

Lehrerbildung regional vernetzt - Lernzirkel zu authentischen Kontexten -

Christian L. Salinga, Heidrun Heinke

I. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen
salinga@physik.rwth-aachen.de, heinke@physik.rwth-aachen.de

Kurzfassung

An der RWTH Aachen werden Lernzirkel entwickelt, die auf Ergebnissen aktueller Voruntersuchungen zu Präkonzepten von Schülerinnen und Schülern aus der Region zu verschiedenen physikalischen Themen aufbauen. Nach dem Test der Lernzirkel auf ihre Durchführbarkeit im schulischen Rahmen wird die Auswirkung der Durchführung des Lernzirkels auf die Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler erfasst. Solche Ergebnisse liegen bereits für die Lernzirkel zur Optik „camera obscura – to go“ und zum elektrischen Strom „Handy XXL“ vor. Es zeigen sich jeweils positive Auswirkungen der Durchführung der einzelnen Stationen der Lernzirkel auf die Schüler-Präkonzepte. Dabei gibt es seitens der Lehrkräfte an den Schulen eine große Kooperationsbereitschaft bei der Entwicklung der Lernzirkel, in welche Lehramtsstudierende systematisch einbezogen werden. Am Ende der Entwicklungsarbeiten können die Lernzirkel kostenfrei für den schulischen Einsatz in der Städteregion Aachen entliehen werden. Die Entwicklung und der Einsatz der Lernzirkel im Verleihsystem stellen somit ein gelungenes Beispiel für eine Verknüpfung von fachdidaktischer Forschung (hier zu Schüler-Präkonzepten) mit universitärer Lehre und der Schulpraxis dar.

1. Konzeption der Lernzirkel

1.1 Motivation

In der Lehramtsausbildung werden von frühen und intensiven Praxiserfahrungen der Lehramtsstudierenden positive Effekte auf die Qualität der Ausbildung erwartet. Ebenso wird ein kontinuierliches Angebot an Lehrerfortbildungen gefordert, aber kaum permanent und flächendeckend gefördert. Eine Folge ist, dass selbst unmittelbar unterrichtsrelevante Ergebnisse fachdidaktischer Forschung nur mühsam ihren Weg in die Schule finden. Dies wird am Beispiel von Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler und deren Einfluss auf das Lernen von Physik deutlich. Trotz umfangreicher Forschungsergebnisse, die zu Schüler-Präkonzepten in der Physik speziell in Deutschland bereits seit längerem vorliegen [1], wurde in TIMSS konstatiert, dass die deutschen Abiturienten besondere Schwierigkeiten mit Aufgaben hatten, die von den Schülerinnen und Schülern die Überwindung typischer Fehlvorstellungen verlangen [2]. Dies legt die Vermutung nahe, dass diese Präkonzepte und der lernwirksame Umgang mit ihnen auch vielen deutschen Lehrkräften in der Schulpraxis nicht bekannt oder im Schulalltag präsent sind.

In [3] haben wir beschrieben, wie die Entwicklung, der Test und der langfristige Einsatz von Lernzirkeln, die explizit Schüler-Präkonzepte in ausgewählten Themengebieten der Physik adressieren, zur Bewältigung der oben genannten Herausforderungen beitragen können. Dabei werden den Studierenden frühe Praxiserfahrungen und der Kontakt zu fachdidaktischer Forschung in Verbindung mit ihrem zukünftigen Arbeitsumfeld ermöglicht. Gleichzeitig werden

zum einen den Lehrkräften durch eine latente Fortbildung für die Schulpraxis relevante Forschungsergebnisse präsentiert und zum anderen die Vernetzungen zwischen Schulen, Schulträgern und der Hochschule aufgebaut und mit der Zeit verdichtet.

1.2 Genese der Lernzirkel

Der typische Ablauf der Genese eines „Lernzirkels to go“ an der RWTH Aachen ist in Abb. 1 skizziert.

Die Bezeichnung des „Lernzirkels to go“ drückt dabei das explizite Ziel des Entwicklungsprozesses aus, dass am Ende die entstandenen Lernzirkel von der Hochschule für einen Verleih an Schulen bereitgestellt werden sollen. Deshalb müssen bei der Entwicklung der Lernzirkel nicht nur diejenigen Rahmenbedingungen beachtet werden, die aus dem Ziel der universellen Einsetzbarkeit in der Schulpraxis erwachsen, sondern gegebenenfalls auch zusätzliche Rahmenbedingungen aufgrund der notwendigen einfachen Transportfähigkeit der experimentellen Stationen berücksichtigt werden.

Der prinzipielle Ablauf der Genese eines Lernzirkels ist bereits ausführlich in [3] beschrieben worden. Im vorliegenden Beitrag sollen exemplarisch ausgewählte Einblicke in die Genese des Optik-Lernzirkels „camera obscura to go“ und des Lernzirkels zum elektrischen Strom „Handy XXL“ vermittelt werden.

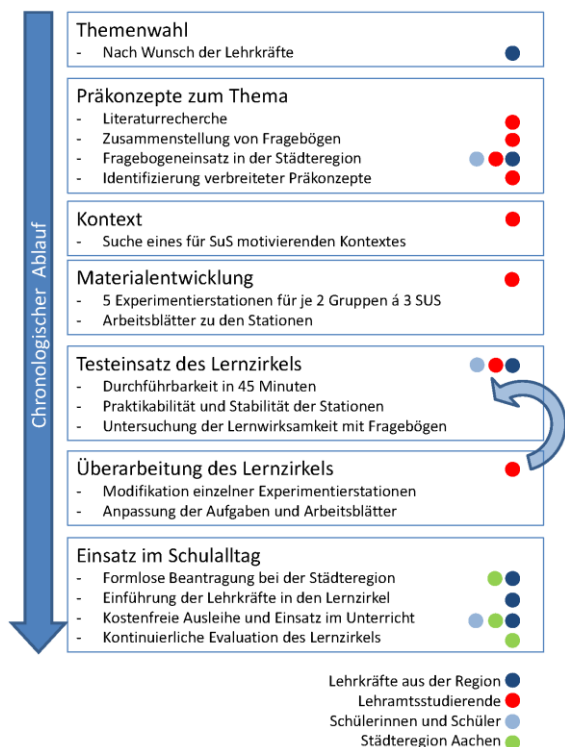


Abb.1: Chronologischer Ablauf der Lernzirkel-Genese: Rechts sind die jeweils beteiligten Akteure vermerkt.

In Abb. 1 sind für jeden der Schritte im Entwicklungsprozess auch die beteiligten Akteure angegeben, die gemeinsam mit einem koordinierenden Hochschulverantwortlichen jeweils maßgeblich an der Umsetzung der einzelnen Schritte beteiligt werden und ohne die eine erfolgreiche Umsetzung nicht denkbar wäre. Die Lehramtsstudierenden waren dabei bislang in die Entwicklungszyklen vor allem im Rahmen der Erstellung von Abschlussarbeiten eingebunden. Dabei konnten und können sie sehr vielfältige Lerngelegenheiten wahrnehmen, die nachfolgend kurz skizziert sind:

- intensive Beschäftigung mit dem wichtigen Thema der Präkonzepte und ihres Einflusses auf das Physiklernen und Kennenlernen des aktuellen fachdidaktischen Forschungsstandes hierzu im Rahmen von Recherchen,
- Kennenlernen und Anwendung fachdidaktischer Forschungsmethoden,
- Sammeln praktischer Erfahrung bei der Erstellung und Evaluation schulpraxistauglicher Experimente und Arbeitsblätter,
- Möglichkeit der Beobachtung von Schülerinnen und Schülern beim Umgang mit den erstellten Experimenten, Arbeitsblättern und den zugrundeliegenden Präkonzepten,
- Kennenlernen von unterschiedlichen Lehrkräften und schulischen Rahmenbedingungen in der Städteregion Aachen,
- Selbstreflexion eigener physikalischer Konzepte.

Diese Aufzählung zeigt die Vielfalt der Vorteile, die sich aus der Erstellung von experimentellen Lernzirkeln zu Schüler-Präkonzepten für den praktischen Einsatz in der Schule für die eingebundenen Lehramtsstudierenden ergeben. Deshalb wird in Anlehnung an die Konzeption von Lehr-Lern-Laboren an der RWTH Aachen ein fachdidaktisches Seminar zur Entwicklung und Evaluation solcher Lernzirkel aufgebaut. Damit können die genannten vielfältigen Lerngelegenheiten abseits der Themenvergabe für studentische Abschlussarbeiten auch einem deutlich breiteren Adressatenkreis zugänglich gemacht werden.

2. Der Optik-Lernzirkel „camera obscura to go“

Die Konzeption und Realisierung des Lernzirkels zur Optik „camera obscura to go“ wurde von Kaus et al. ausführlich in [4] beschrieben. Dabei wurden in drei der fünf Stationen des Lernzirkels Präkonzepte zur Abbildung mit Blenden und Linsen und in je einer Station Vorstellungen zur Reflexion am Planspiegel sowie zu farbigem Licht in den Blick genommen. Die auffälligste und auch namensgebende Station ist dabei eine von sieben Personen gleichzeitig begehbare camera obscura in Gestalt eines Faltzeltes mit zwei Experimentierstationen für je drei Schülerinnen und Schüler. Außerdem gehören zum Lernzirkel zwei Stationen zu Abbildungen, in denen einfache Keks-dosen-Kameras mit und ohne Linsen sowie mit Blenden unterschiedlicher Lochformen eingesetzt werden. Der Lernzirkel wird durch eine Station zur additiven Farbmischung und ein Experiment mit einem Taschenspiegel komplettiert. Die Durchführung des Lernzirkels ist für 45 Minuten Dauer konzipiert, wobei 30 Schülerinnen und Schüler in 3er-Gruppen gleichzeitig experimentieren können.

2.1 Wirksamkeit des Lernzirkels „camera obscura to go“

Zu den im Lernzirkel adressierten Präkonzepten zur Optik wurde unter Berücksichtigung verschiedener fachdidaktischer Vorarbeiten [5, 6, 7, 8] ein passender Test entwickelt. Dieser kam in einer Interventionsstudie mit Prä-, Post- und Follow-up-Test zum Einsatz, um die Wirksamkeit des Lernzirkels zu überprüfen.

Die Durchführung des Tests dauert 20 Minuten, so dass der Prätest in einer 90-minütigen Doppelstunde unmittelbar vor der Durchführung des Lernzirkels stattfinden konnte. Derselbe Test wurde als Posttest 3-4 Wochen nach der Intervention unangekündigt noch einmal eingesetzt. In diesem Test wurden einige Items zur Erfassung des Schüler-Feedbacks zur Durchführung des Lernzirkels ergänzt.

Alle Klassen hatten in dem Schuljahr, in dem die Untersuchung stattfand, eine einführende Unterrichtsreihe in die Optik durchgeführt und zum Zeitpunkt der Studie bereits abgeschlossen. Insgesamt haben N=347 Schülerinnen und Schüler aus 14 Klassen der

Jahrgangsstufen 6 bis 9 bei der Prä-Posttest-Studie teilgenommen.

Wichtige Ergebnisse dieser Untersuchung waren:

- Im Prätest konnten typische, aus der Literatur bekannte Präkonzepte zur Optik für die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler in der Städteregion Aachen nachgewiesen werden.
- Im Posttest wurden deutliche Zunahmen der Häufigkeit physikalisch korrekter bzw. im Ansatz richtiger Antworten für solche Testitems beobachtet, die einen direkten Bezug zu ausgewählten Experimenten des Lernzirkels aufwiesen.
- Für Testitems ohne direkten Bezug zu den Stationen des Lernzirkels hat sich das Antwortverhalten nicht merklich verändert.
- Nachdem die an den Studien zum Optik-Lernzirkel beteiligten Lehrkräfte die Test-Auswertungen ihrer Klassen erhalten hatten, meldeten einige ihr Erstaunen über die Ergebnisse des Prätests nach abgeschlossener Unterrichtseinheit zur Optik zurück. Dieses Erstaunen deutet an, dass mindestens einigen Lehrkräften die Stabilität von Fehlvorstellungen nicht bewusst war. Dies untermauert das Potential des hier vorgestellten Ansatzes der Entwicklung von Lernzirkeln unter Einbeziehung von Lehrkräften der Region für eine implizite Lehrerfortbildung zu Schülervorstellungen in der Physik.
- Die Lehrkräfte waren ebenso von den teils deutlichen Zunahmen korrekter Antworten im Posttest als Resultat der Lernzirkel-Durchführung überrascht.
- Die Mehrzahl der beteiligten Schülerinnen und Schüler berichteten, dass sie die Stationen des Lernzirkels mit Interesse und Spaß bearbeitet haben.

Um zu untersuchen, inwieweit die Präkonzepte durch die Durchführung des Lernzirkels nachhaltig beeinflusst worden sind, wurde der Test auch noch als Follow-up-Test eingesetzt. Von den 347 Teilnehmenden an Prä- und Post-Test haben ca. 4 Monate später N=261 Schüler den identischen Follow-up-Test unangekündigt bearbeitet. Da die Intervention im Mai und Juni eines Jahres stattfand, lag der Zeitpunkt der Follow-up-Tests sowohl nach den Sommer- als auch nach den Herbstferien. Dieser Umstand begründet den Schwund von 86 Teilnehmern, weil einige Klassen durch Lehrerwechsel zum Schuljahresanfang nicht mehr erreichbar waren.

Analog zu den Ergebnissen des Prä-Posttest-Vergleichs ist auch das Antwortverhalten im Follow-Up-Tests für die Items, deren Inhalte im Lernzirkel nicht direkt adressiert werden, unverändert. Hingegen beobachtet man für Items mit direktem Bezug zu den Experimenten des Lernzirkels zwar einen leichten Abfall der Häufigkeit physikalisch richtiger oder im An-

satz richtiger Antworten gegenüber dem Posttest. Jedoch bleibt der Zuwachs vollständig bzw. teilweise korrekter Antworten vom Prätest zum Follow-up-Test signifikant mit kleinen bis mittleren Effektstärken. Dies ist exemplarisch in Abb. 2 für ein Testitem zur Station der begehbaren camera obscura gezeigt.

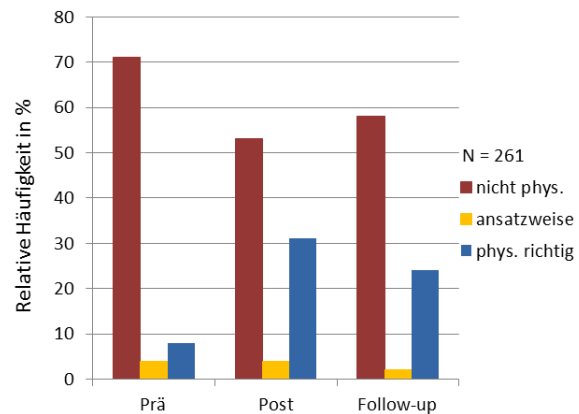


Abb.2: Auswertung eines Testitems zur Station der begehbaren camera obscura. Prätest (links) unmittelbar vor Durchführung des Lernzirkels „camera obscura to go“, Posttest (Mitte) 3 Wochen später, Follow-up-Test (rechts) ca. 4 Monate später, N=261.

Die Zunahme der physikalisch richtigen Antworten von 8% im Prätest auf 31% im Posttest hat eine mittlere Effektstärke und zeigt die Lernwirksamkeit der Stationen. Mehrere Monate nach letztmaligem schulischen Kontakt mit der Thematik beim selbstständigen Ausfüllen des Posttests lässt sich bei kleiner Effektstärke ein weiterhin um 18% erhöhter Anteil physikalisch richtiger Antworten konstatieren. Dies deutet auf eine mittelfristige Überwindung von Präkonzepten der Optik aufgrund der Durchführung des Lernzirkels „camera obscura to go“ bei einem Teil der Schülerinnen und Schüler hin.

Im Ergebnis der Durchführung des Lernzirkels zur Optik und der dazugehörigen Prä-Posttest-Studie zu seiner Wirksamkeit mit fast 350 Schülerinnen und Schülern wurde seitens der beteiligten Lehrkräfte wiederholt der Wunsch nach der Entwicklung eines ähnlich attraktiven Lernzirkels zu Präkonzepten im Bereich der Elektrizitätslehre geäußert. Damit wurde ein Zwischenstand in der Entwicklung des Lernzirkels zur Optik auch dank des im Prozess entstehenden Netzwerkes in der Städteregion zum erneuten Ausgangspunkt einer Lernzirkel-Genese zu Themen der Elektrizitätslehre (s. Abb.1).

Parallel zur Aufnahme der Entwicklungsarbeiten für einen weiteren Lernzirkel wurde der Lernzirkel zur Optik in ein permanentes Leihangebot für Schulen der Städteregion überführt (siehe Abb. 1). Dieser Lernzirkel kann inklusive Arbeitsmaterial kostenfrei über die „Bildungszugabe der Städteregion Aachen“ ausgeliehen werden. Die Anlieferung des Lernzirkels in die Schule und seine Abholung ist dabei inklusive, um den Lehrkräften den Einsatz so einfach wie möglich zu machen. Dabei findet für jede Lehrkraft vor

der ersten Ausleihe des Lernzirkels einmalig eine verpflichtende Einführung in die Materialien des Lernzirkels inklusive der entsprechend adressierten Präkonzepte statt, so dass auch der langfristige Einsatz der Lernzirkel zur Fortbildung der Lehrkräfte beiträgt.

3. Der Lernzirkel zur Elektrizitätslehre „Handy XXL“

3.1. Präkonzepte und Kontextsuche

Entsprechend Abb. 1 wurden bei der Entwicklung des Lernzirkels nach der Eingrenzung des Themenbereichs zunächst mittels Fragebögen unter Schülerinnen und Schülern der Städteregion verbreitete Präkonzepte zur Elektrizitätslehre erhoben. Auf der Grundlage der Ergebnisse wurde entschieden, die im Lernzirkel zu adressierenden Präkonzepte auf einige wenige einzugrenzen. Ausgewählt wurden die Stromverbrauchsvorstellung, die Vorstellung von Batterien als Konstantstromquelle sowie die lokale und sequentielle Argumentation bei der Betrachtung von Schaltkreisen, die beide auf ein fehlendes systemisches Verständnis von Stromkreisen hindeuten [9]. Somit wurde auf eine explizite Thematisierung des Spannungs- und Widerstandsbegriffs zugunsten einer Fokussierung des Lernzirkels auf Präkonzepte zum elektrischen Strom verzichtet.

Unter dem Blickwinkel der ausgewählten Präkonzepte wurde im nächsten Schritt ein geeigneter Kontext für den Lernzirkel gesucht. Als besonders geeignet erschien dabei der Kontext Handy bzw. Smartphone. Diese Geräte haben inzwischen bzgl. ihrer Verbreitung in der interessierenden Altersklasse der 14-15-Jährigen nach einem rasanten Anstieg in den letzten Jahren eine Besitzquote von 93% erreicht und prägen gleichzeitig in starkem Maße den Alltag vieler Jugendlicher [10]. Das Aufgreifen dieses Kontextes in den Stationen des Lernzirkels lässt eine Steigerung des Interesses der Schülerinnen und Schüler an den physikalischen Inhalten des Lernzirkels erwarten.

3.2 Kurzbeschreibung der Stationen des Lernzirkels

Die logistischen Anforderungen an den Lernzirkel sind naturgemäß identisch zu denen, die bei der Entwicklung des Optik-Lernzirkels berücksichtigt wurden [3]. Demnach wurden fünf Stationen mit je zwei identischen Experimentieraufbauten entwickelt, an denen jeweils bis zu drei Schülerinnen und Schüler effektiv experimentieren können. Aus der Zielvorgabe, dass der gesamte Lernzirkel in 45 min durchführbar sein soll, ergibt sich eine Durchführungszeit von 8 min pro Station. Zudem erwachsen weitere Anforderungen an die Experimente aus dem Prinzip des Verleihs der Lernzirkel an interessierte Schulen bzw. Lehrkräfte (einfacher und schneller Auf- und Abbau, einfacher Transport, kostengünstige Reparaturen bzw. Wiederbeschaffung) [3].

Beispielhaft für den Lernzirkel soll hier die namensgebende zentrale Station „Das Smartphone XXL“ etwas ausführlicher vorgestellt werden. In ihrem Mittelpunkt steht ein vergrößertes Modell eines Smartphones, das in Abbildung 3 zu sehen ist.

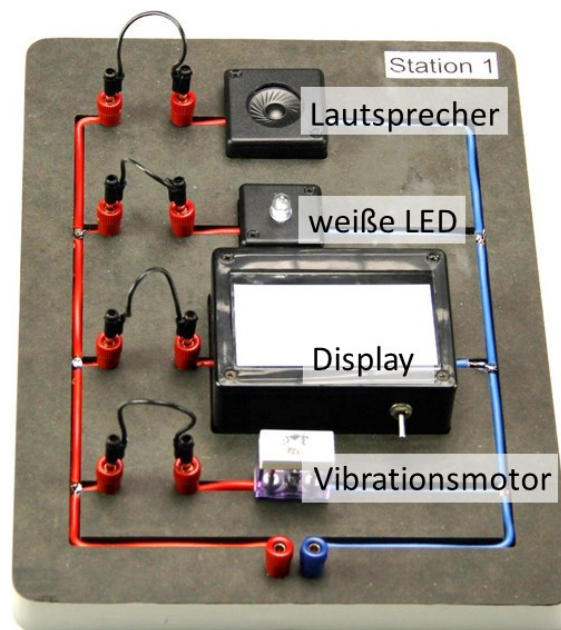


Abb.3: Das Modell eines Smartphones, das in der Station „Das Smartphone XXL“ des Lernzirkels zur Elektrizitätslehre eingesetzt wird. Vier verschiedene Bauelemente können mit Kabelbrücken parallel zueinander geschaltet und über die beiden unteren Anschlussbuchsen (rot, blau) durch einen DynaMot mit Spannung versorgt werden.

Das Modell enthält vier Bauelemente, die typische Funktionalitäten eines Smartphones verdeutlichen: einen Lautsprecher, eine Weißlicht-LED, wie sie als Taschenlampe in Smartphones verbaut ist, ein einfaches Display und einen Vibrationsmotor. Die einzelnen Bauteile sind in einer klar erkennbaren Parallelschaltung in dem Smartphone-Modell verbaut, wobei die einzelnen Strompfade durch kurze Steckverbindungen einfach geschlossen und geöffnet werden können. Das Smartphone-Modell wird mit einem DynaMot [11] verbunden. Bei geöffneten Steckverbindungen soll einer der Schüler die Kurbel des DynaMots drehen, während seine Mitschüler nacheinander die vier Steckverbindungen schließen und damit die vier Bauteile in den Stromkreis einbringen. Dadurch erfährt die Person an der Kurbel des DynaMots unmittelbar die steigende Anstrengung durch den Betrieb weiterer Bauteile. Da alle Schülerinnen und Schüler diese Erfahrung machen sollen, werden die Aufgaben gewechselt.

Die weiteren vier Stationen sind wie folgt aufgebaut: *Handyladegerät:* Die Schüler laden einen Handyakku in einer Ladeschale drei Minuten lang über das Betreiben eines DynaMots auf, wobei der Ladezustand des Akkus über LEDs visualisiert wird.

Reihenschaltung: Die Schüler experimentieren mit in Reihe geschalteten Bauteilen wie Glühlämpchen,

Ventilatoren und/oder Vibrationsmotoren. Dabei ermöglicht die Ergänzung der oft eingesetzten Glühlämpchen um weitere Bauteile eine vielfältigere Wahrnehmung der Wirkung des Stroms durch die Schülerinnen und Schüler. Als Spannungsquelle dient ein Handyakku. Die Schüler sollen durch ihre Beobachtungen feststellen, dass die Stromstärke in einer Reihenschaltung an jeder Stelle des Stromkreises gleich ist und können daraus schließen, dass entgegen der häufig anzutreffenden Fehlvorstellung der Strom nicht verbraucht wird.

Wir messen Strom: Dies ist die einzige Station, in der Messinstrumente zum Einsatz kommen. Dabei handelt es sich um speziell entwickelte Amperemeter, die keine Umstellmöglichkeit des Messbereichs und ein Display mit nur drei Digits aufweisen. Ein oder zwei dieser Amperemeter werden in einen Stromkreis mit einem Handyakku und einem Bauteil (Glühlämpchen, Ventilator oder Vibrationsmotor) eingebaut. Die Schüler sollen dabei feststellen, dass die Strommessgeräte für ein Bauteil jeweils die gleiche Stromstärke zeigen, wobei der Wert selbst aber vom Bauteil abhängt.

Parallelschaltung: Die Schüler bauen eine Parallelschaltung auf und variieren in den beiden Pfaden die Anzahl identischer Bauteile. Es soll dadurch deutlich werden, dass sich der Strom an einer Verzweigung in der Regel nicht gleichmäßig aufteilt. Als Spannungsquelle dient erneut ein Handyakku.

3.3 Die Wirksamkeit des Lernzirkels „Handy XXL“

Auch zu dem Lernzirkel „Handy XXL“ wurde unter Berücksichtigung verschiedener fachdidaktischer Vorarbeiten ein Test der adressierten Schülervorstellungen zum elektrischen Strom entwickelt, wobei auf ausgewählte Items bekannter Tests zu Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre zurückgegriffen wurde [9, 12]. Der Test kam in einer Prä-Posttest-Interventionsstudie zur Überprüfung der Wirksamkeit des Lernzirkels zum Einsatz. An der Studie nahmen N=369 Schülerinnen und Schüler aus 17 Klassen von 6 verschiedenen Schulen der Städteregion Aachen teil. Die Klassen gehörten in der Regel der Jahrgangsstufe 8 und 9 sowie in einem Fall der Jahrgangsstufe 10 an. In fast allen Klassen waren vor der Durchführung der Studie die Unterrichtsreihen zur Elektrizitätslehre bereits vollständig abgeschlossen. Der Prätest fand, wie zuvor bereits für den Optik-Lernzirkel berichtet, unmittelbar vor der Durchführung des Lernzirkels statt. Die Posttests wurden etwa 3 Wochen nach der Intervention unangekündigt durchgeführt.

Wichtige Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen die prinzipiellen Erkenntnisse der oben vorgestellten Studie zum Optik-Lernzirkel. So konnten erneut im Prätest typische, aus der Literatur bekannte Präkonzepte – hier zum elektrischen Strom – für die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler nachgewiesen

werden. Auch in diesem Fall führte das zu Erstaunen bei einigen der beteiligten Lehrkräfte, da die Schüler ja in fast allen Fällen nach Abschluss der Unterrichtsreihen zur Elektrizitätslehre an der Studie teilnahmen.

Im Posttest wurden erneut deutliche Zunahmen der Häufigkeit physikalisch korrekter bzw. im Ansatz richtiger Antworten für solche Testitems beobachtet, die einen direkten Bezug zu ausgewählten Experimenten des Lernzirkels aufwiesen. Diese Zunahme ist in Abbildung 4 dargestellt.

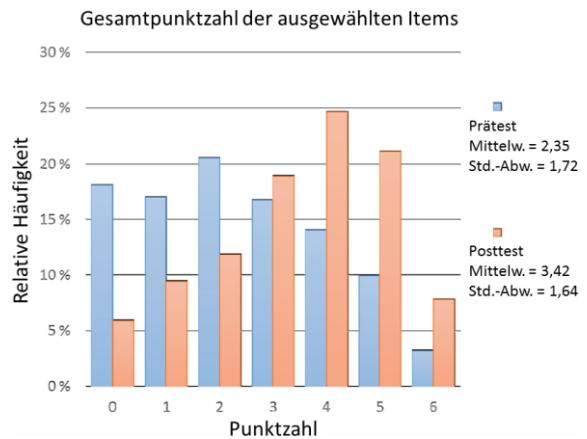


Abb.4: Auswertung der Fragebögen aus Prätest (blau) und Posttest (rot). Berücksichtigt sind sechs Testitems, die einen direkten Bezug zu den Stationen des Lernzirkels zur Elektrizitäts-Lehre „Handy XXL“ aufweisen, N = 369.

Es wurde der Gesamtscore für sechs Testitems, deren Inhalte direkt im Lernzirkel „Handy XXL“ adressiert worden sind, betrachtet. Bei jedem Item ist die physikalisch richtige Antwort mit einem Punkt gewertet worden; alle übrigen Antworten wurden mit 0 Punkten gewertet. Maximal erreichbar war also eine Gesamtpunktzahl von 6 Punkten. Der Mittelwert der erreichten Gesamtpunktzahl liegt im Prätest bei 2,35 und im Posttest mit 3,42 Punkten signifikant höher. Diese Zunahme der mittleren Gesamtpunktzahl hat eine mittlere bis starke Effektstärke.

Exemplarisch sind in Abbildung 5 ergänzend die Ergebnisse aus Prä- und Posttest eines der ausgewählten Items einander gegenübergestellt.

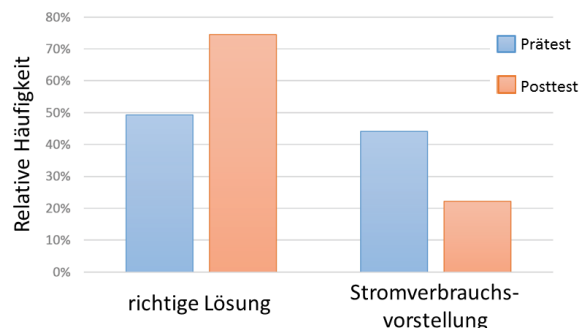


Abb.5: Auswertung für ein Item zur Station *Reihenschaltung* für den Prätest (blau) und Posttest (rot), N= 369.

Der Posttest fand drei Wochen nach der Durchführung des Lernzirkels statt, in dem die Schülerinnen

und Schüler in der Station *Reihenschaltung* gleichzeitig an verschiedenen Stellen eines Stromkreises mit Glühlämpchen, Ventilator oder Vibrationsmotor den Stromfluss ermittelt hatten. Abb. 5 zeigt einen deutlichen Rückgang des Anteils derjenigen Schülerinnen und Schüler von 44% im Prätest und 22% im Posttest, deren Antwortverhalten im Test auf das Vorliegen der Stromverbrauchsvorstellung hinweist.

Auch beim Lernzirkel „Handy XXL“ hat sich für Testitems ohne direkten Bezug zu den Stationen des Lernzirkels das Antwortverhalten zwischen Prä- und Posttest nicht merklich verändert. Allerdings hat die Studie auch gezeigt, dass einzelne Testitems noch einer Überarbeitung bedürfen. Deshalb soll die Studie nach der Modifikation des Tests wiederholt werden, wobei dann auch eine Follow-up-Erhebung geplant ist. Auf der Basis der bereits durchgeführten Studie lässt sich aber schon jetzt sicher konstatieren, dass die Schülerinnen und Schüler auch die Stationen des Lernzirkels „Handy XXL“ nicht nur mit Erfolg, sondern auch mit Interesse und Spaß bearbeitet haben. Bezüglich des Schülerinteresses schneidet dieser Lernzirkel noch etwas besser ab als der Lernzirkel zur Optik.

Der entstandene Lernzirkel wird zukünftig ebenfalls Schulen der Städteregion kostenfrei zur Ausleihe angeboten. Außerdem wurden im letzten Jahr die Entwicklungsarbeiten an einem Lernzirkel zur Mechanik vorangetrieben, der den Kontext Spielzeug aufgreifen wird. In dem Zyklus der in Abb. 1 dargestellten Genese der Lernzirkel befinden wir uns in diesem Fall in der Phase der Materialentwicklung.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Im Beitrag wurde die Entwicklung von Lernzirkeln, die Fehlvorstellungen in verschiedenen Inhaltsbereichen der Physik adressieren und für den schulpraktischen Einsatz mit der Besonderheit eines Verleihsystems für interessierte Schulen konzipiert wurden, demonstriert. Hierfür wurden ein Lernzirkel zu Fehlvorstellungen in der Optik sowie die Ergebnisse einer Begleitstudie seiner Wirksamkeit vorgestellt. Dieser Lernzirkel ist seit fast drei Jahren im regelmäßigen schulischen Einsatz. Zudem wurde ein Lernzirkel zu Fehlvorstellungen zum elektrischen Strom beschrieben, der in Kürze ebenfalls für die Ausleihe an Schulen zur Verfügung stehen wird. Erste Ergebnisse einer Prä-Posttest-Studie belegen die prinzipielle Wirksamkeit auch dieses Lernzirkels. Für die Zukunft ist eine Wiederholung dieser Untersuchung mit einem modifizierten Testinstrument ebenso geplant wie die Fortführung der laufenden Entwicklungsarbeiten für einen Lernzirkel zur Mechanik.

Die bisherigen Erfahrungen mit der Entwicklung und dem Einsatz der experimentellen Lernzirkel zur Adressierung weitverbreiteter Präkonzepte von Schülerinnen und Schülern belegen das große Potential des Ansatzes für die Umsetzung einer phasenübergreifenden Lehrerbildung auf diesem Gebiet, die sowohl

Lehramtsstudierende als auch praktizierende Lehrkräfte erfasst.

5. Danksagungen

Die vorgestellten Arbeiten zur Entwicklung und Evaluation der Lernzirkel für den Einsatz in weiterführenden Schulen wurden und werden im Rahmen von Abschlussarbeiten von Carsten Kaus, Lea Hausmann, Marc Michael, Benedikt Schelling, Paul Werner und Fabian Deußen vorangetrieben, für deren Unterstützung wir uns herzlich bedanken. Die kostenfreie Ausleihe einschließlich des Transports des Lernzirkels zwischen der Hochschule und den schulischen Nutzern wird durch die Städteregion Aachen unterstützt.

6. Literatur

- [1] Bibliography – STCSE <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse> (Stand 5/2016)
- [2] Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.) (2000). TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn, Bd. 1: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit; Bd. 2: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske + Budrich.
- [3] Salinga, Christian L. & Heinke, Heidrun (2016). Symbiose von Forschung, Lehrerbildung und Schulpraxis - Lernzirkel to go. In: C. Maurer (Hrsg.), Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Berlin 2015. (S. 65). Universität Regensburg
- [4] Kaus, C.; Salinga, C., Borowski, A., Heinke, H. (2012): Fehlvorstellungen zur Optik entgegenwirken. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 65, S. 401-407
- [5] Duit, Reinders (2009): Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In: Ernst Kircher (Hrsg.): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, Springer, S. 605-630
- [6] Wiesner, H. (1986): Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten im Bereich der Optik. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie 13 (34), S. 25-29
- [7] Wiesner, H. (1994): Ein neuer Optikkurs für die Sekundarstufe I, der sich an Lernschwierigkeiten und Schülervorstellungen orientiert. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie 22 (5), S.7-15
- [8] Wiesner, H. (2011): Verbesserung des Lernerfolgs im Unterricht über Optik (I). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. In: R. Müller, R. Wodzinski und M. Hopf (Hrsg.): Schülervorstellungen in der Physik. 3. Aufl. Köln: Aulis, S. 160-164
- [9] Urban-Woldron, H., Hopf, M. (2012): Entwicklung eines Testinstruments zum Verständnis in

- der Elektrizitätslehre. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 18, S. 201-227
- [10] Web-Seiten des Medienpädagogischen Forschungsverbundes Südwest / JIM-Studie 2015: http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf15/JIM_2015.pdf (Stand: 5/2016)
- [11] Lehrerheft DynaMot, Handgetriebener Generator als Energiequelle für Schüler- und Lehrerversuche, entwickelt und beschrieben von Heinz Muckenfuß, Cornelsen Experimenta
- [12] Von Rhoeneck, C. (1986): Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie. In: Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie 13 (34), S. 10-14