Innovative Kooperation mit Forschungsabteilungen aus Physik und Technik für das Lehramtsstudium

Anhang: Übersicht der Forschungsprojekte und Verortung im Lehrplan 21

In der untenstehenden Tabelle sind die in der Interventionsstudie von 2017 – 2020 verwendeten Forschungsprojekte und deren mögliche Verortung im Lehrplan 21*, Natur & Technik (7.-9. Schuljahr) aufgeführt. Weiterführend wird jedes Forschungsprojekt auf den nachfolgenden Seiten näher beschrieben.

Tabelle 1.
Mögliche Verortung der Forschungsprojekte im Lehrplan 21, Natur & Technik (7.-9. Schuljahr).*

Forschungsprojekt der Hochschule Luzern T&A	**Kompetenzbereich**	**Kompetenz**
Energy-Harvesting	NT.4 Energieumwandlung analysieren und reflektieren	NT.4.1 Die Schülerinnen und Schüler können Energieformen und -umwandlungen analysieren.
Latentspeicher für Heiz- und Kühlanwendungen		NT.4.2 Die Schülerinnen und Schüler können Herausforderungen zu Speicherung, Bereitstellung und Transport von Energie beschreiben und reflektieren.
Werkstoffprüfung in kleinen Dimensionen	NT.5 Mechanische und elektrische Phänomene untersuchen	NT.5.1 Die Schülerinnen und Schüler können Bewegungen und Wirkungen von Kräften analysieren.
Licht-Dosimeter zum Messen der Lichtintensität und deren Auswirkung auf den Melatoninspiegel		NT.5.2 Die Schülerinnen und Schüler können Grundlagen der Elektrik verstehen und anwenden. NT.5.3 Die Schülerinnen und Schüler können elektrische und elektronische Schaltungen untersuchen und analysieren.
Messung von Schallleistungspegel-Werten	NT.6 Sinne und Signale erforschen	NT.6.2 Die Schülerinnen und Schüler können *Hören* und Sehen analysieren.
Licht für gesunde und produktive Arbeitsplätze		NT.6.2 Die Schülerinnen und Schüler können Hören und Sehen analysieren.

*Lehrplan 21: Für die deutsch- und mehrsprachigen Schweizer Kantone geltenden Volksschullehrplan (D-EDK, 2016).

Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) (Hrsg.). (2016). *Lehrplan 21 Natur & Technik für den 3. Zyklus*. Verfügbar unter: https://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=b|6|2

Energy-Harvesting

Projektbeschreibung

Microcontroller sind Computer, welche so stark verkleinert sind, dass sie auf einen einzigen Silizium-Chip von der Größe eines kleinen Fingernagels passen. Sie enthalten nichtflüchtigen Speicher für Programme (ähnlich einer SSD oder Harddisk), schnellen Arbeitsspeicher und einen Prozessor.

Durch die extreme Miniaturisierung sind Microcontroller so günstig geworden, dass sie heutzutage in viele Dinge eingebaut werden, um diese „intelligent“ und vernetzbar zu machen (Internet of Things). Beispiele sind alle Arten von Fernbedienungen, dimmbare Glühbirnen, welche die Farbe wechseln können, Küchenwaagen mit Tara-Funktion und überhaupt alle Geräte, welche mit dem WLAN verbunden werden können.

Um zu funktionieren, brauchen diese Microcontroller elektrische Energie. Bei vielen neuen Aufgaben steht kein Stromanschluss zur Verfügung und es soll auch keine Batterie eingebaut werden. Dann muss die Energie lokal erzeugt werden, was man Energy-Harvesting nennt.

Das Kompetenzzentrum Electronics (CC Electronics) beschäftigt sich in mehreren Projekten mit dem Energy-Harvesting. Bei einem Projekt soll viel Energie eingespart werden, indem Eisenbahnweichen an verschiedenen Stellen mit Sensoren überwacht werden, um die Heizung im Winter nicht so oft anstellen zu müssen.

Abbildung 1: Weichenheizung, Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Weichenheizung

Abbildung 2: Thermosensor, Quelle: https://komtra.de/media/images/org/59176.JPG

Ein anderes Projekt wird die Energie beim Bremsen eines Fahrrads ernten, um einen Bordcomputer zu versorgen.

Projektmitarbeitende

Fabian Widmer
BSc ET
Wissenschaftlicher Assistent
Institut für Elektrotechnik
CC Electronics

Weitere Informationen: https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/ueber-uns/medien/magazin/archiv/2016/02/15/freie-bahn-fuer-effizienz/ [Version 24.02.2021]

Latentspeicher für Heiz- und Kühlanwendungen

Projektbeschreibung

Abbildung 1: Testspeicher zur Materialcharakterisierung (10 Liter Inhalt)

Latentspeicher nutzen den Phasenübergang des Speichermaterials von fest zu flüssig, um Energie in einem sehr engen Temperaturintervall zu speichern. Die eingesetzten Materialien werden als Phasenwechselmaterialien (PCM) bezeichnet. Da die Wärme so zu- oder abgeführt werden kann, ohne dass sich die Temperatur des Speichers markant ändert, wird thermische Energie kompakt gespeichert. In Latentspeichern kann in einem engen Temperaturintervall daher signifikant mehr thermische Energie pro Volumen gespeichert werden, als mit einem herkömmlichen Wasserspeicher.

Das Unternehmen FAFCO S.A. mit Sitz in Biel entwickelt und vermarktet thermische Latentspeicher, welche mit Eis betrieben werden seit mehr als 20 Jahren. Das etablierte Speichersystem wird vor allem in der Gebäudekühlung und in industriellen Prozessen eingesetzt. Für viele Anwendungen ist die Speichertemperatur von 0°C, welche durch das Eissystem vorgegeben ist, unnötig tief. Höhere Speichertemperaturen im Bereich von 10°C für die Gebäudekühlung und im Bereich von 50°C für die Gebäudeheizung würden einen effizienteren Betrieb erlauben. In einem Forschungsprojekt mit dem Kompetenzzentrum Thermische Energiesysteme (CC TES) der Hochschule Luzern werden neue Latentspeicherkonzepte erarbeitet, welche es erlauben, thermische Energie auf den genannten Temperaturniveaus zu speichern.

Abbildung 2: Latentspeicher mit 500 Liter PCM Inhalt (Prototyp des realen Speichersystems)

Zu Beginn der Projektlaufzeit von 42 Monaten wurden innerhalb einer intensiven Recherche und Auswahlarbeit aus zunächst über 200 Materialien 32 potentielle PCM identifiziert und im thermischen Labor der Hochschule Luzern analysiert. In einer engen Auswahl an Materialien wurden in Zyklentests tiefgehende Untersuchungen zu Materialverträglichkeiten, Langzeitzyklenstabilitäten und Kinetik/Keimbildnern untersucht. Für die makroskopische Charakterisierung der PCM wurden zwei, auf das Projekt spezialisierte, 10 Liter und 520 Liter Prototypspeicher angefertigt. Anhand dieser Prototypspeicher konnte das parallel entwickelte Berechnungsmodell zur Auslegung der Latentspeicher erfolgreich validiert werden. Der 500 Liter Prototyp wurde so aufgebaut, dass die Ergebnisse in der nachfolgenden Umsetzungsphase auf beliebige Baugrößen skalierbar waren. Ein erster Speicher mit 5m^3 wurde abschließend gebaut und wird derzeit in Betrieb genommen.

Projektmitarbeitende

Benjamin Schroeteler
MSc in Engineering
Projektleiter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter CC TES

Sebastian Ammann
MSc in Engineering
Projektleiter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter CC TES

Weitere Informationen: https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/forschung/kompetenzzentren/thermische-energiespeicher/cctevt-latentwaermespeicher/ [Version 24.02.2021]

Werkstoffprüfung in kleinen Dimensionen

Projektbeschreibung

Viele Maschinen und Bauwerke sind im Alltag hoch belastet. Ingenieure berechnen die Bauteile und Komponenten mit aufwändigen Formeln und Programmen. Um die Sicherheit der Konstruktionen zu garantieren, muss bekannt sei, wie viel die eingesetzten Materialien aushalten können, ohne zu brechen. Das wichtigste Experiment zur Bestimmung der Festigkeit von Metallen, Kunststoffen, Verbundwerkstoffen etc. ist der Zugversuch: eine Probe aus dem betreffenden Material wird in die Länge gezogen bis sie bricht. Dabei werden gleichzeitig die Kraft und die Verlängerung der Probe gemessen. Die Kräfte werden bei der Auswertung auf den Ausgangsquerschnitt bezogen, man erhält so Spannungen. In gleicher Weise wird die Verlängerung auf die Ausgangslänge der Probe bezogen, was die prozentuale Verlängerung oder die Dehnung ergibt. Das Ergebnis aller Bemühungen ist schließlich das Spannungs-Dehnungs-Diagramm, aus dem sich ablesen lässt, wie hoch die innere Spannung im Material (englisch "stress") maximal sein darf, und wie viele Prozent sich ein Material dehnen lässt, bevor es endgültig bricht.

Solche Versuche werden seit rund 150 Jahren durchgeführt und für viele Materialien sind die Kennwerte in Normen und Richtlinien tabelliert. Trotzdem müssen diese Werte immer wieder bestimmt und bestätigt werden. Im laufenden Forschungsprojekt werden Materialproben geprüft, welche mit dem neuen additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden. Um auch für dieses Fertigungsverfahren abhängige Kennwerte zu tabellieren.

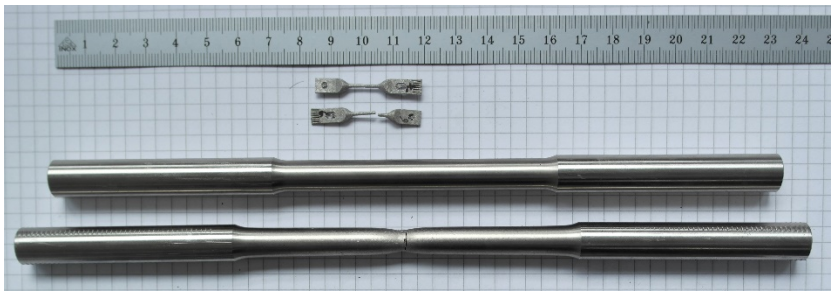

Abbildung 1: Beispiel Zugproben "Mikro" und "Standard", ganz und zerrissen

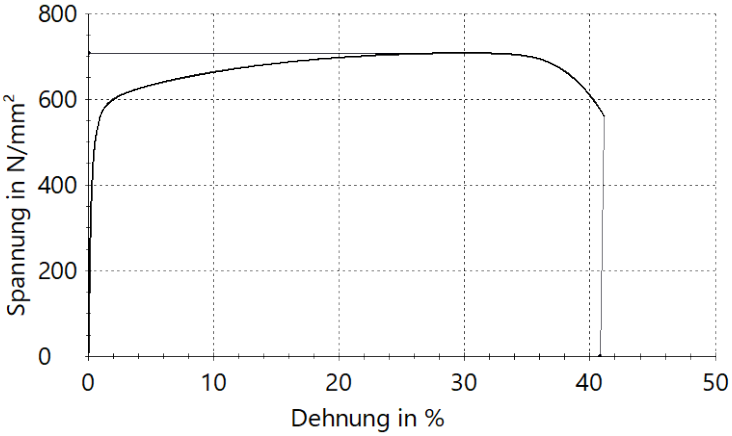

Abbildung 2: Beispiel Spannungs-Dehnungs-Diagramm

Abbildung 3: An der Hochschule Luzern entwickelte Klemmvorrichtung für Mikroproben. Die vom Messlaser rot ausgeleuchtete Probe weist eine Breite von 1 mm auf.

Projektmitarbeitende

Robert Eberli
Wissenschaftlicher Mitarbeiter CC MS

Weitere Informationen:
https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/forschung/kompetenzzentren/mechanische-systeme/werkstoffpruefung/ [Version 24.02.2021]

Licht-Dosimeter zum Messen der Lichtintensität

Projektbeschreibung

Um diverse Aspekte von Lichtwirkung, welche ein fundamentaler Einfluss auf die menschliche Gesundheit hat, zu erforschen, werden entsprechende Messmittel benötigt.
Das Lichtdosimeter ist ein Instrument zum Messen der Lichtintensität diverser Wellenlängen über einen längeren Zeitraum. Es wird untersucht, wie sich Licht oder spektrale Anteile davon auf den Melatoninspiegel des menschlichen Körpers auswirken. Ein wichtiger Punkt ist dabei ebenfalls die Wirkung von künstlichem Licht und deren Einfluss auf den Tag-/Nachtzyklus des Menschen.

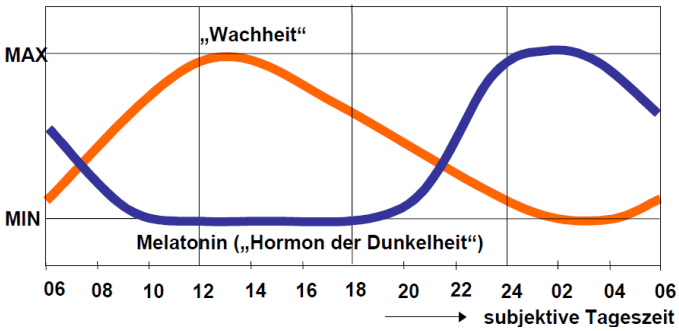

Abbildung 1: Melatoninspiegel, Quelle: DIN, 2007

Empfänger	*6-Kanal Farbsensor Mazet MMCS6CS*
Messbereich	1 ~ 150‘000 lx
Genauigkeit	Ev kalibriert auf 8237 lx (Weiße LED-Kalibriernormal)
Akkutyp	LiPo 280mAh
Akkulaufzeit	16 Tage (Messintervall 1 Sek.)
Ladezeit	2.5 Stunden (mit Anzeige)
Speicher	512 MB Micro SD-Card (Einschub)
Speicherbedarf	240 KB pro Tag (Messintervall 10 Sek.)
Umgebung	0 … +50 °C / max. 65% r.F.
Gewicht	50g

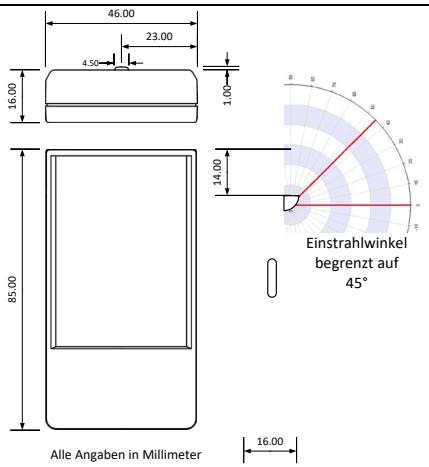

Abbildung 2: Konstruktion Lichtdosimeter

Abbildung 3: Lichtdosimeter, Variante für Brusttasche

Abbildung 4: Lichtdosimeter, Variante mit Halsband

Versuch:
Das Lichtdosimeter wird am Körper getragen und zeichnet die gemessene Lichtintensität über mehrere Tage auf. Dabei soll der normale Tagesablauf der Testpersonen analysiert werden. Es werden Stichproben des Spektrums aufgezeichnet und damit die Intensität in Lux und die für den Melatoninspiegel relevanten Informationen sowie die Menge des sogenannten zirkadianen (Tageszeiten angepassten) Lichts extrahiert.

Forschungsaspekte:
- Lichtabhängigkeit Wach/Schlafrhythmus
- Wirkung künstlichen Lichts
- Wirkung natürlichen Lichts
- Wirkung elektronischer Geräte, TV, Mobile

Weitere Informationen: https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/forschung/projekte/detail/?pid=4366
[Version 24.02.2021]

Projektmitarbeitende

Frederik Imhof
Assistent und
MSE Student
CC Electronics

Messung von Schallleistungspegel-Werten

Projektbeschreibung

Haarföhne verursachen Geräusche. Hersteller benötigen für die Geräuschangaben auf ihren Prospekten die, von einer anerkannten (akkreditierten) Prüfstelle, gemessenen Schallleistungspegelwerte. Die Fachpersonen der akkreditierten Prüfstelle Gebäudetechnik prüfen Lüftungsgeräte und ihre Komponenten (Schalldämpfer, Lüftungsklappen, Ventilatoren, Luftdurchlässe). Dabei werden die Schallabstrahlung und -dämpfung und das Strömungsrauschen untersucht. Der eigene Schallmessprüfstand besteht aus zwei Räumen, einem Sende- und einem Empfangsraum. Die beiden Räume sind durch einen Luftkanal mit Ventilator und Schalldämpfer verbunden. Diese Eigenheit erlaubt es, im Gegensatz zu geschlossenen Schallmessräumen, auch Schallmessungen an Lüftungssystemen und -Komponenten mit Luftströmungen durchzuführen, da die Luft – schalltechnisch gedämmt – zirkulieren kann.

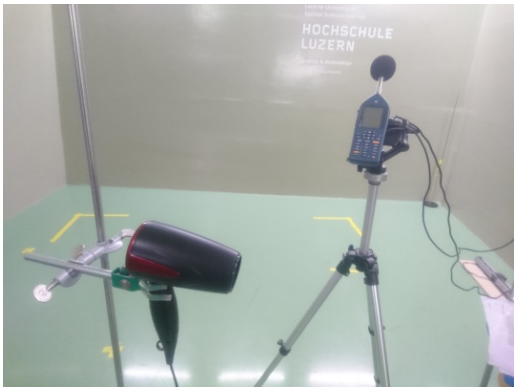

Abbildung 1: Ansicht Haarföhn

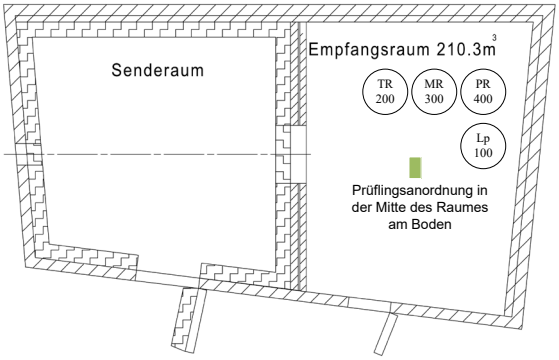

Abbildung 2: Messanordnung im Schallmessraum an der Hochschule Luzern T&A

Die im Hallraum gemessenen Schalldruckpegelwerte und daraus berechneten Schallleistungspegelwerte sehen gemäß Abbildung 3 und 4 aus.

f	$L_{p(B)}$	$L_{p(ST)}$	K_1	L_W	L_{WA}
Hz	dB	dB	dB	dB	dB
50	13.3	37.7	0	57.3	27.1
63	8.2	31.1	0	49.6	23.5
80	13.8	32.7	0	47.7	25.3
100	6.0	35.4	0	49.4	30.3
125	6.2	34.5	0	46.0	29.9
160	9.6	37.0	0	47.2	33.8
200	9.5	40.5	0	49.0	38.1
250	6.9	45.2	0	52.8	44.2
315	1.9	44.3	0	51.0	44.4
400	0.6	48.3	0	53.6	48.8
500	0.4	53.3	0	57.4	54.2
630	1.8	57.1	0	59.9	58.0
800	-0.8	63.2	0	65.2	64.4
1000	-0.7	66.6	0	68.4	68.4
1250	2.4	63.5	0	65.5	66.1
1600	0.4	60.9	0	63.0	64.0
2000	1.6	59.7	0	62.3	63.5
2500	4.2	59.5	0	62.9	64.2
3150	4.6	55.8	0	60.2	61.4
4000	5.3	54.5	0	60.0	61.0
5000	8.5	52.2	0	58.9	59.4
6300	7.2	48.7	0	56.9	57.0
8000	9.6	44.8	0	54.9	53.8
10000	13.0	43.1	0	54.9	52.4
Total ab 50 Hz				**74.2**	**74.2**
Total ab 50 Hz ohne K_1 > Grenzwert				**74.2**	**74.2**

Abbildung 3: Schallleistungspegelwerte in Tabellenform

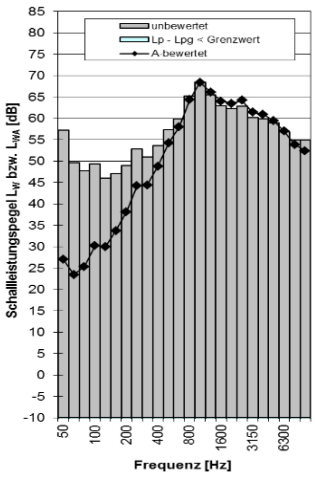

Abbildung 4: Schallleistungspegelwerte in Diagrammform

Projektmitarbeitende

Erich Stauffer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Gebäudetechnik und Energie (IGE)

Weitere Informationen:
https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/forschung/interdisziplinaere-themenplattformen/themenplattform-akustik/akustik-dienstleistungen/#zwischentitelschallpegelmessungen
[Version 24.02.2021]

Licht für gesunde und produktive Arbeitsplätze

Projektbeschreibung

In den kommenden Jahren steht die Erneuerung der Beleuchtungsanlagen in verschieden Post-Verteilzentren der Schweiz bevor. Aufgrund der technischen Entwicklungen im Bereich der Lichterzeugung ist ein Wechsel von Leuchtstofflampen auf LED vorgesehen.

Abbildung 1: Handsortierung der Post

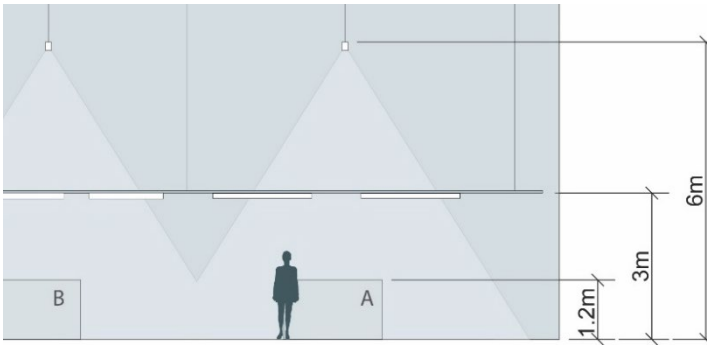

Abbildung 2: Schnitt mit Arbeitsbereichen und Beleuchtung

Dieser Prozess soll wissenschaftlich mit lichttechnischen Messungen und Befragungen der Mitarbeitenden begleitet werden. Ziel ist es, mögliche Veränderungen im Zusammenhang mit dem Wechsel von Leuchtstofflampen auf LED festzustellen. Untersucht werden die visuelle Wirkung des Lichts (Lichtqualität – genügend Licht für Sehaufgabe, Farbwiedergabe, Blendung etc.) und die biologische Wirkung (Einfluss auf Hormonhaushalt / Schlaf-Wach-Rhythmus).

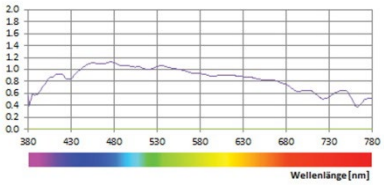

Abbildung 3: Spektrum Tageslicht

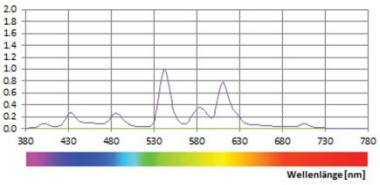

Abbildung 4: Spektrum Leuchtstofflampe

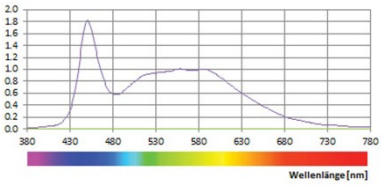

Abbildung 5: Spektrum kalktweiße LED

Der Fokus im Briefverteilzentrum Härkingen liegt bei der A-Post. Die A-Post wird am Abend mit der Bahn im Briefverteilzentrum angeliefert und in derselben Nacht für den Folgetag versandbereit sortiert und verpackt. Dieser Fokus auf die Nacht ist unbedingt zu berücksichtigen, um optimale Arbeitsbedingungen für die Mitarbeitenden zu schaffen.

Projektmitarbeitende

Prof. Björn Schrader
Dipl. Ing. ET TU,
Lichttechnik & Medientechnik,
Hauptamtlicher Dozent,
Leitung Licht@hslu

Janine Stampfli
MSc Light & Lighting, MSc Business & Economics
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Projektleiterin

Weitere Informationen: https://www.hslu.ch/en/lucerne-university-of-applied-sciences-and-arts/research/projects/detail/?pid=4324 [Version 24.02.2021]