

Remote Controlled Laboratories – Experimentieren aus der Ferne

Stefan Altherr, Bodo Eckert, Hans-Jörg Jodl

TU Kaiserslautern, Fachgebiet Physik, Erwin-Schrödinger-Straße, 67663 Kaiserslautern

Kurzfassung

Multimedien sind heute eine anerkannte Ergänzung im Physikunterricht. Als neueste Entwicklung gelten in diesem Bereich die sogenannten *Remote Controlled Laboratories* (RCL), also Experimente die über das Internet ferngesteuert werden. Im Text soll ein kurzer Überblick über den weltweiten Bestand an RCL gegeben werden. Eigene Entwicklungen werden angesprochen bevor Möglichkeiten zum Einsatz in der Schule diskutiert werden. Abschließend wird ein Ausblick auf die anstehenden Aufgaben und die weiteren Ziele in diesem Bereich gegeben.

1. Einführung

„Mars Express in die Umlaufbahn eingetreten – Signal von Beagle-2 steht noch aus“ [1]. Solche und ähnliche Meldungen waren in allen Nachrichtensendungen während der Weihnachtsfeiertage 2003 zu hören (siehe Abb. 1).

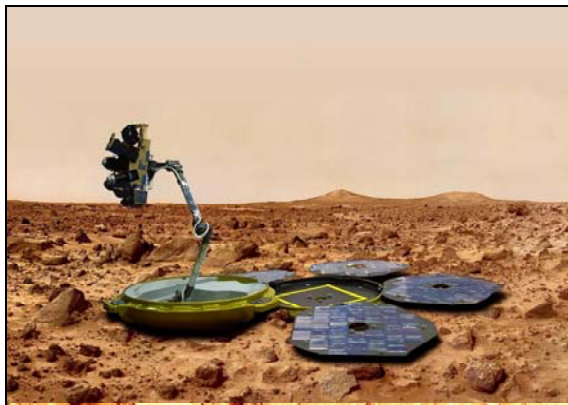


Abb. 1: Computergrafik „Beagle-2“ [1]

Kaum einer konnte sich den Berichten über diese beiden Remote Controlled Laboratories (RCL) entziehen. Beides Vorzeigebeispiele aktueller Forschung, beides Musteranwendungen für RCL. Doch man muss nicht soweit gehen, um Beispiele für RCL zu finden. Zahllose Fabrikanlagen werden Zentral, und somit aus der Ferne gesteuert. RCL sind in unzähligen Gegenständen des täglichen Lebens zu finden. Damit stellen sie auch einen interessanten Ansatzpunkt für die Physiklehre in der Schule dar, dem oft der berechtigte Vorwurf gemacht wird, nur Lehrmittelp Physik zu betreiben, die von alltagsfremden Aufbauten der entsprechenden Firmen geprägt ist.

Dabei ist sicherlich ein erstes Ziel, Schulen den Zugang zu Experimenten zu ermöglichen, die aus Zeit-, Kosten- oder Komplexitätsgründen im Unterricht nicht durchgeführt werden können.

Viel interessanter erscheint es uns jedoch, den Aufbau eigener RCL zu ermöglichen, und damit im

Rahmen von (interdisziplinären) Projekten oder Facharbeiten einen viel tiefergehenden Zugang zur Thematik zu ermöglichen. Neben inhaltlichen Lernzielen, können somit auch eine große Menge Fachübergreifender Kompetenzen erworben werden.

2. Individuelle RCL

Recherchiert man im Internet nach RCL, so lassen sich nur etwa 50 Einträge finden bei denen es möglich ist, Experimente tatsächlich fernzusteuern.

Bei diesen handelt es sich nahezu ausschließlich um individuelle Lösungen, d.h. um Aufbauten, bei denen weder bei Hard-, noch bei Software auf standardisierte Komponenten zurückgegriffen wird.

Dies hat zur Folge, dass jeder der ein solches RCL aufbaut, im Prinzip wieder „bei Null“ anfangen muss. Also ist jedes Mal ein geeignetes Interface zur Ansteuerung des Versuches zu finden und eine darauf abgestimmte Software zu programmieren.

Ein gutes Beispiel dafür ist der „Telerobot“ [2] der University of Western Australia (siehe Abb. 2).

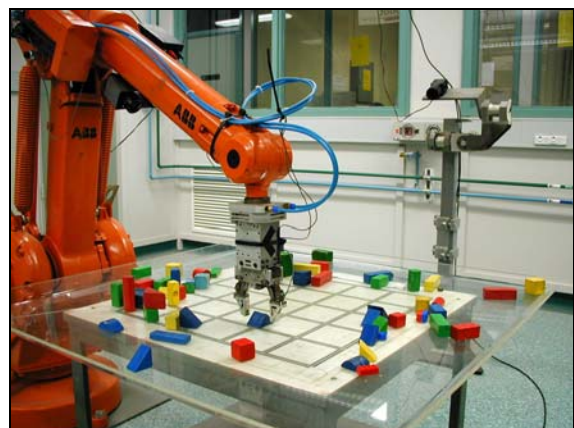


Abb. 2: Telerobot [2]

Dieser Roboter ermöglicht es, Bauklötze auf einem Raster zu bewegen. Wie am benutzten Roboterarm und der programmierten Software leicht zu erkennen ist, wurde mit finanziell großem Aufwand ein RCL

mit leider nur geringem didaktischen Nutzen realisiert.

Wie für Aufbauten dieser Generation typisch, lässt sich die Art der Realisierung von Außen als Benutzer nicht nachvollziehen.

3. RCL mit standardisiertem Interface

Diese Vorgehensweise liefert natürlich nur wenig Verwertbares für den Schulbetrieb. Die Nutzung erscheint wenig sinnvoll, und der Aufwand zum Aufbau eines eigenen RCL dieser Art ist von einer Schule nicht zu leisten.

Aus diesem Grund haben wir versucht, Interface und Software zu standardisieren, um die Entwicklungskosten und den Aufwand zu minimieren. Da es an deutschen Schulen bereits weit verbreitet ist, wählten wir das CASSY-Interface von Leybold-Didactic [3].

Zu dieser Hardware wurde von uns zunächst ein Versuch zur Elektronenbeugung [4] realisiert. Diese erste Installation erlaubt die Variation der Beschleunigungsspannung. Der Durchmesser der Beugungsringe kann ausgelesen werden.

Aufbauend auf diesem Prototyp wurden in Zusammenhang mit dem Deutschen Museum in München und der Netzmedien GbR [5] drei weitere RCL aufgebaut. Dies sind ein fernsteuerbarer Roboter, eine Wärmebildkamera sowie eine optische Pinzette [6]. Alle drei Versuche nutzen dieselbe Hardware-Schnittstelle und die Software baut auf einem Grundprogramm auf, das jeweils nur leicht angepasst werden muss.

Das aktuellste RCL dieser Familie wurde von Netzmedien GbR zusammen mit Leybold-Didactic selbst aufgestellt. Es handelt sich um den Aufbau einer Elektronenablenkrohre, bei der Beschleunigungs- und Ablenkspannung sowie der Helmholtz-Spulenstrom variiert werden können. Darüber hinaus ist die Anwahl verschiedener Kameraperspektiven möglich (siehe Abb. 3).

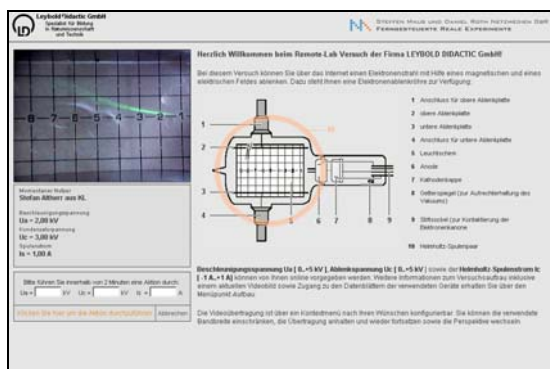


Abb. 3: Elektronenablenkrohre, Leybold-Didactic GmbH, [7]

Mit dieser Grundlage wäre es theoretisch Schulen möglich, eigene RCL zu realisieren. Jedoch übersteigt der Anschaffungspreis für ein CASSY-Interface (in der Regel werden Sensor- und Power-

CASSY benötigt) meist die finanziellen Möglichkeiten von Schulen.

4. RCL mit dem Intelligent-Interface

Der hohe Preis der CASSY-Interface Systeme ist u.a. durch den großen Funktionsumfang bedingt, der die Anforderungen zum Aufbau eines einfachen RCL übersteigt.

Aus diesem Grund haben wir nach einem Interface mit geringerem Funktionsumfang und entsprechend geringerem Preis recherchiert. Fündig wurden wir dabei bei der Firma Fischertechnik [8] welche das sogenannte Intelligent-Interface (siehe Abb. 4) anbietet.

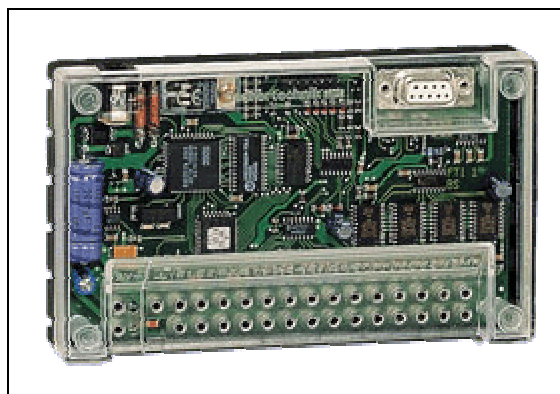


Abb. 4: Das Intelligent-Interface

Wir haben uns dabei aus mehreren Gründen für ein etabliertes Markengerät entschieden. Es handelt sich um ein robustes Gerät mit guter Dokumentation welches eine große Akzeptanz bei Schüler, Eltern und Lehrern besitzt. Die Hemmschwelle vor der *fremden* Technik ist somit nahezu aufgehoben.

Die Entwicklung der Software zur Anbindung an das Internet ist nahezu abgeschlossen und kann in absehbarer Zeit von unserer RCL-Webseite [9] kostenlos heruntergeladen werden. Bei der Programmierung der Software wurde dabei versucht, ein möglichst leicht zu konfigurierendes und flexibles System zu schaffen, welches weitreichende Einsatzmöglichkeiten besitzt.

Zum Test der Software wurde von uns ein Roboterarm gebaut, der nun seit 6 Monaten im Testbetrieb läuft (siehe Abb. 5).

5. Weitere Ziele und Aufgaben

Damit haben wir nun (neben dem CASSY-Interface für anspruchsvollere RCL) ein System aus Hard- und Software zur Hand, welches in nächster Zukunft von Schulen eingesetzt werden kann. Dennoch ist damit natürlich nur ein erster Schritt getan, denn nun gilt es didaktische Konzepte zum Einsatz von RCL im Schulunterricht zu entwickeln.

Ist dies geschehen, so hoffen wir, dass die Schüler selbst (z.B. in Projekten) Erfahrung im Aufbau und Umgang mit RCL gewinnen können, und dass sie Zugang zu Experimenten erhalten, die an der Schule selbst nicht durchführbar sind.

Neben einer weiteren Vernetzung von Schule und Hochschule durch Support bei Aufbau und Nutzung von RCL wünschen wir uns eine Kooperation zwischen Schulen.

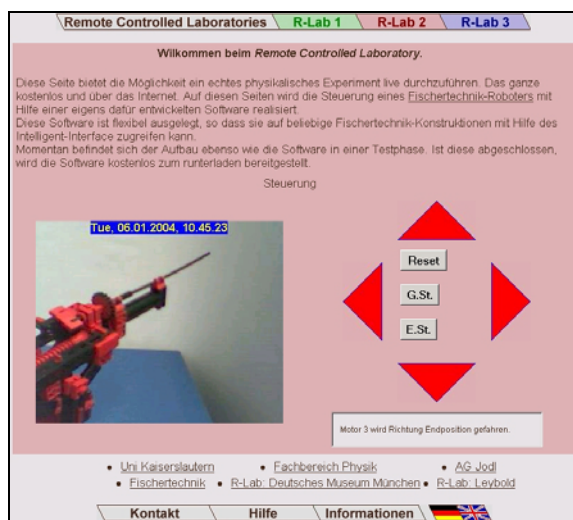


Abb. 5: Fischertechnik-Roboter mit Intelligent-Interface [10]

Endziel ist das Entstehen eines Netzwerkes von RCL von Hochschulen, Schulen, Museen, Firmen, Stiftungen und sonstigen Trägern welches von allen Interessierten frei genutzt werden kann.

6. Fazit

RCL sind eine Möglichkeit den Schulunterricht zu bereichern. Dort wo das reale Experiment nicht durchgeführt werden kann, bieten Multimedien einen neuen Zugang zu Lerninhalten.

Weiterhin bietet sich der Aufbau eigener RCL im Rahmen von Projekten an, wo neben Fachinhalten auch zahlreiche Methoden (Teamwork, Präsentation, Recherche, etc.) erlernt werden können.

7. Literatur

- [1] ESA Portal - Germany: http://www.esa.int/export/esaCP/GGG03KCM8_EC_Germany_0.html (Stand 22.03.2004)
- [2] Telerobot, University of Western Australia, Dr. Ken Taylor: <http://telerobot.mech.uwa.edu.au/index.htm> (Stand: 22.03.2004)
- [3] Leybold-Didactic GmbH, CASSY-Interface: <http://www.leybold-didactic.de/software/index.html?cassy-s.html> (Stand: 22.03.2004)
- [4] Elektronenbeugung, TU Kaiserslautern: <http://131.246.237.97/rlab/web/index.shtml> (Stand 22.03.2004)
- [5] Netzmedien GbR, D. Roth und S. Maus: <http://www.netzmedien.de> (Stand 22.03.2004)

- [6] remote_lab – ein ferngesteuertes Labor im Internet: <http://www.remote-lab.de/> (Stand 22.03.2004)
- [7] Leybold-Didactic GmbH, Remote-Lab: <http://remote-lab.leybold-didactic.de/> (Stand 22.03.2004)
- [8] Fischertechnik: <http://www.fischertechnik.de> (Stand 22.03.2004)
- [9] RCL, TU Kaiserslautern: <http://131.246.237.97> (Stand 22.03.2004)
- [10] Fischertechnik-Roboter mit Intelligent Interface, TU Kaiserslautern: <http://131.246.237.59/roboter/index.asp> (Stand 22.03.2004)