (De Haan, 2008).

Gestaltungskompetenz ist jedoch auch in der Berufsbildung ein wichtiges Konstrukt, und gilt dort als Nachweis von **Expertise zur Lösung berufsrelevanter Probleme**

(Bader & Schäfer, 1998). Gestaltungskompetenz kann aber auch als Bildungsmoment im Sinne der **Stärkung der Befähigung von gesellschaftlicher Mitgestaltung** gesehen werden (vgl. hierzu ergänzend KMK Deutschland, 2015). In diesem Beitrag soll „Gestaltungskompetenz in der beruflichen Bildung“ einem interessierten LeserInnenkreis vorgestellt werden: als visionäre Idee einer beruflichen Bildung, die Menschen aus ihrem beruflichen Handeln heraus befähigen soll, an der Entwicklung einer menschlichen und lebenswerten Umwelt, Arbeitswelt und Lebenswelt mitzuwirken.

Warum ist „Gestalten“ wichtig?

Schülerinnen und Schüler, die eine Berufsbildung erfolgreich abgeschlossen haben, sollen fähig sein, die auf sie zukommenden beruflichen wie außerberuflichen Anforderungen zu bewältigen. Sie sollen eine Bildung erfahren haben, die ihnen eine selbstbestimmte Lebensführung ermöglicht.

Unbestritten bleibt dabei, dass weiterhin die Vermittlung von bewährten fachlichen Fertigkeiten und Fähigkeiten als wichtige Grundlage von Professionalisierung anzusehen ist. Mit diesen Fertigkeiten und Fähigkeiten wird die

Berufliche Kompetenz

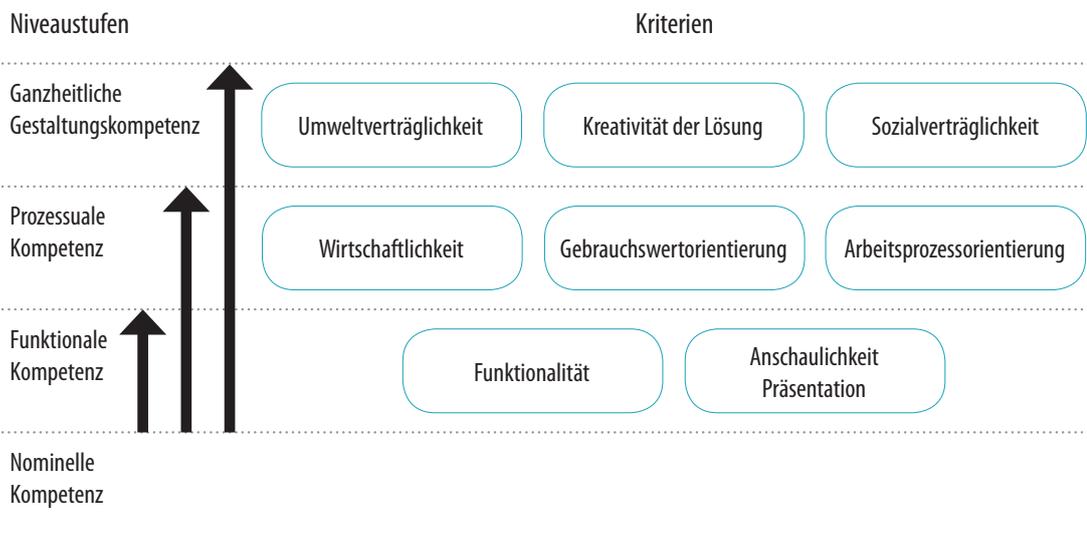


Abb. 1: Niveaustufen und Kriterien beruflicher Kompetenz (z.B. Lehberger & Rauner, 2017, S. 12)

für eine Erwerbsarbeit unabdingbare funktionale Kompetenz erreicht.

Aber dies allein ist in einer Zeit rascher Veränderung infolge fortschreitender Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche nicht länger ausreichend. Die zukünftigen Arbeitskräfte (gleichzeitig auch zukünftige Bürgerinnen und Bürger) brauchen mehr als die bisher bewährten fachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten, um erfolgreich mit der hohen wirtschaftlichen, technischen und gesellschaftlichen Dynamik umzugehen (Heimann, 2017). Neben einer guten fachlichen Ausbildung bedarf es zunehmend der Bereitschaft, sich komplexen Problemen zu stellen, kreativ und im Austausch mit anderen Menschen nach neuen Lösungen zu suchen und unter Unsicherheit zu handeln, mögliche Fehler eingeschlossen. Darüber hinaus zeigt sich immer wieder, dass ein enger Blick auf rein technische oder ökonomische Lösungen zu negativen Auswirkungen auf die Umwelt, aber auch auf Arbeitsbedingungen und Lebensbedingungen führen kann. Rauner (2006, 2018) hat (mit Blick auf Abbildung 1) aus diesem Grund die Einbeziehung von sozialen und ökologischen Auswirkungen einer Handlung auch und gerade bei der Entwicklung von technischen Lösungen eingefordert und Gestalten als Bildungsziel beruflicher Bildung definiert. Diese Kompetenz ist nicht ausschließlich als Nutzen für die einzelne Person oder den Wert für den einzelnen Betrieb zu definieren. Sie ist zugleich als Antwort auf den von Dreher diagnostizierten Effekt zu verstehen: Entwicklung und Nutzung von Technik – in beruflicher wie außerberuflicher Sphäre – muss immer als ein *Gestaltungsakt gegenüber der sozialen, ökologischen und ökonomischen Umwelt* verstanden werden (Dreher, 2015).

Eine auf Bildung basierende bzw. über Bildung (mit ihrem Merkmal einer hochdifferenzierenden Handlungsregulation) abgesicherte Tätigkeit dient also genau nicht nur kurzfristigen Interessen oder Gruppeninteressen. Sie spiegelt zugleich die jeweilige Orientierung an Werthaltungen wider, die es wiederum als Ziel von Bildungsprozessen zu entwickeln gilt. Gestaltungskompetenz muss daher in Verbindung zum Wertekanon der nachhaltigen Entwicklung gesehen werden (De Haan, 2008), da in dem einen wie im anderen Kontext Handlungsmöglichkeiten gefunden werden sollen, die zur Mitgestaltung einer menschlichen und lebenswerten Welt beitragen.

Ganzheitliche Gestaltungskompetenz nach dem COMET¹-Modell

Ganzheitliche Gestaltungskompetenz wird im COMET-Modell (aktualisiert in Rauner, 2017) als das höchste Niveau beruflicher Kompetenz angeführt. Diese Kompetenz baut auf folgenden darunterliegenden Niveaus auf und schließt sie ein (nach Rauner, 2017):

- **Nominelle Kompetenz** wird als das niedrigste Niveau gesehen. Auf diesem Niveau ist noch keine funktionale Lösung von berufsbezogenen Problemstellungen möglich. Es sind Begriffe bekannt, aber das Wissen ist noch nicht in Handlungen umsetzbar.
- **Funktionale Kompetenz** ist das darüber liegende Niveau: Fachkundliches Wissen ist so weit entwickelt, dass berufsbezogene Problemstellungen im Bereich von Routinetätigkeiten und engen bekannten Kontexten einer funktionierenden Lösung zugeführt werden können.
- **Prozessuale Kompetenz** baut darauf als nächstes Niveau auf. Die berufliche Handlungsfähigkeit ist auf die-

¹ **Competence Measuring and Training**, internationales Forschungsprojekt entwickelt aus dem Pilotprojekt „Berufliche Kompetenzen entwickeln und evaluieren im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationselektronik“ in Hessen

sem Niveau auch in neuen Kontexten und über Routinetätigkeiten hinaus gegeben. Die eigene Tätigkeit kann als Teil der betrieblichen Arbeitsprozesse erkannt und reflektiert werden.

- **Ganzheitliche Gestaltungskompetenz** wird in diesem Modell als das höchste Niveau betrachtet. Sie verlangt von den Handelnden ein Bewusstsein der Komplexität von Handlungen und ihren Auswirkungen. Divergierende Anforderungen werden wahrgenommen, und nach neuen kreativen Lösungen wird gesucht.

In Abbildung 1 sind diese Niveaus in der „richtigen“ Richtung, von unten nach oben aufsteigend und aufeinander aufbauend dargestellt.

In Abbildung 1 sind acht Felder eingetragen, die als Kriterien für das jeweilige Niveau gesehen werden können. Eine funktionierende technische Lösung und die Vermittlung dieser Lösung an KundInnen oder MitarbeiterInnen sind Kriterien für die **funktionale Kompetenz**. Das Einbeziehen der Wirtschaftlichkeit, der Gebrauchswertorientierung und der Orientierung an den Arbeitsprozessen sind bedeutend für die **prozessuale Kompetenz**. All das und die zusätzliche Berücksichtigung von Umweltverträglichkeit und Sozialverträglichkeit sowie die Bereitschaft für neue, kreative Lösungen sind Kriterien für die **ganzheitliche Gestaltungskompetenz**.

Umsetzung in der Schule

Barth (2008, S. 205) nennt drei Prinzipien, die einen Unterricht leiten können, in dem Schülerinnen und Schüler Gestaltungskompetenz erwerben:

- (1) **Das Prinzip der Selbststeuerung**,
- (2) **der Aspekt der Kollaboration**,
- (3) **die Orientierung an authentischen Problemen**.

Wir würden diese drei Prinzipien noch um (4) **die Reflexion der gesetzten Handlungen** ergänzen, da erst mit der Reflexion die konkrete Bewusstwerdung über die Absicherung der eigenen Handlung einsetzt. Reflexion wird unserer Meinung nach zum Schlüsselement von Bildung. Sie gibt dem Driften nach **steter Verbes-**

serung² eine Richtung. Sie ermöglicht – über die Individuen-spezifische Artikulation von Selbstkontrolle – eine **Selbstinstruktion hin zum Können**³ (Maturana/Varela, 1990, S. 117 mit Bezug auf Ryle, 1949 und Fisher, 1974).

Bildungsakte in diesem Sinne müssen deshalb Möglichkeiten schaffen,

- dass Schülerinnen und Schüler ihren eigenen Blick auf Auswirkungen und Nutzen ihrer Handlungen und deren Handlungsalternativen richten,
- dass sie Handlungen erproben,
- dass sie Handlungsalternativen, sowie Auswirkungen und Nutzen der Handlungen artikulieren (um die Kategorie des Wissens unterrichtlich abzubilden).

All diese Punkte sind allgemein für offenen Unterricht wichtig. Daher soll zuletzt nochmals ein Blick auf die Kriterien gelenkt werden, welche die Gestaltungskompetenz über die anderen Niveaus erheben: Kreativität, Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit.

Ist Kreativität erlernbar? Wie erlernt man das Handeln in Situationen, die neu und mit den erlernten Routinen nicht zu bewältigen sind? Mögliche Antworten sind:

- Schülerinnen und Schüler erleben neben einer Einübung der wichtigsten beruflichen Tätigkeiten nach genauen Vorgaben (basierend auf gesellschaftlichen, ethischen und technischen Grundregeln) vor allem Lernumgebungen, in denen sie auf Situationen treffen, für die sie noch keine Routinen entwickelt haben und in denen sie kreativ im Sinne der reflexionsbasierten Selbstinstruktion tätig werden müssen.
- Sie arbeiten dazu in Teams, tauschen sich untereinander aus, diskutieren unterschiedliche Lösungsvorschläge und erleben so das Spannungsfeld der Nachhaltigkeit zwischen ökonomischen Erfordernissen und sozialer und ökologischer Verantwortung.
- Sie dürfen Fehler machen und an diesen lernen.
- Sie erleben in eigenen Projekten die Spannung und Freude bei der Entwicklung und Umsetzung kreativer Lösungen, denn ein Scheitern ist ausdrücklich erlaubt.

2 Driften nach steter Verbesserung als Merkmal menschlichen Strebens nach Erkenntnis (Maturana/Varela, 1990)

3 Jenseits der zu recht kritisierten Annahmen der vorherrschenden intellektualistischen Didaktik, die faktisch auf (gesellschaftliche legitimierte, d.V.) **Rekonstruktion** setzt (Neuweg 2001, 111f)



Und wie erlernt man das Berücksichtigen von Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit? Auch hier mögliche Antworten:

- Schülerinnen und Schüler betrachten und analysieren berufliche Prozesse auf Basis dieser Kriterien.
- Sie werden dazu angeregt, die eigenen Projekte und Umsetzungen auch hinsichtlich dieser Kriterien zu planen und zu reflektieren.
- Sie erfahren in eigenen Projekten die Befriedigung, wenn die Ergebnisse ihrer Arbeit für ihre nähere oder weitere Umgebung wichtig und nützlich sind.

Nicht immer und nicht ausschließlich ist ein solcher Unterricht möglich oder leistbar. Die Gestaltungskompetenz baut auf der funktionalen und prozessualen Kompetenz auf. Dazu ist es notwendig, Routinen einzüben, grundlegende Konzepte zu erarbeiten, Arbeitsprozesse zu erlernen. Doch darüber hinaus sollte die Entwicklung von Gestaltungskompetenz als Thema und treibende Vision unverzichtbar und dringlich in der LehrerInnenbildung, in Schulentwicklung und Lehrplänen, und in Folge vor allem im Unterricht präsent sein.

Literatur:

- Bader, R. & Schäfer, B. (1998). Lernfelder gestalten. Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. *Die berufsbildende Schule*, 50 (7-8), 229-234.
- Barth, M. (2008). Das Lernen mit Neuen Medien als Ansatz zur Vermittlung von Gestaltungskompetenz. In I. Bormann & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (S. 199-213). Wiesbaden: VS.
- De Haan, G. (2008). Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In I. Bormann, & G. de Haan (Hrsg.), *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde* (S. 23-43). Wiesbaden: VS.
- Dreher, R. (2015). A Benchmark for Curricula in Engineering Education: The Leonardic Oath. In: *ICL 2015 Conference Proceeding* (p. 713-715). Piscataway, New Jersey: IEEE.
- Fisher, J. (1974). Knowledge of Rules. *The Review of Metaphysics*, 28, 237-260.
- Heimann, K. (2017). Berufliche Bildung 4.0. Herausforderungen und gute Praxis. *WISO Diskurs*, 12
- KMK Deutschland (2015). *KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Rahmenvereinbarung über die Berufsschule*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2015. Berlin.
- Lehberger, J. & Rauner, F. (2017). *Berufliches Lernen in Lernfeldern. Ein Leitfaden für die Gestaltung und Organisation projektformigen Lernens in berufsbildenden Schulen*. A+B Forschungsberichte PRAXIS (1/2017). Bremen: A+B Forschungsnetzwerk.
- Maturana, H.R. & Varela, B. (1990). *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens*. (12. Aufl.). München: Goldmann.
- Neuweg, G.H. (2001). *Könnerschaft und implizites Wissen. Zur lehr-lerntheoretischen Bedeutung der Erkenntnis- und Wissenstheorie Michael Polanyis*. (2. Aufl.). Münster: Waxmann.
- Rauner, F. (2006). Gestaltung von Arbeit und Technik. In R. Arnold, & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (2. üa. und erw. Aufl.) (S. 55-70). Wiesbaden: VS.
- Rauner, F. (2017). *Methodenhandbuch. Messen und Entwickeln beruflicher Kompetenzen (COMET)*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.
- Ryle, G. (1949). *Der Begriff des Geistes*. Aus dem Englischen übersetzt von Kurt Baier. Stuttgart: Reclam.

■ **Ralph Dreher** ist Begründer und Lehrstuhlinhaber für das Lehrgebiet „Didaktik der Technik am Berufskolleg“ der Universität Siegen/Deutschland.

■ **Brigitte Koliander** arbeitet am Zentrum für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist organisatorische Leiterin des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“.



EINE NEUE ARBEITSWELT IST IM ENTSTEHEN – DAZU BRAUCHEN WIR INNOVATIVE KÖPFE!



Die Digitalisierung schafft neue Berufsbilder und verändert rasant die Arbeitswelt. Besonders stark wird die Anzahl der Jobs im MINT-Bereich steigen und die Nachfrage der Industrie nach hochqualifizierten, technischen Fachkräften ist ungebrochen.

Der Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie (FEI) vertritt einen der erfolgreichsten und innovativsten Industriezweige Österreichs und setzt sich seit Jahren für das Thema Bildung ein.

WIR ...

- ... bilden mit unserem Netzwerkpartner FH Technikum Wien die technischen Fachkräfte von morgen aus
- ... unterstützen Initiativen wie IMST
- ... fördern mit unserem Netzwerk „Frauen in der Technik“ herangehende Technikerinnen und zeichnen mit dem Stipendium „1.000 Euro statt Blumen“ hervorragende Studentinnen aus

ÜBER DEN FEI

Der Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie vertritt die Interessen des zweitgrößten Industriezweigs in Österreich mit rund 300 Unternehmen, über 65.000 Beschäftigten und einem Produktionswert von 17,4 Milliarden Euro (Stand 2017). Das oberste Ziel des FEI ist die Stärkung der österreichischen Elektro- und Elektronikindustrie im weltweit geführten Standortwettbewerb.

www.feii.at

Menschen und Fächer vernetzen

Über die ungewöhnliche Lehrplanentwicklung an einer Berufsschule

von **Oskar Redhammer** und **Brigitte Koliander**

Ein vermeintlich schwächerer Schüler meinte nach der Rückgabe seiner gelungenen Schularbeit mit Tränen in den Augen, dass er sich irrsinnig freue, jetzt einen Dachstuhl berechnen zu können und obendrein auch noch gute Noten in Angewandte Mathematik bekäme. Bei der Überreichung der Zeugnisse sagte derselbe Schüler, wenn Schule immer so gewesen wäre, wäre sogar er gerne in die Schule gegangen.

Oskar Redhammer: Individualisierter fächerübergreifender Unterricht in der Zimmereiausbildung (Redhammer, 2012b, S. 22)

Der Beginn

Am Anfang steht vor etwa acht Jahren die Unzufriedenheit mit einem Lehrplan, der viel zu wenig auf eine Vernetzung der Fächer achtet. Eine Unzufriedenheit mit einer Ausbildung, bei der Zusammenhänge nicht sichtbar werden, der Sinn und Nutzen mancher Lehrinhalte nicht vermittelt werden kann, die Selbstständigkeit nicht entwickelt wird. Eine Unzufriedenheit mit einem Unterricht, der auf unterschiedliche Voraussetzungen bei den Schülerinnen und Schülern nicht eingeht.

Dann folgen, ausgehend von ganz wenigen Lehrpersonen, kleine Initiativen. Zweiergespräche unter Kollegen, die um wichtige Fragen kreisen: Was ist die Basis unseres Berufs? Wie könnten wir zwei Fächer sinnvoll aufeinander abstimmen, damit die Schülerinnen und Schüler die Zusammenhänge sehen und nutzen lernen? Erste Konflikte: Schon wieder etwas, was wir nicht brauchen, ...

Es ergeben sich Kooperationen: Unterlagen (Arbeitsblätter, ...) werden verglichen, verbessert, neue werden erarbeitet. Eine gemeinsame elektronische Plattform für die Unterlagen wird bereitgestellt, Unterlagen werden geteilt, weitergegeben, aufeinander abgestimmt. Wieder Konflikte: Ängste, Bedenken, die in Gesprächen aufgearbeitet werden.

In einem ersten tiefen Entwicklungszyklus geht es um eine 3. Klasse für Zimmerei im 10-wöchigen geblockten Berufsschulunterricht (begleitet von zwei Bachelorarbeiten, Redhammer, 2012a; Stafflinger, 2013, und einem IMST-Projekt Redhammer, 2012b; der wissenschaftliche Zugang, die Planung und die Umsetzung wurden auch als Buch publiziert, Redhammer, 2014). Im IMST-Projekt werden einerseits Aufgabenstellungen auf unterschiedlichem Niveau entwickelt, um den Schülerinnen und Schülern die Wahl zwischen grundlegenden und etwas herausfordernderen Aufgaben zu ermöglichen. Andererseits steht die Vernetzung dreier Gegenstände im Fokus des Projekts: Die Lehrinhalte von AMA (Angewandte Ma-



Abb. 1: Basismodell (aus Redhammer 2012b)



Abb. 2: Vertiefungsmodell (aus Redhammer 2012b)



	AMA UE:40	FZK UE: 80	PA UE: 50
Lehrstoff nach Landeslehrplan	Mathematische Grundrechenoperationen: Längen-, Flächen-, Volums- und Masseberechnungen. Winkelfunktionen. Bautechnische Berechnungen: Materialbedarf. Mischungsrechnungen. Bauabrechnungen. Statik. Festigkeitslehre. Stiegenberechnungen. Rechnerischer Abbund. Ergänzende Fertigkeiten: Gebrauch der in der Praxis üblichen Rechner, Tabellen und Formelsammlungen. Lehrstoff der Vertiefung: Komplexe Aufgaben. Bautechnische Berechnungen. 2 Schularbeiten	Parallelprojektionen: Baukörper. Konstruktionszeichnungen: Profile. Werksatz. Austragungen. Gauben. Stiegen.	Unfallverhütung. Schutzmaßnahmen. Gefahrenunterweisung. Maschinen, Vorrichtungen u. Geräte: Handhaben. Instandhalten. Werk- u. Hilfsstoffe: Arten. Lagern. Auswählen. Bearbeiten. Entsorgen. Konstruktionen: Austragen von Dachaufbauten. Anfertigen von Flächenschiftungen u. Austragungen. Stiegenbau: Aufreißen von Stiegen, Krümmlingen u. Lehrbögen.
1.Woche	4 UE Modell 1: Berechnung der Konstruktion: Sparrenmaße HD u. WD, Gratsparren und Schifter u. Unterkonstruktion	8 UE 1. Blatt: Modell 1 M 1:2,5 • Anleitung Profilaufriß und Durchführung. • Anleitung Werksatz und Durchführung • Anleitung Gratsparren und Schifter und Durchführung	8 UE Modell 1: Gratspa. gl. SOH; MB u. PF OK gleich; Abschnitt angepasst • Aufreißen der Profile • Aufreißen Werksatz • Gratsparrenaustragung u. Abbund
2.Woche	4 UE Modell 1: Fertigstellung Modell 2: Berechnung der Konstruktion: Sparrenmaße HD, WD, Kehlsparren u. Schifter	8 UE 1. Blatt: Fertigstellung 2. Blatt: Modell 2 M 1:2,5 • Aufreißen der Profile u. Werksatz • Kehlsparren u. Schifteraustragung • Beschriften u. Bemaßung (Berechnung in AMA) • Fertigstellung (abbundfertiger Plan)	8 UE Modell 1: Fertigstellung Modell 2: Kehlsparren gl. SOH; MB u. PF OK gleich; Abschnitt angepasst. • Aufreißen gesamter Plan • Anreißen der Hölzer • Abbund und Zusammenbau der Konstruktion
3.Woche	4 UE Modell 2: Fertigstellung	8 UE 2. Blatt: Fertigstellung	8 UE Modell 2: Fertigstellung

Abb. 3: Lehrstoffverteilung fächerverbindend zu AMA, FZK und PK (Zimmerei Klasse: 3)

thematik), PA (Praktischer Unterricht) und FZK (Fachzeichnungen und Konstruktionslehre) sollen sinnvoll und lehrplanconform aufeinander abgestimmt werden.

Es wird eine Lehrstoffverteilung über den gesamten zehnwöchigen Unterricht hinweg erstellt, die die drei Fächer zeitlich und inhaltlich verknüpft. In der obenstehenden Abbildung 3 ist ein Auszug daraus dargestellt, die gesamte Lehrstoffverteilung über die zehn Wochen ist im IMST-Wiki (unter https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/9/93/533_Anhang1_Lehrstoffverteilung.pdf) zu finden.

Jeweils zwei bis drei Wochen wird an einem Modell gearbeitet, wobei die Schülerinnen und Schüler zwischen einem Grundmodell und einer schwierigeren Variante wählen können (Abbildungen 1 und 2). Alle Modelle samt Plänen finden Sie unter https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/7/76/533_Redhammer_Anhang2_Modelle.pdf

Für den Bau der Modelle der Dachstühle wurden alle drei Fächer verbunden. In AMA wurden Größen rechnerisch ermittelt und in FZK in die Pläne übertragen. Die Modelle wurden in PA im Maßstab 1:1 auf ein Zeichenblatt gebracht. Die grafisch ermittelten Längen und Verschnitte

wurden direkt von der Zeichnung auf die Holzteile übertragen und die Modelle der Dachstühle wurden gebaut.

Herausforderung „Kompetenzorientierter Lehrplan“

Für manche Lehrpersonen ein Albtraum, für die Menschen an dieser Berufsschule eine geschätzte Herausforderung: Bei der Einführung der kompetenzorientierten Lehrpläne wurden Lehrpersonen aus dieser Berufsschule, die bereits so viele Ideen über eine sinnvolle Vernetzung von Gegenständen gesammelt hatten, eingeladen, einen neuen, kompetenzorientierten Lehrplan für ihren Bereich zu erarbeiten. Was für ein Geschenk!

Im neuen Lehrplan für Zimmereitechnik gibt es nun vier Fächer im fachpraktischen und fachtheoretischen Bereich. Für diese liegt durch Vorgabe des Lehrplans eine Zusammenarbeit auf der Hand, da sie durch die gleichen Kompetenzbereiche strukturiert werden (https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_1218859/COO_2026_100_2_1219539.pdf).

In den Fächern TE (Technologie), Angewandte Mathematik (AMA), Konstruktionsübungen (KÜB) und Fachpraktikum (FP) gibt es die Kompetenzbereiche „Arbeitsplatz und Arbeitsvorbereitung“ (ausgenommen in den Kon-





struktionsübungen), „Planung und Herstellung von Tragkonstruktionen aus Holz“, „Bauteilschichten“ und „Projektpraktikum“. Die folgende Darstellung gibt dazu einen Überblick:

Konstruktionsübungen (KÜB)	Angewandte Mathematik (AMA)	Technologie (TE)	Fachpraktikum (FP)
Arbeitsplatz und Arbeitsvorbereitung			
Planung und Herstellung von Tragkonstruktionen aus Holz			
Bauteilschichten			
Projektpraktikum			

In den besonderen didaktischen Grundsätzen für den Fachunterricht findet sich der Satz: „Die Kompetenzbereiche sind gegenstandsübergreifend aufgebaut, daher sind Teamabsprachen zwischen den Lehrerinnen und Lehrern erforderlich.“

Und weiter daran arbeiten, dass wir mitgestalten können

In einem nächsten Zyklus wird an unserer Berufsschule der allgemeinbildende und betriebswirtschaftliche Unterricht (Fachgruppe I) mit dem fachpraktischen (Fachgruppe III) und fachtheoretischen (Fachgruppe II) Unterricht verknüpft. Das stellt uns vor neue Herausforderungen, eröffnet aber weitere Möglichkeiten für unsere Schülerinnen und Schüler. Zuerst zu den Herausforderungen: Die Lehrpersonen aus der Fachgruppe I sind in der Ausbildung zu den unterschiedlichsten Berufen eingesetzt. Sie haben es entsprechend schwieriger, sich speziell auf Themen der Zimmerei einzulassen und die Lernenden dort spezifisch zu begleiten. Ein sinnvolles Vernetzen der fachpraktischen und fachtheoretischen Inhalte mit den Inhalten dieser Fachgruppen erfordert aber ein gewisses Eintauchen der Lehrpersonen aus der Fachgruppe I in die Problemfelder des jeweiligen Berufs, und dies ist durchaus eine Herausforderung. Eine weitere Herausforderung sind die anderen Strukturen der Lehrpläne. Die Fachgruppen II und III sind nun in einem gemeinsamen Lehrplan für den jeweiligen Beruf erfasst und wurden im Rahmen der Überarbeitung für die Kompetenzorientierung fächerübergreifend verknüpft. Die Rahmen- und Landeslehrpläne für die Fachgruppe I sind jedoch berufsübergreifend in einem separaten Lehrplan sehr „allgemein“ formu-

liert. Dieser Umstand macht eine fächerübergreifende Verknüpfung wesentlich komplexer.

Zu den neuen Möglichkeiten: Das Umsetzen von großen Projekten wird damit für die SchülerInnen erleichtert. Durch das Einbinden von Deutsch, Fremdsprachen, Wirtschaftslehre und Politische

Bildung wurde das interessante Projekt „Neuer Ziegenturm für den Streichelzoo“ gut umsetzbar.

Folgende Pflichtgegenstände wurden verknüpft:

AMA
KÜB
FP
TW
Berufsbezogene Fremdsprache
Deutsch und Kommunikation
Politische Bildung
Angewandte Wirtschaftslehre



Abb. 4: Der „Ziegenturm“ in Arbeit



Die Schülerinnen und Schüler der 4. Klasse Zimmereitechnik gründeten eigene Firmen, erstellten in einem Planungswettbewerb Entwürfe für den Kunden, konstruierten, führten Beratungsgespräche, präsentierten, kalkulierten, schrieben Bestellungen, Angebote und Abrechnungen, fertigten und montierten den Turm. Der Unterricht erfolgte fächerübergreifend und individualisiert. Zur Montage des Turms waren mehrere Schulklassen notwendig, somit war dieses Projekt auch schulklassenübergreifend.

Das Verknüpfen und Vernetzen zieht immer weitere Kreise. Im laufenden Projekt, „Kindergarten Münzbach“ arbeiten nicht mehr nur Klassen der Zimmereitechnik und Betriebe zusammen, sondern es erfolgt eine Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Berufen und mit anderen Schulen (Redhammer, 2018)

PROJEKT „KIGA MÜNZBACH“ –
5 BERUFSSCHULEN – 1 HTL – 1 KINDER-
GARTEN – 11 BERUFE – GEMEINDE –
BEZIRKSBEHÖRDE

Fazit

Vielleicht ist es übertrieben, aber durch die Verknüpfung der fachtheoretischen und fachpraktischen Gegenstände, ausgehend von wenigen Lehrpersonen, kam eine Bewegung in die Schule, die zu Projekten und zu weiteren Vernetzungen und Verknüpfungen anregt und verführt. Bewegend und erfüllend bleibt es, wenn Schule von Lehrerinnen und Lehrern mitgestaltet werden kann und engagierte Lehrpersonen ihren Visionen Raum geben dürfen.

■ **Oskar Redhammer** ist Berufsschullehrer an der Berufsschule II in Linz, Zimmerei und Zimmereitechnik.

■ **Brigitte Koliander** arbeitet am Zentrum für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist organisatorische Leiterin des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“.

Literatur:

Redhammer, O. (2018). *Menschen vernetzen. Kompetenzorientierter Klassen-, Schuljahr- und Schultypen-übergreifender Unterricht*. Online unter: https://www.imst.ac.at/files/projekte/2100/berichte/2100_Langfassung_Redhammer.pdf [1.11.2018].

Redhammer, O. (2014). *Individualisierter Unterricht nach neurobiologischen Erkenntnissen*. Saarbrücken: Akademikerverlag.

Redhammer, O. (2012a). *Individualisierter fächerübergreifender Unterricht nach neurobiologischen Erkenntnissen in den fachspezifischen Gegenständen an der BS Linz 2*. Bachelor-Arbeit. Linz: Pädagogische Hochschule.

Redhammer, O. (2012b). *Individualisierter fächerübergreifender Unterricht in der Zimmereiausbildung*. Online unter: https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/4/49/533_Langfassung_Redhammer.pdf [1.11.2018].

Stafflinger, J. (2013). *Projektunterricht an der gewerblichen Berufsschule Linz 2 im Lehrberuf Fertigteilhausbauer*. Bachelor-Arbeit. Linz: Pädagogische Hochschule.



Die Projektberichte von Oskar Redhammer sind im IMST-Wiki online:

www.imst.ac.at/wiki

Anzeige

Kostenlose Berufsinformation – ein Service der WKÖ – www.bic.at

Mit über **1,4 Millionen Berufsauf-rufen im Jahr** zählt der BIC.at zu den beliebtesten **Online-Berufsin-fosystemen** des Landes.

Neben Beschreibungen zu rund **1.500 Berufen samt Ausbildungs-möglichkeiten**, bietet er mit der „**Berufswahl**“ und dem „**Interes-senprofil**“ wichtige Hilfestellungen für die erste Berufsorientierung.

Berufswahl. Neben den umfangreichen Informationen zu einzelnen Berufen bietet der BIC auch die Möglichkeit zu einer ersten Berufsorientierung. Im Menü „**Berufswahl**“ werden die Anwender/innen in neun Stationen mit „**Tipps zur Berufswahl**“ zum Nachdenken über die eigenen Interessen, Fähigkeiten und Neigungen und über die beruflichen Möglichkeiten angeregt.

Interessenprofil. Eine weitere Unterstützung bei der Berufsorientierung bietet das Interessenprofil. 63 Aussagen zu den BIC-Berufsgruppen helfen dabei, sich über die eigenen Interessenschwerpunkte klar zu werden.

Online-Berufsinformation kann persönliche Beratung und umfassende schulische Orientierung nicht ersetzen. Für ausführliche Beratungsgespräche stehen Ihnen die Berufsinformationszentren der Wirtschaftskammern und WIFIs in ganz Österreich zur Verfügung.

Info: wko.at/bildung



WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH

Spiele im technischen Grundlagenunterricht

– sinnvoll und erfolgversprechend?

von **Herbert Kuttelwascher**

Dass Spiele das Unterrichtsgeschehen vielfältiger machen und den Faktor Spaß einbringen, ist bekannt und nachvollziehbar. Meist denkt man dabei an die Volksschule. Kann man Spiele auch in einem technischen Grundlagenfach an der HTL einsetzen, um Abwechslung und Lachen in den Theorieunterricht zu bringen, ohne dabei die Lernziele aus den Augen zu verlieren?

Die Abteilung Elektronik und technische Informatik an der HTL Mödling hat sich das vorgenommen und in dem IMST-Projekt „Elektronik individualisiert“ verwirklicht. Spiele wurden entwickelt, die das Verstehen schwieriger technischer Zusammenhänge unterstützen und dabei auch unterhalten. Eine Unterrichtssituation, in der gelacht wurde, bleibt auch viel besser in Erinnerung.

Die Motivation

Eine Ausbildung in Elektronik und technischer Informatik gilt als erstrebenswert, besonders wenn man die Endprodukte kennt, die in unserem täglichen Leben für Erleichterungen und Verbesserungen stehen (Fernsteuerungen, Handy, etc.). Am Beginn der Ausbildung kommen die Schülerinnen und Schüler am Erlernen der Grundlagen in einem anspruchsvollen Theorieunterricht jedoch nicht vorbei. Wie kann dieser Unterricht gestaltet werden, damit bei den jungen Menschen nicht die Freude am Weitermachen vertrieben wird? Wie kann die Erfolgsquote im zugrundeliegenden Fach (Hardwareentwicklung) gesteigert werden?

Ein vielversprechender Weg ist es, den klassischen Vortragsunterricht mit - möglichst schülerInnenzentrierten - Methoden zu ergänzen und den Lernenden ein Üben und Anwenden zu ermöglichen. Eine Variante ist der Einsatz von geeigneten Spielen. Die Ziele des Lehrplans bezüglich Umfang und Zeit sollten aber weiterhin eingehalten werden. Es war daher die Herausforderung im folgenden Projekt, Spiele zu entwickeln, die einerseits Spaß machen, andererseits jedoch das Verständnis für ein konkretes Unterrichtsthema erhöhen bzw. nachhaltigeres Lernen ermöglichen.

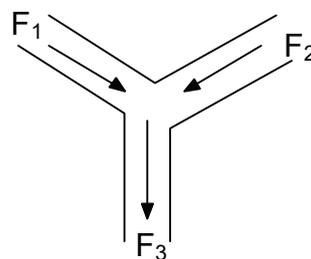
Das IMST-Projekt „Elektronik individualisiert“

Dieses Projekt (ID1643) wurde im Schuljahr 2015/16 mit einer ersten und einer zweiten Klasse der Höheren Abteilung im Theoriegegenstand Hardwareentwicklung durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt auf dem Erfinden und dem Einsatz von Spielen. Alternative didaktische Konzepte und das Einbringen von angeleiteten Versuchen ergänzten die Vielfältigkeit der Unterrichtsmethoden.

Im Schuljahr 2017/18 wurde ein zweites Projekt (ID2082) mit gleicher Bezeichnung bearbeitet, in dem von einer dritten Klasse Übungsplatinen und Aufgabenstellungen für den Einsatz in der ersten Klasse gebaut wurden. Beim Arbeiten in der ersten Klasse übernahmen die SchülerInnen der dritten Klasse dann fallweise die TutorInnenfunktion.

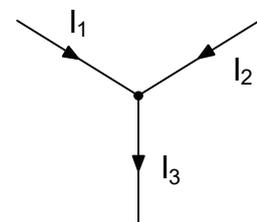
Das Knotenregel-Spiel detailliert erklärt

Wir wollen nun unseren Leserinnen und Lesern ein Spiel so nahe bringen, dass sie es auf diesem Blatt selber spielen können. Vorab folgende Information: Wenn elektrische Leitungen in einem Knoten verbunden werden, müssen die elektrischen Ströme die Knotenregel erfüllen, nämlich: Es muss gleichviel Strom zum Knoten zufließen, wie abfließt. In dem Leitungsknoten kann kein Strom (genauer keine elektrische Ladung) gespeichert werden. Es ist die gleiche Situation wie in Wasserleitungen mit stabilen Rohren. Hier ein Beispiel:



Es muss für die Wasserflüsse gelten:

$$F_1 + F_2 = F_3$$



Ebenso gilt für die elektrischen Ströme:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

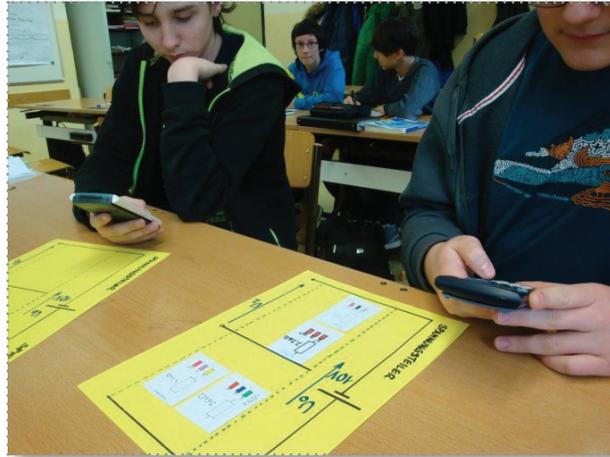
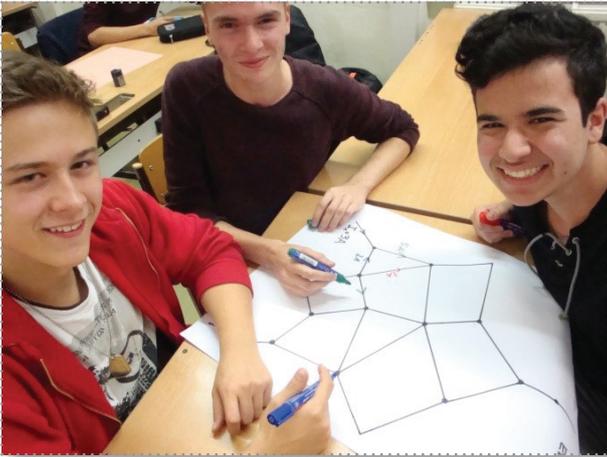


Abb. 1: Impressionen aus dem Unterricht

Der Aspekt „Individualisierung“ bei den Spielen

Das Arbeiten mit Spielen erfüllt folgende Eigenschaften der Individualisierung:

- Die SchülerInnen bearbeiten selbst aktiv die Spiele
- Der Schwierigkeitsgrad der Spiele kann variiert werden (z.B. beim Knotenregel-Spiel, Vorgabe einiger Ströme am Beginn → es muss öfter nachgedacht werden)
- SchülerInnen können unterschiedliche Rollen einnehmen (z.B. SpielleiterIn für leistungsstarke SchülerInnen)
- SchülerInnen können in die kreative Rolle schlüpfen und selbst neue Varianten oder Spielregeln für die Durchführung erfinden.

Weitere Spiele für Grundlagen der Elektronik

Neben dem oben ausführlich dargestellten Knotenregel-Spiel sollen hier weitere Spiele kurz angeführt werden:

- Potential-Sudoku: Eintragen von Potentialen in Sudoku Form
- Widerstands-Kartenspiel: Widerstands-Karten mit Normreihen-Werten und Farbcode
- Formel-Puzzle: Formeln sind der Struktur nach vorgegeben, passende Größen müssen eingesetzt werden
- Auflegespiele:
 - für Vergleich von Spule und Kondensator
 - für Wechselstromwiderstände
 - für Transistortypen

Die Verbreitung

Innerhalb der Abteilung wurden einige Spieltypen für Mathematik übernommen und ergänzt (z.B. Zuordnung von Funktionsgleichungen und Graphen).

Innerhalb der Schule wurde z.B. das Knotenregel-Spiel in der Abteilung für Umwelttechnik auf Abwasserkanäle angewandt.

Bei österreichweiten Treffen zur Individualisierung oder zum Elektroniklehrplan wurden die Spiele vorgestellt. Weitere Informationen sind im IMST-WIKI (Berichte ID 1643 und ID 2082) und auf der Homepage der Abteilung für Elektronik der HTL Mödling (<https://htl.moedling.at/index.php?id=7302>, <https://htl.moedling.at/index.php?id=6965>) zu finden.

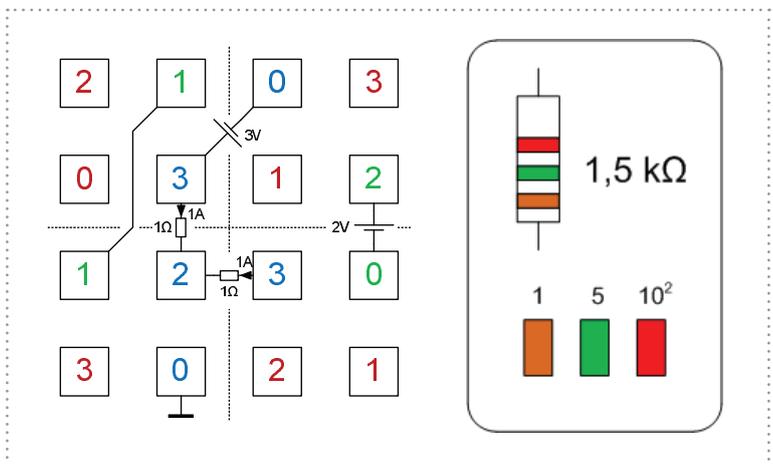


Abb. 2: Ein weiteres Spiel zu den Grundlagen der Elektronik





Evaluierung der Ziele

Zu einem IMST-Projekt gehört die Definition von Zielen und die Evaluierung deren Erreichung mit geeigneten Methoden. Bei den Spielen wurde die Einpunktabfrage in einem zweidimensionalen Feld gewählt (x-Achse: „Spiele helfen mir beim Verstehen“, y-Achse: „Spaß, Abwechslung“). In Abbildung 3 sieht man das Ergebnis. Die grünen Punkte liegen weit oben (Spaß, Abwechslung) und großteils in der rechten Hälfte des Feldes (Spiele helfen beim Verstehen). Spaß war es für alle, gelernt wurde „etwas“ bis „viel“.

■ **Herbert Kuttelwascher** ist Professor an der HTL Mödling, Abteilung Elektronik und Technische Informatik, Leiter der IMST-Projekte „Elektronik individualisiert“ und Schulqualitätsprozessmanager.

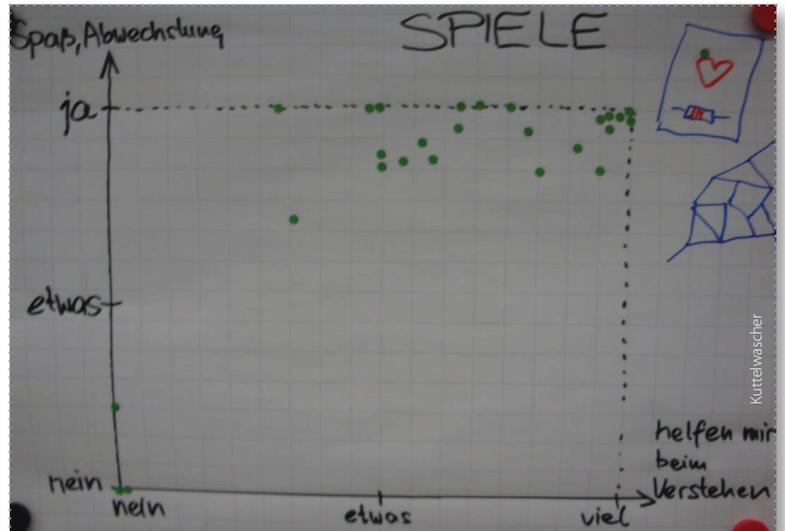


Abb. 3: Einpunktabfrage



Die Projektberichte von Herbert Kuttelwascher sind im IMST-Wiki online:
www.imst.ac.at/wiki

Die gute Nachricht: Die Kärntner Industrie sucht auch morgen noch junge Menschen, die sich in den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) qualifiziert haben.

...



von **Florian Stampfer** und **Martin Huber**

Ein Roboter-Auto, das SchülerInnen und ForscherInnen bewegt

Rückblickend erscheint der Beginn einer fruchtbaren Kooperation häufig als glücklicher Zufall. In unserem Fall war es das Zusammentreffen im Rahmen des Unterrichtspraktikums von Florian Stampfer im Schuljahr 2014/15 an der HTBLVA Innsbruck Anichstraße und dem Betreuungslehrer Martin Huber. Die gemeinsame Arbeit in dieser Phase war der Startpunkt der Kooperation in den darauffolgenden Jahren, die im Rahmen zweier IMST-Projekte (*Mikrocontroller-Programmierung einer modularen Roboter-Plattform im Werkstättenlabor* und *Objektorientierte Software-Bibliothek für eine modulare Roboter-Plattform im Werkstättenlabor*) umgesetzt wurde und noch Auswirkungen bis heute hat. Neben der Neukonzipierung eines Werkstättenlabors lag unser Fokus auf der Untersuchung der intrinsischen Motivation der SchülerInnen.

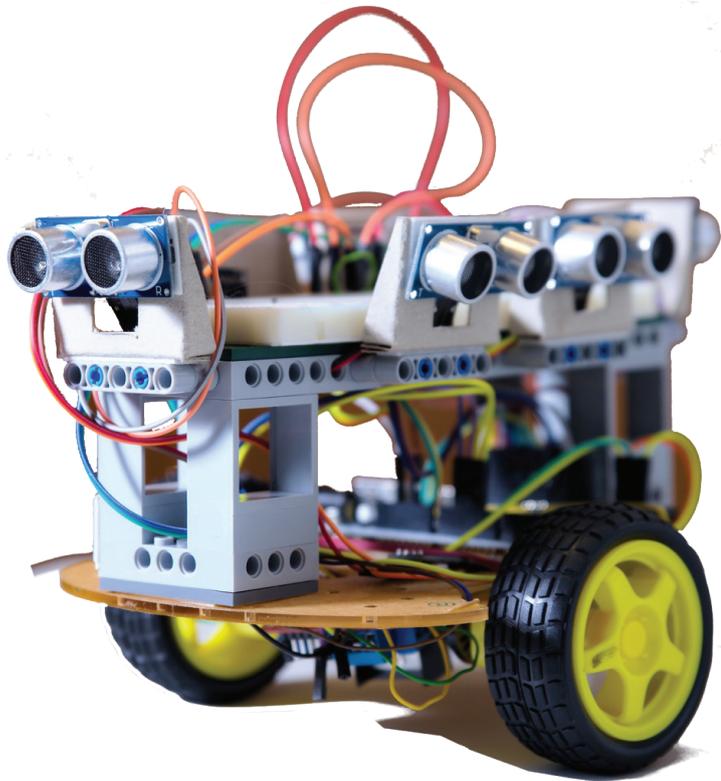
Wir werden im Folgenden einerseits die Inhalte der IMST-Projekte und ausgewählte Ergebnisse davon präsentieren und andererseits die daraus resultierenden Weiterentwicklungen an der Schule und an der Universität vorstellen.

Lehrplanänderung als Ausgangspunkt

Aufgrund einer Lehrplanänderung des HTL-Ausbildungszweiges Wirtschaftsinformatik mit Inkraftsetzung im Schuljahr 2012/13 war es notwendig, im Schuljahr 2015/16 die Pflichtgegenstände der 4. Klasse erstmals neu zu planen. Den Bereichen *Embedded Systems* und *Automatisierungstechnik* wurden im neuen Lehrplan sowohl im Theorieunterricht als auch im Werkstättenbereich deutlich mehr Bedeutung zugemessen als in den vorangehenden Lehrplänen. Wir nutzten diese Situation für den Pflichtgegenstand *Werkstätte und Produktionstechnik* im Bereich *Automatisierungstechnik*.

Theoriegeleitete Unterrichtsplanung

Aus fachdidaktischer Sicht lässt sich ein zeitgemäßer Embedded Systems-Unterricht mit vier Schlagworten *thematic*, *functional*, *exemplification* und *interactive* beschreiben (Grimheden & Törn-



Stampfer & Huber

Abb. 1: Verwendetes Roboter-Auto

gren, 2005, S. 645). Ein Unterrichtsgegenstand, in dem Kompetenzen im Bereich Embedded Systems erworben werden, sollte folglich

- aufzeigen, dass der Begriff „Embedded Systems“ kein klar abgegrenztes Gebiet beschreibt, sondern sich themenbasiert weiterentwickelt,
- handlungsorientiert sein und den SchülerInnen Fertigkeiten zur Bewältigung von Problemstellungen mitgeben,
- exemplarisch aufgebaut sein und nicht versuchen, eine Darstellung des gesamten Stoffgebietes zu geben,
- interaktiv und schülerInnenzentriert unterrichtet werden.

Diese Empfehlungen gaben den Rahmen unserer Projektplanung vor. Für die konkrete Umsetzung war es notwendig, sich für eine bestimmte Mikrocontroller-Plattform zu entscheiden. Da die SchülerInnen bereits in der 3. Klasse Erfahrung mit der Plattform Arduino (<https://www.arduino.cc>) sammeln konnten, fiel die Wahl auf diese. Jamieson (2011) beschreibt ausführlich die Möglichkeiten



und Vorteile der Arduino-Plattform für einen Embedded Systems-Kurs an einer Hochschule. Er illustriert insbesondere die Popularität der Arduino-Plattform in den letzten Jahren, die sich in einer regen und hilfsbereiten Community sowie einer Vielzahl an frei verfügbaren Programm-Bibliotheken zeigen. Allerdings lässt die ausschließliche Verwendung der Arduino-Plattform zwei wichtige Elemente eines Embedded Systems-Unterricht aus Sicht von Jamieson (2011) unberücksichtigt, nämlich *Echtzeitbetriebssysteme* und die *parallele Entwicklung von Soft- und Hardware* (Jamieson, 2011, S. 5). Beide – aber insbesondere letzteres – lassen sich sehr gut in einem Robotik-Unterricht behandeln. Da der Mikrocontroller der Arduino-Plattform (Kosten ca. 10 €) auch in einer kleineren Version (Arduino Nano, Kosten ca. 3 €) vorliegt, ist der Einsatz in kleineren Robotern möglich, ohne dabei die Soft- und Hardware ändern zu müssen.

Zur Förderung der inhaltlichen Kompetenzen planten wir daher im Werkstättenlabor ein Robotik-Projekt. Dazu wählten wir ein kleines, ca. 20 cm langes Roboter-Auto (siehe Abbildung 1) aus, das dann im Laufe des Projekts mit unterschiedlichen Komponenten ausgestattet und auf verschiedene Weisen gesteuert werden sollte.

Da wir allerdings auch die prozessbezogenen Kompetenzen der SchülerInnen fördern wollten, wählten wir einen speziellen Ablauf des Werkstättenlabors und eine Unterteilung in Teilprojekte aus. Unsere Idee bestand darin, dass die SchülerInnen gemeinsam am gesamten Roboter-Projekt arbeiten sollten, selbst aber jeweils nur ein Teilprojekt ausführten. Dies sollte die SchülerInnen zusätzlich auf die größere Projektarbeit im Rahmen der Diplomarbeit vorbereiten. Zugleich konnten die theoretischen Inhalte des Projektmanagements praktisch erfahren werden. Um einen reibungslosen Übergang zwischen den Teilprojekten zu garantieren, planten wir kurze, nach vorgegebenen Anforderungskriterien verfasste Berichte inklusive Programm-Codes, die dann auf einer gemeinsamen Website publiziert wurden. Dies sollte einerseits eine gesamte Dokumentation des Roboter-Projekts garantieren und andererseits den nachfolgenden Teilprojekten als Ausgangspunkt dienen.

Im Rahmen der einzelnen Teilprojekte wurden von den SchülerInnen folgende Aufgabenstellungen gelöst:

- Erstellung einer objektorientierten Programm-Bibliothek zur Steuerung des Roboter-Fahrzeugs
- Kollisionsvermeidung mittels Ultraschallsensor
- Fernsteuerung des Roboter-Fahrzeugs durch eine handelsübliche Infrarot-Fernbedienung
- Fernsteuerung des Roboter-Fahrzeugs durch ein Mobiltelefon über Bluetooth
- Programmierung des Roboter-Fahrzeugs als Linienfolger

Evaluierung des Projektunterrichts anhand eines validierten Fragebogens

Motivation ist ein hypothetisches Konstrukt, das dazu verwendet wird, Richtung, Ausdauer und Intensität von Lernverhalten zu beschreiben, wobei in der Forschung zwischen mehreren Lernmotivationstheorien unterschieden wird (Urhahne, 2008, S. 150). Eine von diesen ist die intrinsische Motivation. Sie „bezeichnet die Absicht oder den Wunsch, eine Handlung um ihrer selbst willen durchzuführen, weil sie als interessant, spannend oder in sich befriedigend erlebt wird“ (Schiefele & Streblow, 2005). Motivation – und damit insbesondere intrinsische Motivation – lässt sich nicht direkt beobachten, sondern nur aus den Handlungen oder Aussagen von Personen erschließen (Schunk, Meece, & Pintrich, 2013). In der quantitativen Forschung sind viele Messinstrumente für intrinsische Motivation bekannt, darunter der von Deci & Ryan (2003) entwickelte *Intrinsic Motivation Inventory (IMI)*. Dieses Messinstrument war allerdings für die Evaluierung unseres Werkstättenunterrichts zu unhandlich. Wilde, Bätz, Kovaleva, & Urhahne (2009) haben eine verkürzte Variante (Kurzsakla intrinsischer Motivation KIM) des IMI entwickelt und validiert, um bei außerschulischem Lernen die intrinsische Motivation zu erheben. KIM misst die vier Faktoren Interesse/Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit und Druck/Anspannung mit jeweils drei Items.

Die intrinsische Motivation wurde direkt nach jedem Teilprojekt (Messzeitpunkt 1) und dann nochmals nach rund vier bis sechs Wochen (Messzeitpunkt 2) erhoben, um eine unmittelbare und eine

rückblickende Bewertung unterscheiden zu können. Abbildung 2 zeigt für alle SchülerInnen der beiden Projekte die Bewertung der vier Faktoren zu beiden Messzeitpunkten.

Im Rahmen des Projekts *Dimensionale Mathematikaufgaben (DimMA): Üben und Lernen neu gedacht* an der Universität Innsbruck wurde 2017/18 eine WebApp weiterentwickelt, die Fragen in jedem

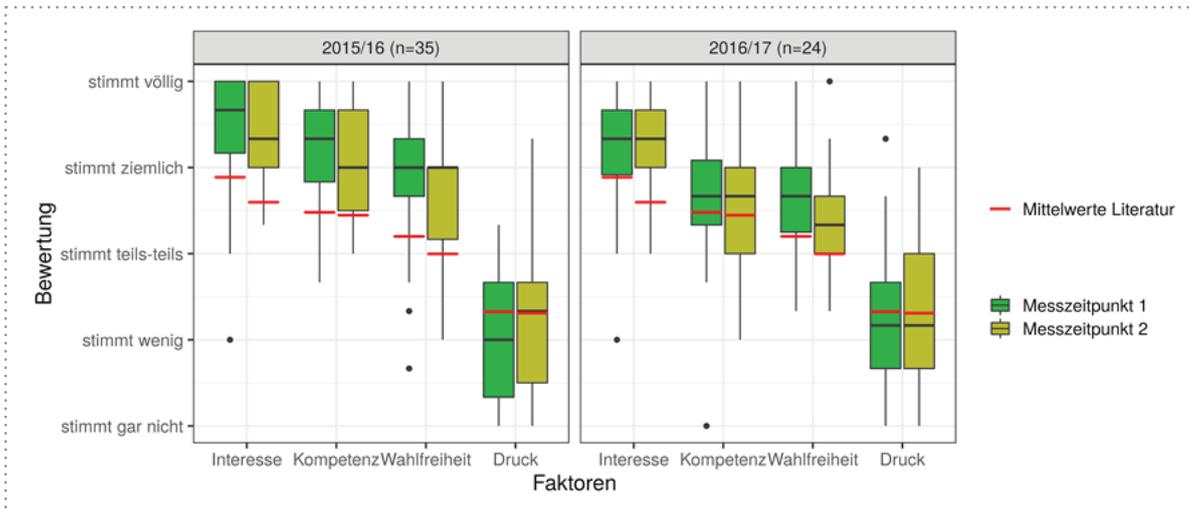


Abb. 2: Bewertung der vier Faktoren von allen SchülerInnen der beiden Projekte zu beiden Messzeitpunkten und in rot die entsprechenden Mittelwerte aus Wilde u. a. (2009)

Die drei positiven Faktoren (Interesse/Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit) erhalten bei beiden Erhebungen hohe bis sehr hohe Bewertungen. Der negative Faktor (Druck/Anspannung) wird hingegen niedrig bewertet. Ein Vergleich mit den Resultaten aus Wilde u. a. (2009) (rote Linien in Abbildung 2 geben den Mittelwert (!) an), die zusätzliche Validierungsfragen eingesetzt und eine hohe intrinsische Motivation festgestellt haben, lässt auf eine hohe Motivation unserer SchülerInnen schließen. Beim Vergleich von Messzeitpunkt 1 und Messzeitpunkt 2 ist keine wesentliche Änderung der Bewertung erkennbar. Die hohe intrinsische Motivation bleibt also erhalten.

Automatisierte Auswertung mittels WebApp mit unmittelbarer Rückmeldung an die Lehrperson

Der Umstand, dass die Ergebnisse der Erhebung ausschließlich zur Evaluierung der Projekte verwendet werden konnten, war unzufriedenstellend. Es wäre für die Lehrperson hilfreich, wenn die Ergebnisse und deren Auswertung unmittelbar zur Verfügung stehen würden, um diese direkt für die weitere Unterrichtsplanung verwenden zu können.

gängigen Browser darstellen kann und es ermöglicht, der Lehrperson einen Bericht zu senden. Sowohl zur Frageneingabe als auch zur Datenauswertung und Berichterstellung wird hierbei die Statistiksoftware R eingesetzt.

Für den im beschriebenen Projekt verwendeten Fragebogen *KIM* wurde dies bereits umgesetzt. Ein Ausschnitt des Berichts an die Lehrperson ist in Abbildung 3 zu sehen.

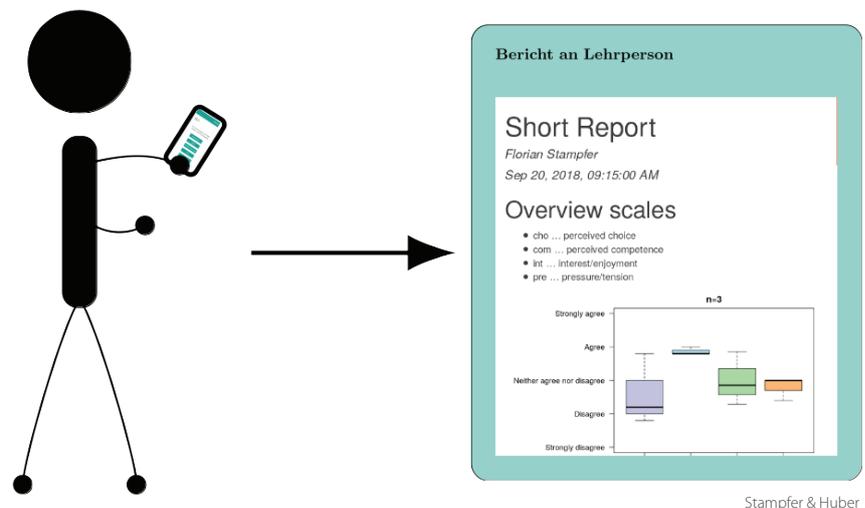


Abb. 3: WebApp und Rückmeldung an die Lehrperson



Aus dem Projektunterricht resultierende Diplomarbeiten

Wie bereits erwähnt, besteht eines der dezidierten Ziele des oben beschriebenen projektorientierten Unterrichts in der inhaltlichen und methodischen Vorbereitung der SchülerInnen auf ihre Diplomarbeit, die sie im folgenden Abschluss-Schuljahr zu erstellen haben. Von den Diplomarbeiten aus dem Bereich „Embedded Systems“ dokumentieren zwei außergewöhnlich umfangreiche Diplomprojekte das Erreichen dieses Ziels besonders eindrücklich. Bei beiden Projekten bestanden die Herausforderungen einerseits in der Parallelentwicklung von Hard- und Software und andererseits in der Kooperation zwischen zwei bzw. drei SchülerInnen-Gruppen, die jeweils mit einem Teilaspekt der entsprechenden Aufgabenstellung befasst waren. Beide Projekte wurden im Schuljahr 2017/18 bei etlichen tirol- und österreichweiten Wettbewerben und einem internationalen Wettbewerb mehrfach prämiert.

Das Diplomprojekt „AvaDrone“ (zwei Diplomarbeitgruppen mit insgesamt fünf SchülerInnen) umfasst Entwicklung, Bau und erfolgreichen Test eines autonomen Drohnensystems zur Suche von Lawinenspendern mit Hilfe eines LVS-Geräts und eines Systems zur Vermeidung einer Kollision mit einem Rettungshubschrauber, der üblicherweise bei einem Lawineneinsatz ebenfalls zum Einsatz kommt. Das System zur Vermeidung von Kollisionen zwischen Drohnen und anderen Luftfahrzeugen ist über die aktuelle Anwendung hinaus zur Verwendung in allen Bereichen geeignet, in denen Drohnen zum Einsatz kommen. AvaDrone wurde mit folgenden Preisen prämiert:

- Erster Platz beim Wettbewerb „Be the Best 2018“ des Fördervereins Technik Tirol (ex aequo mit „ActiHealth“)

- Erster Platz beim internationalen Schülerwettbewerb „Junge Forscher gesucht 2018“ in der Kategorie Produktentwicklung

Das Diplomprojekt „ActiHealth“ (3 Diplomarbeitgruppen mit insgesamt 7 SchülerInnen) beschäftigt sich damit, durch die Verbindung von Computerspielen und Therapie- bzw. Fitnessübungen die Motivation bei deren Durchführung zu steigern und so zu besseren Leistungen anzuregen. Im Rahmen des Projekts wurden Prototypen für mehrere Trainingsgeräte zur Verbesserung des Gleichgewichtsgefühls, zur Mobilisierung von Knie- und Fingergelenken und zur Verbesserung der Muskelkoordination bei Schlaganfall-Patienten mittels EMG-Ableitung erstellt. Diese Prototypen dienen zur Ansteuerung von Computerspielen, deren Spielmechanik spezifisch auf das jeweilige Trainingsziel zugeschnitten ist. ActiHealth wurde mit folgenden Preisen prämiert:

- Erster Platz beim Wettbewerb „Be the Best 2018“ des Fördervereins Technik Tirol (ex aequo mit „AvaDrone“)
- Zweiter Platz beim österreichweiten SchülerInnen-Wettbewerb „Jugend Innovativ 2017/18“ in der Kategorie „Engineering II“
- Erster Platz beim österreichweiten Wettbewerb „Technik fürs Leben 2018“ der Firma Bosch in der Kategorie „Energie- und Gebäudetechnik sowie Gebrauchsgüter“
- Erster Platz beim „Design Award Tirol 2018“ in der Kategorie „Nachwuchs-/Schulprojekte“

■ **Florian Stampfer** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fachdidaktik an der Universität Innsbruck.

■ **Martin Huber** ist Lehrer an der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt Innsbruck Anichstraße.



Die Projektberichte von Florian Stampfer und Martin Huber sind im IMST-Wiki online:
www.imst.ac.at/wiki



Mikrocontroller-Programmierung einer modularen Roboter-Plattform im Werkstättenlabor



Objektorientierte Software-Bibliothek für eine modulare Roboter-Plattform im Werkstättenlabor

Literatur:

- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2003). Intrinsic Motivation Inventory (IMI). [selfdeterminationtheory.org](http://www.selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/). Online unter <http://www.selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/> [2018-11-05]
- Grimheden, M., & Törngren, M. (2005). What is embedded systems and how should it be taught?—results from a didactic analysis. *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, 4(3), 633-651. <https://doi.org/10.1145/1086519.1086528>
- Jamieson, P. (2011). Arduino for Teaching Embedded Systems. Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat? In H. R. Arabnia, V. A. Clincy, & L. Deligiannidis (Eds.), *Proceedings of FECS '11*. Las Vegas, USA.
- Schiefele, U., & Streblov, L. (2005). Intrinsische Motivation – Theorie und Befunde. In R. Vollmeyer, J. Brunstein, B. Frenz, S. H. Engeser, & B. Lund (Hrsg.), *Motivationspsychologie und ihre Anwendung*. 1. Aufl. (S. 39-58). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schunk, D. H., Meece, J. R., & Pintrich, P. R. (2013). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. Pearson Education Limited.
- Urhahne, D. (2008). Sieben Arten der Lernmotivation. *Psychologische Rundschau*, 59(3), 150-166. <https://doi.org/10.1026/0033-3042.59.3.150>
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A., & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31-45.

Radln bringt Sägen

von Gabriele Müller

oder: Die Illusion vom Verständnis alltäglicher Dinge

Die Einsicht in den Aufbau und die Funktionsweise alltäglicher – meist elektrisch betriebener – Maschinen verkümmert zusehends. Aus dieser Erkenntnis, die aus dem Buch „Handbuch für den Neustart der Welt“ von Lewis Dartnell stammt, keimte die Idee zu diesem Projekt.

„Zeichne ein Fahrrad“

Um mir eine Vorstellung von den technischen Vorkenntnissen meiner SchülerInnen (Bundesanstalt für Elementarpädagogik, BAFEP, 4. Jahrgang) machen zu können, habe ich ihnen zwei kurze Aufgaben („Zeichne ein Fahrrad“ und „Beschreibe die Funktionsweise eines Fahrrades“) gestellt und sie einen Fragebogen ausfüllen lassen. Alle SchülerInnen gaben an, Fahrrad fahren zu können und – alle außer einer – auch, ein eigenes Fahrrad zu besitzen. Die Aufgabenstellung lautete: „Zeichne ein Fahrrad“. Auf Nachfragen, wie genau die Zeichnung sein sollte, antwortete ich, dass es eine Skizze für jemanden sein sollte, der noch nie im Leben ein Fahrrad gesehen hat und wissen möchte, wie das aussieht und funktioniert. Die SchülerInnen benötigten dafür zwischen 4 und 10 Minuten. Die entstandenen „Modelle“ lassen sich in Hinblick auf die richtige oder unvollständige, bzw. definitiv falsche Darstellung des Antriebs in folgende Kategorien einteilen:

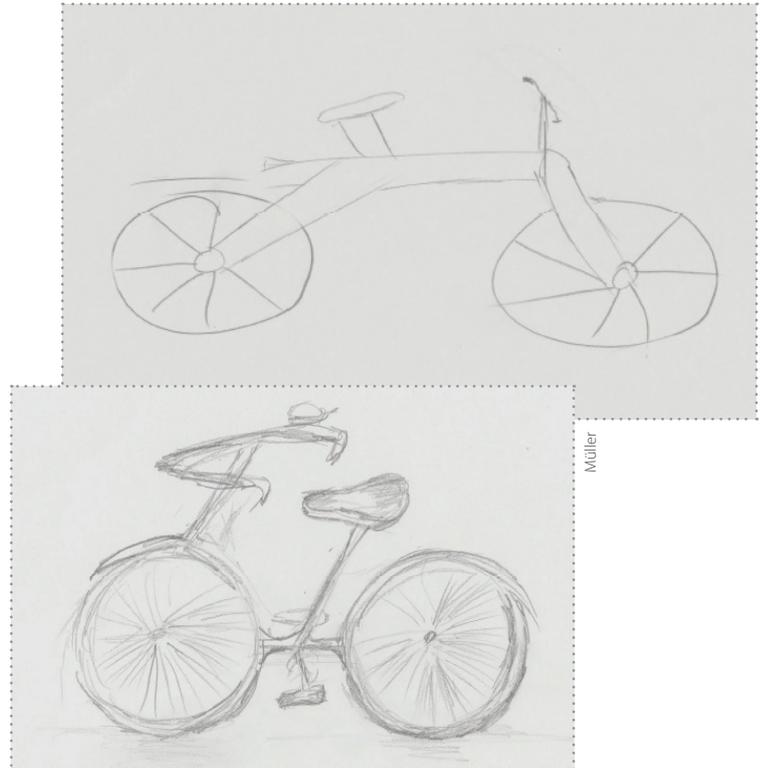


Abb. 1: Zwei der teilweise sehr liebevoll ausgeführten Skizzen

Beschreibung der Fahrradzeichnung hinsichtlich Antrieb	Anzahl der SchülerInnen
ohne Antrieb (Laufmaschine, Draisine)	6
Hochrad	1
mit vager Andeutung von „etwas“	2
Pedale baumeln in der Mitte einfach vom „Rahmen“ herunter	7
Zahnrad mit Pedalen baumelt vom Rahmen	1
mit baumelnden Pedalen und spiralförmiger Kette	1
Kette verbindet Vorder- und Hinterrad	2
Kette vage irgendwo dazwischen	3
fast funktionsfähig	2
richtig (d.h. Kette führt von den Pedalen zum Hinterrad)	3

Hinsichtlich der Darstellung des Rahmens und der Radaufhängung lassen sich folgende Kategorien (mit teilweisen Überschneidungen) aufstellen:

Beschreibung der Fahrradzeichnung hinsichtlich Antrieb	Anzahl der SchülerInnen
„Rahmen“ liegt auf beiden Reifen auf	6
starre Verbindung zwischen den Reifen	5
ein Rad wird von einer „Gabel“ gehalten, beim zweiten sitzt der Rahmen auf dem Reifen auf	6
beide Räder sind in „Gabeln“ gelagert	13
sowohl Rahmen als auch Radaufhängung richtig gezeichnet	1

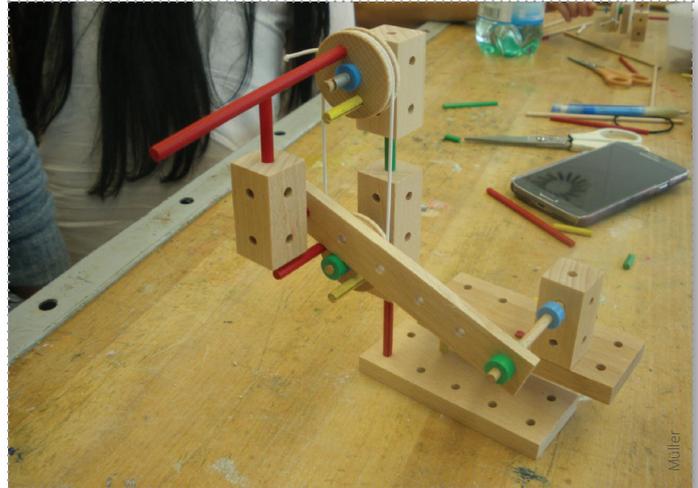


Abb. 2: Konstruktion der SchülerInnen:
Kreisbewegung in Auf- und Abbewegung umwandeln

Bei meinen eigenen Recherchen in Zusammenhang mit der Funktionsweise eines Fahrrades bin ich auf eine wissenschaftliche Abhandlung von Rebecca Lawson mit dem pointierten Titel „The science of cycology“ gestoßen. Auch in dieser Studie wurden Zeichnungen eines Fahrrades analysiert. Rebecca Lawson kommt zu ganz ähnlichen Ergebnissen und spricht in diesem Zusammenhang von „Illusion of Explanatory Depth“, einer Illusion vom Verständnis des Funktionierens alltäglicher Dinge.

Weitere Vorerhebungen zu einigen physikalischen Grundlagen (Kraftbegriff, wichtige physikalische Größen) und zu folgenden Fragestellungen

- Was ist eine Maschine?
- Welche Maschinen benutzt du in deinem Alltag?
- Kannst du erklären, wie diese Maschinen funktionieren?
- Welche Maschinenteile kennst du?
- Traust du dir zu, eine einfache Maschine zu konstruieren?

rundeten das Bild von den Vorkenntnissen meiner SchülerInnen ab. Danach gab es einen Rechercheauftrag, welche „Fahrradmaschinen“ es schon gibt. Die SchülerInnen fanden Bicimaquinas (Guatemala), Wasserfahrräder, und Bilder aus vergangenen Zeiten, z.B. Fahrradmaschinen zum Schleifen von Messern und Scheren.

Der Konstruktions-Baukasten

Im Anschluss daran forderte ich die SchülerInnen dazu auf, sich zu überlegen, wie

die Drehbewegung des Fahrrades in eine Auf- und Abbewegung einer Säge übersetzt werden kann und stellte ihnen dazu Konstruktionsmaterial zur Verfügung (Abb. 2).

Ich hatte dafür über unser WE-Kustodiat aus Schulmitteln drei Matador-Baukästen angeschafft. Ich war ziemlich darüber verblüfft, dass keine einzige SchülerIn Erfahrung mit diesem Material hatte. Die Matador-Baukästen sind nicht (mehr) gebräuchlich, erfreuten sich aber offenbar gerade dadurch großer Beliebtheit. Einige SchülerInnen waren ganz aus dem Häuschen darüber, was man damit alles machen kann, nachdem ich ihnen die einfachsten Prinzipien der Handhabung erklärt hatte. Ich kann das Material auf Grund meiner Erfahrungen zur Veranschaulichung mechanischer Prinzipien nur wärmstens empfehlen. Die SchülerInnen arbeiteten jeweils zu zweit, und nicht alle Paare kamen eigenständig zu einem brauchbaren Ergebnis. Manche Konstruktionen muss man – vor allem auf Grund ihrer Instabilität unumwunden als gescheitert bezeichnen.

Die Fahrrad-Säge

Die Umsetzung war dann viel aufwändiger, als zuvor gedacht. Die Unterstützung von MitarbeiterInnen einer Fahrradwerkstätte erwies sich als segensreich. Statt eines Fahrrades (Abb. 3) haben wir schließlich einen alten Hometrainer (Abb. 4) umgebaut, da sich die Montage des Fahrrads auf eine Unterlage als zu wackelige Sache erwies.



Abb. 3: Der Fehlversuch

Nach vielen Wochen und einigen Irrwegen kam der lang ersehnte Moment. Ein „Hometrainer mit Säge“ war fertig! Würde alles funktionieren? Ja! Jede/r Einzelne der Gruppe klatschte mit dem Betreuer aus der Fahrradwerkstätte ab, schwang sich auf das Rad und sägte ein Sperrholzrestchen auseinander.

■ **Gabriele Müller** ist Lehrerin an der Bundesbildungsanstalt für Elementarpädagogik (BA-fEP) in Linz.

Literatur:

Lawson, R. (2006). The science of cycology: Failures to understand how everyday objects work. *Memory and Cognition*, 34, 1667-1675. Available by <https://www.liverpool.ac.uk/~rlawson/cycleweb.html> [2017-10-09]
 Müller, G. (2018). *Radeln bringt Sägen*. IMST-WIKI. Online unter https://www.imst.ac.at/files/projekte/2096/berichte/2096_Langfassung_Müller.pdf



Abb. 4: Hometrainer statt Fahrrad



Der Projektbericht von Gabriele Müller ist im IMST-Wiki online:
www.imst.ac.at/wiki



Radeln bringt Sägen

von Regine Mathies

InnVET – Innovation in Vocational Education and Training Innovationscluster Berufsbildungsforschung (Entwicklungsverbund WEST)

Im Mai 2015 wurde in Innsbruck der **Innovationscluster Berufsbildungsforschung** ins Leben gerufen, welcher in Kooperation von Pädagogischer Hochschule Tirol (Berufspädagogik) und Universität Innsbruck (Wirtschaftspädagogik) getragen wird (Abb. 1).

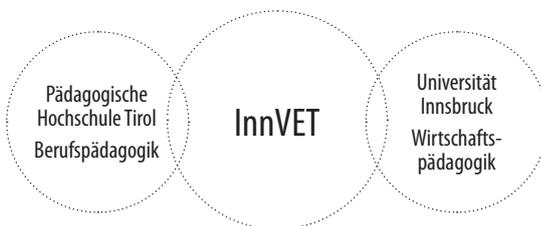


Abb. 1: Beteiligte Organisationen

Diese Kooperation ist eine Pionieraufgabe, die die Forschungslandschaft Österreichs entsprechend bereichert und für die berufliche Bildung großes Potential birgt, weil es aktuell wenig Forschungseinheiten gibt, die sich wissenschaftlich mit Zugängen zu Diagnostik und Weiterentwicklung des österreichischen Berufsbildungssystems befassen.

Die Qualität der beruflichen Bildung ist ein wesentlicher Faktor für die Sicherung und Entwicklung der Wirtschaftsleistung eines Landes. Gleichzeitig sind die Systeme beruflicher Bildung gerade auch in sozial- und bildungspolitischer Hinsicht besonders bedeutsam, integrieren sie doch (im deutschsprachigen Raum) den weitaus größten Anteil der nachwachsenden Generation in Arbeitswelt und Gesellschaft (vgl. z.B. Bundesinstitut für Berufsbildung, Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft, Statistik Austria). Dieser Zusammenhang wurde besonders in der Finanz- und Wirtschaftskrise (Stichwort: Jugendarbeitslosigkeit) deutlich.

Eine hochschulisch verankerte Berufsbildungsforschung ist daher unabdingbar – insbesondere für den Bereich der dualen Berufsausbildung. Dies gilt sowohl für die Mikroebene (beruflicher Unterricht und

Unterweisung am Arbeitsplatz), die Mesoebene (curriculare Innovationen) als auch für die Makroebene (Gesamtsystematik des Bildungswesens).

Der Innovationscluster Berufsbildungsforschung hat die Aufgabe, interessenspolitisch unabhängige Forschung und Innovation im Bereich der beruflichen Bildung zu fördern und eine forschungsgeleitete Lehre an den Partnerhochschulen zu unterstützen. Die Ergebnisse dieser Forschungsbemühungen werden dabei nicht nur in die Ausbildung von zukünftigen Lehrenden integriert, sondern auch durch spezifische Diffusionsstrategien an die Region und ihre Akteure zurückgespielt.

In der Kooperation der Innsbrucker Wirtschaftspädagogik mit der Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Tirol in einem Innovationscluster werden die Kompetenzen beider Institutionen gebündelt und zur Erschließung von Innovationen genutzt. Zum einen wird über die Einbindung der Wirtschaftspädagogik in die internationale Scientific Community der Zugang zur internationalen Diskussion der Lehr-Lernforschung im berufsbildenden Bereich gesichert und ausgebaut, zum anderen bietet der Kontext der Pädagogischen Hochschule ein sehr gutes empirisches Feld für die Erprobung und Umsetzung von Innovationen beruflicher Aus-, Fort- und Weiterbildung und der beruflichen LehrerInnenbildung.

Abbildung 2 zeigt die vier Arbeitsbereiche des Innovationsclusters Berufsbildungsforschung.

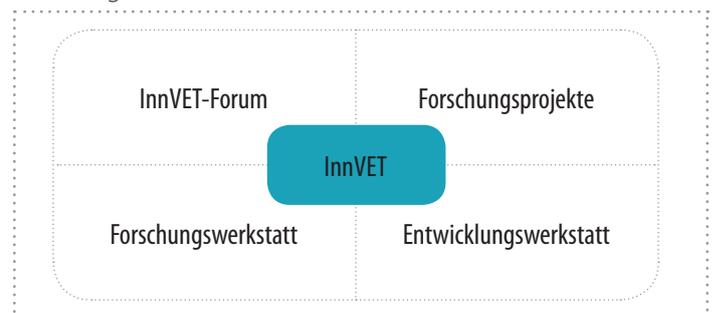


Abb. 2: Arbeitsbereiche bei InnVET

In den vier Arbeitsbereichen geht es um Vernetzung von Forschung und Entwicklung, mit folgenden Schwerpunkten:

InnVET-Forum

- Impulse, Kontakte, Unterstützung
- Wissenschaft-Praxis-Kommunikation
- Zukunftswerkstatt Berufsbildung

Forschungswerkstatt

- Regelmäßige Treffen Uni und PHT
- Forschungsprofessionalisierung

Entwicklungswerkstatt

- Didaktische Innovationen
- Begleitforschung zur Implementierung neuer Curricula
- Forschungsgeleitete Lehre
- Bachelor- und Masterarbeiten in Kooperation mit Betrieben und berufsbildenden Schulen

Forschungsprojekte

- Wissensgenerierung
- Publikationen

In allen Feldern ermöglicht die Zusammenarbeit eine gewinnbringende Integration wissenschaftlicher und professionspraktischer Expertise beider Institutionen und gewährleistet damit die Umsetzung einer wissenschafts- und professionsorientierten Berufsbildung.

■ **Regine Mathies** ist Institutsleiterin am Institut für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Tirol und verantwortet in dieser Funktion die InnVET-Aktivitäten für die Pädagogische Hochschule.



Part of your life. Part of tomorrow.

Wir machen das Leben einfacher, sicherer und umweltfreundlicher. Mikrochips von Infineon Austria kommen zum Einsatz, wo Strom effizient erzeugt, übertragen und genutzt wird. Sie sichern unseren digitalen Datenaustausch, senken den Schadstoffausstoß von Autos und ermöglichen automatisiertes Fahren.

www.infineon.com/austria





Kooperation der Pädagogischen Hochschule Tirol mit IMST zwecks Implementierung forschenden Lernens in die LehrerInnenausbildung

von **Ingrid Hotarek** und **Regine Mathies**

Die Pädagogische Hochschule Tirol entwickelte in Kooperation mit IMST ein Konzept, das sich, beginnend mit dem Studienjahr 2010/11, optimal in die Studienstruktur der Lehramtsausbildung von BerufsschullehrerInnen und LehrerInnen des technisch-gewerblichen Fachbereichs an berufsbildenden mittleren und höheren Schulen (BMHS) implementieren ließ. Die Durchführung des sehr erfolgreichen Konzepts erfolgte bis Mitte 2018, konnte aber aufgrund der Umstrukturierung des IMST-Programms nicht fortgeführt werden. Dies erscheint umso bedauerlicher, da sich hierbei nicht nur nachhaltig vielfältige, individuelle Kompetenzen der Beteiligten ausbilden konnten, sondern auch ein Beitrag zur Schulentwicklung geleistet wurde.

Im Rahmen des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit – Labor, Werkstätte & Co“ wurden an der PH Tirol von IMST geförderte Unterrichts- und Schulprojekte im Rahmen der Ausbildung umgesetzt. Die Studierenden wählten für ihre Forschung und Projektabwicklung Fragestellungen aus, die der eigenen Unterrichtspraxis

erwachsenen sind. Die abgeleiteten Forschungsfragen waren auch der exemplarischen Entwicklung und Erprobung neuer, innovativer Lösungsansätze gewidmet, die zur Verbesserung der Unterrichts- und Schulqualität beitrugen. Jedes Projekt fungierte dabei als Experimentierraum der pädagogischen Weiterentwicklung und Erkenntnisgewinnung der studierenden LehrerInnen auf Basis der intendierten Theorie-Praxis-Verzahnung, da sowohl der Forschungsverlauf als auch die -ergebnisse fortlaufend in den Lehrveranstaltungen reflektiert wurden. Die studentische Forschung erfolgte somit in der eigenen Unterrichtspraxis und wurde im Rahmen der berufsbegleitenden Ausbildung an der PH Tirol systematisch wissenschaftstheoretisch und forschungsmethodisch begleitet.

Die Einbindung der Projektabwicklung in die Ausbildung der PH Tirol erfolgte entlang der bestehenden studienorganisatorischen Konzeption und im Einklang mit den curricularen Vorgaben, die forschendes Lernen als wesentliches Kriterium akademischer Qualifizierung fordern:

FACHDIDAKTISCHE
FORSCHUNG

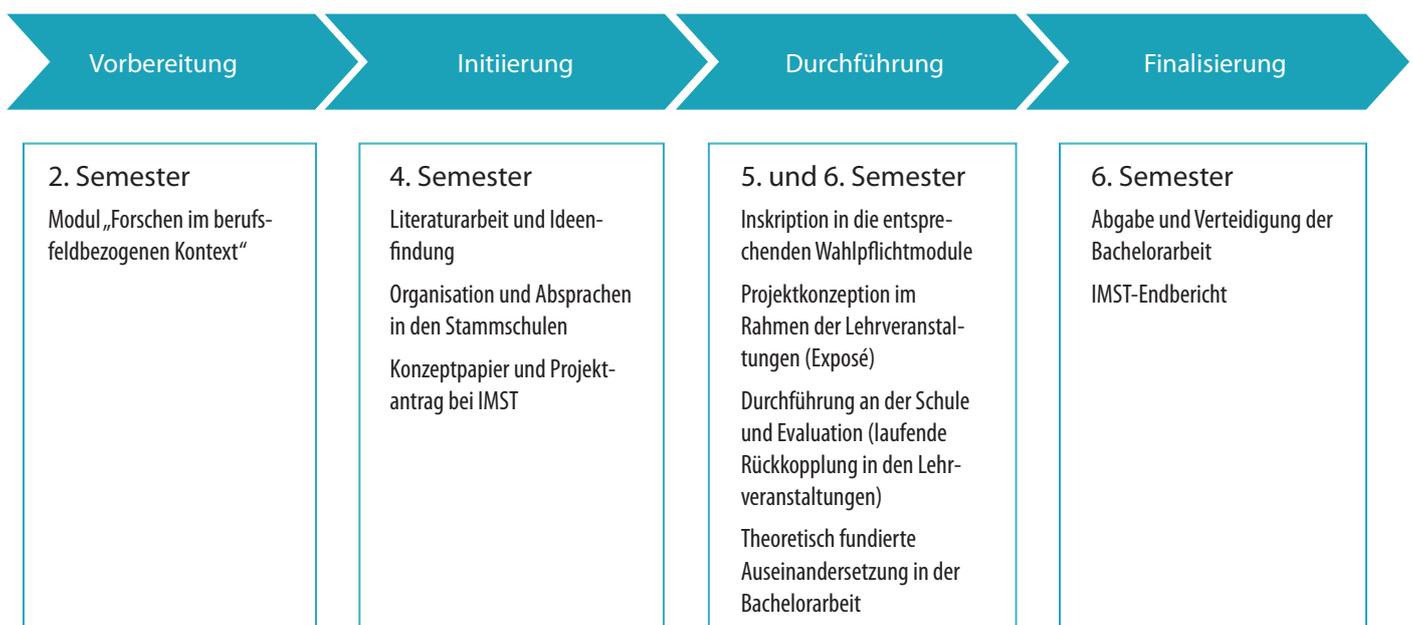


Abb. 1: Prozessmodell, eigene Abbildung

So konnten in den letzten sieben Jahren 46 IMST-Projekte abgewickelt werden, die nicht nur zu einer hervorragenden Professionalisierung der beteiligten Lehrkräfte im Sinne der Verankerung eines reflexiven Grundgedankens führten. In einigen Fällen wurden auch Folgeprojekte abgehalten, die zu einer nachhaltigen, positiven Veränderung der Unterrichts- und Schulqualität beitrugen. Beispielsweise wurde aufgrund eines IMST-Projekts der Unterricht in einer Großküche anschließend effektiver gestaltet, und an einer HTL erfolgt nun – beginnend bei der Planung bis hin zur Dokumentation der Produktion von Werkstücken – ein nahezu papierloser Ablauf. In einer weiteren technischen Lehranstalt wurde der Umweltgedanke gelebt, indem eine Brünieranlage von den Schülerinnen und Schülern geplant und hergestellt wurde, die zu einer nachhaltigen Verwendung des Outputs von Werkstättenunterricht führte.

Abschließend erfolgt eine exemplarische Darstellung einer konkreten studentischen Praxisforschung, die sich über einen Zeitraum von zwei Jahren erstreckt. Beginnend beim Erwerb von benötigtem Grundlagenwissen wurde den Studierenden die Möglichkeit geboten, die Projektarbeit im Rahmen der studienabschließenden Bachelorarbeit zu finalisieren, die in einem engen Zusammenhang mit dem zu verfassenden IMST-Endbericht stand. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde dabei nicht nur der Projektlauf detailliert beschrieben, sondern es wurden auch für das jeweilige Projekt relevante Forschungsaspekte untersucht. Die daraus entwickelten Forschungsfragen wurden einer theoretischen Fundierung zugeführt, und es erfolgte eine adäquate und auf wissenschaftlicher Basis begründete Messung und Auswertung der ausgewählten Gesichtspunkte. Als Beispiel hierfür können die Förderung von Teamfähigkeit im Unterricht, die Etablierung von vernetztem Denken, die Auswirkungen von problem-based learning oder auch blended learning genannt werden. So erfolgte mithilfe von IMST eine enge Verzahnung von schulpraktischer Seite und forschungsrelevanten Aspekten, die zu einer umfassenden und tiefgreifenden Entwicklung von Lehrerkompetenzen beitrug.

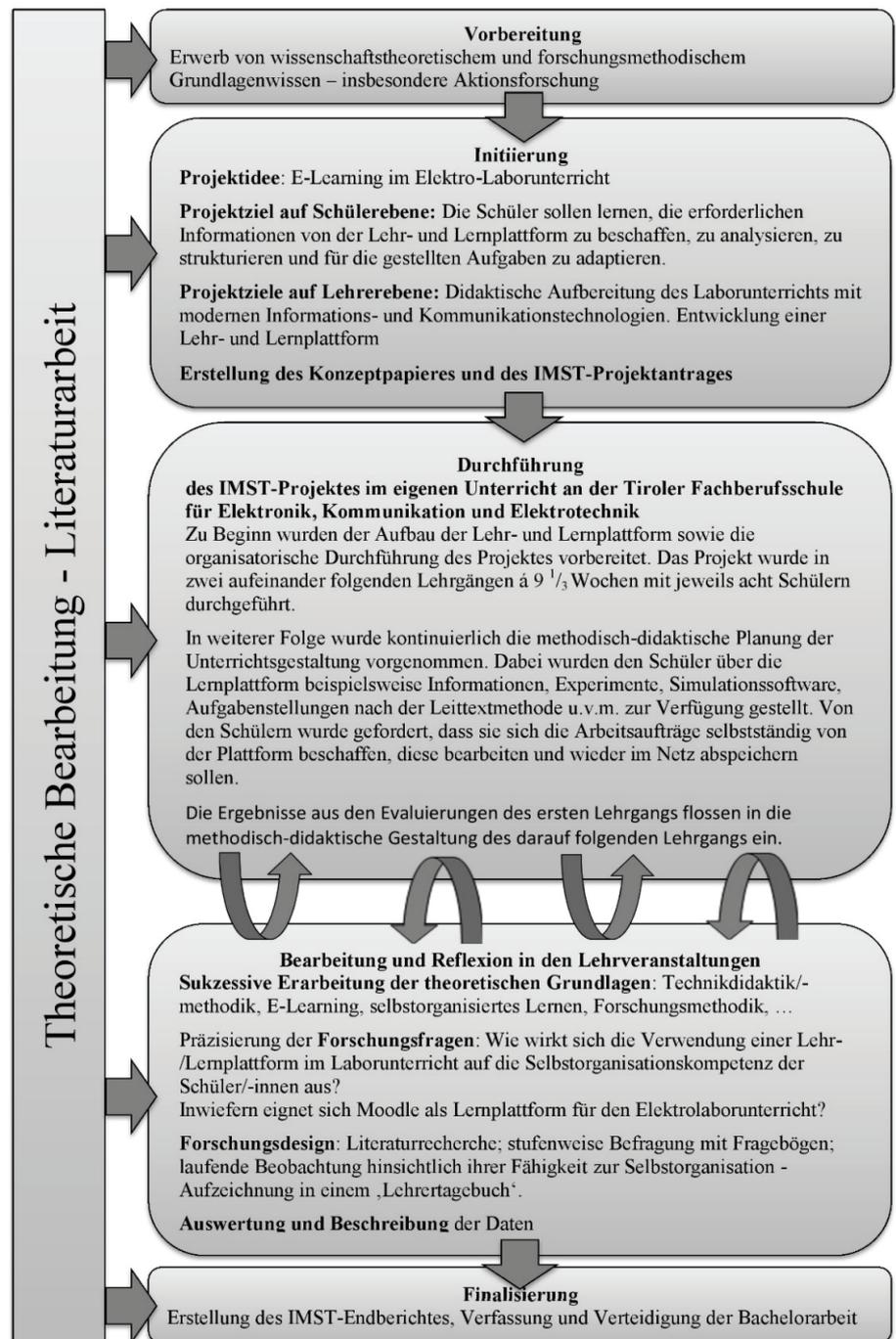


Abb. 2: Exemplarische studentische Praxisforschung, eigene Abbildung

- **Ingrid Hotarek** ist Mitarbeiterin im IMST-Themenprogramm „Kompetent durch praktische Arbeit“ und ist Studienleiterin „Duales Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe“ an der Pädagogischen Hochschule Tirol.
- **Regine Mathies** ist Institutsleiterin am Institut für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Tirol und verantwortet in dieser Funktion die InnVET-Aktivitäten für die Pädagogische Hochschule.



Autonom handlungsfähig durch praktische Arbeit?

Der Einsatz von offenen Aufgaben im praktischen Unterricht

von **Brigitte Koliander**

Die hier beschriebene Untersuchung wirft einen Blick auf **Labor- und Werkstättenunterricht an berufsbildenden Schulen**. Die Fragestellung ist, in welcher Weise die Ziele der Lehrpersonen hinsichtlich der Kompetenzentwicklung ihrer SchülerInnen mit der Offenheit der Aufgabenstellungen zusammenhängen. In diesem Artikel wird das Ergebnis des Zusammenhangs der Offenheit der Aufgabenstellungen mit dem Kompetenzbereich „Autonome Handlungsfähigkeit/ Realisieren von Lebensplänen und Projekten“ vorgestellt. Autonome Handlungsfähigkeit ist eine der drei Hauptkategorien des DeSeCo – Modells (Definition and Selection of Competencies; Rychen, Salganik, & McLaughlin, 2003).

Als Datenquelle werden von den Projektberichten des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“ im Zeitraum 2009-2018 erstellte Berichte aus Berufsbildenden Schulen (kurz BBS) genutzt, in denen Aufgabenstellungen so genau beschrieben werden, dass auf deren Offenheit rückgeschlossen werden kann.

Offene und weniger offene Aufgabenstellungen

In der Didaktik der Naturwissenschaften und in der Technikdidaktik wird die Umsetzung selbstständigen Problemlösens durch Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Labor- und Werkstättenpraxis immer wieder diskutiert. Begriffe wie Forschendes Lernen und Inquiry (Chu,

Reynolds, Tavares, Notari, & Lee, 2017; Osborne, 2014), handlungsorientiertes Lernen in der Berufsbildung (Czycholl & Ebner, 2006), aber auch der Begriff der Gestaltungskompetenz (Stoltenberg & Burandt, 2014) zielen auf den Erwerb von Problemlösekompetenzen in realen Kontexten. Je nach der Offenheit der gestellten Aufgaben gibt es dabei mehr oder weniger Entscheidungsfreiheit für die Schülerinnen und Schüler. In der vorliegenden Arbeit wurde für die Klassifizierung von Aufgabenstellungen nach ihrer Offenheit das in Abbildung 1 dargestellte Modell der Level of Inquiry grundgelegt (Abrams, Southerland & Evans, 2008).

Bei der Anwendung der Level auf die Praxis in den berufsbildenden Schulen ergab sich die Notwendigkeit, diese Level in etwas anderer Weise zu definieren als Abrams, Southerland & Evans es für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorschlagen. Wird Inquiry im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt, so sollte eine konkrete Fragestellung am Beginn stehen, z.B.: Wie ist der Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Produktion von Ethanol beim Einsatz von Trockenhefe bei der alkoholischen Gärung? Wird Inquiry im Labor- oder Werkstättenpraxis an den berufsbildenden Schulen als didaktisches Instrument genutzt, so steht in den untersuchten Schulen ein gewünschtes herzustellendes Produkt am Beginn: z.B. (in der Glasfachschule) ein Trinkglas mit Gravur für ein

Level of Inquiry	Fragestellung	Planung des Vorgehens	Theoriebezug, Interpretation, Bewertung der Ergebnisse
Level 0	Durch die Lehrperson vorgegeben	Durch die Lehrperson vorgegeben	Durch die Lehrperson vorgegeben
Level 1	Durch die Lehrperson vorgegeben	Durch die Lehrperson vorgegeben	Offen durch die SchülerInnen
Level 2	Durch die Lehrperson vorgegeben	Offen durch die SchülerInnen	Offen durch die SchülerInnen
Level 3	Offen durch die SchülerInnen	Offen durch die SchülerInnen	Offen durch die SchülerInnen

Abbildung 1: Level of Inquiry (Abrams, Southerland & Evans, 2008) (übersetzt von der Autorin)

Inquiry Level nach Abrams, Southerland & Evans			Level für Aufgabenstellungen in praktischen Fächern an BBS		
Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3
Fragestellung vorgegeben; Untersuchung nach Anleitung; SchülerInnen interpretieren die Ergebnisse	Fragestellung vorgegeben; SchülerInnen planen die Untersuchung; SchülerInnen interpretieren die Ergebnisse	Fragestellung wird von den SchülerInnen entwickelt; SchülerInnen planen die Untersuchung; SchülerInnen interpretieren die Ergebnisse	gewünschtes Ergebnis (Produkt, Dienstleistung) vorgegeben; praktische Arbeit nach Anleitung; SchülerInnen sollen Theorie und Praxis verbinden	gewünschtes Ergebnis (Produkt, Dienstleistung) vorgegeben; SchülerInnen planen die Durchführung; SchülerInnen nutzen Theorie für die Gestaltung der Praxis	gewünschtes Ergebnis (Produkt, Dienstleistung) von den SchülerInnen festgelegt; SchülerInnen planen die Durchführung; SchülerInnen nutzen Theorie für die Gestaltung der Praxis

Abb. 2: Unterschiede in der Beschreibung der Level nach Abrams, Southerland & Evans und der an den Praxisunterricht der BBS angepassten Level

spezifisches Event. In Abbildung 2 wird dieser Unterschied zwischen den Definitionen von Abrams, Southerland & Evans und der Praxis in den berufsbildenden Schulen zusammengefasst.

Auswertung und Ergebnisse

In einem ersten Schritt wurden die drei Kategorien für die BBS genutzt, um die elf Berichte aus der BBS nach ihrer Offenheit zu ordnen. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis hinsichtlich der Offenheit der Aufgabenstellungen. Drei Berichte enthalten Aufgabenstellungen auf Level 1, je vier Berichte enthalten Aufgabenstellungen auf Level 2 bzw. Level 3 (Abbildung 3).

BBS										
Level 1			Level 2				Level 3			
Bericht A	Bericht B	Bericht C	Bericht D	Bericht E	Bericht F	Bericht G	Bericht H	Bericht I	Bericht K	Bericht L

Abb. 3: Zuordnung der Berichte nach den Levels der Aufgabenstellungen

Um den Zusammenhang mit den aus den Berichten rekonstruierten Zielen der Lehrkräfte hinsichtlich der Kompetenz „**Autonome Handlungsfähigkeit / Subkategorie: Realisieren von Lebensplänen und Projekten**“ detailliert darstellen zu können, wurde in weiterer Folge mit Hilfe qualitativer Datenanalyse (Mayring, 2008) der Subkategorie „Realisieren von Lebensplänen und Projekten“ folgende Codes für aus den Berichten rekonstruierte Ziele zugeordnet:

Autonome Handlungsfähigkeit/ Realisieren von Lebensplänen und Projekten

Selbständig lernen

Selbständig handeln

Verantwortung übernehmen

Entscheidungen treffen

Plan umsetzen wollen und können

Ausdauer

Umgang mit Ressourcen (außer Zeit)

Umgang mit Zeit

Abb. 4: Aus den Berichten rekonstruierte Codes zu „Autonome Handlungsfähigkeit/Realisieren von Lebensplänen und Projekten“

Die Berichte wurden schließlich einzeln hinsichtlich dieser Codes analysiert. In der folgenden Darstellung wird angegeben, welchen der elf Berichte die jeweils links angeführten Codes zugeordnet werden konnten. Die blauen Felder zeigen an, dass zum links genannten Code eine Stelle in diesem Bericht zugeordnet werden konnte.

Abbildung 5 zeigt große Unterschiede zwischen den drei unterschiedlichen Levels. In Laborumgebungen mit Aufgabenstellungen maximal auf Level 1 ist das „Realisieren von Lebensplänen und Projekten“ keine angestrebte Zielkategorie. Hier gibt es zum gesamten Bereich keine einzige



	BBS										
	Level 1			Level 2				Level 3			
	Bericht A	Bericht B	Bericht C	Bericht D	Bericht E	Bericht F	Bericht G	Bericht H	Bericht I	Bericht K	Bericht L
Autonome Handlungsfähigkeit/ Realisieren von Lebensplänen und Projekten											
Selbständig lernen											
Selbständig handeln											
Verantwortung übernehmen											
Entscheidungen treffen											
Plan umsetzen wollen und können											
Ausdauer											
Umgang mit Ressourcen (außer Zeit)											
Umgang mit Zeit											

Abb. 5: Codes zur autonomen Handlungsfähigkeit in den Berichten

Nennung (kein blaues Kästchen). Des Weiteren fällt die Steigerung an Zuordnungen von Codes im Bereich der autonomen Handlungsfähigkeit auf, wenn Lehrkräfte ihren Labor- oder Werkstättenunterricht auf Level 2 oder Level 3 hin öffnen.

Mögliche Interpretationen und Implementierungen

Zuerst muss bedacht werden, dass in diesem Artikel nur eine Unterkategorie der Autonomen Handlungsfähigkeit besprochen wurde. Die Reflexionskompetenz und die Fähigkeit, in einem größeren Kontext zu handeln und unterschiedliche Anforderungen gegeneinander abzuwägen, wären weitere Bereiche, die hier nicht dargestellt wurden.

Diese von der Stichprobe her kleine Untersuchung lässt die Bildung folgender Hypothesen zu, die noch weiter untersucht werden müssen.

In den untersuchten berufsbildenden Schulen wird das Befolgen einer genauen Vorschrift noch nicht als „selbstständiges Handeln“ gesehen. Erst wenn die SchülerInnen auch das Vorgehen selbst planen, beginnen die Lehrkräfte, dies als selbstständiges Handeln wahrzunehmen und zu bezeichnen. Vielleicht ist dieser differenzierte Blick der Lehrpersonen darauf zurückzuführen, dass es relativ viel Praxis gibt und diese genau beschrieben und unterschiedlichen Kompetenzentwicklungen zugeordnet werden muss. Insgesamt zeigt diese Untersuchung bei den ausgewählten BBS-Lehrkräften eine hohe Sensibilität bezüglich des Zusammenhangs zwischen angestrebten Zielen und der Offenheit von Aufgabenstellungen. Es zeigen sich damit Hinweise darauf, dass für das Erlernen autonomer Handlungsfähigkeit Aufgabenstellungen auf Level 2 oder Level 3 als geeignet gesehen werden, die sich wie in den BBS an der Entwicklung konkreter Produkte oder Dienstleistungen orientieren. Die kann für die Auswahl von Aufgabenstellungen, die diese bedeutende Kompetenz im Fokus haben, auch für andere Schultypen eine wichtige Orientierung sein.

samt zeigt diese Untersuchung bei den ausgewählten BBS-Lehrkräften eine hohe Sensibilität bezüglich des Zusammenhangs zwischen angestrebten Zielen und der Offenheit von Aufgabenstellungen.

Es zeigen sich damit Hinweise darauf, dass für das Erlernen autonomer Handlungsfähigkeit Aufgabenstellungen auf Level 2 oder Level 3 als geeignet gesehen werden, die sich wie in den BBS an der Entwicklung konkreter Produkte oder Dienstleistungen orientieren. Die kann für die Auswahl von Aufgabenstellungen, die diese bedeutende Kompetenz im Fokus haben, auch für andere Schultypen eine wichtige Orientierung sein.

■ **Brigitte Koliander** arbeitet am Zentrum für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist organisatorische Leiterin des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“.

Literatur:

- Abrams, E., Southerland, S. A., & Evans, C. (2008). Introduction. Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland, & S. Peggy (Eds.), *Inquiry in the Classroom: Realities and Opportunities* (pp. xi-xlii). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2017). *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning*. Singapore: Springer Science+Business Media Singapore.
- Czycholl, R., & Ebner, H. G. (2006). Handlungsorientierung in der Berufsbildung. In R. Arnold & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (S. 44-54). Heidelberg: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Koliander, B. (2017). *Laborpraxis im Chemieunterricht – Ziele und Wege österreichischer Lehrpersonen*. Dissertation. Universität Wien.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse, Grundlagen und Techniken* (10. Ausg.). Weinheim: Beltz.
- Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Classroom. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 579-599). New York: Routledge.
- Stoltenberg, U., & Burandt, S. (2014). Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In H. Heinrichs & G. Michelsen (Hrsg.), *Nachhaltigkeitswissenschaften* (S. 567-594). Heidelberg: Springer Spektrum.

Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0

Die zunehmende Digitalisierung und vor allem die ständig wachsende digitale Vernetzung verändern die Wirtschaft, die Arbeitswelt und den Lebensalltag in einem nicht erwarteten Ausmaß.

Diese Veränderung geht so rasch und tiefgreifend vor sich, dass von einer „vierten industriellen Revolution“ gesprochen wird. Der Begriff Industrie 4.0 führt die bisherige Beschreibung von disruptiven Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft als „industrielle Revolutionen“ fort. Dabei lösten Innovationen tiefgehende Veränderungen der Arbeitswelt und in Folge massive – und nicht immer friedliche – gesellschaftliche Veränderungen aus:

- die erste industrielle Revolution durch die Verbreitung der Dampfmaschine, z.B. als Antrieb für mechanische Webstühle
- die zweite industrielle Revolution durch die weitgehende Elektrifizierung und Einführung der Fließbandarbeit
- die dritte industrielle Revolution durch die Entwicklung elektronischer und programmierbarer Komponenten und die Automatisierung vieler Prozess-Schritte

Die vierte industrielle Revolution, kurz auch „Industrie 4.0“ oder „Integrated Industry“ genannt, ist durch eine fortschreitende digitale Vernetzung mit der Verketzung gesamter Wertschöpfungsketten

aller Bereiche gekennzeichnet. Aufbauend auf der bereits seit den 70er Jahren erfolgten Automatisierung, angetrieben von der ständigen Weiterentwicklung digitaler Systeme und von der immer einfacheren Nutzung mobiler Endgeräte werden Menschen, Maschinen und Produkte miteinander vernetzt. Abbildung 1 zeigt einige der mit Industrie 4.0 verbundenen Begriffe.

Das *Internet of Things* verbindet Produkte, Maschinen, Sensoren und mobile Geräte innerhalb und zwischen Betrieben, aber auch mit privaten EndnutzerInnen.

In virtuellen Raum werden Rechenkapazität und Speicherplatz zur Verfügung gestellt (*Cloud Computing, Cloud Services*). Die lokalen Geräte können darauf zurückgreifen.

Künstliche Intelligenz (KI) ist weit genug entwickelt, um vom Menschen unabhängig zu lernen, neue Algorithmen zu entwickeln und auch eigenständige Entscheidungen treffen zu können.

Intelligente Algorithmen analysieren große Datenmengen (*Big Data, Data Mining*) und erlauben damit beispielsweise einen Blick auf das Kundenverhalten und die datengestützte Entwicklung von Produkten, Dienstleistungen und Herstellungsprozessen.

Durch ein ständig fortschreitendes Informationsnetz können Konsumenten an der Produktion von Gütern beteiligt wer-

von **Norbert Kraker,**
Christian Schrack
und **Brigitte Koliander**

den („Prosumer“). Es wird nicht mehr ein identisches Produkt in vielfacher Ausfertigung erstellt. Es entsteht das eine persönliche Produkt nach den individuellen Wünschen des Kunden (*Losgröße 1*). Und zwar nicht in Handarbeit, sondern rasch gefertigt von autonomen Robotern (zuständig für die physischen Prozesse), die auf digitale Datensysteme zugreifen können (in Summe damit *Cyber-physische Systeme, CPS*). Die Bauteile sind digital codiert und nehmen selbstständig den Weg durch die Fertigung (*Smart Factory*).

Berufsbildung 4.0?

Das berufsbildende Schulwesen will eine Ausbildung auf der Höhe der Zeit anbieten. Sind die Schülerinnen und Schüler nach Abschluss ihrer Ausbildung für das Berufsleben und den Arbeitsmarkt gerüstet? Wie kann erreicht werden, dass die Inhalte an den Schulen aktuell bleiben, dass die Kompetenzen, die vermittelt werden, für die Herausforderungen in Gesellschaft und am Arbeitsmarkt ausreichen? Ein Weg ist, aktuelle technologische Entwicklungen in Lehreraus- und

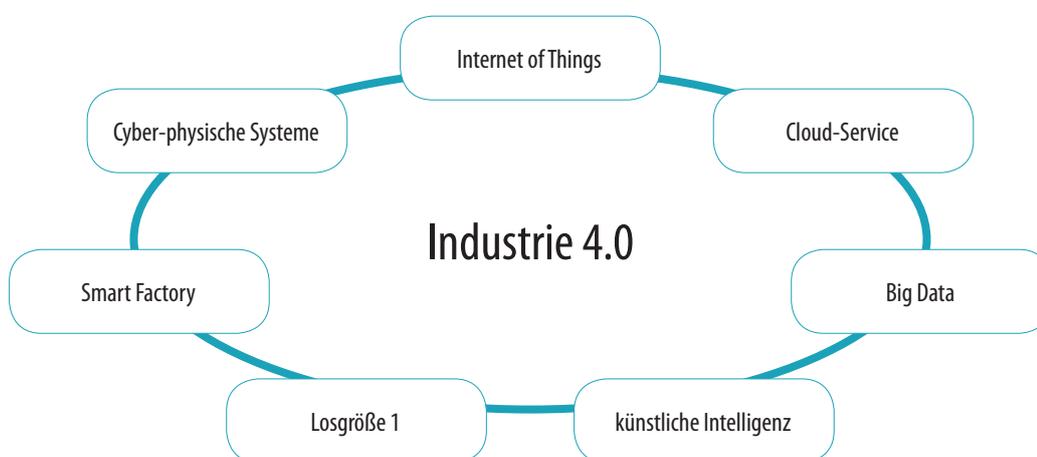


Abb. 1: Begriffe, die mit Industrie 4.0 verbunden sind



Fortbildung zu thematisieren und LehrerInnen dazu zu bringen, sich damit auseinanderzusetzen und ihren eigenen Unterricht und ihre Schulen in diese Hinsicht weiter zu entwickeln.

Die Idee eines dreiteiligen PH-Lehrgangs zu Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0 ging vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung aus und wurde gemeinsam von Ministerium und PH Niederösterreich umgesetzt. Lehrerinnen und Lehrer sollen sich mit Industrie 4.0 auseinandersetzen, und mit anderen berufsbildenden Schulen der Region und Industriepartnern gemeinsam Projekte zur Industrie 4.0 entwickeln. Ein typischer 4.0 Cluster in diesem Lehrgang besteht aus einer Berufsschule, einer HTL, einer HAK, einer HLW oder HLFS in einer Region. Im Lehrgang soll die gemeinsame Projektentwicklung im jeweiligen 4.0 Cluster unterstützt werden. Dazu werden die in Abbildung 1 angesprochenen Themen im Rahmen des Lehrgangs vermittelt. Der erfolgreiche Lehrgangsabschluss entspricht fünf ECTS.

Ziele des Lehrgangs Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0

- Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses für die Anforderungen der Industrie 4.0 – Berufsbildung 4.0
- Erkennen der treibenden und kritischen Faktoren der Digitalisierung der Wirtschaft und der Industrie 4.0 Methoden und des damit verbundenen Ausbildungsbedarfs
- Umsetzung eines gemeinsamen Industrie 4.0-Vernetzungsprojekts mit technischen, wirtschaftlichen, arbeits- und sozialwissenschaftlichen Aspekten unter Beteiligung verschiedener Schulararten und Praxis- und Forschungspartner
- Initiierung der Schulentwicklung am Schulstandort unter dem Aspekt von Berufsbildung 4.0 und der neuen Kommunikationsformen

Ergebnisse aus dem ersten Durchgang des Lehrgangs

Die Projekte, die von den Schulen entwickelt wurden, sind durchwegs verblüffend, erstaunlich, faszinierend und einzigartig. Hier werden stellvertretend

zwei Beispiele aus den 14 Projekten dieses Lehrgangs vorgestellt.

Projekt „Intelligente Mobilität“

Die SchülerInnen und Lehrpersonen der Fachberufsschule Villach, die SchülerInnen und Lehrpersonen der HLW Hermagor und ihr Partner aus der Wirtschaft, die Firma INFINEON, haben im Projekt „intelligente Mobilität“ an einem „digitalisierten“ und trotzdem noch preiswerten Rollstuhl gearbeitet.

Ziele des Projekts waren:

- Es soll für einen handelsüblichen Rollstuhl eine universelle Fahrunterstützung gebaut werden.
- Die Zielgruppe sind Senioren die Probleme haben, sich selbstständig im Haus fortzubewegen.
- Durch Betätigen des Joysticks soll der Rollstuhl gesteuert werden. Wird der Hebel losgelassen, soll er sofort stehen bleiben.
- Vor Beginn der Arbeiten soll eine Machbarkeits- und Bedarfsanalyse durchgeführt werden.

Bei der Präsentation ein Jahr danach fährt der Rollstuhl vor unseren Augen durch den Raum. Der Rollstuhl kann nun aus der Ferne herangerufen werden. Er kann über die einfach zu bedienende „Fernsteuerung“ mit dem Joystick von der darin sitzenden Person gesteuert werden (Abb. 2).

Projekt: „Mobilität, Energie, digitale Vernetzung, Informationsgewinn und Austausch“

In diesem Projekt vernetzen sich das TGM, die Hertha Firnbergschule, die Schumpeper Handelsakademie und Handelsschule, die Berufsschule Apolllogasse und das Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe der TU Wien.

Langfristige Ziele in diesem Projekt sind

- Photovoltaik-Anlagen sollen auf Schulen (HTLs, Gym, NMS) errichtet werden (Speicher, Energiemanager mit Monitor in den Schulen)
- und diese sollen vernetzt werden: Daten über Erzeugung, Verbrauch, Einsparung, etc. können ausgetauscht werden



Abb. 2: Rollstuhl mit der „Fernsteuerung“ (in Rot)



Nach einem Jahr ist im Verbund durch eine Diplomarbeit an der TU Wien Folgendes entwickelt worden:

- Informationen für Schulen über die Möglichkeiten der Errichtung von Photovoltaik-Anlagen
- ein Photovoltaik-Koffer für den Einsatz in Schulen, samt begleitenden Arbeitsblättern und Informationen

In die Entwicklung dieses Koffers und der Begleitmaterialien waren die Lehrpersonen der beteiligten Schulen eingebunden. So gibt es von Finanzierungsbeispielen über praktische Übungen mit dem Koffer bis hin zu Kurvendiskussionen im technischen Bereich etwa 50 Beispiele für unterschiedliche Fächer, alles zum Thema Photovoltaik.

An den Schulen wurde dieser Koffer bereits eingesetzt und mit ziemlicher Begeisterung aufgenommen.

Fazit

Einerseits zeigen alle 14 im Rahmen des Lehrgangs betreuten Projekte, dass die Zusammenarbeit unterschiedlicher Schularten in einer Region mit Industriepartnern möglich und umsetzbar ist. Der erste Durchgang des Lehrgangs Oktober 2017 bis Oktober 2018 hat auch aufgezeigt, in welcher Form unterschiedliche Schulen, deren Lehrpersonen und Lernende ihre inhaltlichen Schwerpunkte einbringen können und wie dadurch Projekte entstehen, die von vornherein beispielsweise ökonomische, ökologische Aspekte und technische Aspekte verbinden. Die entstandenen Projekte zeigen darüber hinaus Möglichkeiten für andere Schulen auf, wie man berufliche Ausbildung anhand der Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen im Kontext von Industrie 4.0 für Lernende attraktiv und nachhaltig machen kann.



Abb. 3: Photovoltaik-Koffer

- **Norbert Kraker** ist Vizerektor an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich.
- **Christian Schrack** ist Fachexperte für Digitalisierung in der Berufsbildung und innovative, bildungspolitische Vorhaben im Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung.
- **Brigitte Koliander** arbeitet am Zentrum für Berufspädagogik der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist organisatorische Leiterin des IMST-Themenprogramms „Kompetent durch praktische Arbeit“.



Verleihung der IMST-Awards 2018

Am 16. November 2018 sind die diesjährigen IMST-Awards an österreichische BildungsexpertInnen und Projekte vergeben worden. Der mit EUR 1.500,- dotierte Preis fördert herausragende Unterrichts- und Schulprojekte für Mathematik, Informatik,

Naturwissenschaften, Technik und Deutsch (MINDT) sowie verwandte Fächer. Ausgezeichnet wurden sechs SiegerInnenprojekte aus verschiedenen Schulstufen bzw. Schultypen, die eine Fachjury heuer aus 64 Einreichungen auswählte.

Kategorie 1.–4. Schulstufe: Unterstützung des selbstständigen Arbeitens durch die Lernplattform Skooly

Tanja Hofer (Volksschule Rattersdorf, Tirol)

In der einklassigen Volksschule Rattersdorf (17 Kinder) wird mit Unterstützung der Lernplattform Skooly sehr individuell und differenziert unterrichtet. Geschwindigkeit, Art der Erarbeitung, Lernhilfen und Lernmaterial kann der/die SchülerIn selbst bestimmen. „Skooly-Bücher“ beinhalten Erklärungen, Lernvideos und Online-Übungen zu den einzelnen Themen. Digitale Bücher können individuell freigeschaltet und bearbeitet werden. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, alle Lerntypen anzusprechen und individuelles Arbeiten zu ermöglichen. SchülerInnen können die Erklärungen beliebig oft lesen, anschauen und anhören, was für die Übung zuhause sehr praktisch ist. Nach Gesprächen mit den Verantwortlichen des Bildungsservers wurde ein Tool erstellt, das dem/der LehrerIn ermöglicht, Spiele, Übungen, Erklärungen und Videos zu einem Thema gesammelt anzubieten und diese einzelnen SchülerInnen freizuschalten. Dieses Tool nennt sich „Skooly-Buch“ und ist wie ein Buch aufgebaut, in dem die SchülerInnen blättern können. Ziel dieses Projektes war nun, die-



se Skooly-Bücher zu erstellen beziehungsweise zu befüllen und sie in den Unterricht zu implementieren.

Kategorie 5.–8. Schulstufe: Talenteschiene

Christine Gigerl, Karin Auer, Barbara Jauk-Safran, Mag. Franz Koch (NMS Schwanberg, Steiermark)

An der NMS Schwanberg gibt es ab dem Schuljahr 2018/19 eine Talenteschiene. Fünf Minuten von jeder Unterrichtsstunde am Vormittag werden jeden Tag zwischen 10:25 und 10:55 zu 30 Minuten zusammengefasst und in dieser halben Stunde täglich haben talentierte und/oder interessierte Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, Angebote aus Chemie, Physik, Robotik, Informatik, Technisches Werken, Geometrisches Zeichnen, CAD-Zeichnen, Mathematik etc. in Anspruch zu nehmen, die Lehrerinnen und Lehrer der NMS Schwanberg in dieser Zeit anbieten. Tägliche Angebote unter dem Deckmantel der Freiwilligkeit führen dazu, dass Schülerinnen und Schüler in die Technik schnuppern, täglich neu die Chance haben, eines der Angebote in Anspruch zu nehmen, und die Hemmschwelle verlieren. Über Versuche wird das Interesse für die dahintersteckenden Unterrichtsgegenstände geweckt, werden die Anwendungsmöglichkeiten im Alltag aufgezeigt und wird ein notendruckfreier Zugang ermöglicht. Nachdem diese fünf Minuten pro Unterrichtsstunde von den Lehrerinnen und Lehrern in diesem Zeitfenster erbracht werden müssen, gibt es für diese Talenteschiene einen fixen Plan und somit Kontinuität über das gesamte Schuljahr.



Die Patenschaft für dieses Projekt übernimmt die Wirtschaftskammer Österreich.





Kategorie 9.–13. Schulstufe: Industrie 4.0 und IoT im Unterricht

Dipl.-Ing. Kurt Albrecht, Klaus Schröcker, Heimo Breitegger, Egon Fitz (HTL Bregenz, Vorarlberg)

An der HTL Bregenz, mit den Abteilungen für Elektrotechnik, Maschinenbau und Kunststofftechnik, wird kein Lehrplan mit dediziertem IT-Schwerpunkt unterrichtet. Von unseren AbsolventInnen wird dennoch ein breites Wissen aus diesem Bereich erwartet. Ziel war es, die Übungen in den Fächern Automatisierungstechnik, Fachspezifische Informationsverarbeitung, Robotik und Prozessdatenverarbeitung und die Laborübungen möglichst rasch mit Industrie 4.0 und IoT (Internet of Things-) Lehrinhalten zu ergänzen. Dafür hat die Schule bereits in den Schuljahren 2015/16 und 2016/17 im Rahmen von Kustodiatarbeiten, FIRST-LEGO-League Forschungsprojekten und bei einschlägigen Diplomarbeiten in Kooperation mit Vorarlberger Firmen einiges an IT 4.0- und IoT-Know-how aufgebaut. Außerdem wurde ein neues IT-Labor eröffnet. Dieses Wissen soll nun möglichst rasch bei den SchülerInnen ankommen. In der Fachgruppe wurde folgende Vorgangsweise beschlossen und im vorliegenden Projekt umgesetzt:

1. Entwicklung eines modularen IoT-Workshops anhand einer konkreten Anwendung.
2. Schulung der Lehrpersonen auf diesem IoT-Workshop.



3. Lehrpersonen unterrichten den IoT-Workshop als Ganzes oder Teilaspekte davon in verschiedenen Klassen.
4. Schwerpunktsetzung im Hinblick auf Industrie 4.0- und IoT-Themen bei der Gestaltung von Übungen und Laborübungen.
5. Schwerpunktsetzung bei Investitionen im Automatisierungs- und IT-Bereich.

Die Patenschaft für dieses Projekt übernimmt Infineon.



Schul- und schulstufenübergreifende Projekte: Green Village

Ing. Wilfried Weigend (HTBLuVA BULME Graz-Göting, Steiermark)

Die HTBLuVA BULME Graz-Göting leistet mit dem neu geschaffenen „Green Village“ einen wichtigen Beitrag zur Bewusstseinsbildung junger Menschen und zu einer praxisnahen, zukunftsweisenden Ausbildung. Die Idee war, die wichtigsten erneuerbaren Energieerzeuger an einem Punkt zu konzentrieren (Energie Dorf zum Angreifen – „Green Village“ besteht aus einer Außenanlage mit drei Containern und einer Freifläche von etwa 280 m² sowie aus einem Werkstätten-Raum (EEN) im Werkstätten-Gebäude mit sechs PV-Flachdachanlagen) und gemeinsam mit über 100 (!) Partnerfirmen aus der Wirtschaft ein österreichweit einzigartiges Ausbildungszentrum zu schaffen. Schülerinnen und Schüler bekommen die Möglichkeit, im fachpraktischen Unterricht Betriebsmittel und Anlagen zu errichten, zu überwachen, zu steuern, zu regeln und zu warten. Im Green Village werden verschiedenste Technologien wie Photovoltaik, Windenergie, Wärmepumpe, Biomassekessel,



HTBLuVA-BULME, von der Elektronik und Technischen Informatik über Elektrotechnik, Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen bis zur Mechatronik.

Die Patenschaft übernimmt der Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie.



Schul- und schulstufenübergreifende Projekte: Mathematik und Naturwissenschaften schultypenübergreifend unterrichten

MMag.^a Julia Marsik, Mag.^a Edita Hadziefendic, Andreas Haslinger, Cigdem Medet (BRG/ORG 15 Henriettenplatz, Wien)

Im Bildungsgrätzel Schönbrunn (Zusammenarbeit von KG, VS, NMS und AHS) haben sich LehrerInnen vom BRG/ORG 15 und der WMS Kauergasse im Schuljahr 2016/17 regelmäßig hospitiert und begonnen, sich besser zu vernetzen. Es kam zu einem ersten Annähern und zum Beginn eines gegenseitigen Verstehens. Bei diesem IMST-Projekt sollte die Zusammenarbeit vertieft und der Naturwissenschafts- bzw. der Mathematikunterricht besser vernetzt werden. Die Lehrkräfte planten ein gegenseitiges Unterrichten an den jeweiligen anderen Schulen, gemeinsame Leistungsfeststellungen und die Erstellung neuer Lernmaterialien. Die Ergebnisse übertrafen alle Erwartungen. Nicht nur gab es Mathematikunterricht in den Projektklassen, der schultypenübergreifend abgesprochen wurde, regelmäßige Besuche an der jeweiligen anderen Projektschule und Schularbeiten, die gemeinsam erstellt und anschließend evaluiert wurden, es fand auch eine Vielzahl von naturwissenschaftlichen und mathematischen Aktivitäten statt, bei welchen sich Schülerinnen und Schüler von mehreren Bildungseinrichtungen trafen und miteinander forschten bzw. zusammen Aufgaben bewältigten. Eines der Highlights des IMST-Projekts waren sicher der zweistündige Stationenbetrieb zum Thema Dreiecke oder die „Science Night“ am BRG 15, an welchen LehrerInnen, SchülerInnen sowie ihre El-



tern von vier Bildungseinrichtungen teilnahmen. Alle Beteiligten freuen sich, dass dieses IMST-Projekt so erfolgreich verlaufen ist, und wollen das Projekt im Schuljahr 2018/19 fortsetzen bzw. auf andere Gegenstände erweitern.

Die Patenschaft übernimmt die Industriellenvereinigung Kärnten.



Institutionsübergreifende Projekte: Straße der Maße

Mag. Dr. Robert Schütty, Rosina Haider BEd. MA, Dr. Hubert Schaupp (Kirchliche Pädagogische Hochschule Graz, Steiermark)

Ziel des Projekts „Straße der Maße“ ist die Steigerung der Kompetenzen im Bereich Größen und Maße (Größenvorstellungen entwickeln und besitzen, Maßeinheiten kennen, Größen messen und schätzen und mit Größen operieren) bei SchülerInnen im Pflichtschulbereich. Durch zahlreiche Rückmeldungen aus der Wirtschaft wurde von der KPH Graz und der Schulaufsicht der Bildungsregion Oststeiermark (PSI Juliane Müller, PSI Günter Raser, PSI Oliver Kölli) das Projekt „Straße der Maße“ initiiert, das mehr Aufmerksamkeit auf den Unterricht von Größen und Maßen lenken soll. Im Laufe des Studienjahrs 2016/17 wurde deswegen ein Konzept erarbeitet, mit dessen Hilfe die Nachhaltigkeit des Größen- und Maße-Unterrichts wesentlich verbessert werden soll. In einer LehrerInnenfortbildungs- und Feedbackreihe bekommen die teilnehmenden LehrerInnen eine Einführung und Anregungen zum Einsatz von evidenzbasierten Lernumgebungen zum Bereich Größen und Maße. Zur Unterstützung der Umsetzung der themenbezogenen Maßnahmen in der Schule erhalten die LehrerInnen Unterlagen mit beispielhaften evidenzbasierten Lernumgebungen und Übungsbeispielen. Es existiert eine Projekthomepage (www.strassedermasse.at), die den LehrerInnen zur Verfügung steht. Im Rahmen des Projekts wird den SchülerInnen auch eine Lernplattform sowohl auf Smartphone als auch auf Tablet und PC ab Oktober 2018 angeboten, mit der sie so-



wohl im Unterricht unter Anleitung der Lehrpersonen als auch selbstständig von zu Hause aus üben und lernen können und so neben den Kompetenzen im Bereich der Größen und Maße auch ihre digitalen Kompetenzen verbessern können. Essentiell für die erfolgreiche Implementierung war der Aufbau einer Steuergruppe (bestehend aus SchulleiterInnen und engagierten LehrerInnen) in der Bildungsregion.