

MINT unterwegs und weitere MINT-Projekte mit Schulklassen

cogito-Symposium 2023: MINT Expertise an Schulen

Dorothee Brovelli & Markus Wilhelm

weiterdenken.

MINT unterwegs und weitere MINT-Projekte mit Schulklassen

1. Einleitung
2. MINT unterwegs
 - Praxiseinblick
 - Forschungseinblick
3. Einblicke in weitere Projekte
 - Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern
 - SNF NFP77 – Lehrpersonenkompetenzen für den digitalen Wandel in der MINT-Lehre
 - MINTizin – MINT-Lernangebote aus der Medizin
4. Erfahrungen und Empfehlungen



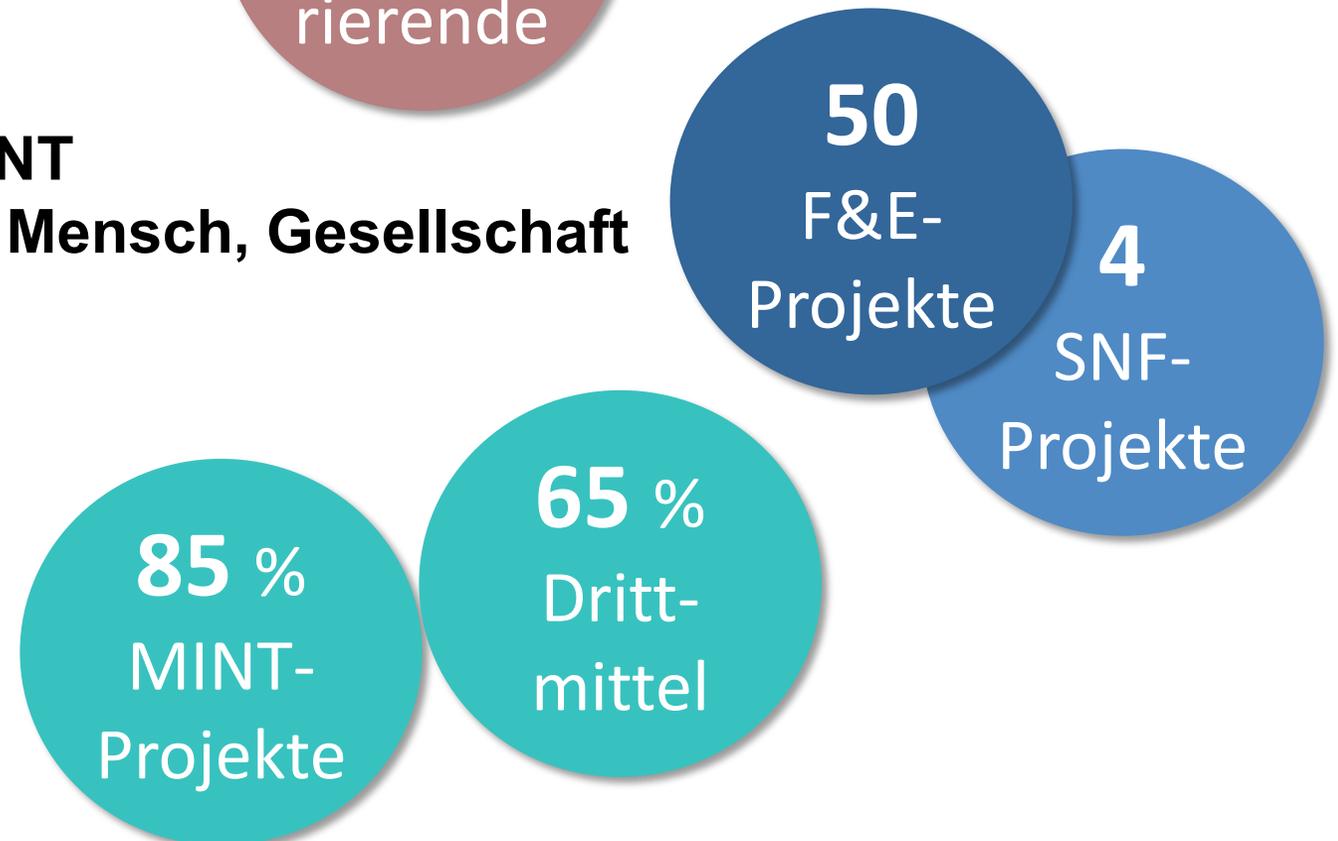
1

Einleitung





Forschung und Entwicklung zu MINT am Institut für Fachdidaktik Natur, Mensch, Gesellschaft





Forschung: Dissertationsprojekte MINT

PURPUR – Planen,
Unterrichten,
Reflektieren: Fokus
Unterricht (SNF)

Augmented Reality für
den MINT-Unterricht am
Beispiel elektrischer
Stromkreis (Cogito
Foundation)

MINT-Lernangebote aus
der Medizin – MINTizin
(Akademien der
Wissenschaften
Schweiz)

Fachdidaktische
Kompetenzen von
MINT-Lehrpersonen mit
Erklärvideos (SNF)

Fachdidaktische
Kompetenzen von
MINT-Lehrpersonen mit
Augmented Reality
(SNF)

Genderkompetenzen
von Lehrpersonen
(EBG & externe
Finanzierung)

Einfluss des
Präsentationsmodus
von Experimenten zur
Optik (SBFI, Aebli-Näf-
Stiftung)

Transfer erlernter
Konzepte zu Energie
auf andere Kontexte
(SBFI, Aebli-Näf-
Stiftung)

GLOBE-Lernmaterial
mit Transferwirkung
(BAFU)

Unterricht zu
Nachhaltigkeit:
komplex, kontrovers,
emotional 1 (SNF)

**+ 5 Zweit-
betreuungen an
Partnerhochschulen**

Unterricht zu
Nachhaltigkeit:
komplex, kontrovers,
emotional 2 (SNF)

Qualitäten und
Lernpotentiale von
Aufgaben zum Thema
«quadratische
Gleichungen» (inten)

Adaptive Unterstützung
beim explorierenden
Arbeiten in der
Arithmetik (intern)

**+ 3 kürzlich
abgeschlossene
Dissertationen**



Weitere Projektbeispiele I

- > Laufbahnförderung Postdoc: Frühe naturwissenschaftliche Bildung (SBFI)
- > Laufbahnförderung Postdoc : Kompetenzorientiertes Lehren und Lernen im Sachunterricht (SBFI)
- > Laufbahnförderung Postdoc: Algorithmisches Denken im Mathematikunterricht (SBFI)
- > Promotionskolleg mit Heidelberg: Doktorierendentagung und Doktorierendenforum (SBFI)
- > Gendersensibilisierung von Lehrpersonen in der Natur- und Technikausbildung (EBG)
- > Lernumgebung Kettenreaktion: Nationales Netzwerk MINT-Bildung, zusammen mit HSLU (SBFI)
- > Raketenantrieb: «Maras Reise ins All»: Nationales Netzwerk MINT-Bildung, zusammen mit HSLU (SBFI)
- > Weiterbildungen zur Astro Pi Challenge an der PH Luzern, zusammen mit HSLU (SBFI)
- > Roberta-Regio-Zentrum Luzern: Thematische und institutionelle Vernetzung zu Robotikaktivitäten (SBFI)



Weitere Projektbeispiele II

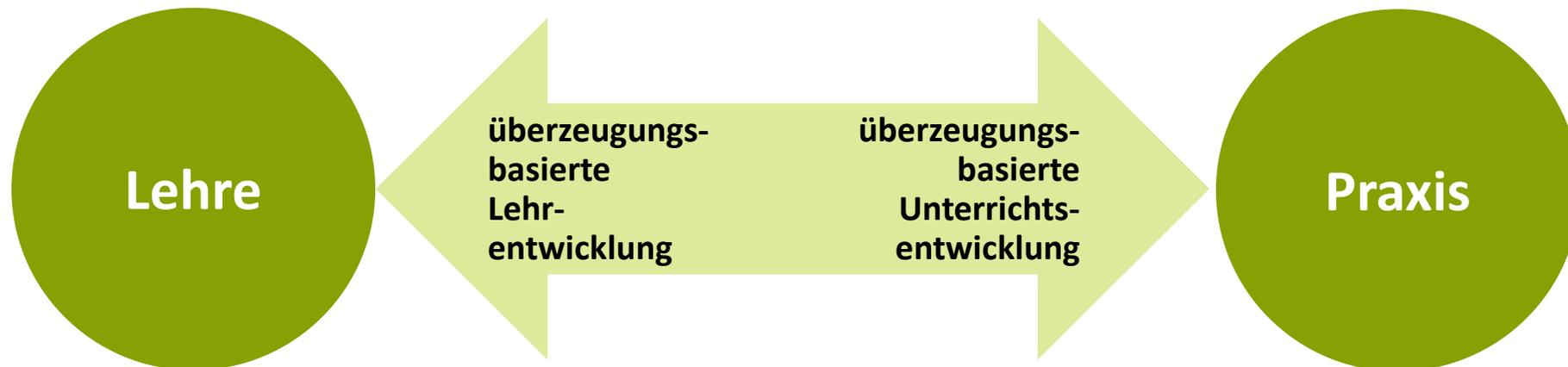
- > U-Change: Studierenden-Projekte zu BNE (td-net)
- > BNE Design Thinking
- > MINT unterwegs: Begleitung und Beratung von Lehrpersonen (DVS)
- > Lernlabor Luzern für die Primar- und Sekundarstufe 1 (DVS, Schulen)
- > Citizen Science (GLOBE swiss – Zentralschweiz)
- > Topologien von BNE an Pädagogischen Hochschulen (BAFU)
- > «Experience Energy» fachdidaktische Projektbegleitung und Lernmaterialentwicklung (Verkehrshaus der Schweiz, Akademien der Wissenschaften)
- > Naturwissenschaftlich-technische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen fördern und beurteilen (Akademien der Wissenschaften)
- > VidNuT: Videovignetten in Naturwissenschaft, Technik & Text – eLearning-Module (Movetia/Erasmus+)
- > Gemeinsame Stiftungsprofessur Informatikdidaktik mit PH Schwyz, HSLU Informatik (Hasler-Stiftung)

Grundgedanke

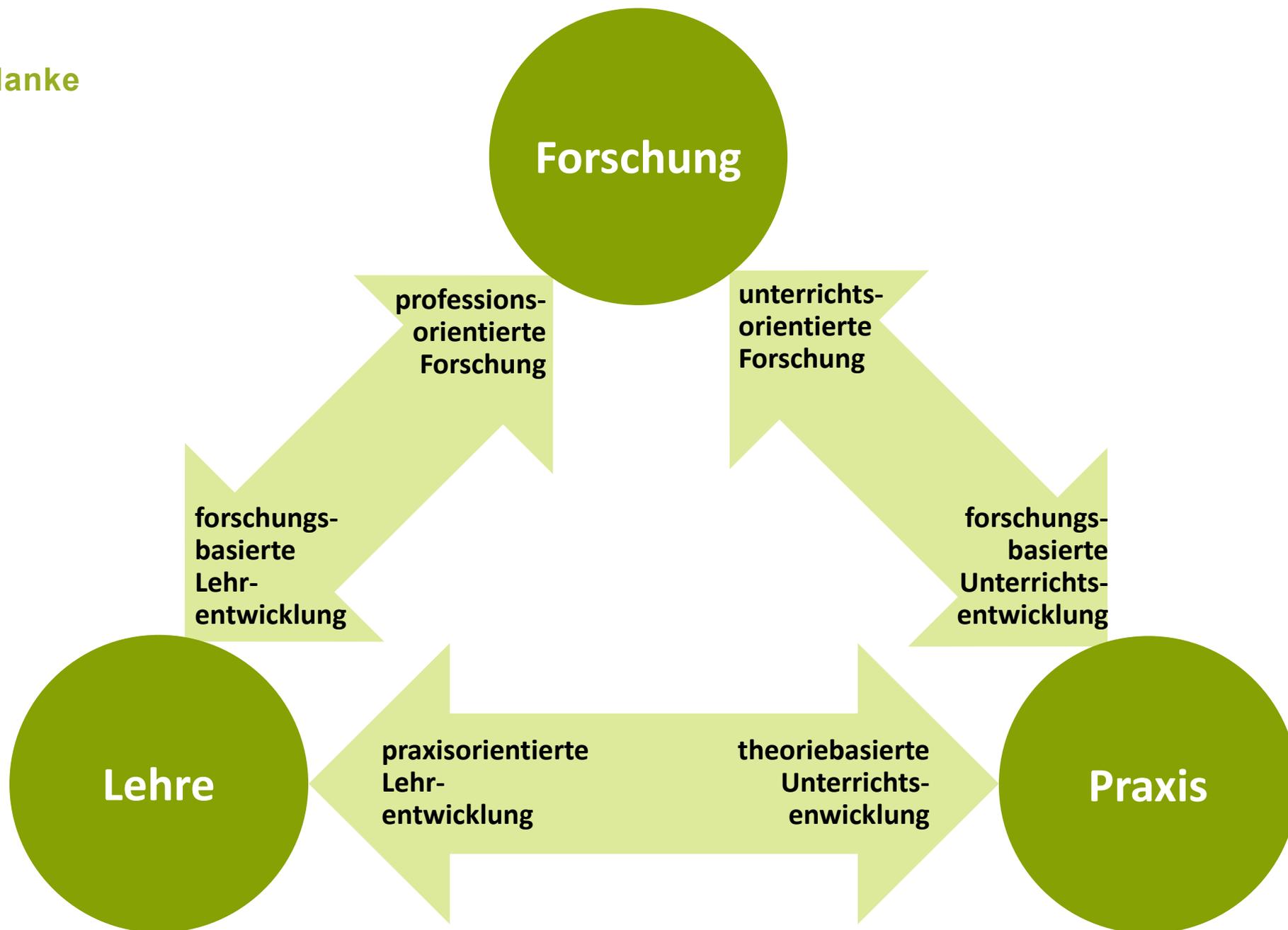
Forschung

«Tatsächlich ist zu beobachten, dass auf der einen Seite eine hoch methodisierte empirische Bildungsforschung und auf der anderen Seite eine fast unübersehbare Fülle von Methodenhandbüchern, Methodentrainings und Unterrichtsmaterialien ohne Forschungsbezug entstanden ist.»

Einsiedler (2010, S. 61)



Grundgedanke





2

MINT unterwegs

MINT unterwegs – Fakten



- Weiterbildungs- und **Unterrichtsentwicklungsprojekt** für den 2. Zyklus
- **seit 2016** unterwegs an Schulklassen im Kanton Luzern
- rund **1500 Lehrpersonen** jeweils an 2 Halbtagen weitergebildet
- über **20'000 Schülerinnen und Schüler** während MINT-Projektwoche gelernt
- seit 2022 unterwegs **im Kanton Bern** als *MINT mobil* (u.a. übersetzt auf französisch)

Was ist MINTunterwegs?

- **Zelt mit MINT-Exponaten**
Kopien von Exponaten aus dem Swiss Science Center der CKW, HSLU
- **Expert:innen aus MINT-Berufen**
Expert:innen erzählen über ihren Beruf
- **MINT-Box**
Klasse arbeitet während der Projektwoche an einer von 6 Boxen
- **Einbezug der Eltern/Zivilgesellschaft**
Interessierte erhalten Einblick in MINT unterwegs



Was ist eine MINT-Box?

Ein Aufgabenset auf mint-erleben.lu.ch beinhaltet:

- > Schülerinnen- und Schüleraufträge
(Themenbereich: Körper, Energie, Stoffe, Optik, Elektrizität und Robotik)
- > Lehrpersonenmaterial
(Aufgaben mit didaktischen und fachlichen Hinweisen, Materialhinweise, Lösungen)

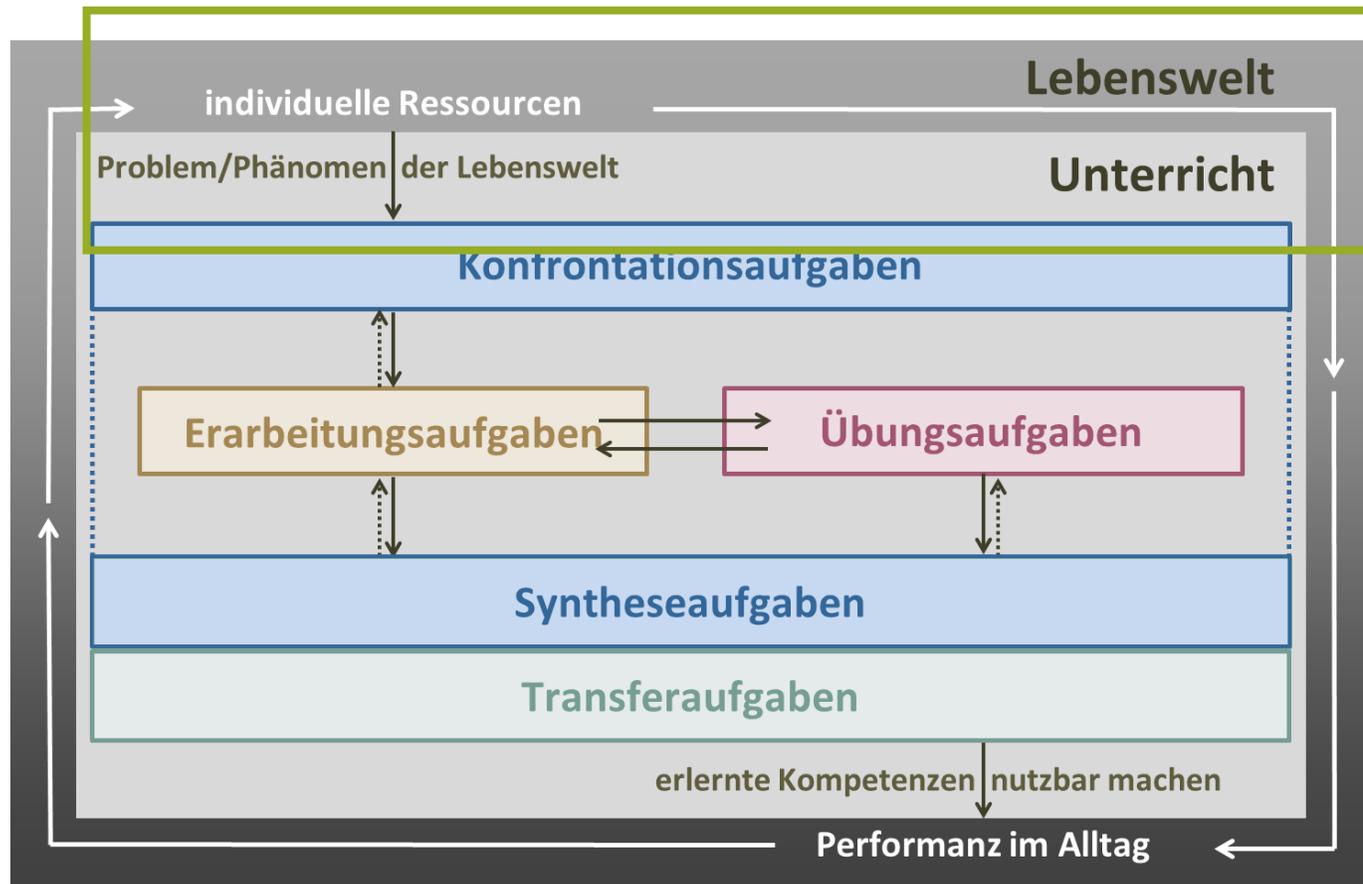
Start der Projektwoche	Während der Projektwoche	Schluss der Projektwoche
1 x 4 Lektionen	3 x 4 = 12 Lektionen	1 x 4 Lektionen



Experimentiermaterialien in den MINT-Boxen



Fachdidaktischen Grundlage der MINT-Boxen?



Gelingt es Probleme/Phänomene der Lebenswelt in den MINT-Unterricht zu übertragen?

Prozessmodell kompetenzfördernder Aufgabensets (LUKAS)

Methodisches Vorgehen zur Erforschung des Lebensweltbezugs

Theoriebasierte Entwicklung des Fragebogens zur Erfassung des Lebensweltbezugs (drei 5-stufige Rating-Skalen)

> **Skale Lebensweltbezug mit der Subskalen:** konstruiert, authentisch und real

Pilotierung zur Validierung des Messinstruments mit konfirmatorischer Faktorenanalyse (CFA)

> **Stichprobe:** $N = 220$ Schülerinnen und Schüler

Hauptstudie mit 16 MINTunterwegs-Aufgaben (Körper, Energie, Stoffe, Optik, Elektrizität und Robotik)

> **Stichprobe:** $N = 805$ Schülerinnen und Schüler aus 44 Klassen

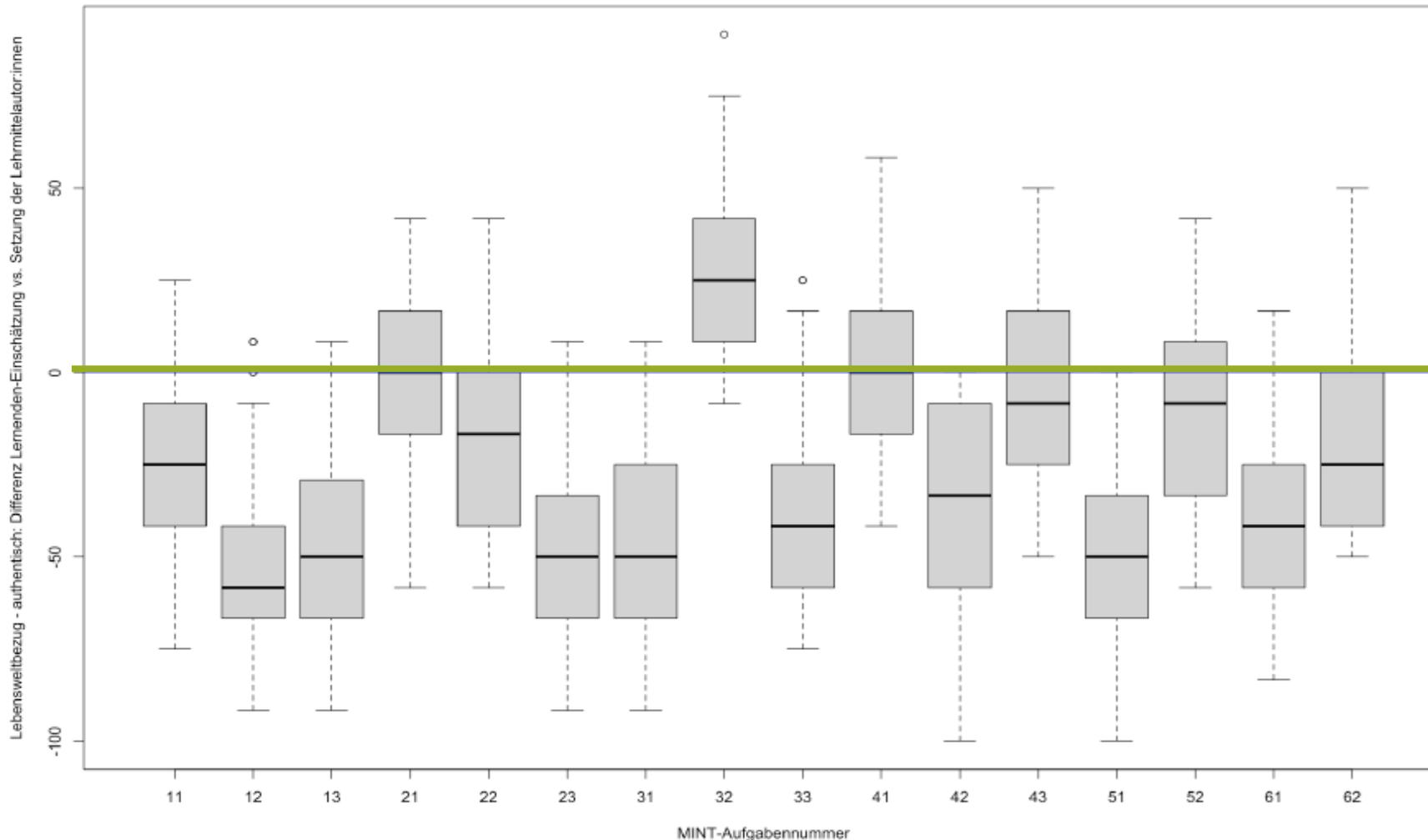
Analysen Mehrebenen-Regressionsmodell (Linear Mixed-effects Model, LMM); Effektstärken nach Cohens d

Stichproben der einzelnen MINT-Aufgaben, aufgeteilt nach Mädchen und Jungen

Thema	Nummer und Aufgabentitel gemäß „MINT unterwegs“-Projekt		Stichprobengröße	
			Mädchen <i>n</i>	Jungen <i>n</i>
Körper	11	Sportarten für Sporttag wählen	64	50
	12	Was ist verletzt, was bricht	45	30
	13	Verschwundene Muskeln	53	36
Energie	21	Stromausfall	57	59
	22	Hamsterrad zur Stromerzeugung	71	63
	23	Belüftungssystem für Luca	36	30
Stoffe	31	Woraus besteht ein Wasserglace?	60	50
	32	Wer ist der Täter?	64	56
	33	Unsichtbare Stoffe	40	40
Optik	41	Hell dunkel	89	93
	42	Der tote Winkel	88	93
	43	Gegenstände, die als Lupe nutzbar sind	58	64
Elektrizität	51	Elektrisch oder nicht?	33	62
	52	Abenteuer der Familie Da Silva	36	61
Robotik	61	Rasenmäroboter im Garten	65	72
	62	Bodenroboter entdeckt die Insel	62	61

Stuppan, S., Bölsterli Bardy, K., Schmid, A.M. & Wilhelm, M. (2023). Überschätzen die Lehrmittelautor:innen den authentischen Lebensweltbezug von MINT-Aufgaben? Eine Studie zur Lernendenperspektive. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 29(1), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s40573-023-00158-9>

Relative Einschätzung des Lebensweltbezugs durch SuS



Anspruch der
Lehrmittelautor*innen
(normiert auf null)

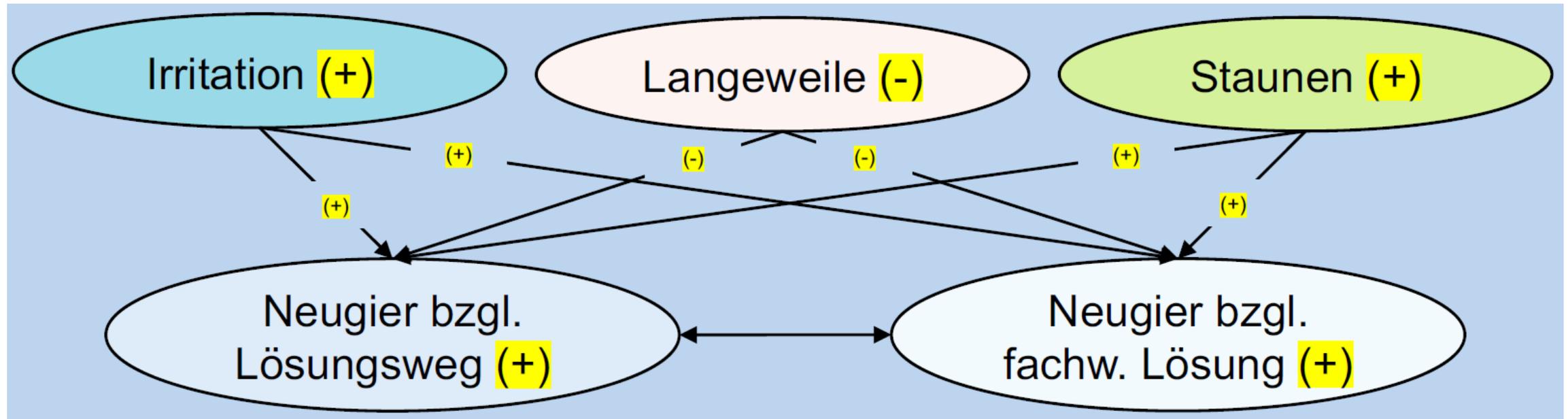
Stuppan, S., Bölsterli Bardy, K., Schmid, A.M. & Wilhelm, M. (2023).
Überschätzen die Lehrmittelautor:innen
den authentischen Lebensweltbezug
von MINT-Aufgaben? Eine Studie zur
Lernendenperspektive. *Zeitschrift für
Didaktik der Naturwissenschaften*, 29(1),
1-21. <https://doi.org/10.1007/s40573-023-00158-9>

Wirkung von Irritation, Staunen und Langeweile auf Neugier

H1: MINT Konfrontationsaufgaben Beurteilung: **Neugier**, **Irritation** und **Staunen** hoch; **Langeweile** tief

H2: **Irritation** und **Staunen** wirken positiv auf die Neugier-Konstrukte

H3: **Langeweile** wirkt negativ auf die postulierten Neugier-Konstrukte



Methodisches Vorgehen zur Erforschung der Neugier

Theoriebasierte Entwicklung des Fragebogens zur Erfassung der motivationalen Faktoren (5-stufige Rating-Skala)

Pilotierung mit zwei Aufgaben (Raketenstart mit einem Luftballon zu tun? Woraus besteht eine Wasserglace?)

> **Stichprobe:** $N = \text{ca. } 300$ Schülerinnen und Schüler

Hauptstudie mit 16 MINTunterwegs-Aufgaben (Körper, Energie, Stoffe, Optik, Elektrizität und Robotik)

> **Stichprobe:** $N = \text{ca. } 1500$ Schülerinnen und Schüler

Analysen (Multilevel Structural Equation Modeling (MSEM); Linear Mixed-effects Model (LMM))

> Datenerhebung ist aktuell noch am Laufen

> Es zeichnet sich **Erwartbares** aber auch **Überraschendes** ab

Schlussfolgerung

Lehrmittelautorinnen und -autoren scheinen ihre Aufgaben hinsichtlich **Lebensweltbezug** schlecht einschätzen zu können (überschätzen der Authentizität).

- > **Zwischen den SuS gibt es grosse Unterschiede,**
 - ... was sie als authentischen Lebensweltbezug einschätzen
 - ... ob sie neugierig bezüglich des Lösungswegs oder der fachlichen Lösung sind

- > **Über verschiedene Aufgaben hinweg bleibt ein SuS-Urteil relativ konstant**
 - ... hinsichtlich Einschätzung des Lebensweltbezugs
 - ... hinsichtlich Einschätzung der Neugier

2

Einblicke in
weitere Projekte



Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern

Projekte im Bereich Augmented Reality (AR)

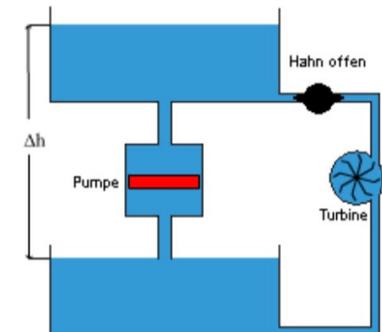


AR-Applikation zur Visualisierung von Modellen des elektrischen Stromkreises

Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern Informatik

Schmid, Wetzel & Brovelli (2018)

Kreienbühl, Wetzel, Burgess, Schmid & Brovelli (2020)



Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern

Potenzial von Augmented Reality in MINT-Fächern

Visualisierung hilft
beim Verstehen

konkretisiert
abstrakte Konzepte

reduziert die
kognitive Belastung

ermöglicht selbst-
gesteuertes Lernen

Kostensenkung

Echtzeit-Interaktion
mit dem Thema

sichere
Durchführung von
Experimenten

Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern

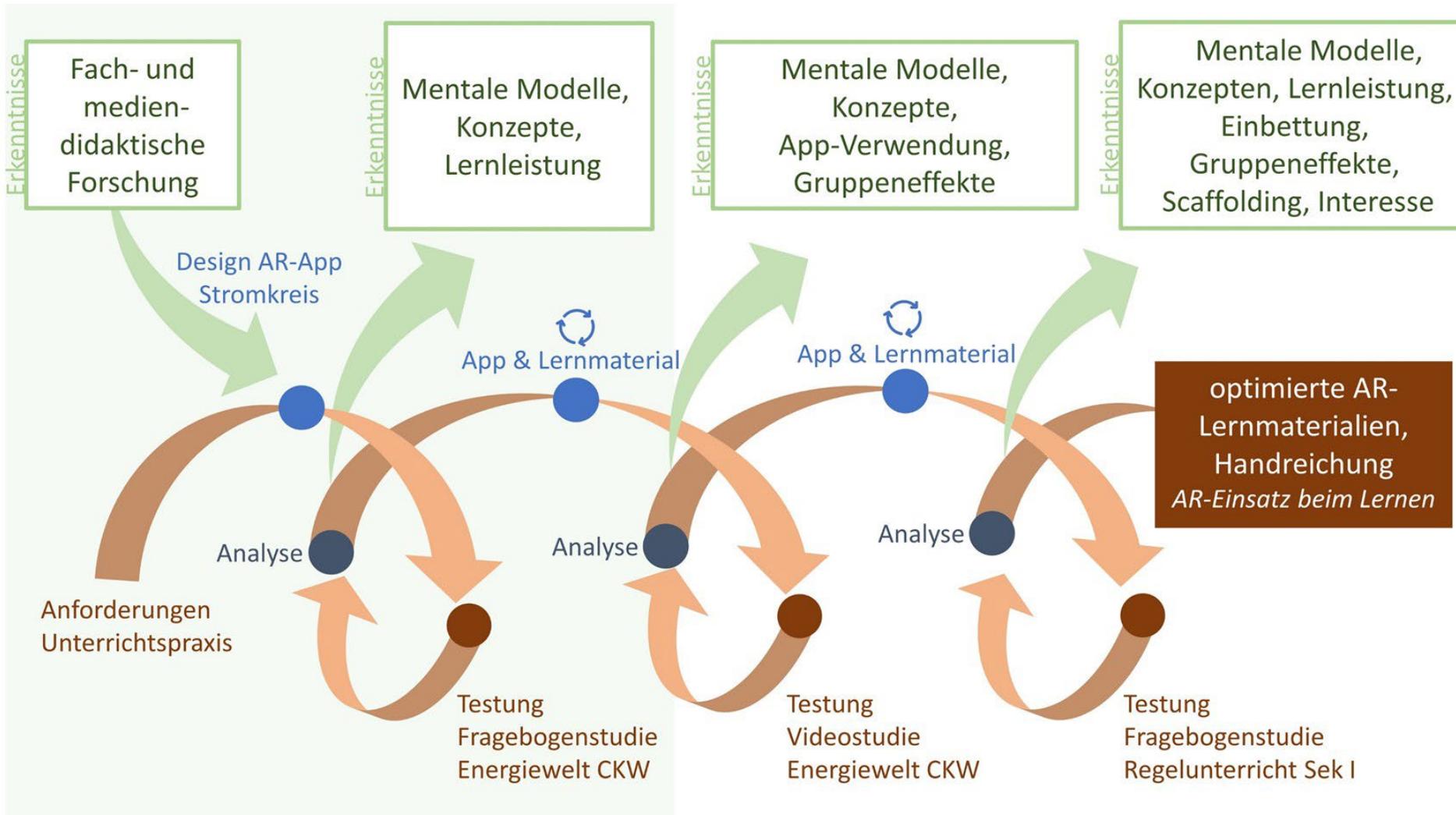
Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern am Beispiel elektrischer Stromkreis

- > **Projektlaufzeit Teil 1:** 2023-2024
- > **Partner:** PH Luzern (Leading House), Hochschule Luzern, CKW
- > **Förderung:** cogito foundation
- > **Ziel:** Das Projekt zielt darauf ab, Gelingensbedingungen und Wirkungen des Einsatzes von AR-Apps auf der Volksschulstufe (Primarstufe, Sekundarstufe I) zu ermitteln und diese Erkenntnisse für die (Weiter-)Entwicklung von AR-Apps und dazugehörigen Lernmaterialien zu nutzen. Inhaltlich fokussiert das Projekt auf die Förderung des Modelldenkens beim elektrischen Stromkreis, weil insbesondere bei dieser Thematik ein Desiderat für Verständnisförderung besteht.
- > **Weitere Informationen:**
<https://www.phlu.ch/forschung/projekte/16495/augmented-reality-fuer-den-unterricht-in-den-mint-faechern-am-beispiel-elektrischer-stromkreis.html>



Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern

Design: Entwicklungsforschung mit Teilstudien



Forschungsfragen Teilstudie I

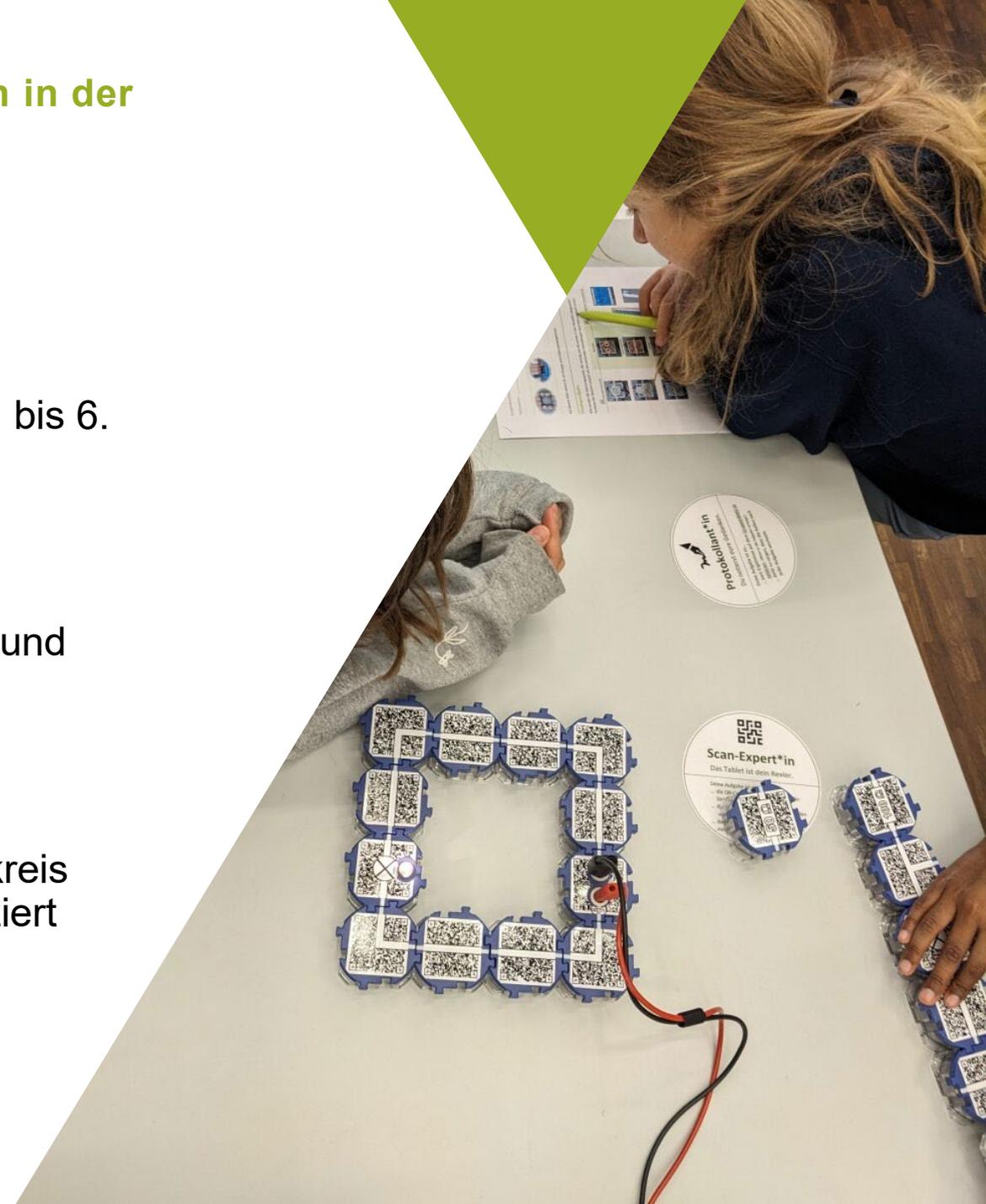
Einsatz von AR auf der Volksschulstufe (Primarstufe, Sekundarstufe 1)

Kann der Einsatz von Augmented-Reality-Anwendungen den Aufbau mentaler Modelle, das Ausbilden adäquater Modell- und Fachkompetenzen in der Physik unterstützen?

- > FF1: Welche **Lerneffekte** und **affektiven Wirkungen** hat der Einsatz von AR in einer Lernumgebung zum elektrischen Stromkreis?
- > FF2: Welche **Bedingungen** (z.B. Gruppeneffekte, Hilfestellungen, Einbettung in Lernumgebung) müssen beim Einsatz von AR für einen möglichst optimalen Lernerfolg berücksichtigt werden?
 - Für welche Lernenden ist die Nutzung der AR-App förderlich? → H1
 - Muss der Wechsel / Vergleich von Experimental- und Modellebene mittels konkreter Aufgabenstellungen angeleitet werden? → H2
 - Welche Stromkreismodelle führen zu einem besseren Konzeptverständnis? → H3

Teilstudie I: Einsatz der AR-App zu Stromkreismodellen in der Energiewelt CKW

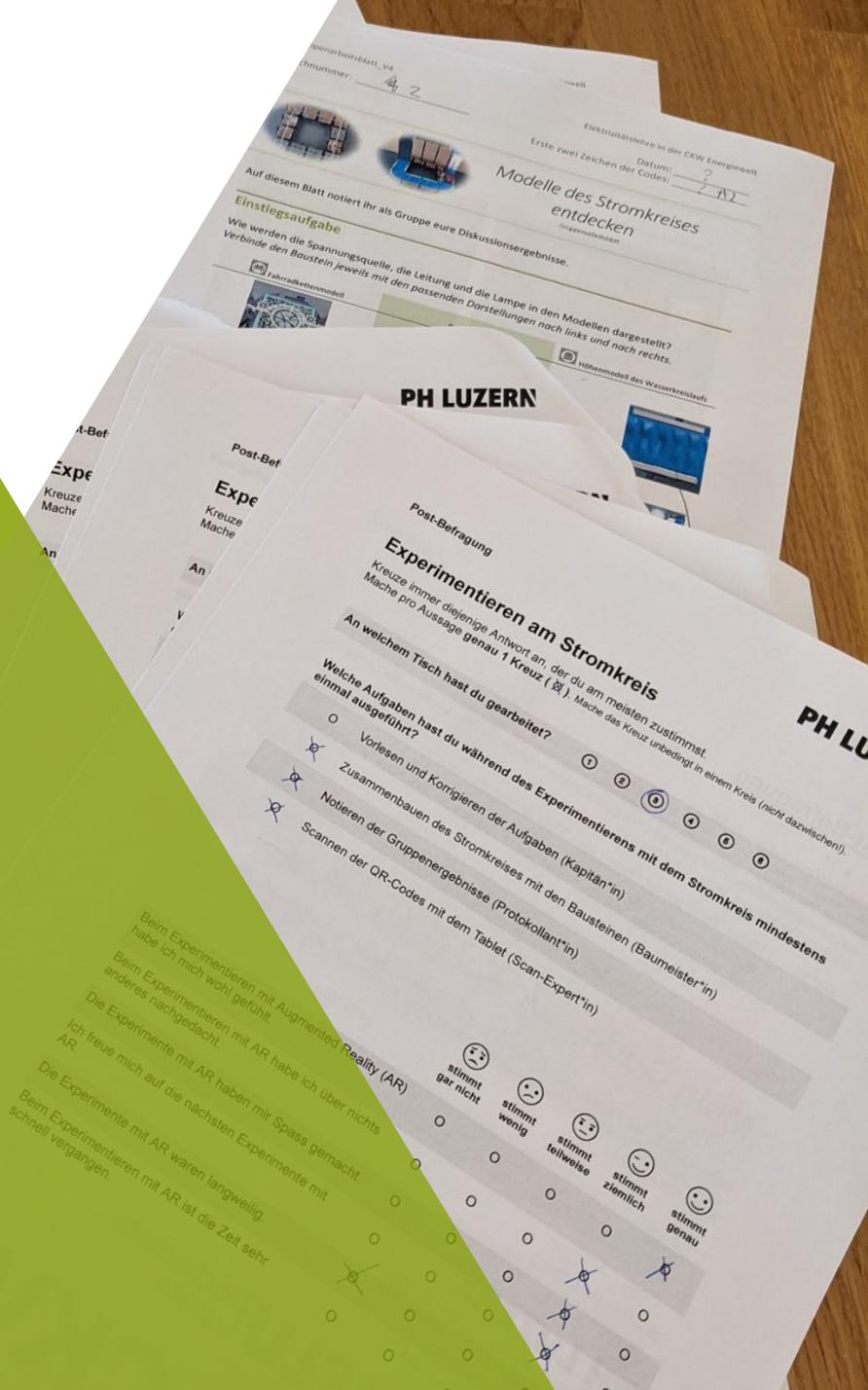
- > Setting: Energiewelt CKW
- > Interventionsdauer: 45 Minuten inkl. Posttest
- > Stichprobe: ca. $N = 400$ Schülerinnen und Schüler der 5. bis 6. Klasse der Primarstufe (Erweiterung Sekundarstufe I)
- > Forschungsfokus: mentale Modelle, Veränderung von Präkonzepten, Lernleistung
- > Forschungsdesign: Prä-Post-Follow-Up-Design (Prätest und Follow-up in der Schule, Posttest in der Energiewelt) mit Kontrollgruppe, ergänzend evtl. Videographie
- > Forschungsinstrumente: Leistungstest / Konzepttest
- > Thema der AR-App: Modelle für den elektrischen Stromkreis (Entwicklung einer ersten Version abgeschlossen, finanziert durch SBFJ «Netzwerk MINT-Bildung»)



Einblick Pilotdurchführung Herbst 2023



- 4 Schulklassen ($N = 80$)
- 4 Lehrpersonen
- 5. & 6. Schuljahr
- Kanton Luzern
- 1 Halbtage an der CKW
- 45 Min Lernumgebung AR



Einblicke in weitere Projekte – Lehrpersonenebene

Lehrpersonenkompetenzen für den digitalen Wandel in der MINT-Lehre

- > **Projektlaufzeit:** 2020-2024
- > **Partner:** PH Luzern (Leading House), Hochschule Luzern
- > **Förderung:** SNF, NFP77 Digital Transformation
- > **Ziel:** Lehrpersonen sollen ermutigt werden, digitale Medien im Unterricht so einzusetzen, dass sie das Lernen in den MINT-Fächern fördern. Dieses Projekt zielt darauf ab, zu verstehen, welche fachspezifischen Aspekte der Lehramtsausbildung gestärkt werden müssen. Es verwendet Erklärvideos und **Augmented-Reality-Anwendungen** als Beispiele.
- > **Weitere Informationen:**
<https://www.phlu.ch/forschung/projekte/12904/fachdidaktische-kompetenzen-von-mint-lehrpersonen-im-umgang-mit-digitalen-ressourcen.html>



Einblicke in weitere Projekte

MINTizin – MINT-Lernangebote aus der Medizin

- > **Projektlaufzeit:** 2022-2024
- > **Partner:** PH Luzern (Leading House), Hochschule Luzern, Universität Luzern
- > **Förderung:** Akademien der Wissenschaften Schweiz (MINT III)
- > **Ziel:** Im Projekt soll das Potenzial medizinischer Themen für die MINT-Förderung auf der Volksschulstufe genutzt werden, mit einem Fokus auf technischen Elementen und der Digitalisierung. Dazu werden Lernangebote entwickelt, welche die Bedeutung von MINT-Kompetenzen für die moderne Medizin und Medizintechnik erfahrbar machen.
- > **Weitere Informationen:**
<https://www.phlu.ch/forschung/projekte/14796/mintizin.html>



PH LUZERN
PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE

In Zusammenarbeit mit
HSLU Hochschule
Luzern
**UNIVERSITÄT
LUZERN**

luzerner kantonsspital
akademien der
wissenschaften schweiz

Lernwerkstatt

Ausbildung - Lernwerkstatt

MINTizin
MINT in der Medizin - Erforsche die
Verbindung von Technik und Gesundheit

Eine Lernumgebung für Jugendliche im Zyklus 3
16. Oktober bis 07. Dezember 2023



Einblicke in weitere Projekte

MINTizin – MINT-Lernangebote aus der Medizin



MINTizin Handreichung für Lehrpersonen

Diese Seite befindet sich aktuell noch im Aufbau. Wünsche und Fragen bitte direkt an pete.ruger@ph.ch. Viel Spaß bei der Vorbereitung für die Lernwerkstatt!

Vorbereitung mit der Klasse

Für die Vorbereitung auf den Besuch der Lernwerkstatt wird eine Vorbereitung von ca. einer Doppelstunde empfohlen.

- 15 min: Workshop für Elternverständigung
- 30 min: Fragebogen (obligatorisch)
- 15 min: Einführung - Präsentation: Was ist Medizintechnik
- 30 min: Verknüpfung mit Unterrichtsthema anhand von Zugängen
- 10 min: organisatorisches (Ein- und Abreise, Verpflegung, etc.)

1. Fragebogen

Fragebogen

Mit der Anmeldung zur Lernwerkstatt verpflichtet man sich, an der Begleitforschung teilzunehmen. Dazu müssen die Schüler und Schülerinnen vor dem Besuch der Lernwerkstatt einen digitalen Fragebogen ausfüllen.

Link zum Fragebogen (V1): <https://limesurvey.phlu.ch/index.php/565298?lang=de>

Einwilligungserklärung

Alle Angaben im Fragebogen werden anonym erhoben. Trotzdem ist eine Einverständniserklärung von den Eltern einzuholen. Wir bitten dich, die unterzeichneten Einverständniserklärungen mit in die Lernwerkstatt zu nehmen.

Einwilligungserklärung_MINTizin.pdf 16.4.23

2. Einführung: Was ist Medizintechnik

Die acht Folien eignen sich dazu, der Klasse in wenigen Minuten das Thema der Medizintechnik näher zu bringen. In der PPTX Version ist bei jeder Folie noch ein Lehrpersonenkommentar als Notiz angelegt.

Downloadlink:
[Einführung/Medizintechnik.pptx](#)

PDF Version:
[Einführung/Medizintechnik.pdf](#)

3. Verknüpfung mit Unterrichtsthema anhand von vier Zugängen

Die Lernwerkstatt zeichnet sich durch ihre Interdisziplinarität aus. Um den Bezug für die Schüler und Schülerinnen möglichst lebensnah zu gestalten, bieten sich unterschiedliche Zugänge an, welche von den Lehrpersonen individuell gewählt und gestaltet werden können. Im Folgenden werden vier Zugänge skizziert.

3.1 MINT Maker Space - Problemstellungen lösen

Mit Design Thinking, Scrum und agiler Projektführung: Die Lernwerkstatt bietet die Möglichkeit an einer offenen Problemstellung aus der Medizintechnik zu arbeiten. Dabei können die Schüler/innen auf zahlreiche Materialien und Maschinen im Makerpace zurückgreifen.

Wie kann man im Unterricht anknüpfen?

Wenn im MINT-Einblick mit Übungsaufgaben Problemstellungen gearbeitet und gelöst wird, kann daran angeknüpft werden. In dem die Schüler und Schülerinnen darauf sensibilisiert werden, mit welchen Methoden und Strategien an solche Projekte herangegangen wird.

Als Ergänzung oder weiterführendes Material können die Downloads der PopUp Foundation empfohlen werden: <http://www.hogge-foundation.de/unterrichtsmaterial/popup-downloads/>



Aktuell im Herbstsemester 2023:
Halbtägige Workshops mit ca. 50 Schulklassen der Sekundarstufe I in der Lernwerkstatt der PH Luzern

4

Erfahrungen und Empfehlungen



Erfahrungen und Empfehlungen

Gelingensbedingungen (I)

- > **Verbindung von Entwicklungsprojekten mit Forschung**
 - steigert die Qualität und vergrössert den Impact
- > **Verknüpfung von Schulprojekten mit Lehrpersonenbildung**
 - steigert die Reichweite und Nachhaltigkeit
- > **Einbinden von starken Partnerinstitutionen**
 - ermöglicht breite Expertise und fördert Innovation
- > **Nutzung von hoher fachdidaktischer Expertise und Berufsfeldbezug**
 - steigert die Qualität und die Passung zur Zielgruppe

Erfahrungen und Empfehlungen

Gelingensbedingungen (II)

- > Durchführung von Interventionsprojekten als Dissertationen bzw. Laufbahnförderung
 - erhöht das Commitment der Mitarbeitenden und die wissenschaftliche Fundierung
- > Durchführung von aufeinander aufbauenden Projekten
 - ermöglicht Weiterentwicklung und gezielte Schwerpunktsetzung
- > Bezug zu Strategiezielen der Hochschule
 - erhöht den Rückhalt in der Hochschule und gewährleistet die Bedeutsamkeit