

# MINT unterwegs und weitere MINT-Projekte mit Schulklassen

---

**cogito-Symposium 2023: MINT Expertise an Schulen**

Dorothee Brovelli & Markus Wilhelm

# 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

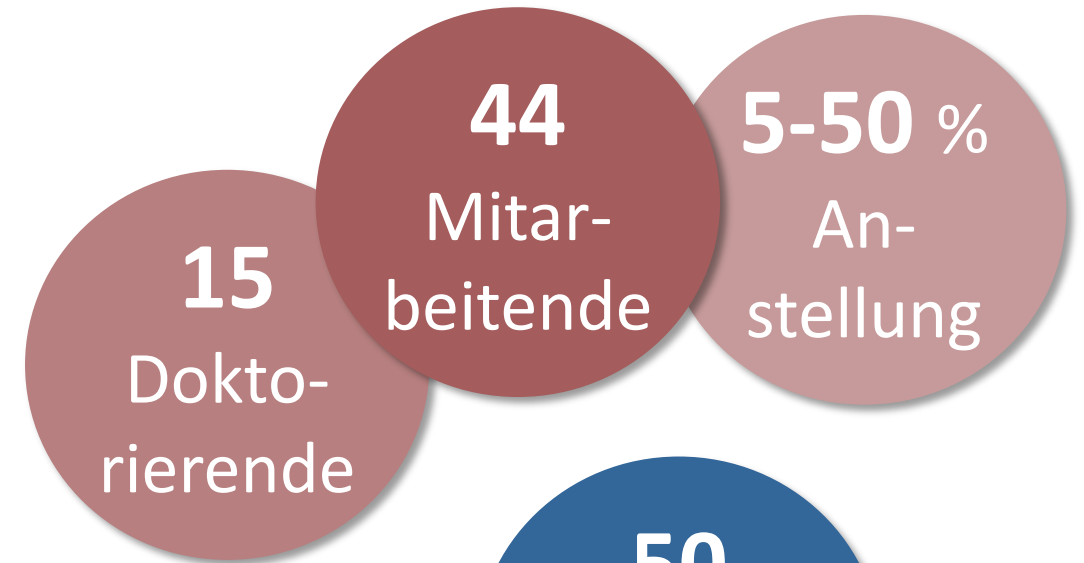


1

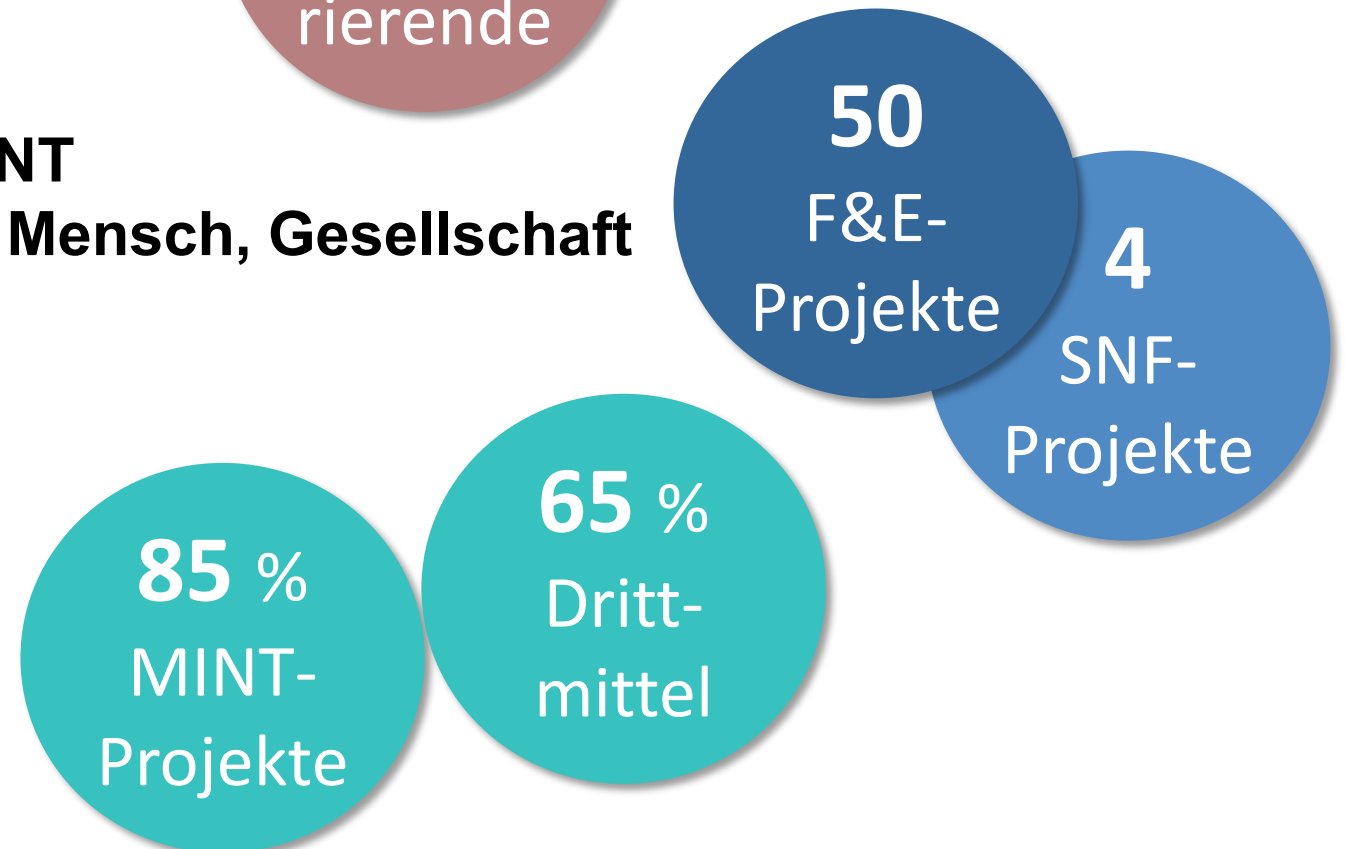
Einleitung







## 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

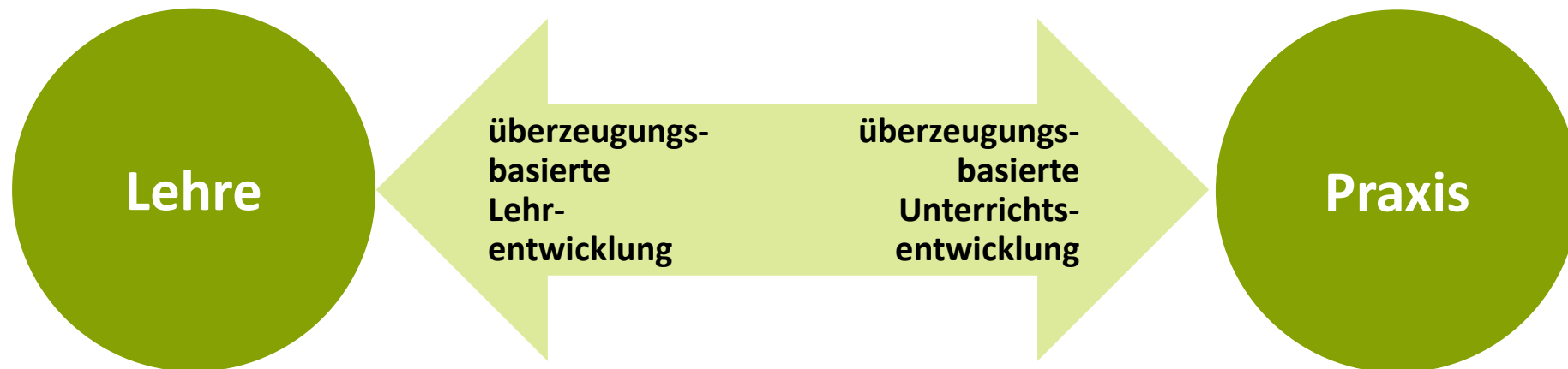
- > U-Change: Studierenden-Projekte zu BNE (td-net)
- > BNE Design Thinking
- > MINT unterwegs: Begleitung und Beratung von Lehrpersonen (DVS)
- > Lernlabor Luzern für die Primar- und Sekundarstufe 1 (DVS, Schulen)
- > Citizen Science (GLOBE swiss – Zentralschweiz)
- > Topologien von BNE an Pädagogischen 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](http://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

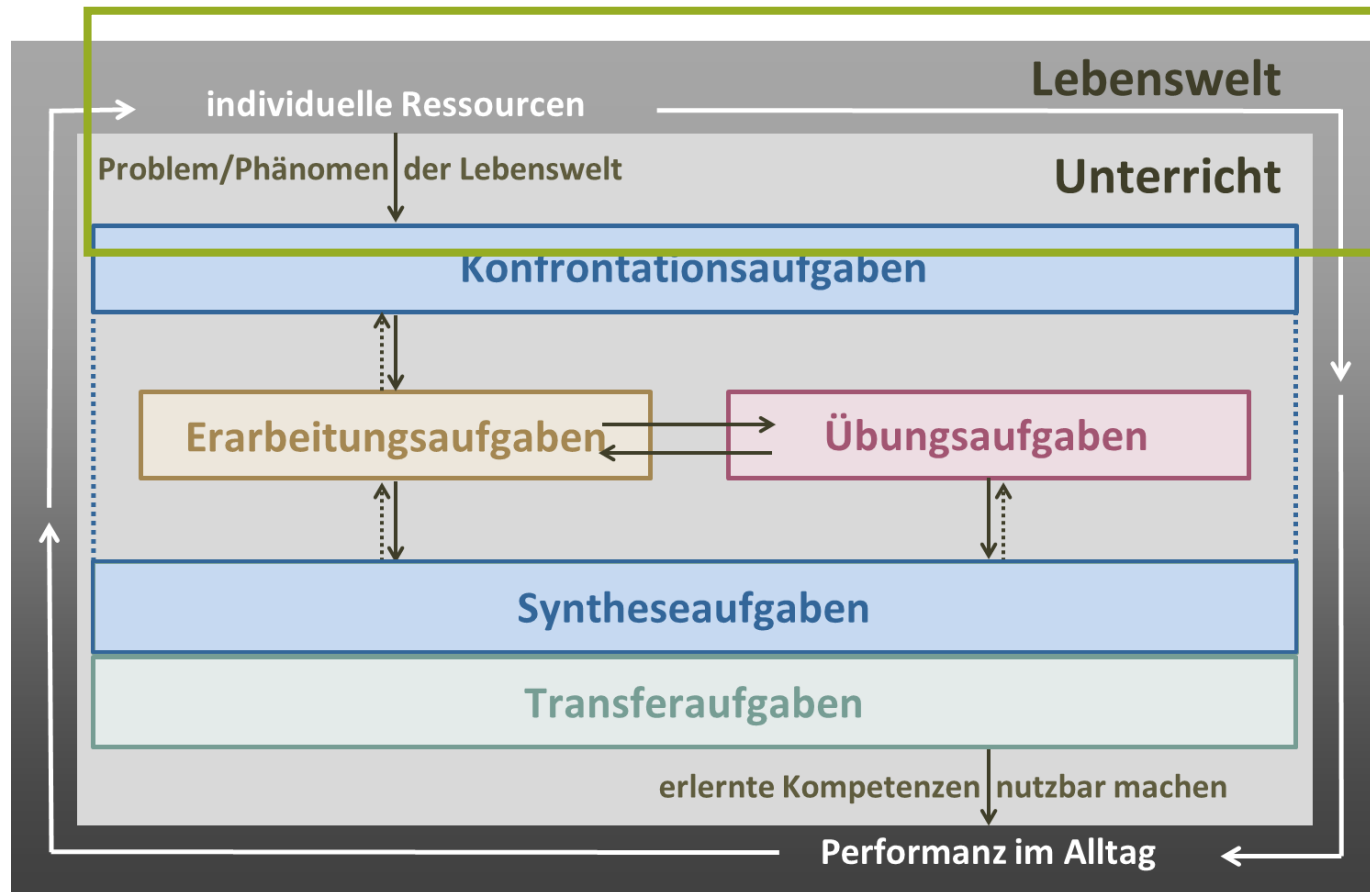


**Experimentiermaterialien in den MINT-Boxen**





## 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

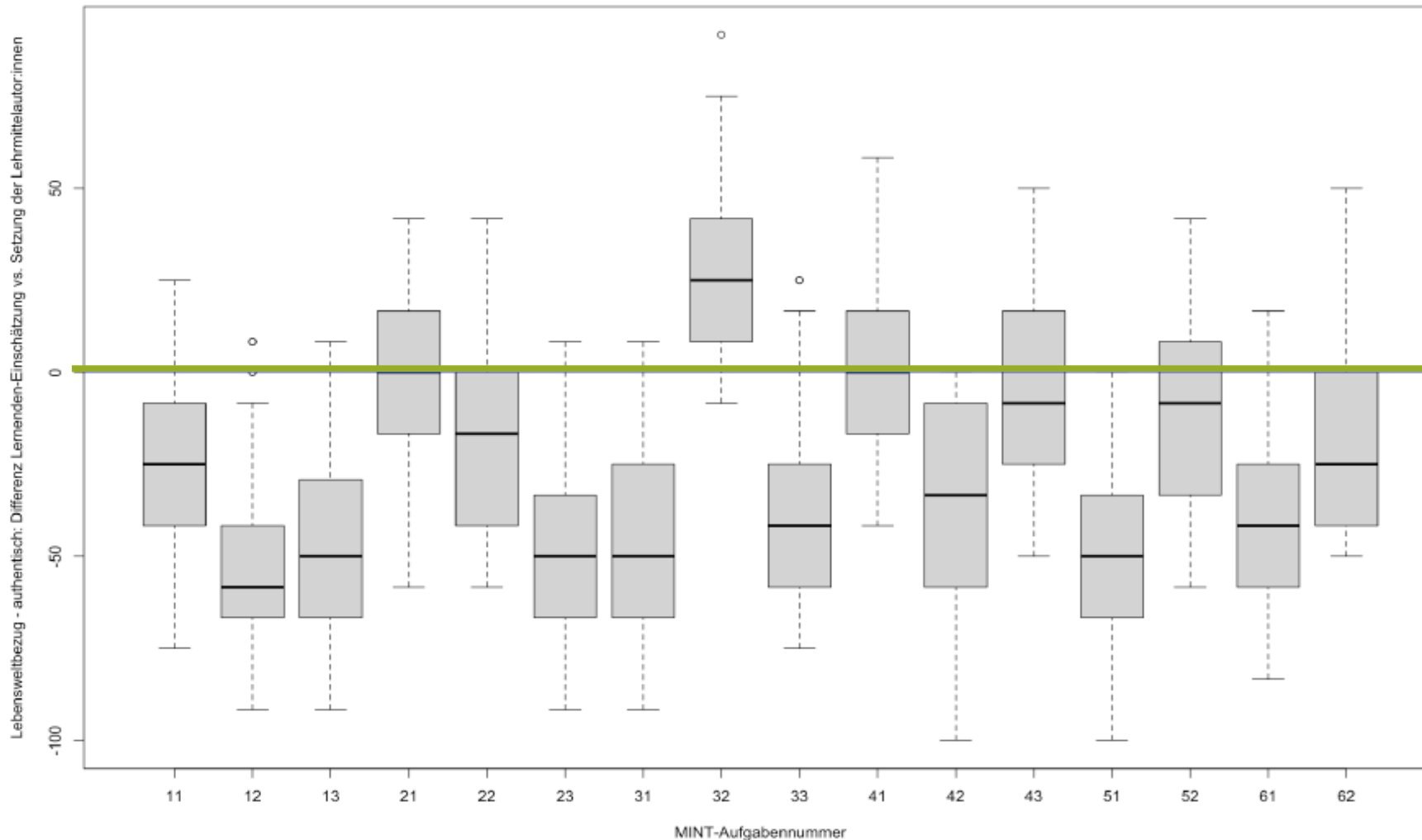
**Analysen** Mehrebenen-Regressionsmodell (Linear Mixed-effects Model, LMM); Effektstärken nach Cohens  $d$

### 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)

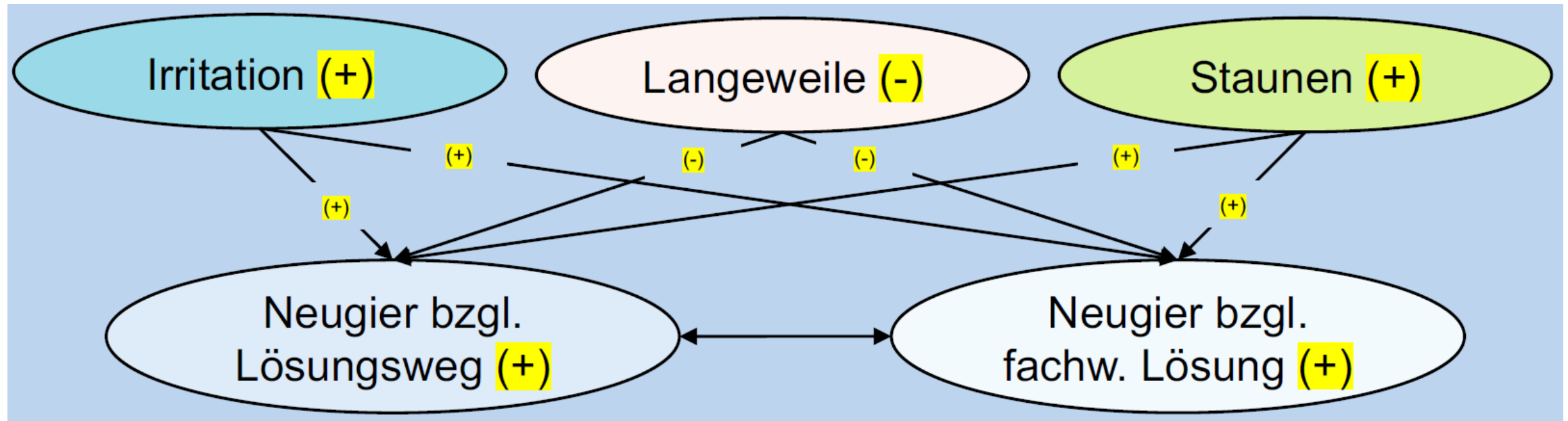
Stuppan, S., Bölsterli Bardy, K., Schmid, A.M. & Wilhelm, M. (2023).  
Überschätzen die Lehrmittelautor:innen  
den authentischen Lebensweltbezug  
von MINT-Aufgaben? Eine Studie zur  
Lernendenperspektive. *Zeitschrift für  
Didaktik der Naturwissenschaften*, 29(1),  
1-21. <https://doi.org/10.1007/s40573-023-00158-9>

## 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)

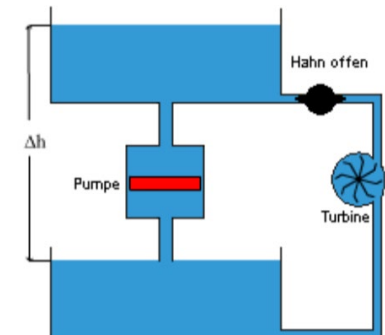


AR-Applikation zur Visualisierung von Modellen des elektrischen Stromkreises

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

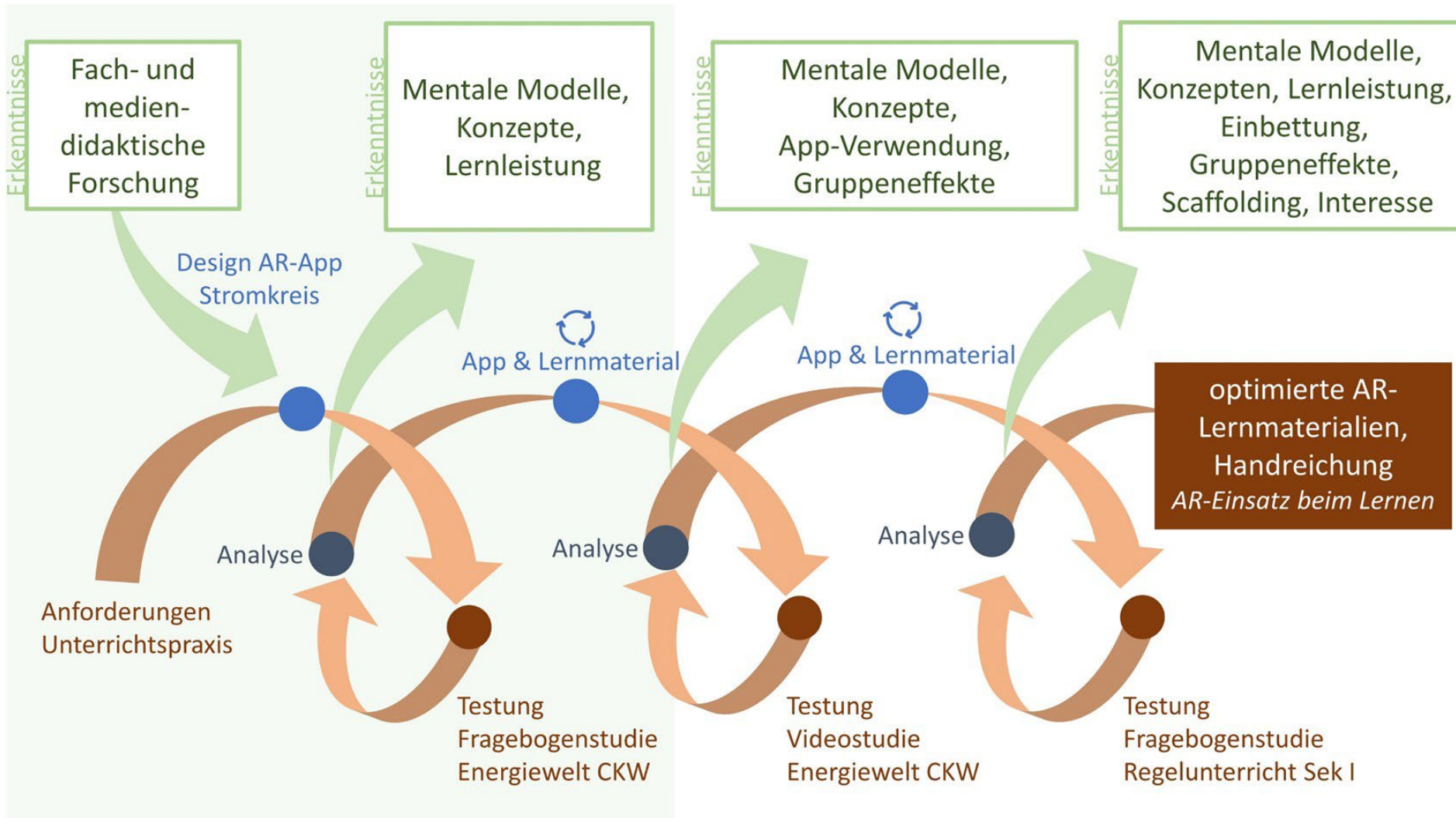
### Augmented Reality für den Unterricht in den MINT-Fächern am Beispiel elektrischer Stromkreis

- > **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

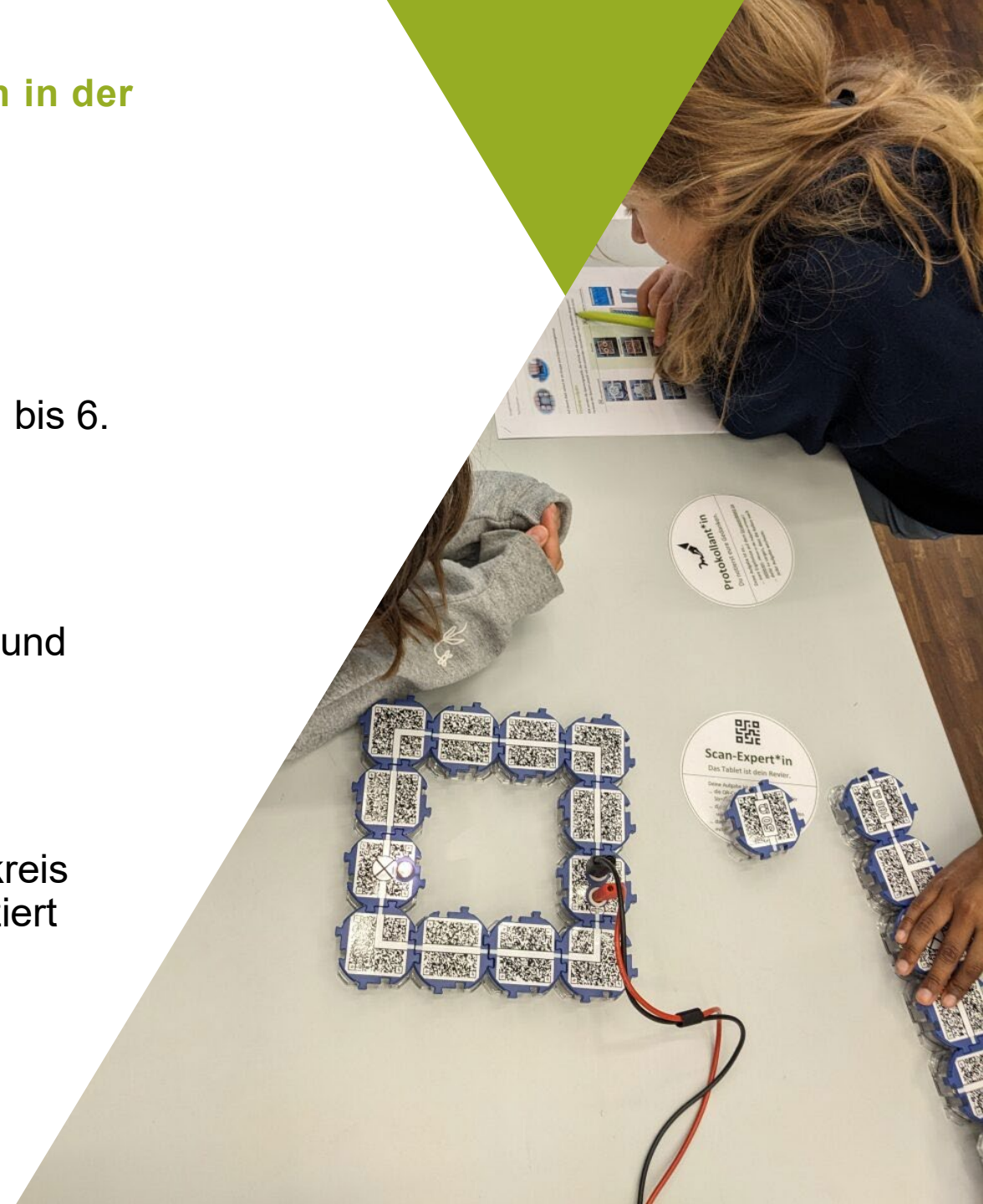
Einsatz von AR auf der Volksschulstufe (Primarstufe, Sekundarstufe 1)

### 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»)

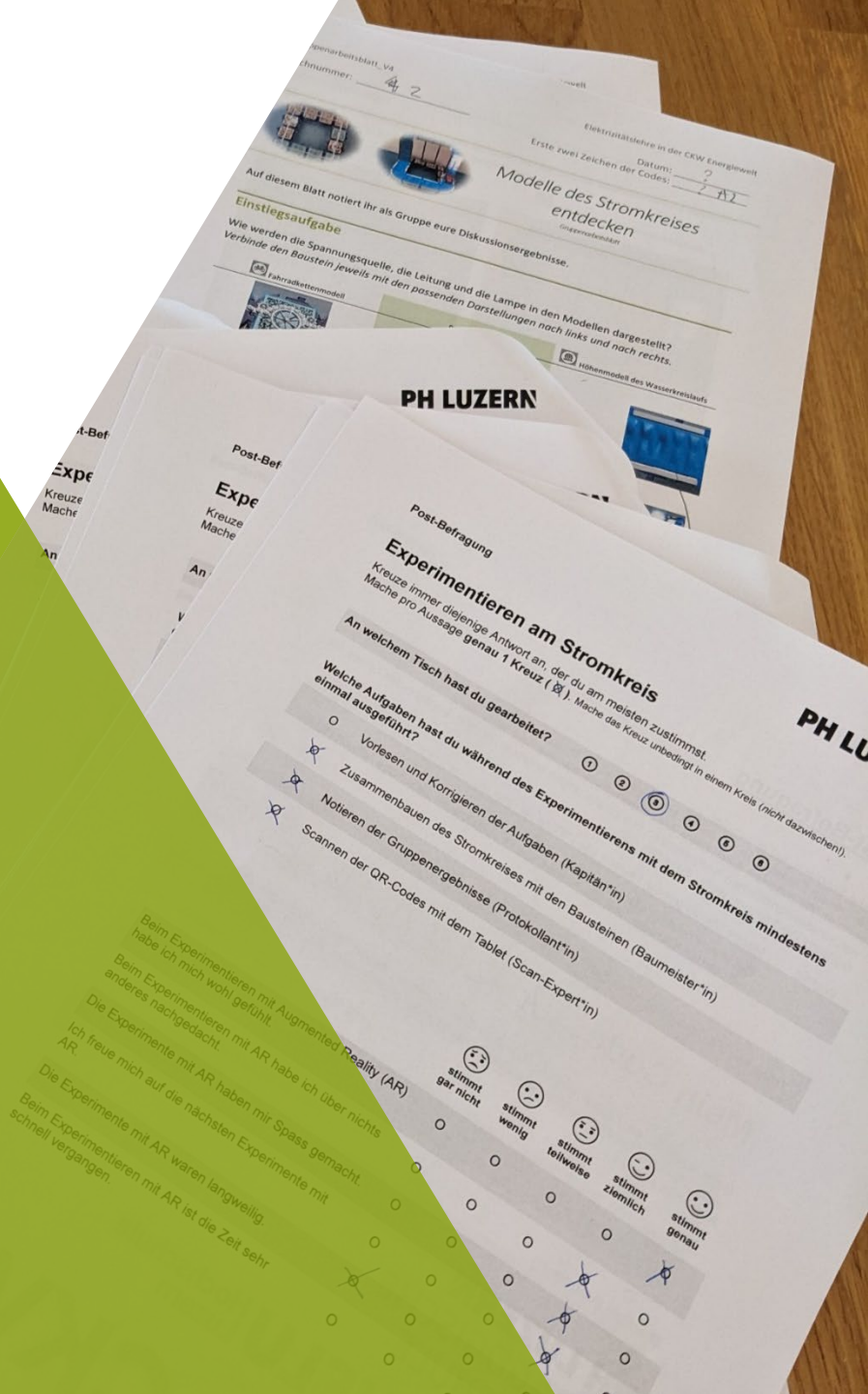




# Einblick Pilotdurchführung Herbst 2023



- 4 Schulklassen (N = 80)
- 4 Lehrpersonen
- 5. & 6. Schuljahr
- Kanton Luzern
- 1 Halbtag 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](mailto: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.

- Vorbereitung für Unterrichtsplanung: 30 min
- 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 übergeordneten Problemstellungen gearbeitet und gelernt 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