

Zwischenbericht zum Projekt „RCLs im Physikunterricht der Sekundarstufe II“



Teilnehmer geben Befehle auf der Webseite zum Demonstrations-RCL "Beugung und Interferenz" ein und verfolgen live deren Ausführung am RCL.



Teilnehmer erkunden die Messmöglichkeiten eines RCLs.

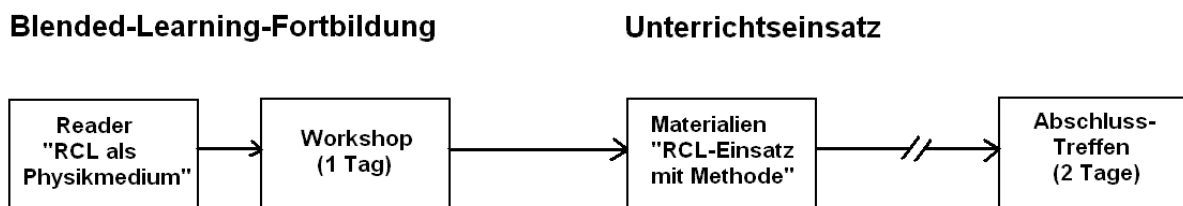
Aktueller Stand nach der 1. Fortbildung am 20.11.06 an der TU Kaiserslautern

1. Ziele, Struktur und Inhalte des Projekts

Die Projektziele sind:

- Akzeptanz von RCLs durch die Lehrkräfte
- Einsatz von RCLs im Physikunterricht durch die Lehrkräfte
- Aufbau eines RCL-Netzwerks aus interessierten Lehrkräften

Die Struktur des Projekts ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen:



Blended-Learning-Fortbildung

Die Blended-Learning-Fortbildung "Remotely Controlled Laboratories (RCLs) im Physikunterricht der Sekundarstufe II" wird zum Erreichen einer genügend großen Anzahl von Physiklehrkräften an vier über die BRD verteilten Orten durchgeführt. Der Reader "RCL als Physikmedium" (→ Mailanhang "Reader RCL als Physikmedium") bereitet auf den Workshop vor und entlastet diesen von unnötigen Vorträgen. Im Zentrum des Workshops steht das praxisorientierte Arbeiten mit den Kollegen und mit RCLs. Zur Anpassung an die aktuelle thematische und organisatorische Unterrichtssituation können die Teilnehmer anhand des RCL-Portals <http://rcl.physik.uni-kl.de> und dem Reader für den Workshop ein Schwerpunkt-RCL wählen. Der folgenden Tabelle ist die inhaltliche Gestaltung des Workshops zu entnehmen:

Zeitdauer	Inhalt	
1/2	Einführung	
1	Erprobung von RCLs	RCL-Einsatz mit Methode
1	RCL-Einsatz mit Methode	Erprobung von RCLs
1	Mittagspause	
2	Konstruktion eines Unterrichtsbeispiels	
1/4	Kaffee	
1	Präsentation der Unterrichtsbeispiele	
1/2	Abschlussbesprechung	

Aufgrund der Teilnehmerzahl (ca. 20), der begrenzten RCL-Anzahl (ca. 10) und des Einzelzugriffs auf RCLs wird die Gruppe vormittags geteilt. Die Teilnehmer arbeiten größtenteils in Kleingruppen.

Unterrichtseinsatz

Der Workshop ist von seiner Konzeption her Auftakt für den Unterrichtseinsatz von RCLs. Die Teilnehmer sollen ihr Schwerpunkt-RCL oder ein anderes RCL im Unterricht einsetzen. Zur Unterstützung erhalten sie auf dem Workshop und verteilt auf die Zeit bis

zum Abschlusstreffen ausgearbeitete Unterrichtsmaterialien (→ Mailanhänge "Aufgabensammlung zum RCL Elektronenbeugung" und "Lernzirkel Teilchenmodell des Lichts"). In Arbeit ist ein Schülerfragebogen zu RCLs, Einsatzmöglichkeiten des Millikan-Versuchs und Aufgabenmaterial zu RCLs. Die Materialien sowie Fragebogenergebnisse werden den Teilnehmern per Mail zugesandt. Eine Downloadmöglichkeit vom RCL-Portal ist in Arbeit.

Das Abschlusstreffen wird als überregionale 2-tägige Tagung durchgeführt zu der alle Teilnehmer der vier Fortbildungen eingeladen werden. Die Teilnehmerzahl sollte zwischen 20 und 30 liegen. Ziel ist eine Vernetzung der Teilnehmer durch

- Best-Practice-Unterrichtsbeispiele der Fortbildungsteilnehmer (ca. 1/2 Tag)
- Einführung in das Buchungssystem für RCLs, Übernahme von Multiplikatorenfunktion und von Schirmherrschaften, Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Fortbildungsteilnehmern (ca. 1/2 Tag)
- Einführung in den Selbstbau von RCLs (ca. 1/2 Tag).

2. Evaluation der ersten RCL-Fortbildung am 20.11.06 an der TU Kaiserslautern

Teilgenommen haben 24 Lehrkräfte (5 m, 19 w) und damit 4 mehr als ursprünglich geplant. Die Teilnehmerverteilung nach Bundesländern ist 17 RLP, 4 NRW, 1 HE, 2 BW. Aufgrund der telefonischen Einladung der Teilnehmer und der Empfehlung mindestens zu zweit aus einer Schule an der Fortbildung teilzunehmen, kommen 19 der Teilnehmer aus 8 der insgesamt 13 Schulen.

Die Fortbildung wurde anhand der Ergebnisse eines Fragebogen (→ Anhang 1), sowie ergänzend durch zwei Protokolle und den Beobachtungen von Herrn Jodl und Herrn Eckerl evaluiert.

2.1. Fragebogenergebnisse

Im folgenden werden die wichtigsten Fragebogenergebnisse thematisch zusammengestellt und bewertet. In Klammern sind jeweils die Mittelwerte für die Skala -2, -1, 0, +1, +2 zwischen negativster und positivster Einschätzung angegeben:

Ergebnisse	Bewertung
Funktion des Readers (I.1 – I.4)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ nur eine(r) hat den Reader gar nicht gelesen, die Hälfte der Teilnehmer hat den Reader vollständig gelesen, im Durchschnitt wurde 70 % des Readers gelesen ▪ Angemessener Readerumfang? (0,3) ▪ Einführung in Physikmedium RCL? (1,4) ▪ Vorbereitung auf Workshop? (0,9) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der gelesene Readeranteil ist hoch, zumal bei Lehrerfortbildungen eine Vorbereitung die Ausnahme ist und die Unterrichtsbelastung der Physiklehrer in RLP aufgrund des Physiklehrermangels gestiegen ist. Die Teilnehmer sich für RCLs interessieren bzw. gerne etwas dazulernen. ▪ Der Umfang des Readers sollte beibehalten werden. ▪ Der Reader hat seine Hauptfunktion über das Physikmedium zu informieren voll erfüllt und auch auf den Workshop vorbereitet.
Qualität des Workshops (II.1)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Mittelwerte der aufgelisteten Punkte liegen fast alle über eins. ▪ Besonders gut wurde das Arbeitsklima (1,9) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Qualität des Workshops kann als gut bis sehr gut eingeschätzt werden. ▪ Die Frage nach dem Lernzuwachs muss nach Unter-

<p>und die Beteiligungsmöglichkeiten (1,8) bewertet.</p> <ul style="list-style-type: none"> Am schlechtesten wurde der Lernzuwachs (0,9) und die methodische Gestaltung (1,0) bewertet. 	<p>richtskompetenz und Physikkompetenz differenziert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die methodische Gestaltung des Workshops ist verbesserungsfähig (→ 2.2).
Erprobung von RCLs (III.1a - c)	
<ul style="list-style-type: none"> Bei 26 % (34 TN) aller RCL-Zugriffe haben die Teilnehmer nur zugesehen, bei 59 % (85 TN) haben die Teilnehmer RCLs selbst bedient ohne zu messen und bei 15 % (22 TN) selbst bedient und gemessen. Jeder Teilnehmer hat durchschnittliche auf 6 RCLs zugegriffen und jedes etwa 10 min bedient. 	<ul style="list-style-type: none"> Das Ziel durch die Zweiteilung der Gruppe die Teilnehmer möglichst viele RCLs erproben zu lassen wurde erreicht. Die Zugriffe zeigen zumindest wie ausdauernd die Teilnehmer die RCLs genutzt haben.
Akzeptanz von RCLs (II.3, III.2)	
<ul style="list-style-type: none"> Nach II.3 hat die Akzeptanz von RCLs mit zunehmender Fortbildungsdauer vom ersten Kontakt über das RCL-Portal (0,3), über den Reader (0,4) und dann besonders durch den Workshop (1,1) zugenommen (→ Anhang 2). Nach III.2 wollen von den 17 Teilnehmern die ein RCL einsetzen könnten, etwa die Hälfte dies ganz sicher tun. Fast 1/3 der Teilnehmer hat an der Fortbildung ohne die Perspektive eines Unterrichtseinsatzes von RCLs teilgenommen. 	<ul style="list-style-type: none"> Die Ergebnisse zeigen, dass das Projektziel "Akzeptanz von RCLs" erreicht wurde. Ein praktischer Umgang und damit ein Vertrautwerden mit RCLs (generell digitale Medien) ist besonders akzeptanzfördernd. Bei den Teilnehmern wird als sicheres Indiz für die Akzeptanz nachgefragt, ob sie RCLs im Unterricht eingesetzt haben. Das letzte Ergebnis kann mit hohem Interesse der Teilnehmer an RCLs und dass die unmittelbare Umsetzbarkeit der Fortbildungsinhalte für diese Lehrkräfte nicht im Vordergrund stand erklärt werden.
Qualität der RCLs (III.1d,e, Anhang 3)	
<ul style="list-style-type: none"> Nach III.1 d,e sind die besten RCLs der Millikan-Versuch und Radioaktivität, die schlechtesten der Heiße Draht und die Maut. Diese Ergebnisse werden gestützt durch die Anzahl der Zugriffe auf diese RCLs unter I-II.1a-c. Die Bedienung und Funktionalität der RCLs wird insgesamt fast nur positiv beurteilt (→ Anhang 3). 	<ul style="list-style-type: none"> Die schlechte Beurteilung von Heiße Draht, Maut und Roboter im Labyrinth ist darauf zurückzuführen, dass diese RCLs für den Einsatz in Schülerprojekten oder einfach zum Spielen gedacht sind. Differenzierte Aussagen zu den Unterschieden in Bedienung und Funktionalität zwischen RCLs sind aufgrund der teilweisen geringen und unterschiedlichen Gesamtzahlen an Nennungen nicht möglich.
Durchführung einer RCL-Selbstbau-AG (III.3a-c)	
<ul style="list-style-type: none"> Das Interesse an einer RCL-Selbstbau-AG ist im Mittel gering, aber es gibt einzelne sehr interessierte Lehrkräfte. etwa 1/3 der Lehrkräfte traut sich die Durchführung einer RCL-Selbstbau-AG zu. Nur ganz wenige Lehrkräfte verfügen über alle Kompetenzen zum RCL-Selbstbau. 	<ul style="list-style-type: none"> Angebot einer Einführung in den RCL-Selbstbau auf dem Abschlusstreffen.

2.2. Optimierte Gestaltung der weiteren Fortbildungen

Aus der Abschlussbesprechung, den Beobachtungen des Leitungsteams und dem Fragebogen resultieren drei Maßnahmen für eine optimierte Fortbildungsgestaltung:

- Vermittlung von Unterrichtsmethoden: Die Zeit zur Vermittlung von Einsatzmöglichkeiten der RCLs im PU auf dem Workshop ist zu gering. Der Reader wird durch einen weiteren Reader "RCL-Einsatz mit Methode" ergänzt. Vermittelt wird wie RCLs z. B. als Hausaufgabe, zur Vor- und Nachbereitung sowie als Ersatz von Experimenten aus der Physiksammlung eingesetzt werden.
- Stärkung des Inhaltsaspekt von RCLs: Die RCLs werden nicht mehr so stark in der Breite, sondern stärker in der Tiefe von den Teilnehmern erprobt. Anhand von Messaufgaben wird der Schwerpunkt auf quantitative Messungen mit RCLs gelegt.
- Methodische Gestaltung der Fortbildung: Durch beide Reader besitzen die Teilnehmer bereits zu Beginn des Workshops Medien- und Methoden-Kenntnisse zu RCLs. Dadurch ist es nun eher möglich über das Tagesziel "Präsentation eines RCL-Unterrichtsbeispiels mit Messergebnissen" den Workshop zu steuern und zu moderieren. Die Teilnehmer setzen im Laufe des Tages in einem in Kleingruppen selbstgesteuerten Prozess Medien, Inhalte und Methoden zueinander in Beziehung. Die Präsentation erfolgt mit einer Mind-Map-Software und vorgegebener, aber sehr offen gehaltener Map-Struktur. Die Unterrichtsbeispiele werden so vergleichbarer und transparenter.

3. Weitere Planungen

Den bisherigen Zeitplan bzw. einen Vorschlag für die weitere Zeitplanung der Fortbildungen F1 - F4 und des Abschlusstreffens unter Berücksichtigung von Ferien, Abitur und Arbeitsbelastung der Lehrkräfte zeigt die folgende Tabelle:

Zeit	Inhalt	Ort
Okt. - Nov. 06	Vorbereitung und Durchführung F1	TU Kaiserslautern
Dez. 06 - Jan. 07	Auswertung und Optimierung F1	
Feb. 07	Durchführung F2	Lehrerakademie Dillingen
Feb. 07	Durchführung F3	Nixdorfmuseum Paderborn
Feb. 07	Durchführung F4	Landesschule Pforta Naumburg
März 07 - April 07	Gesamtauswertung F1 - F4 Vorbereitung Abschlusstreffen	
Anfang Mai 07	Abschlusstreffen	TU Kaiserslautern / Dillingen
Mai 07	Abschlussbericht, Evaluation, Abrechnung	

Die Organisation der weiteren Fortbildungen F2 - F4 (Reihenfolge, Fortbildungsausschreibung, -einladung, -zertifikate, Räume und IT-Ausstattung, Fahrtkosten, Unterkunft und Verpflegung) liegt beim Verein MINT-EC bzw. Intel. Die Organisation des Abschlusstreffens hängt vom Veranstaltungsort ab und ist noch zu klären. Die AG Jodl liefert die Fortbildungsinhalte und die Fortbildungsdurchführung. Folgende Rahmenbedingungen für die Durchführung von F2 - F4 sind notwendig:

- 13 Rechner (für jedes RCL einen) mit Internetzugang/Browser (mindestens DSL)
- Ausreichend Raum am Rechnerplatz oder extra Tische im Rechnerraum um mit 7 Gruppen a 3 Teilnehmern arbeiten zu können
- Projektionsmöglichkeit mit Beamer
- Software MindJet Pro 6 von MindManager für jeden Teilnehmer und installiert auf den Rechnern (ist im Medienpaket von Intel-Aufbaukurs Online enthalten)

- Nachmittagskaffee mit Gebäck/Kuchen

Für die Abschlussveranstaltung entstehen pro Person Reise-, Übernachtungs- und Verpflegungskosten in Höhe von ca. 200 €. Die Gesamtkosten betragen bei 25 Teilnehmern ca. 5000 €.

Es wird empfohlen Physikfachleiter/Fachberater als wichtige Multiplikatoren (auch wenn sie an keiner MINT-EC/Intel-Schule Lehrkraft sind) einzuladen.

4. Flankierende Maßnahmen

In der Lehrerzeitschrift „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule“ erscheinen 3 Artikel zum RCL-Einsatz im Physikunterricht:

- Lernzirkel „Teilchenmodell des Lichts mit dem Photoeffekt als Remotely Controlled Laboratory (RCL)“, erscheint in PdN PhiS 2/2007 „Stationenlernen in der S II“
Bis zum Jahresende stehen die Artikelinhalte für die Lernplattform des Intel-Aufbaukurs Online als Lernpfad zur Verfügung
- Modellierung von Übergängen zwischen Ordnung und Unordnung mit einem Remotely Controlled Laboratory (RCL), erscheint in PdN PhiS 3/2007 „Wellenoptik“
- Das Weltpendel – Ein Remotely Controlled Laboratory (RCL) zur Messung der Breitengradabhängigkeit der Erdbeschleunigung, erscheint im Praxisteil von PdN PhiS.

Anhang 1: Auswertung des Fragebogens zu Reader, Workshop und RCLs

Anmerkung: Bei der Antwortskala -2, -1, 0, +1, +2 bedeutet -2 die negativste Einschätzung und +2 die positivste Einschätzung. **Durchschnittswerte in der letzten Spalte.**

I. Reader "RCL als Physikmedium"

1. Welchen Anteil des Readers haben Sie gelesen? (Wenn 0 angekreuzt bitte weiter bei II.)	0 1	1/3 5	2/3 6	1 12	0,7	
	-2	-1	0	+1	+2	
2. Wie angemessen war der Umfang des Readers in Bezug zu den Belastungen des Schulalltags?	1	5	5	8	3	0,3
3. Haben die Inhalte des Readers in das Physikmedium RCL eingeführt?	0	0	3	8	11	1,4
4. Haben die Inhalte des Readers auf den Workshop vorbereitet?	0	3	2	12	5	0,9

II. Workshop

1. Geben Sie bitte Ihre Workshop-Einschätzung bezüglich der genannten Punkte an:	-2	-1	0	+1	+2	
a) Organisation	0	0	1	9	14	1,5
b) Arbeitsklima	0	0	0	2	22	1,9
c) Beteiligungsmöglichkeiten	0	0	0	6	18	1,8
d) Praxisbezug	0	1	2	5	16	1,5
e) Kommunikation unter den Teilnehmern	0	1	3	5	15	1,4
f) Kommunikation zwischen Leiter und Teilnehmern	0	1	1	9	13	1,4
g) Lernzuwachs	0	2	3	14	5	0,9
h) Methodische Gestaltung	0	2	3	11	7	1,0
i) Erfüllung der Erwartungen an den Workshop	0	1	3	8	12	1,3

2. Geben Sie bitte Ihre Wunschanteile für die drei Workshopthemen an:	Erprobung von RCLs	Möglichkeiten des RCL-Einsatzes	Konstruktion eines RCL-Unterrichtsbeispiels
Anteile im Workshop	0,25	0,25	0,5
a) Wunschanteil Kurze Begründung: -	0,34 ± 0,15	0,27 ± 0,16	0,39 ± 0,23

3. Für wie sinnvoll haben Sie den Einsatz von RCLs im Physikunterricht zu den genannten Zeitpunkten gehalten?	-2	-1	0	+1	+2	
a) beim ersten Ausprobieren auf der RCL-Portal-Seite	1	4	6	12	1	0,3
b) beim Lesen des Readers	1	4	5	12	2	0,4
c) nach dem Workshop	0	2	2	11	9	1,1

III. RCLs

1. Mit welchen RCLs haben Sie am Vormittag wie gearbeitet?	Elektronenbeugung	Millikan-Versuch	Fotoeffekt	Windkanal	Radioaktivität	Beugung und Interferenz	Oszilloskop	U-I-Kennlinien	Rutherford	Heißer Draht	Roboter im Labyrinth	Maut	Summe
a) zugesehen bei der Bedienung	6	10	2	-	5	9	3	-	-	-	1	1	37
b) selbst bedient ohne quantitative Messungen	9	6	5	8	7	10	12	6	-	7	5	10	85
c) selbst bedient mit quantitativen Messungen	2	4	1	3	8	1	1	2	-				22
Summe	17	20	8	11	20	20	16	8	-	7	6	11	144
d) Bestes RCL, weil Radioaktivität: Gefahrlosigkeit der Durchführung Windkanal: Ersatz für Schulexperiment Beugung: Viele Variationsmöglichkeiten Millikan: Im Unterricht gut einsetzbar, Ersatz für Schulexperiment gute Bedienbarkeit, sinnvoller Einsatz, Unterrichtserleichterung	1	8	-	2	8	3	-	-	-	-	-	-	22
e) Schlechtestes RCL, weil Maut: Sinn, dient lediglich der Motivation für Internetrecherche, unnötig, MCL ist nicht zu übertreffen, Begleitmaterial nicht genügend ausgearbeitet Heißer Draht: Zu verspielt, unterrichtsfern Roboter: unterrichtsfern	1	-	1	-	-	-	-	1	-	6	3	12	24

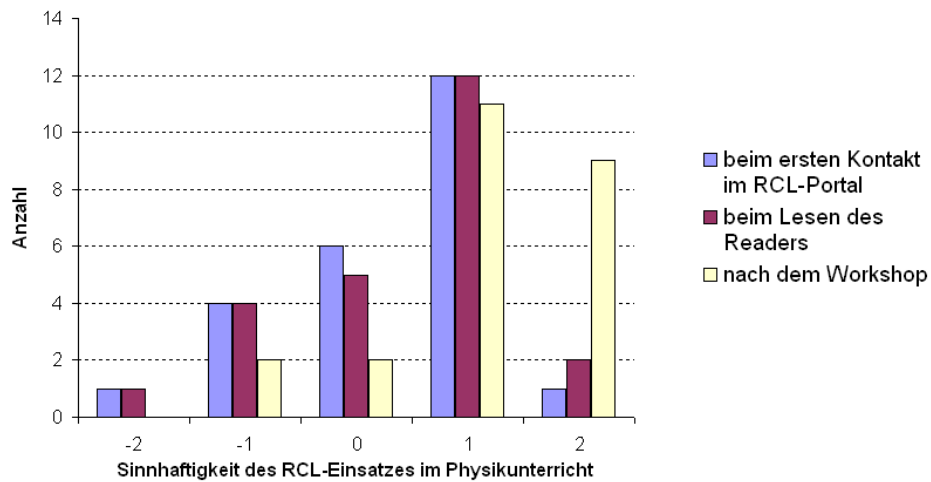
2a) Passt mindestens eines der RCLs in diesem Schuljahr thematisch in einen Ihrer Kurse?	ja 17	nein 7	
2b) Wenn ja, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass Sie es im Unterricht einsetzen?	0 0	1/3 2	2/3 7
		1 8	0,55

	-2	-1	0	+1	+2	
3a) Wie hoch ist Ihr Interesse ein RCL in der Schule mit Schülern selbst zu bauen?	13	2	4	2	3	-0,8
3b) Würden Sie sich die Durchführung einer RCL-Selbstbau-AG zutrauen?	9	2	4	7	1	-0,5

3c) Schätzen Sie bitte ein, in welchem der für den RCL-Selbstbau relevanten Bereiche Sie welche Unterstützung bräuchten:	keine	schriftliche detaillierte Anleitung	RCL-Bau-Fortbildung
Platinenbestückung nach Vorlage mit elektronischen Bauelementen	3	5	10
Elektronikkenntnisse zum Messen mit Sensoren / Steuern mit Aktoren	2	5	10
Handwerkliches Arbeiten	6	7	
PHP für Webseiten	1	8	10
Basic-Programmierung eines Microcontrollers	1	9	8

Anhang 2: Akzeptanz von RCLs

Entwicklung der Akzeptanz von RCLs im Laufe der Fortbildung



Anhang 3: Bedienung und Funktionalität von RCLs

Wie gut war das RCL zu bedienen? (-2, ... ,0, ..., +2)

RCL	-2	-1	0	1	2	Mittelwert
Photoeffekt				1		1,0
Beugung und Interferenz				1	2	1,7
Windkanal				3	3	1,5
Elektronenbeugung				2	6	1,8
Oszilloskop			3	3	2	0,9
U-I-Kennlinien		1		2	1	0,8
Maut				1	3	1,8
Radioaktivität					4	2,0
Millikan-Versuch				2	3	1,6
Heißer Draht				4	2	1,3
Roboter				1		1,0

Wie hoch war die Funktionalität des RCL? (-2, ... ,0, ..., +2)

RCL	-2	-1	0	1	2	Mittelwert
Photoeffekt				1		1,0
Beugung und Interferenz				2	1	1,3
Windkanal			1	2	3	1,3
Elektronenbeugung			3		5	1,3
Oszilloskop			4	2	2	0,8
U-I-Kennlinien			1		4	1,6
Maut				2	2	1,5
Radioaktivität			1	2	2	1,2
Millikan-Versuch				1	4	1,8
Heißer Draht		1	2	2	1	0,5
Roboter					1	2,0