

KARL HOFER

Erneuerbare-Energie-Labor (EE-Labor) an der Landesberufsschule Voitsberg

Abstract

This article presents the Renewable Energy Laboratory at the Voitsberg Vocational School in West Styria. Starting with the history of its origins, the legal requirements, the possibilities and opportunities, but also the demands and challenges of teaching in terms of technical and pedagogical sustainability are described using the example of a Styrian vocational school. Furthermore, technical and normative innovations, the shortage of skilled workers and the current number of apprentices are discussed.

Key words

renewable energy, sustainability, photovoltaics, black-out prevention, laboratory teaching at vocational schools, heterogeneity, electrical engineering, OVE regulations

„Wer einmal den schwefeligen Geruch des Hausbrandes in der Nase hatte, der wird ihn nie vergessen. Ab dem Spätherbst legt er sich über das weststeirische Bergbaurevier[...]. Als stummer Zeuge einer vergangenen Epoche überragte der gewaltige Schlot des Voitsberger Kraftwerks den Bezirk. Und als vor ein paar Jahren das Kesselhaus gesprengt wurde, dachten viele [...]“ (Winkler, 2022, S. 2) wohl noch nicht daran, dass hier in naher Zukunft der größte Photovoltaikpark Österreichs mit den beeindruckenden Daten wie einer Größe von 28 Fußballfeldern, 38.000 Kollektoren und einer Jahresleistung von 16,1 Megawatt gebaut wird. So, wie sich das Landschaftsbild bei der Voitsberger Nordeinfahrt vom rauchenden Schlot zum Photovoltaikpark wandelte, hat sich auch die technische Ausbildung an der nur ein paar Autominuten südlicher gelegenen Landesberufsschule geändert. Weg von antiquierten Übungen wie Aufnahme von Kennlinien an Kohlen- und Metallfadenlampen hin zu erneuerbarer Energie und zukunftssträchtigen und nachhaltigen Energiesystemen zur Unterstützung der energetischen Trendwende.

Einleitung in die Thematik

Die praxisbezogene berufliche Ausbildung für Lehrlinge des Lehrberufes Elektrotechnik im Erneuerbare Energie Labor (EE-Labor) verbindet einerseits die in den SDG (Sustainable Development Goals) der UN verfassten Ziele der nachhaltigen Entwicklung (Agenda 2030, 2015) und andererseits die Ziele der Osnabrücker Erklärung (Osnabrück Declaration, 2020), wo die „Etablierung einer neuen Kultur des

lebenslangen Lernens unter Berücksichtigung der Digitalisierung anzustreben und das Bewusstsein für Nachhaltigkeit mit einer grünen Perspektive zu schärfen ist“ (Grabek, 2022, S. 2) genannt werden, finden sich hier wieder.

Dass bereits im Jahr 2011 mit der Errichtung eines EE-Labors an der LBS Voitsberg begonnen wurde, zeigt den Weitblick und das Zukunftsdenken der damals Verantwortlichen. Laufende Anpassungen an den Stand der Technik wurden realisiert und somit das Labor selbst, aber – vor allem auch um Synergieeffekte zu nutzen – auch andere Labore wurden ständig angepasst und Investitionen getätigt. Dies trägt wesentlich dazu bei, dass den Anforderungen auf nachhaltige Bildung im Bereich regenerativer Energiesysteme nicht erst jetzt, sondern bereits seit über einem Jahrzehnt Rechnung getragen wird.

Volker Quaschnig, Professor für Regenerative Energiesysteme in Berlin, schreibt:

„dass die zunehmende Umweltzerstörung in Umfragen stets unter den ersten in der Zukunft zu lösenden Problemen genannt wird. Zahlreiche Folgen wie der Treibhauseffekt, oder das Waldsterben gelten neben anderen Erscheinungen als Auswirkungen der heutigen Energieversorgung. Verschiedene erneuerbare Energieträger ermöglichen dagegen, unseren Energiebedarf mit deutlich weniger Eingriffen in Natur und Umwelt zu decken [...]. Beschäftigt man sich mit der Thematik der erneuerbaren Energien, ist es nahezu unmöglich, die Fragen der Technik mit Problemen der heutigen Energieversorgung und von gesellschaftspolitischen Hintergründen zu trennen. Es muss somit an dieser Stelle immer ein Kompromiss für die Darstellung der Thematik gefunden werden“ (Quaschnig, 2013, S. 5).

Zentrales Anliegen dieses Praxisbeitrages ist es, die Möglichkeiten und Chancen, aber auch die An- und Herausforderungen des Berufsschulunterrichts im Sinne von technischer und pädagogischer Nachhaltigkeit am Beispiel des Erneuerbaren Energie Labors an einer steirischen Berufsschule aufzuzeigen und zu beschreiben. Die Vorstellung dieser innovativen, auf erneuerbare Energieformen bezogenen Lernumgebung ist auch für die Pädagogische Hochschule Steiermark (PHSt) von besonderem Interesse, da Arbeiten in den Fachwissenschaften der Berufsschullehramtsausbildung sich mit diesen Thematiken befassen. Ebenso werden dort dislozierte Fort- und Ausbildungen über die PHSt organisiert und angeboten.

Ausgangslage

An der Landesberufsschule (LBS) Voitsberg wurde sehr früh erkannt, dass die Zukunft im Bereich der erneuerbaren Energie liegt und Berufsschulen sich an Entwicklungen anpassen müssen. Daher wurde im Jahr 2011 das im südlichen Bereich gelegene „Glashaus“, in welchem zuvor Lehrlinge des Gartenbaus beschult wurden, abgebaut und ein neuartiges innovatives Labor für Erneuerbare Energie (EE) mit einem Erstinvestitionsvolumen von rund € 500.000,- in Ökoholzbauweise durch

regionale Firmen errichtet. Bereits im Planungsstadium wurden Lehrkräfte der LBS einbezogen und das Labor wird ständig an die fortschreitenden Technologien (Stromspeicher, Elektroautos, bidirektionales Laden, Blackout-Vorsorge, Winddachkraftwerke, Biogasanlagen u.a.m.) angepasst.

Dieses voll ausgestattete Labor ermöglicht eine Ausbildung auf dem neuesten Stand der Technik in den Bereichen solare Warmwasseraufbereitung (Solarthermie), solare Stromgewinnung (Photovoltaik), Speichertechnologien für Warmwasser als auch Strom, Wärmepumpentechnologien sowie angewandte Steuerungs- und Regeltechnik (z.B.: mit Universal-Regelungen der Type UVR) in einer bisher kaum möglichen Dimension.

Lehrlingszahlen – Fachkräftemangel

Gerade in der Elektrotechnik herrscht, nicht zuletzt auch aufgrund der Nachfrage nach erneuerbarer Energie (Photovoltaik, Elektroauto, Blackoutvorsorge, Netzausbau, Speichertechnologien), ein enormer, sich zunehmend verschärfender Fachkräftemangel. Im Jahresbericht des Klima- und Energiefonds heißt es, dass der Fachkräftemangel neben anderen Notwendigkeiten ein wesentlicher „Flaschenhals“ und für alle Branchen der Energiewende und somit auch für die Erreichung der Ziele des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes EAG eine Bedrohung ist (Klima- und Energiefonds, Jahresbericht, 2022). Aufgrund dieser An- und Herausforderung legt dieser Artikel auch einen Blick auf die Lehrlingszahlen. Josef Herk, Präsident der Wirtschaftskammer Steiermark, vermerkt dazu Folgendes:

„Der demografische Wandel (Stichwort geburtenschwache Jahrgänge), sowie die steigende Nachfrage nach gut ausgebildeten Fachkräften stellt die duale Ausbildung und die Berufsschule vor neue Herausforderungen. Wir sprechen hier nicht mehr nur von einem Fachkräftemangel, sondern von einem Arbeitskräftemangel; wir befinden uns inmitten eines demografischen Tsunami, dessen Folgen für unsere Gesellschaft nach und nach sichtbar werden“ (Herk, 2022).

In Beantwortung einer parlamentarischen Anfrage werden im April 2021 die in Tabelle 1 erfassten Zahlen für die Schuljahre 2018/19 und 2019/20 genannt (BMBWF, 2021, S. 3).

Die Tabelle stellt die Gesamtzahl der Lehrlinge in den angeführten Berufen in ganz Österreich dar. Die ausschnittsweise Darstellung bezieht sich auf die an der LBS Voitsberg angebotenen Lehrberufe. Dies sind die dreieinhalbjährige Lehrausbildung Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik (EGT) sowie die drei Spezialmodule Erneuerbare Energien (EE), Gebäudeleittechnik (GLT) sowie Gebäudeleittechnik-Service (GTS) mit vierjähriger Lehrzeit.

Lehrberuf Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik	4.039	4.135
Lehrberuf Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik - Eisenbahnelektrotechnik	35	1
Lehrberuf Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik - Erneuerbare Energien	81	96
Lehrberuf Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik - Gebäudeleittechnik	1.690	1.816
Lehrberuf Elektrotechnik: Elektro- und Gebäudetechnik - Gebäudetechnik-Service	21	22

Tabelle 1: Lehrlinge Österreich (Quelle: BMBWF, 2021, S. 3)

Folgende Tabellen (Lehrlingszahlen LBS Voitsberg) zeigen den Vergleich der Lehrlingszahlen in den Schuljahren 2018/19 und 2019/2020 (Tabelle 2) sowie die Anzahl der Lehrlinge in den genannten Berufen an der LBS Voitsberg in den Schuljahren 2017/2018 bis zum Schuljahr 2022/2023 (Tabelle 3). Hier ist einerseits ersichtlich, dass ab dem Schuljahr 2019/2020 die Lehrlingszahlen des Spezialmoduls Erneuerbare Energien steigen und andererseits, dass rund ein Drittel aller Lehrlinge, welche sich für das Spezialmodul EE (Erneuerbare Energie) entschieden haben, an der LBS Voitsberg beschult werden.

	2018/19	2019/2020
Bundesweit	81	96
LBS Voitsberg	25	33
Prozentverteilung Ö: LBS Voitsberg	100% zu 30,86%	100% zu 34,39%

Tabelle 2: Vergleich der Lehrlingszahlen (Quelle: eigene Darstellung)

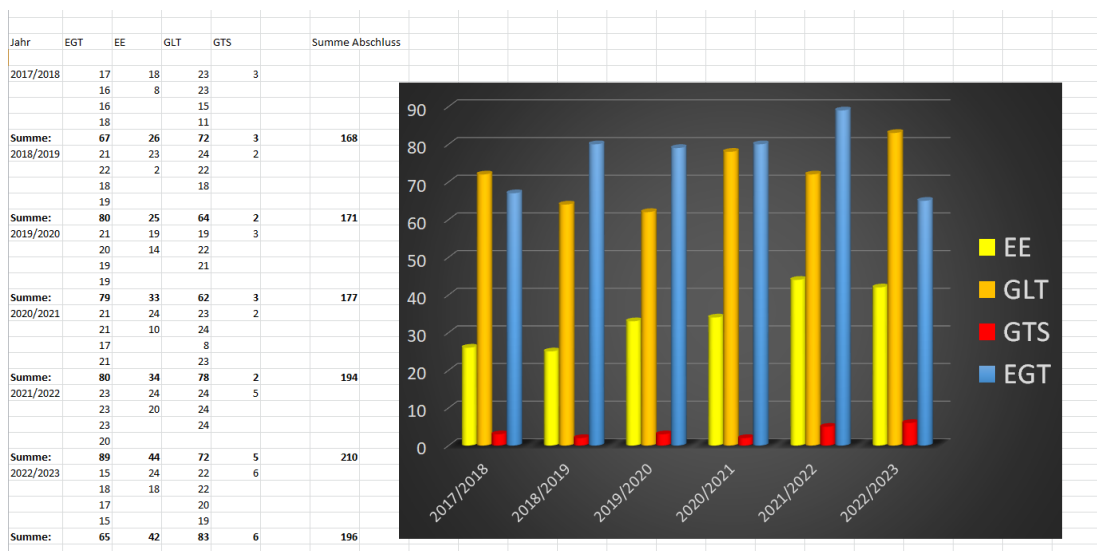


Tabelle 3: Lehrlingszahlen LBS Voitsberg (Quelle: LBS Voitsberg und Steirischer Berufsschulbericht)

In der grafischen Auswertung stellt der blaue Balken die 3,5-jährige Lehrausbildung Elektro- und Gebäudetechnik (EGT) mit Grund- und Hauptmodul dar. Der rote Balken stellt das Spezialmodul Gebäudetechnik-Service (GTS), welches auf niedrigem Niveau anfangs stagnierte, dann aber sich doch von diesem Niveau aus fast verdoppelte. Der orange Balken stellt das Spezialmodul Gebäudeleittechnik (GLT) dar, welches sich mit der Programmierung von Gebäudeautomationssystemen wie beispielsweise SPS (Speicherprogrammierbare Steuerungen) und dem elektrischen

Bussystem KNX beschäftigt und sich seit Beginn einer hohen Beliebtheit erfreut. Der gelbe Balken stellt das Spezialmodul Erneuerbare Energien (EE) dar. Es ist ersichtlich, dass die Lehrlingszahlen hier gestiegen sind und sich in den letzten beiden dargestellten Schuljahren konstant auf über 40% gehalten haben.

Um dem vom Klima- und Energiefonds angesprochenen Fachkräftemangel entgegenzuwirken, aber auch, um den von anderen Stakeholdern genannten Anforderungen gerecht zu werden, ist es wichtig, alle Lehrlinge unabhängig davon, ob und welches Spezialmodul gewählt wurde, in unterschiedlicher zeitlicher und fachlicher Intensität, dabei dem hohen Heterogenitätsgrad Rechnung tragend, im EE-Labor zu beschulen. Dafür notwendige Laborübungen und Lehrunterlagen in entsprechender Qualität und fachdidaktisch in unterschiedlichen Kompetenzstufen aufzubereiten bzw. diese auf dem sich rasch ändernden Stand der Technik zu halten, ist Aufgabe der Pädagoginnen und Pädagogen. Hierbei gibt folgende Tabelle auszugsweisen Überblick über die Änderungen im technischen Regelwerk im Fachbereich Erneuerbarer Energien.

Diese Tabelle stellt – ohne Anspruch auf Vollständigkeit bezogen auf den sehr umfassenden Stand der Technik in diesem Fachgebiet – einen Auszug über anzuwendende Normen und Vorschriften dar. Die Gesamtheit der Richtlinien und Fachinformationen findet sich auf der Webpage des OVE¹. Für die Ausbildung ist es unerlässlich, aktuelle Normen in den Unterrichtsalltag zu integrieren, da diese von den angehenden Fachkräften tagtäglich in ihrer Arbeit zu berücksichtigen sind. Aufgrund der nahezu permanenten Änderung der technischen Regelwerke werden auch an den Pädagogischen Hochschulen verstärkt Angebote für die Lehrer:innenaus- und -fortbildung in diesen technischen Themenbereichen geschaffen werden müssen.

Dokument	Inhalt	Anmerkung
OVE E 8101	Elektrische Niederspannungsanlagen	Publiziert mit 1.1.2019 und kundgemacht durch ETV 2020 am 8.7.2020
TAEV 2020		Spannungsabfall zur Ladestation max. 1%
OVE E 8015	Mindestanforderung	1.7.2022
R 6-2	PV (Photovoltaik)-Überspannungsschutzgeräte	1.5.2022
R 11-1	PV-Schutz Einsatzkräfte	1.5.2022 kundgemacht durch ETV 2020/Anhang 2 Ausgabe 2013
R 12-2	Brandschutz, Ergänzung Leitungen	1.1.2019
R 20	Energiespeicher	1.11.2016
R 30	EV (electrical vehicle), Elektrofahrzeuge	1.8.2020

¹ <https://www.ove.at/ove-standardization/normen-produkte>

R 2000-5-55N01	Betriebsmittel	1.8.2022
R 2000-7-7N54	Experimentierstände, Unterrichtsräume	1.8.2022
R 2000-7-7N90	Garagen, Parkdecks, Unterfluranlagen	1.8.2022
R 2000-7-7N95	Aufzüge	1.8.2022
R 2000-7-7N96	Fahrtreppen	1.8.2022

Tabelle 4: Neuerscheinungen im technischen Regelwerk

Ziel dieser Tabelle ist es, einerseits einen Überblick über die Neuerscheinungen und Änderungen seit 2016 in diesem Themenfeld darzustellen und andererseits auch die Notwendigkeit ständiger Fort- und Weiterbildungen in diesem für die Sicherheit unerlässlichen Bereich aufzuzeigen.

Ausstattung und Möglichkeiten im EE-Labor

Bei der Errichtung des Laborgebäudes war klar, dass hier Arbeitsbedingungen geschaffen werden müssen, die es ermöglichen, die Lehrlinge mit möglichst breiten fachlichen Kompetenzen für die Praxis auszustatten. So wurden auf dem Dach sowohl eine Warmwassersolaranlage als auch Photovoltaikmodule montiert. Die Solaranlage übernimmt die Warmwasseraufbereitung des angrenzenden Lehrlingshauses und steht für Anschauungs- und Demonstrationszwecke, auch in Bezug auf die Solarregelung (z.B. UVR), im Unterricht zur Verfügung. Die Photovoltaikmodule auf dem Dach des EE-Labors arbeiten außerhalb der Laborübungszeiten im Netzparallelbetrieb. Erzeugte Energie wird primär zur Versorgung des Schulnetzes genutzt. Ist die erzeugte Leistung höher als der momentane Bezug, so wird ein Elektrospeicher, welcher sich auch im EE-Labor befindet, geladen. Erst wenn das Schulnetz keine Energie mehr benötigt und auch der Speicher voll ist, kommt es zur Überschusseinspeisung in das Netz des Netzbetreibers. Netzbetreiber sind hier die Stadtwerke Voitsberg, welche einen wichtigen Ausbildungspartner der Berufsschule darstellen, da diese einerseits Lehrlinge ausbilden und andererseits immer wieder Partner für Lehrausgänge, Exkursionen und Gastfachvorträge sind.

Im EE-Labor, das für Gruppen mit max. zwölf Schüler:innen konzipiert ist, stehen sechs Arbeitsplätze für je zwei Schüler:innen zur Verfügung. Im Laborbetrieb bzw. bei Projektarbeiten können je Arbeitsplatz zwei Photovoltaikmodule in allen Varianten verschaltet werden. Von der Inselanlage (Hütten, Schiffe, Parkautomaten etc.) bis hin zu netzgeführten Wechselrichterschaltungen und Anlageneinspeisepunkten können verschiedenste Übungen in unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen durchgeführt werden, um auch der Heterogenität der Auszubildenden Rechnung zu tragen. Ziel ist es, die Lehrlinge darauf hinzuführen, beginnend mit einer Inselanlage bis hin zu einer netzneutralen und einer netzeinspeisenden Anlage, inklusive Speicher- und Notstromumschaltung, in der Theorie zu besprechen, zu planen, zu berechnen und im EE-Labor aufzubauen, zu überprüfen, zu dokumentieren und in Betrieb zu nehmen (LSV, LBS VO, 2022). Auch

den didaktischen Grundsätzen der Aktualität und des fächerübergreifenden Unterrichts mit anderen Gegenständen z.B. anhand von Kundengesprächen (im Gegenstand Deutsch und Kommunikation DuK), beim Berechnen und Erklären von Förderungsmöglichkeiten und Förderanträgen sowie Amortisationsüberlegungen (im Gegenstand Angewandte Wirtschaftslehre AWL) wird entsprochen (Lehrplan, ET, VIII).

Eine Demonstrationswärmepumpe, eine Lüftungsanlage, mit deren Hilfe die Lehrlinge kältere Nächte zum Klimatisieren ihrer Unterrichtsplätze nutzen können, sowie insgesamt sechs Heizungshydraulikstände, wo vor allem für das Zusatzmodul Gebäudetechnik-Service (S2) Laborübungen fachdidaktisch aufbereitet wurden, runden die Ausstattung des EE-Labors ab.

Implementierung des pädagogischen Gesamtkonzepts

Neben den Überlegungen zur neuesten technischen Ausstattung mussten auch Überlegungen zu einem didaktischen Konzept angestellt werden, die einerseits den gesetzlichen Vorgaben gerecht werden und andererseits internationale Vorgaben (SDG und Osnabrück) erfüllen. Die gesetzlichen Vorgaben umfassen zwei Bereiche und müssen daher aus den jeweiligen Blickwinkeln betrachtet und dennoch zusammengedacht werden. Einerseits die schulgesetzlichen Vorgaben seitens des Rahmen- und Landeslehrplans, welche sich in den Lehrstoffverteilungen und Unterrichtsvorbereitungen wiederfinden. Andererseits die Vorgaben seitens des Elektrotechnikgesetzes (ETG, 1992). Diese finden sich in der aktuellen Elektrotechnikverordnung (ETV, 2020) sowie in den dazugehörigen Normen, Vorschriften und Richtlinien wieder. Auch Laborübungen im Bereich der Erneuerbaren Energie (Teilbereich der Elektrotechnik) unterliegen diesen gesetzlichen Vorgaben und auch für Kundenanlagen ist eine normkonforme Ausführung gesetzlich verpflichtend und ein Prüfbericht seitens eines dazu befugten und konzessionierten Elekrounternehmens Grundlage einer sicheren elektrischen Anlage, aber auch Notwendigkeit zur Erlangung einer Förderung.

Der aktuelle Rahmenlehrplan für den Lehrberuf Elektrotechnik beschreibt unter Punkt IX in den besonderen didaktischen Grundsätzen „Normen und Richtlinien sind nicht gesondert zu unterrichten, sondern in geeignete Handlungssituationen anwendungsbezogen zu integrieren“ (Lehrplan ET, o.J., S. 6). Eine weitere didaktische Forderung besagt, dass die Kompetenzbereiche gegenstandsübergreifend aufzubauen sind, Teamabsprachen der Lehrenden gefordert werden und einer gründlichen Erarbeitung in der notwendigen Beschränkung (Prinzip der didaktischen Reduktion) und vor allem der nachhaltigen Festigung der Vorzug gegenüber einer oberflächlichen Vielfalt zu geben ist (Lehrplan ET, o.J., S. 6). In der Beschreibung der Pflichtfachgegenstände findet sich unter den Bildungs- und Lehraufgaben die Forderung, berufseinschlägige Sicherheitsvorschriften zu kennen und Unfallgefahren im beruflichen Alltag zu beschreiben und zu vermeiden (Lehrplan ET, o.J., S. 16). Auf Basis des Lehrplans

lassen sich Normen und Vorschriften auch in den allgemeinbildenden Unterricht der Fachgruppe 1 (Unterricht in den allgemeinbildenden und betriebswirtschaftlichen Gegenständen Politische Bildung PB und Angewandte Wirtschaftslehre AWL), besonders aber auch im Gegenstand Deutsch und Kommunikation, der durch eine zusätzliche Lehrbefähigung von Pädagog:innen aller Fachgruppen fachgruppenübergreifend unterrichtet werden kann, einbauen. Hier nennt der Gesetzgeber Lesen als Schlüsselkompetenz für das lebenslange Lernen und fordert, in erster Linie Texte aus dem beruflichen Umfeld heranzuziehen (Lehrplan ET, o.J., S. 16), auch Literatur- und Internetrecherchen begleitend zu Projektarbeiten können hier fächerübergreifend die Thematik der Schutztechnik und Normung behandeln.

Normen und Vorschriften lassen sich durch entsprechende Methodenwahl (Mattes, 2011) gut in z.B. Arbeitsaufträge, Laborberichte, Internet- und Literaturrecherchen sowie Projektarbeiten integrieren. Eine gute pädagogische Umsetzung – unter Bedachtnahme der zehn Merkmale guten Unterrichts nach Meyer (Meyer, 2013) – ist, dass beispielsweise Maschinen (Motoren, Trafos, Generatoren), aber auch andere elektrische Betriebsmittel, bevor eine Laborübung überhaupt erst aufgebaut und in Betrieb genommen wird, nach ÖVE/ÖNORM E 8710 überprüft und die Messwerte aufgenommen werden. Somit wird einerseits erreicht, dass nur sichere elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden (ESV, 2012) und andererseits üben die Lernenden die Prüfung nach ÖVE/ÖNORM E 8701 am Beginn einer jeden Laboreinheit, was wiederum zur im Lehrplan geforderten nachhaltigen Festigung wesentlich beitragen kann. Hier können aufgrund der Heterogenität der Lehrlinge im Bereich der inneren Binnendifferenzierung unter anderem auch Partnerarbeiten zur gegenseitigen Unterstützung und zum Erwerb von Sozialkompetenz eingesetzt werden (Lehrplan ET, o.J., S. 3).

Auch neue Laborübungen wie beispielsweise Netz-Null-Notumschaltungen bzw. Rückspeisungen über Elektroautos E.V. (Electrical Vehicle) werden in den Unterricht zu integrieren sein – auch mit diesen An- und Herausforderungen und Fragestellungen müssen sich angehende Pädagog:innen im Bereich der Ausbildung in den Fachwissenschaften beschäftigen.

Das Thema der Sicherheit wird in den Curricula des Erweiterungsstudiums Elektrotechnik für Lehrer:innen an PTS (Polytechnische Schulen) ausführlich behandelt (Curriculum PTS, 2019). Ebenso werden im Studium für Lehrer:innen im Bereich Berufsschulen und HTL-Werkstättenunterricht DATG (Duale Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe) im Bereich der Fachwissenschaften Fragestellungen hinsichtlich erneuerbarer Energie behandelt, welche natürlich Fragen der Sicherheit und Normung miteinschließen (Curriculum, DATG, 2021).

Aufgrund der Lehrplanvorgaben (Lehrplan ET, o.J.) wurde an der LBS Voitsberg ein Gesamtkonzept erstellt, welches sich vom gemeinsamen Begrüßen inklusive Belehrung im Festsaal über sämtliche Aktivitäten während des Lehrgangs, wie Unterricht, Lehrausgänge, Umweltschutztag, Exkursionen, Müllvermeidung, -trennung, -sammlung bis zu Projekttagen am letzten und/oder vorletzten Tag des

jeweiligen Lehrgangs durchzieht. Hier ist allen handelnden Akteurinnen und Akteuren das „Lernen am Vorbild“, das „Vorleben“ ein besonderes Anliegen (BMBWF, 2022). Als Beispiel sei hier das Projekt des Umweltschutztages, welcher oft am vorletzten Lehrgangstag stattfindet, genannt. Jede der vier Klassen hat einen eigenen Projektauftrag. Die erste Klasse besucht eine Vortragsreihe, die dritte Klasse bearbeitet nach einer Filmvorführung einen Projektauftrag, die vierte Klasse baut Übungen zu Erneuerbarer Energie in unterschiedlichen Laboratorien auf und präsentiert diese den anderen Klassen. Der Projektauftrag der zweiten Klasse ist ein besonderer, diese Klasse wird mit Warnjacken, Müllgreifern und gelben Säcken ausgerüstet und sammelt begleitet von Lehrenden Müll entlang der Straßen ein.

Die genannten Bildungsaufgaben (Osnabrück, UN-Ziele, Lehrpläne) werden naturgemäß nicht ausschließlich im EE-Labor beschult, sondern wurden auch Fächer-, Fachgruppen-, aber auch raumübergreifend umgesetzt. So gibt es am Parkplatz zwei Stromtankstellen zur Besichtigung und Demonstration. Gemäß den Vorgaben der OVE E 8101 Teil 7-722 und der OVE Richtlinie R 30 sind das Planen und Installieren sowie das Überprüfen von Stromtankstellen für Elektrofahrzeuge Kernkompetenzen von Elektrotechnikern und demnach finden sich diese Lehrinhalte auch in den Kompetenzbereichen der Lehrstoffverteilungen (LSV) an der LBS Voitsberg wieder. Die neue Flotte von Fahrzeugen erlaubt derzeit problemlos Leistungsentnahmen bis 10kW und bei Vorhandensein entsprechender bidirektionaler Stromtankstellen auch das Zurückspeisen vom Elektroauto in die Anlage bzw. auch das „insel-fähige“ Versorgen einzelner elektrischer Betriebsmittel über eine dafür im Elektrofahrzeug integrierte Anschlusseinrichtung. Diese Technologie der mobilen Stromspeicher wird künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen und sich dementsprechend in den Lehrstoffverteilungen wiederfinden. Ebenso sind Generatorübungen, seien diese Teil einer Bio-, Wasser- oder Windkraftanlage oder als Notstromaggregat, als Insel- oder Einspeiselösung geplant, Lehr- und Lerninhalte, welche in den beiden Energietechniklaboratorien und den dazugehörigen Theoriegegenständen zeitlich angepasst unterrichtet werden.

Fazit und Ausblick

Die Energiewende ist eine große Herausforderung für uns alle, sie besitzt laut Mauerbach das Potenzial, eine große Errungenschaft, ähnlich dem Wirtschaftswunder nach dem Zweiten Weltkrieg, zu werden (Mauerbach, 2013). Der Fokus des vorliegenden Praxisbeitrags liegt auf der Beschreibung der modernen und nachhaltigen Ausbildung von Elektrotechniklehrlingen im Bereich der Erneuerbaren Energien an der weststeirischen Landesberufsschule Voitsberg. Es wird aufgezeigt, dass sich Berufsschulen und Lehrlingsausbildung an Entwicklungen anpassen mussten und weiterhin müssen, um am Puls der Zeit zu bleiben. An der im Artikel genannten Berufsschule ist dies glücklicherweise bereits sehr früh erkannt und umgesetzt worden. Was kurzzeitig ein Vorsprung war, ist kontinuierlich weiterzudenken und weiterzuentwickeln, um auch bei künftigen

Entwicklungen gut mithalten zu können. Hier wird es nötig sein, den bisherigen Anforderungen der hohen Heterogenität der Lehrlinge Rechnung zu tragen. Besonderes Augenmerk soll auf einen guten Ausgleich zwischen Grundlagenausbildung in den Grund- und Hauptmodulen und einer spezialisierten Ausbildung in den Spezialmodulen gelegt werden, sodass die Ausbildung pädagogisch gut aufbereitet angeboten und umgesetzt werden kann. So wird beispielsweise mit der am 15.12.2023 publizierten und ab 1.1.2024 verbindlich umzusetzenden neuen Elektrotechnik-Ausbildungsverordnung (AVET, 2023) das Spezialmodul Erneuerbare Energien in Erneuerbare Energien und Elektromobilität umbenannt und Inhalte werden aktualisiert. Hier können Kooperationen mit anderen Ausbildungspartnern angedacht werden und auch Fort- und Ausbildungsmaßnahmen für Lehrkräfte werden dahingehend zu adaptieren sein.

Literatur

Agenda 2030 (2015). Verfügbar unter:

<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030.html>. [29.07.2023]

BMBWF (2021). 5503/AB 1 von 17 vom 23.04.2021 zu 5511/J (XXVII. GP).

Verfügbar unter:

https://www.parlament.gv.at/dokument/XXVII/AB/5503/imfname_948442.pdf. [2.8.2023]

BMBWF (2022). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Verfügbar unter:

<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/ba/bine.html>. [02.08.2023]

BGBL. 386 (2023). Elektrotechnik Ausbildungsverordnung. Verfügbar unter:

https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/BgblAuth/BGBLA_2023_II_386/BGBLA_2023_II_386.pdf. [22.12.2023]

BGBL. 106/1993; ETG, Elektrotechnikgesetz 1992, idF BGBL I/27/2017.

BGBL. II/33/2012; ESV, Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor Gefahren durch den elektrischen Strom sowie Änderung der Bauarbeiterschutzverordnung und der Verordnung explosionsfähige Atmosphären.

BGBL. /II/308/2020; ETV, Elektrotechnikverordnung 2020.

Curriculum für das Bachelorstudium Lehramt Sekundarstufe Berufsbildung im Fachbereich Duale Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe
Verordnung des Hochschulkollegiums der Pädagogischen Hochschule Steiermark vom 19.05.2021. Verfügbar unter:

https://www.phst.at/fileadmin/Mitteilungsblaetter/Studienjahr_2020_2021/MB_52_SEK_BB_Bachelorstudium_DATG_20-21_aktualisiert.pdf. [19.02.2023].

- Curriculum für das Erweiterungsstudium Polytechnische Schule –
Berufsgrundbildung: Cluster Technik, Fachbereich Elektro Verordnung des
Hochschulkollegiums der Pädagogischen Hochschule Steiermark vom
30.01.2019. Verfügbar unter:
https://www.phst.at/fileadmin/Mitteilungsblaetter/Studienjahr_2018_2019/MB_65_PTS_-_Curriculum_Technik-Elektro_30_final.pdf. [19.02.2023].
- Die Steirischen Landesberufsschulen (o.J.), Berichte über die Schuljahre. Verfügbar
unter:
https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/10137536_74837632/a87a2653/Bericht_LBS_Statistik2022_Web.pdf. [31.07.2023].
- Grabek (2022). S. 2. Verfügbar unter: <https://www.berufsbildungskongress.at/wp-content/uploads/2022/03/call-2-grazer-berufsbildungskongress.pdf>.
[27.7.2023].
- Grabek (2022). Zusammenfassung Beitrag 103. Verfügbar unter:
https://www.conftool.net/berufsbildungskongress2023/index.php?page=browseSessions&form_session=23. [22.07.2023].
- Herk, J. (2022). Bereits 155 Berufe mit akutem Mangel. Kleine Zeitung, 07.09.2022,
S. 28.
- Hofer, K. (2020). Arbeitsanweisung – Elektrosicherheit im Unterricht – Labor.
Weka-Verlag Wien.
- Klima- und Energiefonds (2022). Jahresbericht 2022. Verfügbar unter:
<https://www.klimafonds.gv.at/>. [24.02.2023].
- Lehrplan für den Lehrberuf Elektrotechnik, Anlage 33. Verfügbar unter:
https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_1218859/COO_2026_100_2_1219407.pdf. [20.02.2022].
- Maubach, K.-D. (2013). Energiewende. Düsseldorf: Springer Verlag.
- Meyer, H. (2013). Was ist guter Unterricht?. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Mattes, W. (2011). Methoden für den Unterricht. Paderborn: Schöningh Verlag.
- Osnabrück Declaration (2020). Verfügbar unter:
https://www.cedefop.europa.eu/files/osnabrueck_declaration_eu2020.pdf.
[25.07.2023].
- OVE E 8101 (2019). Elektrische Niederspannungsanlagen; ÖVE Österreichischer
Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE E 8015, 2022, Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Art und Umfang der
Mindestaussstattung sowie zusätzliche Anforderungen an Planung und
Errichtung, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE Richtlinie R3, 2009, Sicherheitsanforderungen an elektrotechnische Labors in
Schulen, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.

- OVE-Richtlinie R 5, 2010, Bedienen und Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes von elektrischen Anlagen durch Laien – Festlegungen für Anlagen mit Nennwechselfspannungen bis 230/400 V, die für den Gebrauch durch Laien installiert wurden, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 6-2-2, 2022, Blitz- und Überspannungsschutz – Teil 2-2: Photovoltaikanlagen – Auswahl und Anwendungsgrundsätze an Überspannungsschutzgeräte, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 7, 2011, Luftdichte Gebäudehülle – Richtlinien für die Elektroinstallation, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 11-1, 2013, PV-Anlagen – Zusätzliche Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Anforderungen zum Schutz von Einsatzkräften der Feuerwehr, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 11-1, 2022, PV-Anlagen – Zusätzliche Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Anforderungen zum Schutz von Einsatzkräften der Feuerwehr, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 12-2, 2019, Brandschutz in elektrischen Anlagen – Teil 2: Ergänzende brandschutztechnische Anforderungen an elektrische Betriebsstätten und an elektrische Kabel- und Leitungsanlagen in elektrischen Niederspannungsanlagen, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 20, 2016, Stationäre elektrische Energiespeichersysteme vorgesehen zum Festanschluss an das Niederspannungsnetz, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 30, 2020, Sicherer Betrieb von elektrischen, leitfähigen Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge mit einer Nennspannung bis AC 1000 V und DC 1500 V, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 2000-5-55N01, 2022, Elektrische Niederspannungsanlagen – Ergänzungen zu OVE E 8101:2019 Teil 55N01: Anforderungen für die Auswahl und Installation von elektrischen Betriebsmitteln, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 2000-7-7N54, 2022, Elektrische Niederspannungsanlagen – Ergänzungen zu OVE E 8101:2019 – Teil 7N54: Stromversorgung von ortsfesten Experimentierständen in Unterrichtsräumen, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 2000-7-7N90, 2022, Elektrische Niederspannungsanlagen – Ergänzungen zu OVE E 8101:2019 – Teil 7N90: Garagen, überdachte Stellplätze, Parkdecks sowie Arbeitsgruben oder Unterfluranlage, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.

- OVE-Richtlinie R 2000-7-7N95, 2022, Elektrische Niederspannungsanlagen – Ergänzungen zu OVE E 8101:2019 – Teil 7N95: Stromversorgung von Aufzügen, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- OVE-Richtlinie R 2000-7-7N96, 2022, Elektrische Niederspannungsanlagen – Ergänzungen zu OVE E 8101:2019 – Teil 7N96: Stromversorgung von Fahrtreppen und Fahrsteige, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- Quaschnig, V. (2013). Regenerative Energiesysteme. München: Carl Hanser Verlag.
- TAEV, 2020, Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an öffentliche Versorgungsnetze mit Betriebsspannungen bis 1000 Volt, ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik, Wien.
- Winkler, S. (2022). Der Geruch des braunen Goldes. Kleine Zeitung, 26.6.2022, S. 2.

Hofer, Karl

Dipl.-Päd. Ing. Mag. Bakk.phil., BEd, Duale Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe, Institut für Sekundarstufe Berufsbildung, Pädagogische Hochschule Steiermark