

Teacher.solar :: open source/hardware toolbox for CO2-neutral outdoor digital education :: Abschlussbericht

Daniel Devatman Hromada

Abstract: Die ursprüngliche Absicht hinter dem Projekt "Teacher.solar :: open source / hardware toolbox for CO2-neutral online outdoor teaching" war, ein CO2-neutrales Bildungsartefakt mit E-Tinte-Technologie sowie die dazugehörige Software-Umgebung für die Outdoor-Digital-Education (ODE) ¹ zu entwerfen und erproben. Ultimatives Ziel war es, durch den Wissenstransfer von Lehrerinnen zu Student*innen über die verwendete Technologie sicherzustellen, dass es den Student*innen nach Abschluss des Kurses möglich wäre, selbst eigene ODE-konforme Unterrichtsgeräte zu konstruieren.

Drei verschiedene Seminare mit direktem Bezug zum Projekt fanden in den Sommersemestern 2021 und 2022 statt. Zwei davon standen im Zusammenhang mit der Herstellung von Outdoor-Online-Artefakten, das dritte war eher mit deren Einsatz und Nutzung im Kontext eines echten Outdoor-Seminars verknüpft. Letzteres, unter der curricularen Reihe „Bildung Biodigitale“ zusammengefasst, führte zur Entwicklung des Konzepts einer „eco-artificial education“.

Auch wenn das anspruchsvolle Ziel, eine „vollständig solare“ Hardware- / Software- Suite sowohl für Lehrern wie auch für Student*innen zu entwickeln - und diese Kompetenz dann weiter an den Student*innen zu übermitteln - nicht zu 100% erreicht wurde, wurden im Rahmen des Projekts wertvolle Ergebnisse erreicht und manch ein Output geliefert. Die Software-Suite „teacher.js“ für ODE mit niedriger Bandbreite ist voll funktionsfähig, wurde auf mehreren renommierten Konferenzen sowohl in Deutschland als auch im Ausland präsentiert, und ihr Quellcode ist öffentlich auf GitHub verfügbar. Im Laufe des Curriculums entstanden viele interessante solarbetriebene Artefakte, einige davon wurden von mir, einige von meinen Assistenten und einige von den Studierenden selbst erstellt. Es wurde demonstriert, dass ein farbiges E-Ink-Setup mit einem mit WiFi ausgestatteten Mikrocontroller direkt von einem Solarpanel betrieben werden kann. Ein Prototyp eines solarbetriebenen, superkondensatorgepufferten, batterielosen Bluetooth-Lautsprechers ist auch drei Jahre nach seiner Konzeption noch voll funktionsfähig. Das Matrix-Protokoll hat sich als sehr interessantes Mittel erwiesen, um asynchrone Klassenzimmer für die Kommunikation sowohl von Online- als auch von Offline-Schülergruppen bereitzustellen.

Vorausgesetzt, dass die Werkzeuge sorgfältig ausgewählt sind, man realistisch und pragmatisch mit Outdoor-Umgebung arbeitet und der Sonne und das Wetter mitspielt, hat sich die Verknüpfung von digital unterstütztem und Outdoor-Lernen als ansprechend, erfreulich, nützlich und gesund erwiesen.

Keywords: Outdoor Digital Education; teacher.js; solar-powered artefacts; Matrix protocol; Raspberry Pi; Arduino Nano Connect RP2040; super-capacitors; Solarpunk; eco-artificial education

¹ In unserem Projektantrag verwendeten wir die Begriffe Outdoor-Online-Teaching (OOT) und Outdoor-Online-Learning (OOL). Für den Zweck dieses Abschlussberichts werden diese Begriffe durch den Begriff „Outdoor Digital Education“ (ODE) ersetzt, der sowohl OOL als auch OOT umfasst.

1 Absicht

Im Rahmen des Projekts “Teacher.solar :: open source/hardware toolbox for CO₂-neutral online outdoor teaching” wollte ich ein CO₂-neutrales Computer-Tablet mit E-Tinte-Technologie sowie die dazugehörige Software-Umgebung für die Outdoor-Online-Lehre (ODE) entwerfen und erproben. Dieses Setup sollte das einzige Medium sein, mit dem ich im Sommer 2021 mein Seminar „Gestaltung und Einsatz eines solarbetriebenen Online-Bildungsartefakts“ unterrichten wollte. Das auf der Architektur des Raspberry Pi basierte eingebettete System mit angepassten Open-Source Software sollte mir die Möglichkeit bieten, „im Freien“ zu unterrichten.

Ultimatives Ziel war es, durch den Wissenstransfer von Lehrerinnen zu Schülerinnen/Studentinnen über die verwendete Technologie sicherzustellen, dass es den Schülerinnen/Studentinnen nach Abschluss des Kurses möglich wäre, selbst eigene Unterrichtsgeräte zu konstruieren. Dabei legte ich besonderen Wert auf die Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit der entwickelten Geräte: Alle Komponenten sollten austauschbar, frei verfügbar sein und damit im Idealfall von den Schülerinnen/Student*innen selbst ersetzt werden können.

In Bezug auf die Software wollte ich Open-Source-Lösungen wie BigBlueButton oder das Matrix-Protokoll verwenden oder eigene Lösungen zu entwickeln um eine dezentralisierte und selbstorganisierte Online-Lernerfahrung der Schüler*innen zu gewährleisten. Als Stifterverband-Fellows hoffte ich, vom Stand der Experimente in der Kunstdidaktik zur Schaffung einer teacher.solar Community aufsteigen zu können, d.h. einer Gemeinschaft der Lehrenden und Lernenden, die daran interessiert wären, die Möglichkeiten und Grenzen von ODE zu erkunden.

2 Kontext

Forschung, Entwicklung und Lehre fanden an der Universität der Künste Berlin statt – der größten öffentlichen Kunsthochschule Europas. Konkret erfolgte dies an der Fakultät für Design, aus der die meisten Kursteilnehmer stammten, insbesondere aus den Studiengängen Kunst und Medien, Visuelle Kommunikation sowie Design & Computation. Jedoch waren auch Kollegen aus anderen Fachbereichen – wie z.B. Prof. Kirsten Reese aus dem Fachbereich Sound Studies der UdK und Frau Maria Kyrou, die im zentralen Innovationsprojekt der UdK, den Innovationen in Künstlerischer Lehre (InKüLe), involviert ist – sehr hilfreich und lieferten nützliche Begleitung und Feedback. Viele Kollegen, von den Studierenden über die Fakultät und Verwaltung bis hin zum Präsidium, waren an der Verwirklichung des Projekts beteiligt und zeigten aufrichtige Freude, als es mit dem Fellowship ausgezeichnet wurde.

Zeitlich gesehen war das Jahr 2021, in dem die Hauptarbeit am Projekt hätte stattfinden sollen, immer noch von der CoVid-19-Pandemie gestört. Um Störungen durch einen möglichen Lockdown zu vermeiden, konnte der Sommersemesterkurs 2021 „Gestaltung und

Einsatz eines solarbetriebenen Online-Bildungsartefakts: Sound und Klang“ nicht in Form eines klassischen Seminars mit wöchentlichen Treffen stattfinden, sondern wurde als Blockseminar im Berlin Open Lab der UdK abgehalten. Da es im Erdgeschoss mit direktem Zugang zu einer gartenähnlichen Außenanlage liegt, erwies sich das Berlin Open Lab als gute Wahl für den Veranstaltungsort, da es sowohl Innen- als auch Außenunterrichtsmöglichkeiten bot.

Ein Kurs der höchst internationaler „UdK Summer school“ war ebenfalls für August 2021 geplant, musste jedoch leider aufgrund von CoVid-bedingten Reisebeschränkungen abgesagt werden, da die Teilnehmerzahl unter fünf fiel. Daher fand ein weiterer ODE-Didaktikkurs im Sommersemester 2022 statt, als zwei Kurse durchgeführt wurden.

3 Verwendung der Mittel

Das teacher.solar-Projekt wurde offiziell im Mai 2021 mit einem Gesamtbudget von 25.000 Euro gestartet, das vom Stifterverband im Rahmen ihrer Senior Fellowships für Innovationen in der Hochschullehre vergeben wurde. Von diesen Mitteln wurden 11.800 Euro für das Gehalt des wissenschaftlichen Mitarbeiters Herrn Frederic Brodbeck bereitgestellt, dessen Hauptaufgabe darin bestand, die Software-Suite Teacher.js zu entwickeln, zu debuggen und zu implementieren; 7.815 Euro wurden für den Arbeitsvertrag mit dem Elektroingenieur Herrn Nikoloz Kapanadze bereitgestellt, der mit dem Entwurf, der Herstellung und dem Testen aller Hardware-Komponenten betraut war - insbesondere der von einem Superkondensator angetriebenen Leiterplatte; mit 2.700 Euro wurde der Studentenassistentenvertrag mit Frau Jung Hsu finanziert, die während der Seminare half, und die verbleibenden 2.685 Euro wurden in den Erwerb von Standardkomponenten investiert (Solarmodule, Superkondensatoren, Raspberry Pis, E-Ink-Displays, Mikrocontroller, MPPT-Module usw.)

4 Lehre

Im Rahmen des Kernprojekts Laufzeit (2021–2022) haben Konzepte und Werkzeuge, die in direktem Zusammenhang mit dem teacher.solar-Projekt entwickelt wurden, drei verschiedene Kurse geformt. Aufgrund ihrer direkten Verbindung zur Solarenergie und zum Unterricht im Freien fanden die Kurse ausschließlich im Sommersemester statt. Hier bieten wir einen kurzen Überblick.

4.1 Sommersemester 2021: Gestaltung und Einsatz eines solarbetriebenen Online-Bildungsartefakts :: Sound & Klang

Wie bereits im Abschnitt „Kontext“ angegeben, wurde das teacher.solar-Projekt mit dem Blockseminar eingeleitet, das in der Woche vor der Sommersonnenwende 2022 in Innen-

und Außenräumen des Berlin Open Lab (BOL) der UdK stattfand. Im Frühjahr 2021 wurden vorbereitende Schritte unternommen, darunter:

- Vorbereitung des Kernprototyps der „teacher.js“-Suite (Brodbeck)
- Aktivierung des „Lehrer-Artefakts“ Magic Wand 0, auf dem Raspberry Pi 4 alle OOT-Softwarekomponenten (teacher.js, Kastalia KMS, Matrix Synapse) installiert wurden (Hromada)
- Konfiguration des tragbaren Servers 1.teacher.solar auf MW0 mittels eines GSM4-Moduls, gekoppelt mit der statischen IP-Adresse (Hromada)
- Prototyping eines batterielosen, superkondensatorgetriebenen Audio-Mikrocontrollers (Kapanadze)
- Ausarbeitung des didaktischen Konzepts hinter dem ersten Outdoor-Online-Lehrkurs, wobei der thematische Schwerpunkt auf Klangkunst gelegt wurde (Hromada & Prof. Kerstin Reese (Neue Musik & Klangkunstkomposition))

Nachdem alle notwendigen Software-Tools auf dem tragbaren Lehrer-Server installiert waren, begann der Kurs am Montag mit der Einführung der Studierenden in die Hauptprinzipien des teacher.solar-Projekts (z.B. „volle Solarität“, „batterieLOSE digitale Artefakte“ usw.). Vom zweiten Tag an begannen die Studierenden, ihre eigenen solarbetriebenen, klanggenerierenden Artefakte zu entwickeln. Die Studiengruppe (N=9) bestand größtenteils aus Bachelorstudierenden des Studiengangs Visuelle Kommunikation und Absolventen des Studiengangs Kunst & Medien. An verschiedenen Tagen wurde der Unterricht von Prof. Reese, Herrn Kapanadze oder Herrn Brodbeck unterstützt.

Während des Kurses schlug einer der Studierenden vor, die entstehenden Artefakte beim bevorstehenden Festival „48-Stunden Neukölln“ zu präsentieren. Dies wurde akzeptiert und tatsächlich von der entstehenden Studiengemeinschaft realisiert, die sich selbst als „UdK Solarpunk“ bezeichnete. Von da an lag der Schwerpunkt der Studiengruppe auf der Schaffung von klanggenerierenden Artefakten, die ausschließlich mit Sonnenlicht betrieben wurden. Die Studierenden teilten sich in mehrere artefaktspezifische Gruppen auf.

Die Kommunikation zwischen den von einander oft-räumlich-getrennten Gruppen erfolgte mittels der teacher.js-Software und ihrer „Command-Casting“-Software: Audio wurde zu und von allen Geräten – meist den Smartphones der Studierenden – übertragen, die mit dem 1.teacher.solar-Knoten auf dem MW0-Artefakt verbunden waren; Präsentationsfolien wurden auch auf die gleiche Weise auf die Sichtfelder der Studierenden übertragen.

Löten und Programmieren fanden im Innenraum des BOL statt, und das Testen und Bewerten der Artefakte erfolgte im Freien. Angesichts des Wetters – der Himmel war wolkenlos und die Lufttemperatur überstieg während des gesamten Tages praktisch 30 Grad – war

mangelnde Sonnenenergie kein Problem, eher das Gegenteil: Die Studierenden mussten oft ins Innere gehen, um Dehydrierung und Sonnenbrand zu vermeiden.



Abb. 1: Teilnehmer des 0. teacher.solar Block-Seminars und ihre solarbetriebenen Artefakte und Musikinstrumente beim Festival 48 Stunden Neukölln.

Schließlich gipfelte der Kurs nach der Generalprobe im Medienhaus der UdK am Samstag in der Aufführung der „UdK Solarpunks“ beim Festival. Neben verschiedenen klangwelenerzeugenden Artefakten, die ausschließlich mit Sonnenenergie betrieben wurden, bestand die Aufführung aus einer dezentralisierten Lesung des „Solarpunk-Manifests“ [Th14], die auf den 1.teacher.solar Raspberry Pi-Knoten auf dem Artefakt Magic Wand 0 übertragen wurde, welcher wiederum den kollektiven Audioausgang zu einem im Kurs hergestellten, solarbetriebenen, batterielosen, superkondensatorgetriebenen Bluetooth-Lautsprecher streamte. Angesichts der Reaktion des Publikums war das Seminar ein Erfolg.

4.2 Sommersemester 2022: Bildung Biodigitale 1 - Pflanzen, Kräuter und Unkräuter

Bildung Biodigitale ist eine curriculare Reihe, die thematisch an einer etwas vernachlässigten disziplinären Grenze zwischen Informatik, Didaktik und Biologie angesiedelt ist. Das erste Bildung Biodigitale (BB) Seminar fand während des ersten CoVid-Semesters (Sommersemester 2020) statt, trug den Titel „Von organischen und digitalen Bäumen“ und war mit mehr als 40 Teilnehmern meine am meisten besuchte Online-Vorlesungsreihe².

² Beachten Sie, dass eine Kunstuniversität wie die UdK eine Institution ist, in der der Meister-Schüler-Ansatz im Unterricht noch geschätzt wird und die durchschnittliche Seminargröße ca. 4-5 Studierende beträgt.

Im Sommersemester 2022 wurde endlich ohne durch CoVid bedingte Einschränkungen fortgesetzt. Der Unterricht fand in verschiedenen Gärten und Parks statt und beinhaltete oft eine peripatetische (z. B. umherwandernde) Komponente. Die Tradition der Pflanzenkunde der UdK wurde fortgesetzt, Goethes Theorie der botanischen Formen wurde diskutiert und die Studierenden wurden aufgefordert, die klassische philosophische Methode der *“phänomenologischen Reduktion”* anzuwenden, um direkten Kontakt mit dem Reich der pflanzlichen Essenzen herzustellen. Pflanzenbestimmungs-Apps wie Naturblick oder PlantNet halfen bei der Pflanzenidentifikation. Pflanzenhologramme wurden erstellt und ätherische Öle aus *Artemisia Vulgaris* destilliert. Das Online-Lehrmittel *teacher.js*, eingebettet in das Artefakt *Magic Wand 0*, wurde umfassend genutzt und getestet, um die Konnektivität zwischen Lehrer- und Studenten-E-Ink-Tablet- und Smartphone-Geräten zu gewährleisten.



Abb. 2: Student*innen arbeiten gemeinsam an einer Aufgabe zum Thema “Zeichne die Pflanze” im Freien. Analoge Werkzeuge wie Bleistift und Papier werden gegenüber E-Ink-Tablet und Stylus bevorzugt. Foto by InKueLe.

Das Seminar gipfelte in seiner letzten Sitzung, die im Hauptbotanischen Garten Berlins stattfand, wo die Studierenden im Bereich des Arzneipflanzengartens des Gartens lediglich ihre Stimme nutzen konnten, um weitere Informationen über die Pflanzenarten zu erhalten, die direkt vor ihren Augen wuchsen. Somit wurde der Begriff der ODE nicht nur mit dem Konzept des lokal online Lernens kombiniert, sondern auch mit einem spracherkennenden künstlich intelligenten System, das auf einem Edge-Computing-Gerät läuft.



Abb. 3: Verbleibende Teilnehmer des ersten Bildung Biodigitale-Kurses eine Stunde, nachdem der Kurs offiziell geendet hat, und zwei Stunden, nachdem die Durchführbarkeit von lokal online ODE unter Einbeziehung von Edge-Computing-KIs demonstriert wurde.

Weitere Informationen hier: <https://www.inkuele.de/dokumentation/details/bildung-biodigitale>, hier <https://gardens.digital> und im öffentlich zugänglichen und förderierbaren Matrix-Raum des Seminars.³

4.3 SoSe 2022: Gestaltung und Einsatz von digitalen Bildungsartefakten im Freien

Das Ziel des praxisorientierten, gestalterischen Seminars bestand darin, die vor einem Jahr eingeführten Themen weiterzuentwickeln und die Fähigkeiten der Studierenden zu vertiefen, solarbetriebene digitale Artefakte zu bauen, herzustellen, zu programmieren und zu optimieren. Die Hauptthemen, die diskutiert wurden, waren: „Solarenergie, Photovoltaik, Mikrocontroller der 2. Generation (Daisy Seed, RP2040, Arduino Nano Connect), Supercapacitors, E-Ink, Maschinelles Lernen, digital Gardening“. Im Bezug mit dem letzten Begriff kam es sogar zu Diskussionen über die Einbettung der KIs in den Gartenzweigen und ähnlichen Artefakten. Die angewandten Methoden waren Outdoor Online-Lehre, kollaboratives Arbeiten, Upcycling, Programmierung und Löten – einschließlich Experimenten mit ausschließlich solarbetriebenen Löten.

³ In Ihrem Matrix-Client geben Sie ein: `/join #edu-botanics:m3x.baumhaus.digital` und drücken Sie Enter.



Abb. 4: Experimente mit Solarlöt in der Gartenkolonie „Dreieck Nord“ - autark und ohne Batterie.

Es waren vor allem Studierende des Studiengangs Kunst und Medien, die am Wahlpflichtseminar teilnahmen. Das Seminar fand im zweiwöchentlichen Rhythmus statt und folgte zunächst dem theoretischen Bildung Biodigitale Seminar. Die Tatsache, dass BB ein semi-peripatetisches Seminar war, das an verschiedenen Orten stattfand, hatte somit direkte Auswirkungen auf den Kurs „Gestaltung und Einsatz“. Dies stellte sich als suboptimal heraus, denn im Gegensatz zum BB-Kurs, bei dem alle Ausrüstungen und didaktische Instrumente leicht mitgebracht werden konnten, erfordert der Prozess des Bauens und Prototypens oft, dass Ausrüstungen – wie z. B. Lötstationen – installiert und einsatzbereit sind. Daher führten die ursprünglichen Versuche, das gestalterische Seminar in einer angenehmen Umgebung eines Kleingartens zu realisieren, zwar zu innovativen Ergebnissen und Erkenntnissen – wie z. B. solarbetriebenen Löt –, die Seminargruppe entschied jedoch letztendlich, die letzten Sitzungen des Seminars in einer konservativeren Umgebung des Berlin Open Lab und des Medienhauses der UdK zu realisieren.

Studentenarbeiten aus beiden SoSe2022-Kursen wurden beim Rundgang 2022 der UdK präsentiert.

5 Entwicklung und Forschung

Als ein facettenreiches Unterfangen wurde Forschung, Entwicklung und Experimentieren im Rahmen des teacher.solar-Projekts gleichzeitig entlang von drei Achsen realisiert: Hardware-Achse, Software-Achse, Kommunikations-Achse und didaktische Achse.

5.1 Didaktische Achse

Die Haupt-„didaktische Innovation“ des teacher.solar-Projekts besteht in etwas, das eigentlich gar keine Innovation ist, sondern eher eine Reaktion auf das grundlegende Bedürfnis unserer Vitamin-D-synthetisierenden Körper und zirkadianen [Hr] Geister: in einer Umgebung zu denken und zu lernen, die mit Sonnenlicht und frischer Luft gefüllt ist. In vielen Gesellschaften – von indigenen Gemeinschaften bis zu den alten Griechen – gilt die Outdoor-Bildung, das „peripatetische Lernen“, die Methode des „Lernspaziergangs“ usw. als normal und wurde so oft als sowohl bildungseffizient als auch angenehm bewiesen, dass es sehr schwer zu verstehen ist, warum Outdoor-Bildung als Ausnahme und nicht als Regel betrachtet wird.

Tatsächlich sind die einzigen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit „Outdoor-Bildung“:

- Wetterunsicherheit
- Vorhandensein von Umgebungs-/Umgebungsärm
- Zugang zu im Innenbereich befindlichen Geräten und Infrastruktur

Die dritte Schwierigkeit wird im Abschnitt „Gelernte Lektionen - Was nicht funktioniert hat“ behandelt.

Die zweite Schwierigkeit kann durch eine geeignete Wahl des Ortes angegangen werden – Parks und Gärten haben sich als Orte herausgestellt, an denen Ablenkungen durch Umgebungsärm erheblich reduziert werden können. Die „Wetterunsicherheit“ ist etwas schwieriger zu bewältigen: hier wird empfohlen, einen Innen- oder digitalen Raum als Plan B bereitzustellen. Wie es der Zufall wollte, musste während der oben beschriebenen drei Seminare nur zweimal der Kurs aufgrund von starkem Regen in Innenräume verlegt werden.

Letztendlich scheint die Durchführung von Lernen und Lehren an Orten, an denen andere nicht-menschliche Lebensformen – sei es Pflanzen, Bäume, Vögel oder Schmetterlinge – angetroffen werden können, einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung des Seminars durch die Studierenden zu haben. Zusätzlich führt die Schaffung einer Art „Temporary Autonomous Zone“, die unter der Kontrolle der Lehrer-Studierenden-Gemeinschaft steht, ebenfalls zu positiven Auswirkungen. Daher, wenn bei der internen Bewertung unter den Studierenden die Frage „Rangieren Sie alle besuchten Orte nach Ihrer Vorliebe“ gestellt wurde, haben alle Studierenden, die an der Sitzung in meinem „Kleingarten“ teilgenommen haben, den Veranstaltungsort einstimmig auf den höchsten Rang gesetzt.

5.2 Kommunikationsachse

Seit CoVid-19 ist es immer häufiger üblich, Chat-Anwendungen wie Discord, Signal, Rocketchat oder Slack zu nutzen, um „asynchrone Räume“ zu schaffen, in denen Lehrende und

Studierende sowohl während des Seminars als auch zwischen den Sitzungen kommunizieren können. Unter der Vielzahl von potenziellen „Plattformen“ hat das teacher.solar-Projekt alle Wetten auf eine offene Technologie namens „Matrix“ gesetzt, die eigentlich mehr als nur eine App ist. Es handelt sich vielmehr um ein Protokoll, das es jedem mit grundlegenden IT-Kenntnissen ermöglicht, seinen eigenen „Heimserver“ zu einem stetig wachsenden föderierten Netzwerk anderer Heimserver hinzuzufügen.

Im Rahmen des teacher.solar-Projekts wurden die Möglichkeiten des dezentralisierten, föderierten Matrix-Protokolls bis an die Grenzen ausgeschöpft, indem ein vollwertiger Matrix-Knoten auf einem tragbaren Server betrieben wurde. Angehängt an das Artefakt „Magic Wand 0“ trug ich den Server buchstäblich mit mir herum. Zusätzlich wurde der Raspberry-Pi-Mikrocomputer, auf dem der Server lief, so eingestellt, dass eine Wahl zwischen global online und lokal online möglich war.

Global online Modus

Im global online Modus verhielt sich der an MW0 angehängte Mikrocomputer wie ein gewöhnlicher Internetserver. Dies war möglich dank der Zusammenarbeit mit einem Telekommunikationsunternehmen, das in der Lage war, eine statische IP-Adresse mit der in das GSM-Modul des Raspberry Pi eingelegten SIM-Karte zu verknüpfen. Im global online Modus konnten Studierende, die es nicht in den Garten oder Park schafften, sich von zu Hause oder von der anderen Seite des Planeten aus mit dem Server verbinden – der physisch im Garten oder Park stand.

Zusätzlich wurden im global online Modus alle Interaktionen, die in den asynchronen kursbezogenen Räumen stattfanden, automatisch auf andere Matrix-Heimserver propagiert, mit denen diese Räume föderiert waren.

Lokal online Modus

Eine global zugängliche statische IP zu haben, ist nicht immer garantiert, genauso wenig wie der Internetzugang. Man kann sich auch andere Fälle vorstellen, in denen eine Verbindung zum Internet nicht unbedingt ein *desideratum* ist.

Durch Trennen von MW0 vom Internet, Umwandeln in einen Hotspot und durch ordnungsgemäße Konfiguration sowie Installation aller notwendigen SSL-Zertifikate im Voraus, wurde das Lehrer-Artefakt in den „lokal online Modus“ versetzt. In einem solchen Modus konnten Studierende, die physisch innerhalb eines bestimmten Raums (z.B. Garten) anwesend waren, sich trotzdem mit dem Server verbinden, der physisch im Zentrum des Raums stand (z.B. Mitte des Gartens), und miteinander kommunizieren, obwohl sie ihre Lernaufgaben an verschiedenen Orten realisierten (z.B. verschiedenen Ecken des Gartens).

Zusätzlich, sobald das Lehrer-Artefakt wieder mit dem weiteren Internet verbunden wird, werden die Inhalte des bis dahin abgetrennten asynchronen Raums automagisch mit dem Rest des Matrix-Ökosystems synchronisiert.

Das Teacher.solar-Projekt hat gezeigt, dass es sowohl möglich als auch machbar ist, einen voll funktionsfähigen Online-Lernstack – mit Audioübertragung, Command-Casting und von Matrix unterstützten asynchronen Räumen – zu haben, der auf einem lokalen Gerät läuft. Dies ist die wichtigste technologische Erkenntnis, die das Projekt geliefert hat.

Ursprünglicher Matrix-Raumbezeichner	Ursprungshomeserver	Anzahl der Benutzer
#edu-botanics:m3x.baumhaus.digital	m3x.baumhaus.digital	51
#edu-OOT-teacher.solar:m3x.baumhaus.digital	m3x.baumhaus.digital	50
#art-plants:l.teacher.solar	l.teacher.solar	22
#enigma-voynich:l.teacher.solar	l.teacher.solar	7

Tab. 1: Bezeichner, Homeserver und Benutzeranzahl in einigen asynchronen Räumen, die im Rahmen des Projekts teacher.solar entstanden sind. Stand: 1.11.2023 / AE531101.

5.3 Software-Achse



Abb. 5: Screenshot der teacher.js-Anwendung mit aktiviertem Wikipedia-Modul. Aktionen, die der Lehrer auf der Wikipedia-Seite ausführt, werden mittels Befehlsübertragung auf die Browser der Schüler repliziert.

Aus offensichtlichen Gründen müssen solarbetriebene digitale Online-Lernwerkzeuge Software verwenden, deren Kosten für die Informationsverarbeitung und Datenübertragung so gering wie möglich sind. Es wurde bereits im März 2021 beobachtet, dass bestehende Open-Source-Softwarewerkzeuge für Online-Lernen und -Kommunikation wie Jitsi oder BigBlueButton zu komplex, rechenintensiv und bandbreitenintensiv sind, um auf einem von einer Solar-Powerbank betriebenen RaspberryPi-Mikrocomputer ausgeführt zu werden. Daher wurde der wissenschaftliche Mitarbeiter von teacher.solar, Herr Brodbeck, mit

der Aufgabe betraut, eine wesentlich minimalistischere Software zu erstellen, bei der das Paradigma der Videoübertragung durch etwas ersetzt wird, das wir als Commandcasting bezeichnen.

Commandcasting (i.e. "Befehl-Übertragung") ist die Verteilung und Ausführung von Instruktionen und zugehörigen Daten, die von dem Browser des Lehrers an eine oder mehrere Zielansichten (z. B. Browsern der Schüler) weitergeleitet werden. Dies ermöglicht es, Präsentationsfolien auf den Geräten der Schüler mit wesentlich weniger Bandbreite anzuzeigen als mit dem klassischen „Bildschirmfreigabe“-Ansatz. Der Wechsel vom Video-Übertragungsparadigma zum Commandcasting-Paradigma findet seinen Ausdruck im Softwarepaket teacher.js.

In teacher.js werden Ereignisse auf dem Client des Lehrers (z. B. Folienänderungen in einer Präsentation) an alle anderen verbundenen Teilnehmer übertragen, um sicherzustellen, dass sie synchron bleiben. Als Ergebnis sehen die Schüler genau das, was der Lehrer sieht. Neben der Audio-/Sprachanrufunktionalität kann die Anwendung durch die Integration zusätzlicher Module für verschiedene Zwecke erweitert werden. Derzeit gibt es Module für Textchat, Präsentationen, Wikipedia und kollaboratives Texteditieren.

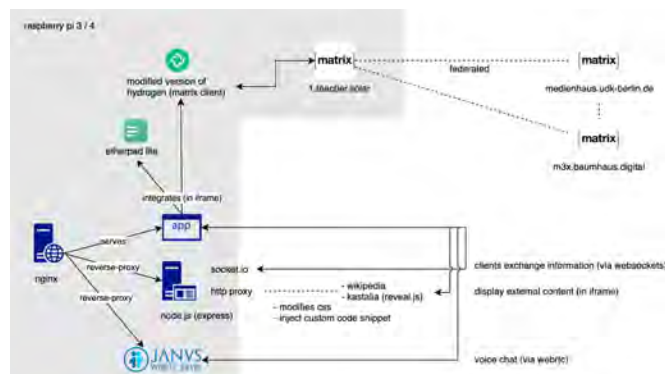


Abb. 6: Architektur des teacher.js Softwarepakets. Abbildung aus IEEE Publikation [BH22].

Teacher.js ist eine Webanwendung, die in nodeJS programmiert ist, verwendet die Svelte-Bibliothek für das Frontend, Websockets für die Kommunikation zwischen Server und Client und Hydrogen.js als Matrix-Client, der mit dem matrix-synapse Server kommuniziert. Die Audioübertragung zwischen den Teilnehmern des Seminars wird durch Janus realisiert. Code-Casting für Präsentationen ist mit der reveal.js-Vorlage des Kastalia Knowledge Management Systems (Kastalia KMS) integriert. Die Funktionalität des kollaborativen Dokumenten-Editierens durch das Etherpad-lite Modul ist ebenfalls integriert. Siehe Abbildung 4 für eine weitere Beschreibung der Architektur.

Alle Bibliotheken und Module sind Open-Source, und ihre kostenlose Nutzung und Modifikation wird durch permissive Lizenzen geregelt. Das unter WPL-Lizenz stehende Kastalia KMS ist ebenfalls Open-Source und für nicht-kommerzielle Zwecke kostenlos. Code und Dokumentation für teacher.js sind verfügbar unter <https://github.com/freder/teacher.js>

5.4 Hardware-Achse



Abb. 7: Avocad0 artefact



Abb. 8: MW0 Artefakt + einige zusätzliche teacher.solar-Ausrüstung (Blumen, Solarpanel, Solarrucksack, E-Ink-Telefon, E-Ink-Tablet & Sonnenbrille mit Bluetooth-Audiokopfhörern).

Das Hauptlehrmittel, das aus dem Projekt hervorging, war mein Magic Wand 0 (MW0). Im Wesentlichen ist MW0 ein kopfloser – also ohne Bildschirm und Tastatur – RaspberryPi-Computer, der an eine Solar-Powerbank angeschlossen ist (siehe Abbildung 5). An den RaspberryPi sind zusätzliche Komponenten angebracht, insbesondere ein GSM-Modul und ein Respeaker HAT mit vier Mikrofonen und 12 RGB LEDs. Softwareseitig läuft er mit einem Raspbian Linux und zusätzlichen systemd-Diensten (teacher.js, matrix-synapse, Janus, Kastalia KMS, nginx, bluesalsa usw.), um ein vollkommen autarkes ODE-Erlebnis zu bieten. Das gesamte System ist an ein Stück Holz unbekannter Herkunft befestigt, was das gesamte Setup sowohl zu einem Kunstwerk als auch zu einem Lehrinstrument macht. Ein zusätzlicher Arduino-Mikrocontroller mit 12 verschiedenen Sensortypen ist ebenfalls an den “Zauberstab” angeschlossen.

Was das Innenleben betrifft, so ist das zweite Lehrmittel, bekannt als Avocad0, praktisch identisch mit MW0. Im Gegensatz zu MW0, bei dem alle Hardwareteile freiliegen, hat Avocad0 eine abgerundete Form, die aus zwei lasergeschnittenen Pappelholzplatten besteht, die mit gewebten Polymerrohren miteinander verbunden sind. Dadurch ist der im Inneren

laufende Lehrserver besser vor ungünstigen Wetterbedingungen geschützt. Tatsächlich pas-sierte es nach einer Lehrsession in meinem Garten, dass ich den Server – eingebettet in das Avocad0-Gehäuse – an einem Pflaumenbaum in der Mitte des Gartens hängen ließ. Sowohl die Hardware als auch das Artefakt überstanden einen ziemlich heftigen Regen in der folgenden Nacht ohne Schaden. Kurz gesagt, kann das Avocad0-Artefakt am besten als eine Open-Source, DIY, lokal online, Edge-Computing-Antithese zu persönlichen Assistentensystemen wie Amazons Alexa visualisiert werden.

Letztendlich können sich sowohl MW0 als auch Avocad0 über Bluetooth mit einem Solbox-Artefakt, einer solarbetriebenen Boombox, verbinden. Im Kern ist Solbox ein batterie-loser Bluetooth-Lautsprecher, der die Energie seines Solarpanels nutzt, um das Bluetooth-Audiosignal zu verstärken. Das Signal wird mittels eines Schallwandlers – auch bekannt als „Shaker“ – auf einen DIY-Karton übertragen, sodass ein ziemlich lauter Ton erzeugt wird.

Im Falle von Solbox 0, die nach zwei Jahren seit ihrer Konzeption immer noch voll funktionsfähig ist und oft einige schöne Melodien spielt, wenn die Sonne scheint, wurden handelsübliche Audiokomponenten zusammen mit einer professionellen Supercapacitor-Evaluierungsplatine verwendet. Unser Ziel war es jedoch, einen Schritt weiterzugehen, und so verbrachte der leitende Elektronikingenieur des Projekts eine erhebliche Menge an Zeit mit dem Design unseres eigenen integrierten Schaltkreises, der es ermöglichen würde, aus folgenden Komponenten:

- einem Arduino Nano Connect RP2040
- ein paar Superkondensatoren
- einem Solarpanel
- einem Schallwandler
- einem Karton

einen leichten, aber lauten, solarbetriebenen, batterie-losen Bluetooth-Audiolautsprecher zu machen.

Ein paar Tage lang funktionierte sogar das Prototyp 1. Dann brannte irgendwo ein kleiner Booster-Chip durch ⁴ und damit auch die Hoffnung auf die große Disruption.

⁴ Erklärung des PCB-Fehlers laut seinem Ingenieur: „Der wahrscheinlichste Übeltäter scheint ein unangemessenes Layout zu sein - manchmal reicht es nicht aus, dass alle Komponenten korrekt verbunden sind, sondern auch die Topologie muss korrekt sein, um Engpässe im Stromfluss zu vermeiden - das ist doppelt wichtig bei Stromregelkreisen. Es ist möglich, dass es einige Abweichungen zwischen unserer Umsetzung und den Empfehlungen des Herstellers gibt.“

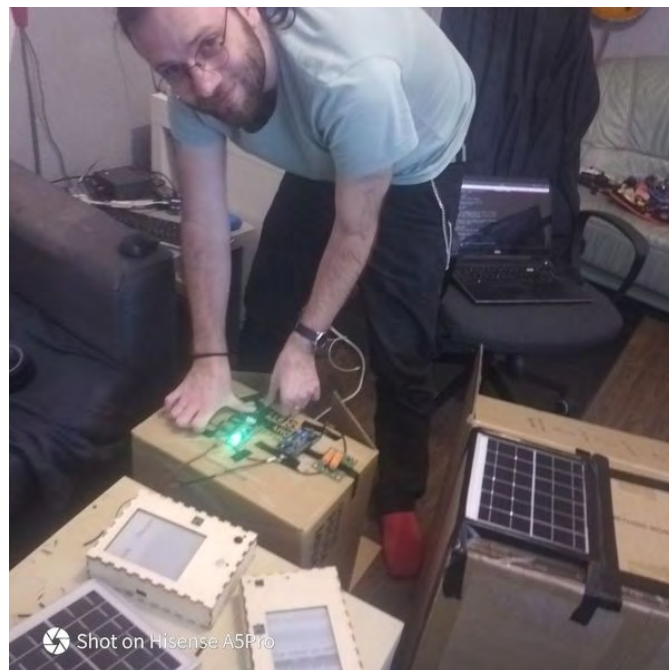


Abb. 9: Meisteringenieur mit Solbox 0 und Solbox 1.

Dennoch sind alle anderen Prototypen – d.h. MW0, Avocad0 und Solbox 0 – auch zwei Jahre nach ihrer Konzeption voll funktionsfähig. Auf ihrer SD-Karte enthalten MW0 und Avocad0 zwei von drei Klonen des 1.teacher.solar-Systems, einschließlich des Archivs aller kursrelevanten Wiki-Artikel, Kastalia-Folios und Inhalte aller zugehörigen Matrix-Räumen.

Artefakte für Studierende

Um mit dem Server des Lehrers kommunizieren zu können, benötigt man auch Geräte - oder Konsolen -, mittels derer die Studierenden bzw. der Lehrer kommunizieren. Eine nicht zu vernachlässigende Menge an Aufwand wurde in die Erstellung solcher Geräte praktisch von Grund auf investiert, d.h. aus öffentlich verfügbaren off-the-shelf Komponenten. So sollte der superkondensatorgepufferte Docking-Schaltkreis für Arduino Nano Connect RP2040 mit einem E-Ink-Display erweitert und so programmiert werden, dass die vom Lehrer durchgeführte Änderung automatisch auf dem Display angezeigt wird. Leider traten aus dem in Fußnote 5 erklärten Grund technische Probleme bei der Entwicklung der PCB auf, die im begrenzten Rahmen des Projekts nicht lösbar waren.

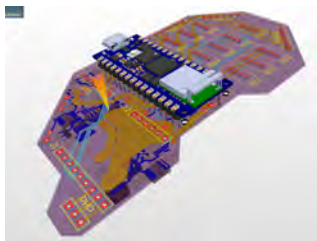


Abb. 10: Entwurfsskizze der PCB mit eingebettetem Arduino Nano Connect RP2040.



Abb. 11: Avocad0-Lehrerserver und sechs zugehörige Lerner-E-Ink-Tablets, geschützt in speziell lasergeschnittenen Holzgehäusen.

Es ist jedoch bemerkenswert, dass die während des SoSe 2022 Seminars „Entwurf und Einsatz digitaler Bildungsartefakte im Freien“ durchgeführten Experimente gezeigt haben, dass man bei guten Solarbedingungen weder Batterie noch Superkondensatorpuffer benötigt. So war ein ausschließlich an ein Solarpanel und ein 7-Farben-WaveShare-E-Ink-Display angeschlossenes Arduino Nano Connect RP2040 in der Lage:

- Verbindung zum vom Lehrer-Artefakt bereitgestellten WLAN-Netzwerk herstellen

- Herunterladen des Bildes des aktiven Folios, wann immer der Lehrer in seiner Präsentation voranschritt
- Anzeige auf einem E-Ink-Display

Diese minimalistische Einrichtung bot jedoch keine Audiofunktionalität.

Um daher alle Funktionen, die die Software teacher.js bieten kann, vollständig zu nutzen, verwendeten die Studierenden meist entweder ihre eigenen Smartphones oder farbige E-Ink-Onyx-Boox-Tablets ⁵, für die die studentischen Hilfskräfte schöne hölzerne Schutzhüllen laser-geschnitten haben, die besser zur „Solarpunk“-Ästhetik des teacher.solar Projekts passen.

Artefakte von Studierenden

Das letztendliche Ziel des Projekts war es, die Kompetenz der Studierenden im Entwurf von solarbetriebenen ODE-Artefakten so zu steigern, dass sie in der Lage wären, ihre eigenen zu erstellen. In Fällen bestimmter am Projekt beteiligter Personen - insbesondere Herr Kapanadze, Herr Brodbeck, Herr Kim & Frau Hsu (alle ehemalige Studierende) - kann durchaus argumentiert werden, dass die Grundlagen für eine solche Kompetenz erfolgreich etabliert wurden und das letztendliche Ziel zumindest teilweise erreicht wurde. Wie jedoch Abbildung 12 zeigt, erzielten auch Studierende mit geringeren technischen Fähigkeiten erwähnenswerte Ergebnisse.

6 Gelernte Lektionen

Für seinen begrenzten Budget von 25.000 Euro war teacher.solar ein sehr ambitioniertes Projekt. Der Weg von reinen Licht der Sonne zu einem sich-selbst-katalysierenden didaktischen Konzept ist lang, und wir versuchten, ihn in allen Details und in Ganzem nachzugehen. Auf der technischen Seite wurden Solarpaneele positioniert, Schaltkreise entworfen und gedruckt, Hunderte kleiner Bauteile platziert & gelötet, Software - sowohl für Lehrer als auch für Schüler - entwickelt, neue Kommunikationsmittel (Matrix) getestet. Auf der didaktischen Seite wurden Schüler in Gärten und Parks gebracht und gebeten, Systeme zu verwenden, die sie zuvor noch nie benutzt hatten, um Kompetenzen zu erwerben, die für einige von ihnen völlig neu waren. Es ist daher keine Überraschung, dass manche Dinge funktionierten und manche nicht.

7 Was nicht wirkte

Was die Hardware-Entwicklung betrifft, so ist es uns nicht gelungen, ein robustes Schaltungsdesign zu erhalten, das es uns ermöglichen würde, Batterien durch Superkondensatoren zu ersetzen, in dem Maße, dass ODE-Sitzungen zuverlässig auf Geräten durchgeführt

⁵ Großzügig ausgeliehen vom InKueLe-Projekt.



Abb. 12: Von Studierenden hergestellte Artefakte „Brunnen“ und „Hut“.

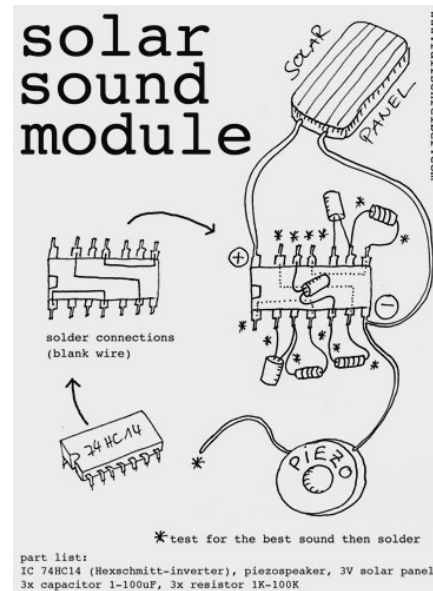


Abb. 13: Beschreibung des solarbetriebenen, klanggenerierenden Moduls basierend auf Hexschmitt-Inverter.

werden könnten, die in solche Schaltungen eingebettet sind. Aber das ist wenig überraschend: Selbst Unternehmen mit um fünf Größenordnungen höheren Budgets haben das Problem offenbar auch nicht vollständig gelöst und Geräte wie solarbetriebene, batterielose Smartphones warten noch auf ihre Zeit der Entstehung. Energien ordentlich zu bearbeiten ist knifflig.

Was den Lehr-/Didaktikaspekt des Projekts betrifft, rate ich zukünftigen Lesern dieses Textes, folgende Ratschläge zu beachten:

1. ODE-Seminare sollten so wenig infrastrukturabhängig wie möglich sein
2. Digitale Werkzeuge nur dann verwenden, wenn es einen guten Grund dafür gibt
3. Kompetenztransfer ist nur dort erfolgreich, wo die Kompetenz des Lehrers auf dem Gebiet solide ist

Der erste Rat mag offensichtlich klingen: Wenn spezielle Ausrüstung für Innenräume (z.B. Lötkolben, Mikroskope, Gen-Sequenzierung u.s.w.) notwendig ist, um seminargebundene Aufgaben durchzuführen, können und werden diese Aufgaben nicht im Rahmen eines Outdoor-Kurses erledigt. Zugegeben, im kreativen Kontext einer Kunstuniversität ist man

frei für curriculare Experimente, kann diverse „hybride Modi“ erforschen, und einige Innovationen – wie z.B. „solares Lötten“ – können potenziell sogar daraus entstehen. Aber in einem klassischeren Kontext kann zu viel Experimentieren dem Wissenstransfer und dem Kompetenztransferprozess abträglich sein.

Bezüglich des zweiten Ratschlags: In unserer reformbesessenen, aktionistischen Zeit neigt man oft dazu, alte und preiswerte analoge Methoden, die nachweislich funktionieren, durch neue, digitale, teure Methoden und Werkzeuge zu ersetzen, von denen versprochen wird, dass sie funktionieren. Zum Beispiel gab es bei der gemeinschaftlichen Pflanzenzeichnungsübung (vgl. Abbildung 2) sowohl Gruppen, die klassische Bleistifte und Papier verwendeten, als auch Gruppen aus Studierenden, die ihre E-Ink-Tablets benutzten und durch eine kollaborative Zeichen-App synchronisiert wurden. Während die Ergebnisse beider Gruppen schön waren, schien es mir, dass die analoge Gruppe, die sich eine große Papierleinwand teilte, den Prozess mehr genoss als die Gruppe, in der jeder Student auf einer getrennten Leinwand arbeitete, obwohl digital synchronisiert.

Bezüglich des letzten Ratschlags: Im teacher.solar-Projekt wurde der Transfer der Fähigkeit zum Aufbau und Einsatz von solarbetriebenen ODE-Artefakten als das „ultimative Ziel“ definiert. Was wie eine interessante, sich selbst katalysierende Idee klang – d.h. den Studierenden beizubringen, wie man die Instrumente baut, die im Lehrprozess verwendet werden – erreichte klar seine Grenzen aufgrund der Tatsache, dass es ursprünglich nicht einmal mir (d.H.. dem Lehrer) klar war, wie solche Instrumente aussehen sollten. Jetzt ist die Klarheit da: aber im Jahr 2021, als der Transfer stattfinden sollte, war sie es noch nicht.

8 Was wirkte und wirkt

Hier ist eine kleine Zusammenfassung dessen, was ich als „positive Ergebnisse“ des teacher.solar-Projekts betrachte:

1. Outdoor-Kurse sind gesund, erfrischend und die Studierenden lieben sie
2. Es ist möglich, das Outdoor-Erlebnis mit digitalen Komponenten zu bereichern, insbesondere durch den Ersatz von lichtemittierenden (LED, OLED) durch lichtreflektierende (E-Ink) Bildschirme
3. Internetzugang ist keine *conditio sine qua non* für eine erfolgreiche ODE-Sitzung: tragbare Lehrerserver sind möglich und funktionieren nachweislich
4. Das Matrix-Protokoll erlaubt sowohl lokal online als auch global online Modi sowie den Übergang zwischen beiden
5. Mit einem richtig gewählten 1-Watt-Solarpanel, Mikrocontroller und einem E-Ink-Bildschirm benötigt man weder Batterien noch Superkondensatoren, um auf der Konsole der Studierenden den Inhalt anzuzeigen, den der Lehrer sehen möchte

6. Die Bereicherung der ODE-Sitzung mit KI-Assistenten (z.B. Merlin-App zur Vogelgesangserkennung; NaturBlick zur Pflanzenidentifikation) gibt dem Lehrer völlig neue Fähigkeiten

Bei der Ausarbeitung des sechsten Punktes führte die Überschneidung des teacher.solar-Projekts mit dem Konzept der Seminarreihe „Bildung Biodigitale“ zu meinem Vorschlag einer sogenannten „eco-artificial education“ [HH].

Das heißt:

“Eco-artificial education integriert jene Formen pädagogischer und didaktischer Praxis, bei denen künstlich intelligente Systeme zum Zweck der Steigerung des Wissens und Respekts des Menschen gegenüber der umgebenden Biosphäre eingesetzt werden.”

9 Öffentlichkeitsarbeit

Die Hauptpublikation, die aus dem Projekt hervorgegangen ist, ist „teacher.js: A low-bandwidth Digital Tool for Outdoor Online Teaching“ [BH22]. Das Artefakt MW0 wird näher im Artikel „Three Principles, 2 Sub-principles and One Magic Wand for Harm Minimization and Prevention of Technological Addiction in Human Children“ [Hr] beschrieben. Ein Preprint „Short Plaidoyer for Introduction of EcoArtificial Education in Diverse Curricular Systems of the Planet Earth“ ist auch von Bedeutung, da teacher.solar direkter Vorläufer des Konzepts der „eco-artificial education“ ist [HH].

In den Jahren 2021 und 2022 wurde das Projekt teacher.solar sowie die damit verbundenen Unterprojekte, Praktiken und Konzepte bei mehreren öffentlichen Veranstaltungen präsentiert, Tabelle 2 bietet einen Überblick. Darüber hinaus wurde das Projekt im Rahmen anderer kleinerer oder interner Veranstaltungen vorgestellt (UdK's AG Online Lehre, ECDF Brownbag-Treffen, Semester-Einführungen für das Studienprogramm Kunst & Medien und Visuelle Kommunikation etc.).

Andere Ressourcen, die während des Projekts entstanden sind und hiermit in das öffentliche Eigentum übertragen werden:

- Der teacher.js-Code ist verfügbar unter <https://github.com/freder/teacher.js>
- Der Code für das eink solarbetriebene Display basierend auf Arduino Nano Connect RP2020 ist verfügbar unter <https://github.com/hromi/OutdoorEducationArtefact>
- Schemata und PCB-Designs für das superkondensatorbetriebene Mikrocontroller-Board sind verfügbar unter <https://github.com/nikolozka/teacher.solar>

Wann	Veranstaltung
Februar 2021	teacher.solar Lightning Talk beim digitalen Treffen der Stifterverband 2020 Fellows (online)
Mai 2021	Erste Präsentation des teacher.js Prototyps beim Berlin Open Lab Symposium (online)
November 2021	teacher.js präsentiert beim University:Future Festival (online)
März 2022	Demo von teacher.js beim Treffen der Fellows (Essen)
März 2022	Präsentation der teacher.js Software bei der Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI)
Mai 2022	MW0-zentrierte Installation „gardens.digital“ beim BOL/ECDF-Event Transforming Communities (Berlin)
Juli 2022	Stifterverband Senior Fellows nutzen teacher.js auf dem Avocad0 Artefakt für ihre erste Aufnahme der Ode an die Didaktik (Berlin)
Juli 2022	Lightning Talk über digital unterstütztes Outdoor Teaching auf der Lehrkonferenz des Stiftverbandes (Berlin)
September 2022	Bildung Biodigitale und aus dem teacher.solar Projekt hervorgegangene Artefakte präsentiert auf der Konferenz Bits & Bäume (Berlin)

Tab. 2: Präsentationen, Vorträge, Demos.

10 Verstetigung

Die Unterstützung der Universität der Künste Berlin bei der Konzeption des Projektvorschlags war vorbildlich, ebenso wie die Hilfe bei allen buchbezogenen Fragen. Inhaltlich jedoch schien das Projekt nach seiner Einleitung nicht viel Interesse zu wecken⁶. Nach mehreren anfänglichen Versuchen, die Botschaft „Schaut, was wir tun, es ist wichtig“ an andere Kollegen der Universität & des Einstein Centers Digital Future (ECDF) sowie an die sogenannten „Innovation Hubs“ zu kommunizieren, und nachdem keinerlei Feedback erhalten wurde, nachdem ich manchmal Eindruck hatte dass deutlich mehr Investitionen in Richtungen fließen wo so gut wie nichts geliefert wird, entschied ich mich, keine weitere Zeit damit zu verschwenden, jemanden von Wichtigkeit dieser Arbeit zu überzeugen.

Mit einer Ausnahme: Im Kontext des ECDF war die Beschreibung der Konzepte „teacher.solar“ und „Bildung Biodigitale“ ein integraler Bestandteil des Portfolios [Da21], mit dem ich mich im Rahmen einer ECDF-interne „Bestenauslese“ auf eine Tenure beworben habe. Außer der Information, dass meine Bewerbung abgelehnt wurde, und abgesehen von einer nicht schriftlichen Aussage, dass meine Forschung und meine pädagogische Praxis „von geringem Wert“ seien - die von der Person kam, die das Bestenauslese-Komitee ausgewählt hat - erhielt ich nie ein einziges Bit des Feedbacks über die Gründe für die Ablehnung.

So erhielt in Zeiten, in denen sowohl im öffentlichen als auch im privaten Sektor Investitionen für „digitales Lernen“ und „Nachhaltigkeit“ reichlich vorhanden sind, ein Projekt, das mindestens fünf grundlegende Innovationen genau im Schnittpunkt dieser beiden Bereiche

⁶ Leuchtende Ausnahmen von dieser Aussage sind Prof. Reese und einige Kolleg*innen vom InKüle-Projekt.

einführt, keine zusätzliche Finanzierung. Aber das war zu erwarten: Im Einklang mit Celestine Freinets berühmtem Ausspruch “Wir sind Pädagog*innen und keine Politiker*innen” kann man sagen: “Wir sind Lehrer*innen und weder Geschäftsleute noch Lobbyist*innen”.

Es mag sein, wie es will: die Gültigkeit von Schopenhauers Bemerkung über den Pfeil, den G und das Ziel gegeben, ist es keine Überraschung, dass keine Verstetigung des teacher.solar-Projekts stattgefunden hat und höchstwahrscheinlich auch nicht stattfinden wird.

Denn verstetigt werden können nur solche Ideen, Dinge und Ziele, die in der Gegenwart vom Publikum gesehen werden können, und nicht jene, die nur in der Zukunft gesehen werden.

11 Stifterverband Fellowship in der Hochschulbildung

Ausgewählt zu werden in einem fairen, nicht im Voraus entschiedenen Verfahren und somit einer der wenigen Bewerber nicht-deutscher, osteuropäischer Herkunft zu sein, denen das Fellowship zugesprochen wurde, war eine große Ehre. In Essen wurde der erste Kontakt hergestellt; in Berlin wurde er durch Vers und Gesang gestärkt ⁷; in Freiburg half die „kollegiale Beratung“ mir, gute Entscheidungen zu treffen.

Insbesondere kann ich mir eine zukünftige Zusammenarbeit im Bereich der „Outdoor-Digitalbildung“ mit Prof. Dr. Jutta Papenbrok (Institut für Botanik, Uni Hannover); Prof. Dr. Lina Oravec (Institut für Musikwissenschaft und Musikpädagogik, Uni Koblenz - Landau); Dr. Franz-Josef Schmitt (Wissenschaftlicher Leiter des Praktikums Master Physik bei der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) und Herrn Traugott Haas (Design, Uni Vechta) vorstellen.

Zusätzlich bin ich immer noch mehr als bereit und willig, die Kommunikation zwischen den Fellows zu erleichtern, indem ich den Matrix-Homeserver ins Leben rufe, der die Kommunikation innerhalb der Gemeinschaft und darüber hinaus erheblich erleichtern und verbessern könnte.

⁷ Alle Audioaufnahmen der “Ode an die Didaktik” sind sicher auf dem 1.teacher.solar-Knoten archiviert.

12 Danksagung

Von der UdK möchte ich dem UdK-Meisterarchivar Dr. Dietmar Schenk dafür danken, dass er die Gruppe Bildung Biodigital mit den pflanzenbezogenen Inhalten des UdK-Archivs vertraut gemacht hat; Prof. Kirsten Reese danken, ohne deren Unterstützung das gesamte Projekt schon vor Beginn hätte peinlich enden können; Nik Kapanadze dafür, dass er der beispielhafteste Elektroingenieur ist, den ich je getroffen habe, und Fred Brodbeck dafür, dass er der beste Programmierer ist; Hyungjoong Kim dafür, dass er mir viel mehr als nur ein Assistent war; Maria Kyrou und allen gutgesinnten Menschen von InKuele für die Dokumentation vom Ganzen; Jung Hsu für den Avocado-Laserschnitt; und - at last but not least - "UdK Solarpunks" dafür, dass sie mir gezeigt haben, dass es Freundschaft und nicht der Wille des Lehrers zum Erfolg ist, der der ultimative „Key Performance Indicator“ ist, und den Teilnehmern der „Bildung Biodigitale“-Reihe für die Tiefe ihres Respekts gegenüber allen Lebensformen, auch Mücken und Zecken nicht ausgenommen.

Die Start-up-Firma wizzion.com UG verdient hier ebenfalls Erwähnung, da sie die Kosten für die Domains gardens.digital und teacher.solar trägt und dies auch weiterhin tun wird, solange sie durch solche Wohltätigkeitsaktionen nicht insolvent wird.

Vom Stifterverband, Frau Jorzik dafür, dass sie alles zusammenbringt, Herrn Andreas Weber für ein Gespräch auf dem höchsten Berliner Wolkenkratzer bei Mondschein und allen Fellows der Treffen in Essen 2022 und Freiburg 2023 dafür, dass sie mit mir auf die Worte „Slava Ukraine“ angestoßen haben.

Literatur

- [BH22] Brodbeck, F.; Hromada, D. D.: teacher.js: A low-bandwidth Digital Tool for Outdoor Online Teaching. In: 2022 IEEE 5th Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI). IEEE, S. 47–50, 2022.
- [Da21] Daniel Devatman Hromada: Teaching & Research Portfolio for Rejected ECDF Tenure Application, https://baumhaus.digital/ecdf_tenure_portfolio.pdf, Accessed: 2023-11-07, 2021.
- [HH] Hromada, D. D.; Hsu, J.: Short Plaidoyer for Introduction of EcoArtificial Education in Diverse Curricular Systems of the Planet Earth./.
- [Hr] Hromada, D. D.: Three Principles, 2 Sub-principles and One Magic Wand for Harm Minimization and Prevention of Technological Addiction in Human Children./.
- [Th14] The Solarpunk Community: A Solarpunk Manifesto, https://teacher.solar/solarpunk_manifesto.pdf, Accessed: 2023-11-07, 2014.