

# Internationale Eisenbahnbetriebswoche als Teil systemischer Eisenbahn-Ausbildung an der Fachhochschule St. Pölten

FH-Prof. Dipl.-Ing. Otfried Knoll, Fachhochschule St. Pölten, Departmentleiter

Dr.-Ing. Jürg Suter, Verein DESM, Präsident

Niederösterreichs Landeshauptstadt St. Pölten ist ein bedeutender Bahnknotenpunkt an der TEN-Donauachse. Hier sind auch Ausbildungseinrichtungen im Eisenbahnwesen tätig, unter anderem die Weichen-Akademie der Weichenwerke Wörth GmbH, das ÖBB-Bildungszentrum Eisenbahn, die ÖBB-Lehrwerkstätte und die Fachhochschule St. Pölten (FHStP).

Fachhochschulen erfüllen einen wichtigen bildungspolitischen Auftrag. Sie sind dazu bestimmt, zukunftsfähige Aus- und Weiterbildung anzubieten, die Beschäftigungsfähigkeit („Employability“) der Absolventinnen und Absolventen sicherzustellen sowie angewandte Forschung zu betreiben. Immer kürzer werdende Lebenszyklen bei Technologien aller Art erfordern dauerhafte Praxisnähe und hohe Kompetenz in Lehre und Forschung, somit auch ein grosses Mass an Veränderungsbereitschaft bei den Lehrformaten: Analytisches Denken, Kooperation, Kommunikation und Kreativität sind insbesondere in Ingenieurberufen unerlässlich und müssen deshalb schon in der Ausbildung gelebt werden.

Fachhochschulen<sup>1</sup> haben somit die Aufgabe, Studiengänge auf Hochschulniveau anzubieten, die einer wissenschaftlich fundierten Berufsausbildung dienen. Das Österreichische Bundesgesetz über Fachhochschulen (FHG) schreibt vor, dass im Rahmen der Studiengänge die Vielfalt wissenschaftlicher Lehrmeinungen und Methoden zu beachten und ein Studium so zu gestalten ist, dass es in der festgelegten Zeit abgeschlossen werden kann. Denn nur während dieses Zeitraums werden die Studienplatzkosten von der öffentlichen Hand finanziert. Insgesamt studieren an der FHStP derzeit rund 3200 Studierende in den verschiedenen Disziplinen. Das Department Bahntechnologie und Mobilität der FHStP bildet Eisenbahningenieure in sechsemestrigen Bachelor- und viersemestrigen Master-Studiengängen mit dem Fokus auf das gesamte Mobilitätssystem aus.

## Thematische und organisatorische Ausrichtung der Studienprogramme

Ausbildungsziel der Bachelor- und Master-Studiengänge ist ein ganzheitliches Verständnis des Eisenbahnwesens und dessen vielschichtiger Systemzusammenhänge. Zu berücksichtigen ist gemäss FHG, dass die Jahresarbeitsleistung der Studierenden sowohl in Bachelor- als auch in Master-Studiengängen 1500 Stunden – das entspricht nahezu einem Vollzeit-Äquivalent einer berufstätigen Person – nicht überschreiten darf. Mit diesen Rahmenbedingungen stellen berufsbegleitend geführte Studiengänge hohe Ansprüche an ein gutes Zeitmanagement, zumal die Studienzeit um die Dauer des verpflichtend zu absolvierenden Berufspraktikums nicht verlängert wird. Da etwa drei Viertel der Bachelor-Studienanfänger im Department Bahntechnologie und Mobilität berufsbegleitend studieren und ihnen somit in den meisten Fällen ein Auslandssemester nicht möglich ist,

war es bei der ständigen Weiterentwicklung der Lehrinhalte ein Ziel, eine verpflichtende Auslandswoche in das Studienprogramm einzubauen, um die Internationalisierung zu stimulieren und gleichzeitig möglichst praxisnahe Erfahrungen aus dem Eisenbahnbetrieb sicherzustellen. Diese Internationale Eisenbahnbetriebswoche wird im Folgenden beschrieben.

Das für alle angebotenen Ausbildungspfade erforderliche technisch-betriebliche Basiswissen wird im Bachelor-Studiengang „Bahntechnologie und Mobilität“ gelehrt. Indem der Unterricht in jedem Semester auf neun Wochenenden (Freitag und Samstag) und in zwei Intensivwochen (Montag bis Samstag) konzentriert ist, nimmt die Stundenplanung auf das beschränkte Zeitbudget berufstätig Studierender mit teilweise langen Anreisewegen besonders Rücksicht. Im Wesentlichen umfassen die Lehrinhalte folgende Bereiche:

- Grundlagen in Mathematik, Physik, Statik, Mechanik, Recht, Wirtschaft, Statistik,
- Elektrotechnik, Elektronik, Energietechnik, Signaltechnik, Telekommunikation,
- Fahrzeug- und Traktionstechnik,
- Unternehmen und Organisation,
- Markt und Kunde,
- Persönlichkeitsentwicklung, Teamführung und Teamentwicklung,
- Business English und Railways in English als angewandte Fachterminologie,
- Eisenbahnbetrieb, Planung und Führung von Eisenbahnsystemen,
- Planung, Bau und technische Instandhaltung von Eisenbahn-Infrastruktur, Baukonstruktion, Grund- und Wasserbau, Baubetrieb, Projektmanagement, Asset-Management,
- Bahn und Umwelt, Abfallwirtschaft, Dekarbonisierung des Verkehrswesens,
- Verkehrsplanung und Verkehrssimulation,
- Verkehrspolitik, Finanzierung des Eisenbahnwesens,
- Unternehmerisches Handeln,
- Wissenschaftliches Arbeiten.

Derzeit studieren im Department Bahntechnologie und Mobilität rund 170 Personen, grossteils berufsbegleitend. Kompakte Jahrgangsgrössen von 30 bis maximal 40 Studierenden ermöglichen workshopartiges Arbeiten. Es ist auch zunehmendes Interesse aus dem europäischen und aussereuropäischen Ausland festzustellen, da es für das Eisenbahnwesen nur wenige Studienorte gibt. Tatsächlich ist die Kombination von akademischem Wissen und praxisorientierter Ausbildung („hands-on-education“) im deutschsprachigen Raum insofern einzigartig, als den Ingenieursaspiranten in den Studienprogrammen und Forschungsprojekten nicht nur Praxisnähe, sondern auch internationale Vernetzung mit Stakeholdern aus der Eisenbahn- und Verkehrsbranche geboten wird. Etliche

der mittlerweile mehr als 300 Alumni sind bereits in verantwortlichen Positionen tätig.

## Können statt nur Wissen

Curricula und didaktische Konzepte zielen darauf, Kompetenzen der Studierenden zu entwickeln und ihre Fähigkeiten anwendungsbezogen zu trainieren. Am Anfang steht die solide Vermittlung der naturwissenschaftlichen, rechtlichen und wirtschaftlichen Grundlagen des Eisenbahnwesens. Um sichtbar zu machen, wofür sie wichtig sind, werden schon in den ersten beiden Semestern die manchmal als trocken empfundenen Grundlagenfächer mit zweitägigen Exkursionen „Betrieb und Werkstätte“ sowie „Bautechnik und Baustellen“ aufgelockert. Klassische Vorlesungen sind weitgehend die Ausnahme, integrierte Lehrveranstaltungen mit praktischen Übungen und realitätsnahen Aufgabenstellungen die Regel. Deshalb findet auch ein Teil der betrieblichen Ausbildung direkt im ÖBB-Bildungszentrum St. Pölten statt. Im hauseigenen Eisenbahn-Labor „railLAB“ stehen Softwareanwendungen zur Fahrplanplanung, Streckenplanung, Simulation von Eisenbahnnetzen, Stellwerksanlagen und Stahlbetonstrukturen oder zur Tragwerksplanung zur Verfügung.

Durch Kooperationen mit weiteren Partnern wie unter anderem DB, Wiener Linien, Wiener Lokalbahnen, Siemens, Bombardier, Voestalpine, Thales und Plasser & Theurer kommen die Studierenden bei Fachexkursionen zu den Schauplätzen des Eisenbahnwesens im In- und Ausland. In Projekten, die die Kerninhalte des Studiums umfassen, werden die wesentlichen Fertigkeiten wie Projekt-, Kapazitäts- und Qualitätsmanagement, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Rechtsgrundlagen sowie Endkundenbedürfnisse trainiert. Zum Abschluss des Masterstudiums üben die Studierenden die Gründung von Eisenbahnunternehmen. Sie erkennen hierbei Zusammenhänge zwischen technischen Systemen und Anforderungen nationaler und europäischer Gesetzgebung, haben Verhaltensweisen in Kooperationen und Konkurrenzsituationen zu berücksichtigen und aus den erarbeiteten Fakten und Annahmen einen Businessplan zu erstellen. Lernergebnis ist dabei die Erkenntnis, dass vernetztes Wissen und echtes Können die wesentlichen Voraussetzungen zur Führung eines Eisenbahnunternehmens sind.

## Internationale Beziehungen: Brücke zwischen Lehre, Forschung und Wissenstransfer

Die Ausbildung ist auf die Anwendbarkeit des Wissens im Gesamtsystem Eisenbahn orientiert. Daher bestehen auch zahlreiche Kooperationen mit Partneruniversitäten wie mit der TU Wien, der Moskauer Eisenbahnuniversität im Rahmen eines Double-Degree-Programms, der TU Brunn sowie mit der FH Erfurt und der ZHAW Winterthur im Rahmen des Joint-Degree-Weiterbildungslehrgangs „Europäische Bahnsysteme“. Um den Studie-



renden weitere Kontakte zu internationalen Know-How-Trägern und Auslands-Praxismöglichkeiten zu bieten, lädt das Department zur jährlichen „International Week“ ausländische Experten zu Gastvorträgen in englischer Sprache ein.

Die Studierenden haben die Möglichkeit, Bachelor- und Diplomarbeitsthemen selbst vorzuschlagen oder aus einem Themenkatalog zu wählen. Die Qualitätssicherung erfolgt vielstufig, unter anderem auch durch Peer-Review der Bachelorarbeiten durch die Studierenden selbst, wodurch deren wissenschaftliche Kompetenz schon früh geschärft wird. Es sind auch alle Mitarbeitenden des zum Department gehörigen Carl-Ritter-von-Ghega-Forschungsinstituts sowohl in der Forschung als auch in der Lehre tätig. Als dritte Säule spielt der Wissenstransfer in Richtung Bahnunternehmen und Bahnindustrie eine zunehmende Rolle, beispielsweise in Bezug auf zeitgemässe Schulungskompetenz oder gesamthafte Systemwissen. Hierfür bietet das Department Firmentrainings an.

### Internationale Eisenbahnbetriebswoche

Im Zuge der Neuausrichtung des Bachelor-Studiengangs Bahntechnologie und Mobilität im Jahr 2017 wurde aus den genannten Überlegungen die Verankerung einer internationalen Eisenbahn-Betriebswoche im dritten Semester beschlossen. Erstmals wurde diese im Januar 2020 durchgeführt. Die Studierenden beschäftigten sich während dieser Woche aktiv mit folgenden Themen:

- Aufgaben und Herausforderungen der DB Netz AG (Hamburg),
- Schiene – Wasser-Güterumschlag im Hochseehafen (Hamburg),
- Kapazitätsmanagement eines dicht befahrenen Netzes und Hub-Logistik (Hannover),
- Betriebsführung unter regulären und aussergewöhnlichen Umständen (Gotha und Zürich),
- Umgang und Aufarbeitung von Ereignissen/Unfällen (Zürich),
- Trassierung und Winterbetrieb von Hochgebirgsbahnen (Albustrecke und Berninastrecke, Schweiz).

Alle Transfers zu den Programm-Standorten in Deutschland und der Schweiz wurden klimaschonend mit der Bahn zurückgelegt.

Die DB Netz AG legte in Hamburg und in Hannover den Schwerpunkt auf Kapazitätsmanagement im Eisenbahnnetz Deutschlands. Vor dem Hintergrund, dass die freigegebenen Mittel zum Infrastrukturausbau auch verbaut werden können müssen, was zu langfristigen Beeinträchtigungen der Betriebsqualität durch hohe Baustellendichte führen kann, wurden Lösungsansätze zur Aufrechterhaltung einer hohen Kapazität auf dicht befahrenen Bahnstrecken diskutiert. Anschliessend wurden für die Studierenden die Transportketten im intermodalen Güterverkehr und die Umschlaglogistik Schiff – Bahn im Hamburger Hochseehafen eindrucksvoll erlebbar. Die „Hamburg Port Authority“ gewährte tiefe Einblicke in ihre Bahn-Leitstelle,

das Bahn-Dienstleistungsportfolio mit Abstell- und Wartungsprozessen und die Herausforderungen an den reibungslosen Ablauf in der Transportkette Wasser – Schiene.

Bei einer Barkassenfahrt zu den riesigen Containerschiffen und Krananlagen wurden die Dimensionsunterschiede Bahn – Hochseeschiffahrt augenscheinlich vorgeführt. Anhand des Projekts „MegaHub Lehrte“ wurden die Besonderheiten und Rationalisierungsmöglichkeiten beim Umschlag zwischen Strasse und Schiene erörtert. Parallel dazu konnten die Studierenden an Simulationssoftware die Herausforderungen für Disponenten zur pünktlichen Abwicklung des Verkehrs „hands-on“ erproben.

Nach dem Programm in Hannover teilte sich der Jahrgang am Ende des zweiten Tages auf: Ein Teil fuhr weiter nach Gotha, ein Teil nach Zürich. In der DB-Fachschule Gotha wird als sogenanntes Eisenbahnbetriebsfeld eine grosse Modellanlage mit durchwegs realen Stellwerksanlagen unterschiedlicher Bauarten in Analogtechnik benützt, um Betriebsführung unter möglichst realistischen Bedingungen anzuwenden. Die Streckenlänge entspricht rund 80 Kilometern. Hier übten die Studierenden während drei Tagen Zugdisposition und Fahrplanbetrieb; dabei konnten sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Österreich und Deutschland herausarbeiten.

### Zielsetzung und Ablauf des Kurses in der Schweiz<sup>2</sup>

Aufgrund des erfolgreichen Praktikums eines Studenten der FHStP im DESM<sup>3</sup>-Labor wurde im Auftrag der FHStP ein Kurs durch den Förderverein DESM entwickelt, der den österreichischen Studierenden einen Einblick in die schweizerische Betriebsführung erlaubt. In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich hat der Verein DESM die Möglichkeit erhalten, diesen Kurs im Eisenbahn-Betriebslabor am ETH-Campus Höggerberg durchzuführen. Dabei sollten die Teilnehmenden während einer Einführung die Struktur und Funktionen des schweizerischen Regelwerks kennenlernen und daraus erste Rückschlüsse über die Grundprinzipien der Betriebsführung ziehen.

Im Hinblick auf die Ziele standen die Tätigkeiten auf der Lehrstellwerkanlage im Be-

triebslabor im Mittelpunkt. Dabei sollten sich die Studierenden Erfahrungen mit der Umsetzung fahrdienstlicher Prozesse und den Zusammenhängen in der Betriebsführung aneignen können. Dazu eignet sich diese Anlage sehr gut, da die gesamten Abläufe an den Stellwerken in Zusammenhang mit den Zügen auf den Bahnhöfen und Strecken beziehungsweise Aussenanlagen direkt beobachtet und nachvollzogen werden können. So kann zum Beispiel bei einem in den Bahnhof einfahrenden Zug der Ablauf für die Freilegung der Strecke und die Rückmeldung am Streckenblock Schritt für Schritt und mit Hilfe der Modellanlage vollständig beobachtet werden.

Aufgrund der vorgesehenen Gruppengrösse von rund 15 Studierenden erschien es während der Planung sinnvoll, den Teilnehmenden die Möglichkeit zu geben, sich selbstständig mit aktuellen, sicherheitsrelevanten Problemstellungen auseinanderzusetzen. In diesem Sinne haben sie den Auftrag erhalten, sich während des Trainings im Betriebslabor auch mit vorbereiteten Fallstudien zu befassen, wobei die Ergebnisse am letzten Tag anlässlich eines Workshops im Plenum vorzutragen waren. Dabei wurden einerseits veröffentlichte Berichte der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) zur Analyse hinsichtlich besonderer fahrdienstlicher Themen vorgelegt, andererseits wurden die Studierenden eingeladen, fiktive Gefährdungsszenarien mit Hilfe der Fahrdienstvorschriften zu untersuchen. Auf diese Weise sollten sie sich ergänzend zu den Übungen auf der Lehrstellwerkanlage im Betriebslabor ein Bild über die schweizerischen Vorschriften und die fahrdienstlichen Prozesse verschaffen.

Die Gruppe Schweiz erhielt gleich nach der Ankunft im Betriebslabor auf dem Höggerberg eine kurze theoretische Einführung und die Einweisung an den Stellwerken. Dabei wurde die Bedienung der verschiedenen Stellwerke zuerst einzeln, anschliessend zusammenhängend mittels Fahrplanbetrieb vermittelt und geübt. Es kam dem Kursverlauf zugute, dass sich unter den Studierenden auch ausgebildete Fahrdienstleiterinnen und Fahrdienstleiter sowie Angehörige anderer Eisenbahn-Berufskategorien befanden. Im Sinne einer Gruppenrotation wurde sichergestellt, dass die Teilnehmenden während des



Elektrische Festlegung der Fahrstrasse am mechanischen Stellwerk im Betriebslabor der ETHZ (Foto: O. Knoll, 15. Januar 2020).



Kursverlaufs möglichst viele verschiedene Stellwerke mit den zugehörigen Bahnhöfen kennenlernen und auch noch Zeit finden, sich ihrer Zusatzaufträge mit den Fallstudien anzunehmen. Durch die Wiederholung des jeweils theoretisch zweistündigen Fahrplanbetriebs wurde eine gewisse Routine für das Kennenlernen der fahrdienstlichen Prozesse ermöglicht.

Bei den Fallstudien erhielten die Studierenden die Ereignisdarstellungen aus zwei ausgewählten Berichten der SUST sowie insgesamt fünf Gefährdungsszenarien. Letztere wurden aus Fällen abgeleitet, die aus der Praxis bekannt sind. Ziel der Übung war es, die Teilnehmenden auf die mögliche Komplexität von Zusammenhängen und Wechselwirkungen innerhalb der Eisenbahnbetriebsführung zu sensibilisieren und damit das Verständnis für die Sicherheitsvorschriften zu fördern. Während sich die Studierenden anhand der SUST-Berichte mit wirklichen Ereignissen befassten, waren die übrigen Szenarien zu folgenden Themen frei erfunden:

– Zustimmung zur Fahrt auf Anlagen mit Gruppenausfahrtsignal,

- Prüfen der Fahrstrasse,
- Fahrt auf Sicht nach Vorbeifahrt bei Halt zeigendem Ausfahrtsignal,
- Aufstellen und Melden von Langsamfahrtsignalen,
- Verwechslung von Sammelbefehlen bei unklarer Übermittlung.

Für die Analyse der Problemstellungen aus den SUST-Berichten arbeiteten die Studierenden in insgesamt drei Teilgruppen. Nach dem Studium der Ereignisdarstellungen und der relevanten Vorschriften ging es darum, entsprechende Erkenntnisse und allenfalls Konsequenzen abzuleiten. Die Ergebnisse aus den Gruppenarbeiten wurden schliesslich im Plenum diskutiert und mit den Ausführungen in den SUST-Berichten verglichen. Damit wurden die Aktivitäten dem Hinweis eines jeden Schlussberichts der SUST gerecht: „Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen und schweren Vorfällen [...] erstellt.“

Die fiktiven Gefährdungsszenarien hingegen wurden im Sinne von Einzelarbeiten analysiert. Dabei wurden die Teilnehmenden ein-

geladen, die relevanten Stellen in den Fahrdienstvorschriften zu ermitteln und dabei ihre Gedanken zu möglichen Ursachen der geschilderten Gefährdungsszenarien festzuhalten sowie Vorschläge für allfällige Verbesserungen auszuarbeiten. Auch diese Ergebnisse wurden zum Schluss des Kurses im Plenum diskutiert. Nach dem Kurs erhielten die Studierenden im Rahmen eines Berichts über die Eisenbahnbetriebswoche zudem Musterlösungen zu den Fallstudien, damit sie im Nachgang ihre Erkenntnisse nochmals reflektieren konnten.

Zusätzlich zum Fahrplanbetrieb auf der Lehrstellwerkanlage und den Fallstudien stellte sich eine Lokomotivführerin der SBB und Mitglied des Vereins DESM als Auskunftsperson zur Verfügung, wobei die Studierenden in Form eines kleinen Podiumsgesprächs ihre Fragen stellen konnten. Diese Gelegenheit wurde rege genutzt, und hat es den Studierenden ermöglicht, ihre Eindrücke aus dem Kurs an den Aussagen der erfahrenen Lokomotivführerin zu reflektieren. Nach zweieinhalb intensiven Betriebstagen im Labor präsentierten die Teilnehmenden schliesslich ihre Ergebnisse aus den Fallstudien.

### Exkursion zur RhB

Nach dem Kurs waren die Studierenden zur freiwilligen Teilnahme an einer Exkursion zur Rhätischen Bahn (RhB) eingeladen. Bereits auf der Fahrt ab Chur wurden die Teilnehmenden aufgefordert, sich mit der besonderen Streckenführung der Albulabahn auseinanderzusetzen. Als Grundlage erhielten sie einen Kartenausschnitt aus dem Jahr 1901 mit dem zugehörigen Geländeprofil und die Aufgabe, eine mögliche Streckenführung zwischen zwei vorgegebenen Punkten einzutragen.

Nach einem Besuch in Bergün, wo sich die Studierenden ein Bild über die Wechselwirkungen zwischen Tourismus, ansässiger Bevölkerung und der Bahn machen konnten, lernten sie am Beispiel der Schneeräumung auf der Berninalinie die Herausforderung des Infrastrukturmanagements einer Gebirgsbahn kennen.

### Wahl der Bildungsinstrumente und Überlegungen zum ETHZ-Betriebslabor

Bei der Auswahl von Ausbildungsinstrumenten für die Schulung von Themen der Eisenbahnbetriebsführung stehen heutzutage offensichtlich nicht mehr viele gesamtheitliche Anlagen zur Verfügung. Gemäss der ursprünglichen Idee der Fachhochschule sollte der Kurs im DESM-Labor durchgeführt werden, das an der Hochschule für Technik und Architektur in Fribourg HTA neu aufgebaut werden sollte. Da sich die HTA nach anfänglichem Interesse sowie vielversprechenden Aussagen vom Projekt wieder distanziert hatte, musste für die Eisenbahnbetriebswoche der FHStP eine neue Lösung gefunden werden.

Oben: Bedienung des elektromechanischen Stellwerks im Betriebslabor der ETHZ (Foto: O. Knoll, 15. Januar 2020).

Unten: Die klassischen „Domino“-Stellwerke eignen sich gut für die schrittweise Abarbeitung von Störungen unter gleichzeitiger Beobachtung der Ausenanlagen und der Züge (Foto: J. Suter, 16. Januar 2020).





Die Studierenden erlangen insbesondere an der Bedienungsfläche „ILTIS“ rasch Routine. Die Grundsätze für die Bedienung der Leittechnik erscheinen in Österreich und in der Schweiz ähnlich (Foto: J. Suter, 16. Januar 2020).

Nach der Aufhebung der Lehrstellwerkanlage im Ausbildungszentrum Löwenberg der SBB per Ende 2018 ist die Anlage im Betriebslabor der ETHZ die letzte ihrer Art in der Schweiz, die spezifisch zu Ausbildungszwecken genutzt werden kann. Trotzdem wurde Mitte Oktober 2019 beschlossen, das Betriebslabor auf Ende 2020 ebenfalls zu schliessen. Davon unabhängig wird die FHStP die Internationale Eisenbahnbetriebswoche in gegebenenfalls angepasster Form weiter durchführen.

Während viele physische und modellbasierte Ausbildungsanlagen nicht aktualisiert und schliesslich aufgegeben wurden, sind neue Instrumente entstanden, die der gegenwärtigen Technologie Rechnung tragen. Solche Anlagen sind jedoch oft spezifisch auf ein Systemelement, wie die Bedienungsfläche des Fahrdienstleiters, ausgerichtet und erlauben kaum mehr einen gesamtheitlichen Blick über die ganzen fahrdienstlichen und sicherungstechnischen Prozesse hinweg. Im Bereich der Betriebsführung sind dabei zum Beispiel die Simulationssysteme der Leittechnik ILTIS zu erwähnen, auf denen das oben erwähnte Beispiel der Streckenfreilegung nicht mehr vollständig visualisiert werden kann, da das Modell der Aussenanlagen fehlt.

Der Einsatz von Modellen für das Lernen versus Lernen im realen Arbeitsprozess wird unter Pädagogen nach wie vor intensiv diskutiert. Die Debatte dreht sich auch um die Frage, wieviel an kostengünstigen Simulatoren durchgeführt werden könnte, und wieviel in realen Prozessumgebungen notwendig sei. Während sich neue Technologien in den Bereichen „Virtual Reality“ und „Augmented Reality“ grosser Beliebtheit erfreuen, warnen Experten jedoch seit Jahrzehnten auch vor der zunehmenden Virtualisierung technischer Prozesse und dem Verschwinden von realen physikalischen Prozessen in der Ausbildung.

Im Bereich der Industrie hat eine Reihe von Studien gezeigt, dass für die Verständigung und das Verständnis komplizierter oder sogar komplexer Zusammenhänge gegenständliche Modelle erforderlich sind. Wenn man der Lerntypentheorie folgt, dann müssten für den Lernerfolg möglichst unterschiedliche Wahrnehmungskanäle berücksichtigt werden, wobei eine theoretische Einsicht am besten aus praktischer Erfahrung gewonnen werden könne. Auch wenn diese Theorien heute kontrovers diskutiert werden, stellt die Ausbildung an der Lehrstellwerkanlage unter Verwendung von realen Bedienungselementen und -oberflächen in Kombination mit einer Modellanlage auch heute noch einen positiven Kompromiss dar: Die Lernenden können die fahrdienstlichen Prozesse und Zusammenhänge visuell (sehen, beobachten), auditiv (hören und sprechen) sowie haptisch (anfassen und fühlen) begreifen und sich aneignen. In dieser Hinsicht dürfte das Betriebslabor an der ETHZ

Das Aufstellen von Langsamfahrtsignalen kann Anlass zu Gefährdungssituationen geben. Fiktive Anlage einer fehlerhaft signalisierten Langsamfahrstelle im Anschlussgleis von Häusernmoos zwecks Visualisierung der Fallstudien (Foto: R. Suter).



auch heute noch vielen moderneren Instrumenten in der Schweiz mindestens einen Schritt voraus sein.

#### Literaturhinweise

Bruns, Wilhelm, 2003: Lernen in Mixed Reality. Forschungszentrum artec – Arbeit, Umwelt, Technik. Universität Bremen. In: ABWF (Ed.): Kompetenzentwicklung 2003. Waxmann, Berlin, S. 71 – 112.

Knoll, Otfried, 2019: Systemische Eisenbahnausbildung an der Fachhochschule St. Pölten. In: Signal + Draht 9/2019, S. 59 – 66, DVV Media Group, Hamburg.

Knoll, Otfried et al.: Bahn ist Zukunft. Bahntechnologie-Studiengänge an der FH St. Pölten. Railway Technology and Mobility study programmes. Department Bahntechnologie und Mobilität der FH St. Pölten, 2019, Heft 1. ISBN 978-3-200-06134-7.

Knoll, Otfried: Man muss sehr viel tun, um für Technik zu begeistern. Eisenbahntechnische Rundschau, 2017, Heft 9. DVV Media Group, Hamburg. ISSN 0013-2845.

Loos, Maike, 2003: Von den Sinnen in den Sinn? Eine Kritik pädagogisch-didaktischer Konzepte zu

Phänomen und Abstraktion. Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften. Abteilung Biologie und Biologiedidaktik. TU Braunschweig.

Suter, Jürg, 2020: Eisenbahnbetriebswoche der Fachhochschule St. Pölten. Bericht über die Durchführung. Verein DESM, Goldiwil.

Vester, Frederic, 1978: Denken, Lernen, Vergessen. Was geht in unerm Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann lässt es uns im Stich. 35. Auflage 2012. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, München.

1 Bundesgesetz über Fachhochschul-Studiengänge (Fachhochschul-Studiengesetz – FHStG) bzw. Bundesgesetz über Fachhochschulen (Fachhochschulgesetz – FHG)

2 Aus Platzgründen wird hier schwerpunktmässig auf den schweizerischen Übungsteil eingegangen. Dies ist keinesfalls wertend zu verstehen, da der in Gotha (Thüringen) angebotene Ausbildungsteil von gleichem Engagement der Betreuer und identer Qualität gekennzeichnet war.

3 Dynamisches Eisenbahn System Modell Goldiwil (Thun), [www.desm.ch](http://www.desm.ch).

