

# ANALYSIS OF EDUCATIONAL WEB SERVERS FOR SCIENCE TEACHING AT THE SECONDARY I LEVEL

## ANALYSE VON UNTERRICHTSMATERIALSERVERN FÜR DEN NATURWISSENSCHAFTSUNTERRICHT AUF DER SEKUNDARSTUFE I

Sandro Gössi<sup>a</sup>, Dorothee Brovelli<sup>a</sup> & Katrin Bölsterli Bardy<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Pädagogische Hochschule Luzern, Naturwissenschaften, Pfistergasse 20, Postfach 7660, 6000 Luzern 7, Schweiz

Corresponding author: Dorothee Brovelli, Pädagogische Hochschule Luzern, Naturwissenschaften, Pfistergasse 20, Postfach 7660, 6000 Luzern 7, Schweiz. [dorothee.brovelli@phlu.ch](mailto:dorothee.brovelli@phlu.ch)

### ABSTRACT

The internet has developed rapidly in the last decades. Consequently, it gains in importance for schools. New competence-oriented teaching methods, such as „problem based learning“, rely on the internet as well as on suitable educational web servers. The availability of computers, laptops, and wireless networks in schools and private smartphones of the pupils allow for a diverse use of the internet. This study investigates and examines 121 educational web servers in German language according to their usability for science teaching on lower secondary level. Various methods were used to collect these 121 educational web servers. To analyze them, criteria for educational web servers suitable for science teaching were set up. The criteria were gained by a literature search. An evaluation grid was developed from these criteria, consisting of six main categories containing 30 criteria. The analysis of the 121 educational web servers leads to recommendations for web servers that can be used by teachers and teacher students for preparing lessons. Besides the assessment of web servers, the evaluation grid can also be used to set up and program new educational web servers.

*Keywords: Science education, educational web server, evaluation grid, media, internet*

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Internet hat sich vor allem im letzten Jahrzehnt rasant weiterentwickelt und gewinnt auch für die Schule zunehmend an Bedeutung. Neue Lehr- und Lernformen für einen kompetenzorientierten Unterricht wie zum Beispiel das „Problembasierte Lernen“ (PBL) erfordern vermehrt den Einsatz des Internets und dementsprechend sind geeignete Unterrichtsmaterialserver notwendig. Die Verfügbarkeit von Computern, Laptops, drahtlosen lokalen Netzwerken an Schulen und die Smartphones der Lernenden lassen heute vielfältigste Anwendungen zu. Die vorliegende Studie untersucht und analysiert 121 mittels verschiedener Methoden gefundene Unterrichtsmaterialserver in deutscher Sprache auf die Gebrauchstauglichkeit für den Naturwissenschaftsunterricht der Sekundarstufe I. Dafür wurden mit Hilfe einer Literaturrecherche im Bereich der Medienpädagogik und -didaktik verschiedene Gütekriterien erarbeitet, die ein Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht erfüllen muss. Aus diesen Gütekriterien entstand ein Bewertungsraster mit sechs Hauptkategorien, die 30 verschiedene Kriterien beinhalten. Anhand dieses kriterienbasierten Bewertungsinstrumentes wurden in einem zweiten Schritt die 121 Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht bewertet. Daraus lassen sich Empfehlungen für Unterrichtsmaterialserver ableiten, die von Lehrpersonen und Lehramtsstudierenden für eine adressatengerechte Unterrichtsvorbereitung beigezogen werden können. Zudem können die erarbeiteten Gütekriterien bei der Entwicklung und Programmierung neuer Unterrichtsmaterialserver beigezogen werden.

*Schlagwörter: Naturwissenschaftsunterricht, Unterrichtsmaterialserver, Kriterienraster, Mediendidaktik, Internet, Web*

Received: 26. May 2016      Accepted: 28. February 2018

## 1 THEORIETEIL

### 1.1 Einflüsse des Internets auf die Schule

Durch den Einfluss der Informations- und Kommunikationstechnologie verändern sich die Erziehungs- und Bildungsaufgaben der Schule. Neue Lehr- und Lernformen werden notwendig, „weil [die Schule] nicht mehr über ihr traditionelles Informations- und Lernmonopol verfügt“ (Tulodziecki, 2005). Tulodziecki erkannte bereits 1997, dass der

Medieneinsatz im Schulalltag ein Umdenken in Bezug auf Lehr- und Lernformen verlangt. Er schreibt: „Erst wenn Schule als Lern-, Lebens- und Handlungsraum gestaltet wird, in dem Kinder und Jugendliche in geeigneten Lernumwelten Erfahrungen machen, verarbeiten und reflektieren können, wird sich medienpädagogisches Handeln in der Schule entfalten können“ (Tulodziecki, 1997, S. 11).

Ploog (2011) bezeichnet das Internet nicht als wirkliches Lernmedium, sondern als eine informationsgeladene, immerzu wachsende Welt mit



riesigem Potenzial im Bildungsbereich als Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen. Die digitalen Medien wie das Internet führen in der Schule grundlegend zu nachhaltigen Veränderungen, so dass Lehrpersonen immer mehr vom Wissensvermittler zum Lernberater werden (Ploog, 2011). Tulodziecki (2005) widerspricht dieser Sichtweise von der Lehrperson als Lerncoach. Er sieht die Relevanz von computerbasierten Angeboten vor allem in einer Unterstützung des Unterrichts, der Freiarbeit und der Projektarbeit. Nach ihm ist der elektronische Medieneinsatz vor allem in einem fall- oder problemorientierten Unterricht sinnvoll. Auch Kerres (2000) ist der Meinung, dass das Internet die Bildung keinesfalls revolutionieren wird. Entscheidend sei dagegen der Einsatz des Internets im Unterricht: „... Reformansätze, die in Richtung selbstgesteuertes, kooperatives, projektorientiertes und situiertes Lernen gehen“ (Kerres, 2000, S. 129) werden durch das Internet unterstützt.

## 1.2 Internet in der Schule seit 1996 bis heute

Durch die Initiative „Schulen ans Netz“ wurde von 1996-2012 eine flächendeckende Internet-Versorgung der Schulen in Deutschland und somit die technische Voraussetzung zur Benutzung der digitalen Medien, insbesondere des Internets, erreicht (Ploog, 2011). In der Schweiz verfolgt das Projekt „SAI - Schulen ans Internet“ dasselbe Ziel für Volksschulen. SAI ist eine Partnerschaft zwischen Bund, Kantonen und der Swisscom (Volksschule Luzern, 2015). Durch die Möglichkeit des Internetzugriffs entsteht ein Bedarf an didaktischen Online-Materialien und Medien sowie die Notwendigkeit eines fachdidaktischen Konzepts (Kerres, 2000). Kerres (2000) forderte deshalb den Ausbau der Medienkompetenzen von Lehrpersonen durch Aus- und Weiterbildung. Diese Kompetenzen sollen sich nicht nur auf die Nutzung von Hard- und Software beschränken, sondern auch medienpädagogische und fachdidaktische Konzepte fokussieren. Elf Jahre später stellt Ploog (2011) fest, dass Lehrpersonen das Internet noch kaum als Lern- und Lehrwerkzeug im Unterricht einsetzen. Die positive Einstellung gegenüber dem Interneteneinsatz in der Schule und die Bereitstellung der Materialien reiche nicht aus, damit das Internet von Lehrpersonen im Unterricht genutzt wird (Ploog, 2011). „Es mangelt womöglich an konkreten Handlungsempfehlungen, denen sowohl ein didaktisches Konzept als auch ein Umsetzungsleitfaden zugrunde liegt“ (Ploog, 2011, S. 31). Viele Primar- und Sekundarschulen verfügen heute über die notwendige Grundausstattung für den Einsatz digitaler Medien, auch wenn die Infrastruktur noch nicht überall für einen ungeteilten Zugang für alle Schülerinnen und Schülern ausreicht (Brütsch, 2017). Laut der James-Studie 2016 besitzen zudem 99 Prozent der 12- bis 19-Jährigen ein Handy, 98 Prozent ein Smartphone (Waller, Willemsse, Genner, Suter & Süß, 2016). Rath und Schittelkopf (2011) stellten fest, dass die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler bereits angeregt werden, wenn Lernende ihre Experimente mit ihren Smartphones filmen dürfen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass auch der Interneteneinsatz mit

Smartphones im Unterricht den motivationalen und kognitiven Lernerfolg steigert.

Ein großer Vorteil für die Lehrperson ist, dass durch die Smartphones die Nutzung des Internets nicht mehr von der Verfügbarkeit von Computern im Schulhaus abhängig ist. Dies kann beispielsweise genutzt werden, um nach Informationen zu recherchieren und didaktisch wertvolle Simulationen und Experimente oder ausgewählte Videosequenzen auf YouTube anzusehen (Bernshausen, 2011). Voraussetzung dafür ist, dass die Unterrichtsmaterialserver mit den Smartphones/Tablets kompatibel sind, was nicht in jedem Fall garantiert ist (Reiss, 2014).

## 1.3 Unterrichtsmaterialserver im Zeitalter der Kompetenzorientierung

In der vorliegenden Arbeit verstehen wir unter „Unterrichtsmaterialservern“ gemäß Döbeli Honegger (2005) Server, die didaktisch aufbereitetes Unterrichtsmaterial zur Verfügung stellen. Sie fördern damit den Austausch und die Verfügbarkeit von ICT-Unterrichtsmaterial, das sonst aus verschiedensten Quellen ohne einheitliche Such- und Beschreibungsstandards zusammengesucht werden muss (Döbeli Honegger, 2005). Die Nutzerbefragung für eines der großen Internetportale für Unterrichtsmaterial im Bereich der Naturwissenschaften, LEIFIphysik, gibt Hinweise darauf, wer Unterrichtsmaterialserver für welchen Zweck nutzt: Schülerinnen und Schüler nutzen das Portal für Hausaufgaben und zur Vorbereitung auf Vorträge und Prüfungen sowie als Nachschlagewerk, und sie verwenden vor allem die Aufgaben und Simulationen. Lehrpersonen verwenden die Angebote von LEIFIphysik in großer Breite, um sich Anregungen für Aufgaben und Versuche zu holen und sich in Themen einzuarbeiten (Meßinger-Koppelt, Richtberg & Sauer, 2017).

Der Begriff Kompetenzorientierung bezieht sich in dieser Studie auf einen Unterricht, der auf die Erlangung von Kompetenzen abzielt. Kompetenzen sind nach Weinert „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001, S. 27).

Unterrichtsmaterialserver gewinnen im kompetenzorientierten Unterricht an Relevanz, weil neben den Fachinhalten laut Weinerts Definition das Erlernen von Fertigkeiten im Zentrum steht. In Übereinstimmung definiert der Schweizer Lehrplan 21 für „Natur, Mensch, Gesellschaft“ vier zu vermittelnde Fertigkeiten, genannt Handlungsaspekte. Insbesondere beim Handlungsaspekt „sich die Welt erschließen“ (D-EDK, 2015, S. 2) ist konkret von „recherchieren“ die Rede, worin das Internet eine große Hilfe ist. Gerade in diesem Bereich ist es jedoch wichtig, dass die Lehrperson Hilfestellungen geben kann, damit die Recherche zielführend ist. Kennt die Lehrkraft gute Unterrichtsmaterialserver, kann sie die Schülerinnen und

Schüler auf diesen suchen lassen und hat dadurch eine gewisse Kontrolle über den Rechercheprozess und die Qualität der Suchergebnisse. Im Sinne eines Scaffolding-Prozesses können vorgegebene Unterrichtsmaterialserver zunächst als Hilfestellung zum Recherchieren angeboten werden, die im Laufe des weiteren Lernprozesses schrittweise reduziert wird, bis die Schülerinnen und Schüler gelernt haben, eigenständig im Netz zu suchen.

Abgesehen vom direkten Lehrplanbezug nimmt die Relevanz neuer Lehr- und Lernformen im kompetenzorientierten Unterricht durch den stärkeren Fokus auf die Problemlösefähigkeit zu. Damit die Lernenden Problemstellungen eigenständig und selbstverantwortlich bearbeiten können, bieten Unterrichtsmaterialserver Lehrpersonen Unterstützung bei der Vorbereitung von kompetenzorientierten Lernumgebungen und Lernenden bei der Problembearbeitung. Ein Beispiel ist die Methodik des problembasierten Lernens, bei welchem Lernende in Gruppen ein Fallbeispiel lösen, um neues, möglichst transferfähiges Wissen zu erlangen (z. B. Wilhelm & Brovelli, 2009). Dafür brauchen Lernende eine von der Lehrperson bereitgestellte Lernumgebung mit Aufträgen, Materialien und Quellen, um das nötige Wissen generieren und mit den Problemstellungen verknüpfen zu können. Diese Vorbereitungen bedeuten für Lehrpersonen eine große Herausforderung. Für die Suche nach geeigneten Materialien und Quellen bieten sich gerade in den Naturwissenschaften sehr viele Unterrichtsmaterialserver an. Dabei ist es für den Lernerfolg wichtig, welche Portale den Lernenden vorgegeben werden.

Durch die Kompetenzorientierung gewinnt auch die Verknüpfung von digitalen Medien mit Schulbüchern an Bedeutung (z. B. Astleitner, 2012). Ein Beispiel eines solchen Schulbuches für die Naturwissenschaften ist das Schulbuch „Evolution verstehen“ (Wilhelm, 2009), bei dem eine Online-Mediendatenbank die Printmedien ergänzt. Die Tendenz solcher Verbindungen bestätigen auch Oelkers und Reusser (2008). Dass es nicht um ein „entweder oder“ geht, betont Batzner (2006, S. 5): „Beide, die so genannten neuen Medien und das herkömmliche Medium Schulbuch, sind bedeutsam in der Schul- und Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen.“

#### 1.4 Forschungslücke und Fragestellung

Unterrichtsmaterialserver bieten Lehrpersonen und Lernenden Zugriff auf Übungsblätter, Simulationen, Lernprogramme und vieles mehr (Kerres, 2000). Allerdings ist das Angebot völlig unkontrolliert, weil jede Person dezentral Dokumente ins Netz stellen kann und somit Unterrichtsmaterialserver unterschiedlicher Qualität und Seriosität vorhanden sind (Kerres, 2000).

Wie kann diese Flut von digitalen Informationen bewertet, systematisiert und verwaltet werden, so dass Lehrpersonen und Lernende einen Anhaltspunkt haben, welche Unterrichtsmaterialserver qualitativ hochstehend

sind? Es gibt offizielle, z. B. öffentlich-rechtliche Einrichtungen, wie z. B. Bildungsserver, die Beschreibungs- und Bewertungsschemata für Lehr- und Lernmedien enthalten und diese benutzerfreundlich katalogisieren (Kerres, 2000). Ein Beispiel eines solchen Servers ist der Zentralschweizer Bildungsserver [www.zebis.ch](http://www.zebis.ch). Eine staatlich unterstützte Betreibergesellschaft bietet den Unterrichtsmaterialserver [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de) an. Dieses Portal enthält Unterrichtsvorbereitungen für Lehrpersonen. Weiter gibt es Unterrichtsmaterialserver auf privater Initiative wie beispielsweise die „Zentralstelle für Unterrichtsmedien der Universität Freiburg“, die unter der Internetadresse [www.zum.de](http://www.zum.de) zu finden ist. Das Vorgehen ist ähnlich: Im Internet werden Materialien gesucht und diese auf ihre Eignung für den Unterricht geprüft. Die Materialien werden mit Deskriptoren beschrieben, in Listen zusammengestellt und mit einer Suchfunktion versehen (Kerres, 2000). Dadurch wird die uneingeschränkte Fülle an Informationen verarbeitet, geordnet und auf das Wesentliche reduziert, wie dies Kerres (2000) fordert. Das Internetportal [www.seilnacht.com](http://www.seilnacht.com) bietet insbesondere für den Chemieunterricht und in geringerem Masse für den Biologieunterricht Material und Unterrichtsvorschläge. Seilnacht (2014) zeigt pädagogisch-didaktische Möglichkeiten auf, wie Arbeitsmaterialien für den eigenen Unterricht entwickelt und Lernende zum naturwissenschaftlichen Arbeiten kompetenzorientiert angeleitet werden können.

Ein anderer Ansatz ist der öffentliche Austausch von Unterrichtsmaterialien wie Arbeitsblätter, Übungen etc. unter Lehrpersonen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass Lehr- und Lernmaterialien zwar zunehmend ausgetauscht werden, die Qualität der Unterrichtsmaterialien jedoch sehr unterschiedlich ausfällt. Deshalb ist auch hier eine genaue Betrachtung und Analyse der zur Verfügung gestellten Materialien erforderlich. Dies schmälert die Vorteile eines solchen Austausches. Zudem beruht der Austausch oft auf unsicheren Quellen, was für die Nutzer problematisch ist (Kerres, 2000).

Die Systematisierung der digitalen Datenmenge für den Naturwissenschaftsunterricht ist mit verschiedenen Herausforderungen verbunden. Ein Grundproblem ist die Schnellebigkeit des Internets, was sich z. B. an Links zeigt, die zu Fehlermeldungen führen.

Weiter bleibt bei den meisten Unterrichtsmaterialservern offen, nach welchen Kriterien die Unterrichtsunterlagen ausgewählt wurden, so dass deren Qualität unklar ist. Für eine Beurteilung braucht es somit objektive Kriterien. Dazu gibt es eine geringe Anzahl an Veröffentlichungen, welche Kriterien zur Beurteilung von Websites im Allgemeinen nennen, wie Dragulanescu (2013) oder Wilkinson, Bennet und Oliver (1997). Vereinzelt Arbeiten thematisieren zudem allgemeindidaktische Kriterien zur Bewertung von Unterrichtsmaterialservern. Beispiele sind: Bontentuit Junior und Coutinho (2008), Martindale, Cates und Qian

4 (2003, 2008), Kamei, Inagaki und Inoue (2006) oder Burke, J. (2001). Studien zur Beurteilung von Unterrichtsmaterialservern für den Naturwissenschaftsunterricht beschränken sich unseres Wissens nur auf einzelne Themen. Ein Beispiel ist bei Nachmias und Tuvi (2001) sowie Tuvi und Nachmias (2001) zu finden, die Websites zur Atomstruktur einstufen. Aktuellere Arbeiten sowie Aufsätze zur Beurteilung von Websites für den gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht fehlen unseres Wissens jedoch vollständig. Die wenigen aktuellen Kriterienraster für den Natur-und-Technik-Unterricht zielen auf die Beurteilung von Schulbüchern ab. Ein Beispiel ist das kompetenzorientierte Schulbuchraster KOS für die Naturwissenschaften (Bölsterli Bardy, 2015).

Während es im englischsprachigen Raum Listen der besten Unterrichtsmaterialserver wie z.B. „Top 100 Educational Websites for 2017“ (Homeschool.com, 2017) gibt, ist uns eine solche Sammlung ausgewählter Server für den Naturwissenschaftsunterricht im deutschsprachigen Raum nicht bekannt.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass weder klare Kriterien zur Beurteilung von Servern für naturwissenschaftliche Unterrichtsmaterialien noch eine systematisch erstellte Liste qualitativ hochstehender naturwissenschaftlicher Unterrichtsmaterialserver im Schweizer Kontext existieren.

Aus diesem Grund verfolgen wir mit der vorliegenden Studie das Ziel, den jetzigen und zukünftigen Schweizer Lehrpersonen eine Hilfestellung und einen Überblick über qualitativ hochwertige Unterrichtsmaterialserver für die Sekundarstufe I zu geben. Inhaltlich fokussiert die Studie auf das integrierte Fach Natur und Technik, welches die Fächer Biologie, Chemie und Physik miteinander vereint. Zur Beurteilung der Unterrichtsmaterialserver soll in einem ersten Schritt ein Bewertungsraster erstellt werden. Dieses Bewertungsraster kann zudem bei der Erstellung zukünftiger Server für den Naturwissenschaftsunterricht unterstützen.

Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

1) Welche didaktischen, pädagogischen und fachwissenschaftlichen Kriterien sind geeignet, um die Qualität eines naturwissenschaftlichen Unterrichtsmaterialservers für den schulischen Einsatz zu beurteilen?

2) Welches sind geeignete deutschsprachige Unterrichtsmaterialserver für den naturwissenschaftlichen Unterricht auf der Sekundarstufe I?

## 2 METHODE

### 2.1 Kriterien zur Bewertung der Unterrichtsmaterialserver

Die Kriterien wurden aufgrund einer breiten Literaturstudie gewonnen. Die Recherche hatte drei Standbeine: die Forschung im Bereich digitaler Medien, die Schulbuchforschung als verwandtes Fachgebiet sowie die Suche nach renommierten

naturwissenschaftlichen Unterrichtsmaterialservern als konkrete Umsetzungen.

Im Bereich der digitalen Medien seien einerseits empirische Studien, wie die von Crossley und Starauschek (Crossley & Starauschek, 2013) über das Internet im Physikunterricht oder die Studie von Ploog (2011) über das internetbasierte Lernen im Fach Physik genannt. Auf der anderen Seite wurde konkret nach Studien zur Evaluation von Unterrichtsmaterialservern recherchiert (Universität Bielefeld, 2014; Universität Konstanz, 2005).

Im Bereich der empirischen Schulbuchforschung wurde insbesondere nach Kriterienrastern zur Erstellung, Analyse und Beurteilung von Schulbüchern recherchiert. Dazu gehört das Buch von Ballstaedt (1997) über die Gestaltung von Lernmaterialien sowie die Arbeit von Bölsterli Bardy (2015), in der unter anderem kompetenzorientierte Kriterien zur Beurteilung von Schulbüchern der Naturwissenschaften empirisch erhoben wurden.

Im dritten Bereich wurde nach renommierten naturwissenschaftlichen Unterrichtsmaterialservern gesucht wie z.B. [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de). LEIFiphysik wird von Koppelt und Kirchberg (2013) als qualitativ hochstehend eingestuft und ist zudem sehr erfolgreich.

Eine Gesamtübersicht der verwendeten Quellen ist in Tab. 1 dargestellt. Um der Breite der Angebote von Unterrichtsmaterialservern gerecht zu werden, wurden sowohl Kriterien berücksichtigt, die das Gesamtangebot als auch solche, die das Einzelmaterial betreffen. Zudem wurde nicht unterschieden zwischen Materialien für Lehrpersonen und solche für Lernende, denn gemäß der Untersuchung von Meßinger-Koppelt, Richtberg und Sauer (2017) zur Nutzung von LEIFiphysik werden häufig dieselben Materialien von beiden Zielgruppen verwendet. Aufgrund dieses Vorgehens konnten insgesamt 107 vorläufige Kriterien zur Beurteilung von Unterrichtsmaterialservern formuliert werden.

**Tab. 1.** Quellen, aus denen die Kriterien abgeleitet wurden (alphabetisch geordnet).

Quelle mit Titel	Beispiel eines daraus abgeleiteten vorläufigen Kriteriums
(Ballstaedt, 1997) <i>Wissensvermittlung: Die Gestaltung von Lernmaterial.</i>	Arbeitsaufträge oder Lernaufgaben, welche zu Aktivitäten, individueller oder kooperativer Art, anleiten
(Bernshausen, 2011) <i>Die Sternkarte im Telefon. Astronomie mit dem Handy.</i>	Experimente
(Bölsterli et al., 2015) <i>Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht.</i>	Geeignetes Niveau für Schülerinnen und Schüler
(Clinch und Richards, 2002; zit. nach Ploog, 2011) <i>How can the Internet be used to enhance the teaching of physics?</i>	Möglichkeiten aktiv Aufgaben und Messungen durchzuführen
(Crossley, 2013) <i>Verwenden Jugendliche das Internet zum Physiklernen?</i>	Differenzierung/Schwierigkeitsgrad der Arbeitsaufträge, evtl. Lösungshinweise
(Crossley und Starauschek, 2013) <i>Physiklernen mit dem Internet. Erste Ergebnisse einer deskriptiven Studie.</i>	Aktualität
(Hielscher, 2012)	Adaptierbarkeit für den eigenen Unterricht

Autorenwerkzeuge für digitale, multimediale und interaktive Lernbausteine im Web 2.0.

(Kerres, 2000) <i>Internet und Schule. Eine Übersicht zu Theorie und Praxis des Internets in der Schule.</i>	Computersimulationen, virtuelle Experimentalumgebungen
(Koppelt und Kirchberg, 2013) <i>Das Physikportal für Schülerinnen und Schüler: www.leifiphysik.de.</i>	Lehrplanbezug
(Kübler 1999; zit. nach Ploog, 2011, S. 16-17) <i>Medienkompetenz – Dimension eines Schlagwortes.</i>	Richtigkeit der Quellen
(Mayer, 2003) <i>Webphysics-Was sind nützliche Webmaterialien für selbstständiges Arbeiten und Physiklernen mit Internet?</i>	Gute Strukturierung
(Pietzner, 2009) <i>Computer im naturwissenschaftlichen Unterricht-Ergebnisse einer Umfrage unter Lehrkräften.</i>	Lerneinheiten
(Ploog, 2011) <i>Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik.</i>	Adressatengerechtigkeit mit didaktischem Anspruch
(Reiss, 2014) <i>Die 10 Usability-Gebote: wie man Webseiten besser macht.</i>	Kompatibilität auf Smartphones/Tablets
(Ruhr-Universität Bochum, 2015) <i>Evaluation von Websites.</i>	Urheber der Website
(Tulodziecki et al., 2010) <i>Medienbildung in Schule und Unterricht.</i>	Verbindung zwischen ikonischer, bildhafter, anschaulicher und verbaler Darstellung
(Universität Bielefeld, 2014) <i>Internetseiten erfolgreich suchen und bewerten.</i>	Aussagen durch Quellen belegt
(Universität Konstanz, 2005) <i>Kriterien für die Evaluierung von Internetseiten.</i>	Zweck der Veröffentlichung (Objektivität, Zielgruppe, Absicht)
(Unkelbach und Messinger-Koppelt, 2014) <i>LEIFiPhysik - Material für den Physikunterricht von Klasse 5 bis Abitur.</i>	Animationen, Musteraufgaben und Experimente

## 2.2 Erstellung des Bewertungsrasters

Aus den vorläufigen Kriterien wurde ein Bewertungsraster zur Beurteilung von Unterrichtsmaterialservern für den Naturwissenschaftsunterricht auf der Sekundarstufe I erstellt. Bei der Erarbeitung des Rasters wurde darauf geachtet, Kriterien und entsprechende Indikatoren zu verwenden, die für die Qualität von Webportalen maßgebend sind (vgl. Reiss, 2014). Zusätzlich wurden Kriterien gewählt, die spezifisch im Zusammenhang mit der Sekundarstufe I und dem kompetenzorientierten Unterricht (vgl. D-EDK, 2015; Bölsterli Bardy, 2015) von Bedeutung sind und die in erster Linie, aber nicht ausschließlich, für die Zielgruppe Lehrpersonen relevant sind (literaturbasierte Kriterienauswahl im Hinblick auf den Nutzungszweck).

In einem ersten Schritt wurden aufgrund der gesammelten Kriterien übergeordnete Kategorien gebildet und benannt (deduktive Kategorienbildung). In einem zweiten Schritt wurden die einzelnen Kriterien

den ausformulierten Kategorien zugeordnet (Zuordnung der Kriterien aus der Literatur). Der dritte Schritt beinhaltete die Zusammenfassung und ggf. Neubenennung ähnlicher Kriterien (Kriterienzusammenfassung). Diese entsprechen nun den Kriterien im Bewertungsraster (siehe Tab. 2) und wurden mit Quellen und Literaturhinweisen dokumentiert.

Im vierten Schritt wurden zu den einzelnen Kriterien bewertbare Indikatoren abgeleitet, welche dazu dienen, auf einer dreistufigen Ratingskala 0-2 Punkte pro Kriterium vergeben zu können (Formulierung von Indikatoren). Die dreistufige Ratingskala ist ein Kompromiss zwischen einer möglichst präzisen Einschätzung und der Genauigkeit, ein Kriterium einzuschätzen.

## 2.3 Sammlung und Bewertung von Unterrichtsmaterialservern für den Naturwissenschaftsunterricht

Um eine Übersicht über mögliche Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht auf der Sekundarstufe I zu erhalten, wurden drei Vorgehensweisen verwendet: die systematische Durchsicht von Linklisten auf Schulhomepages, die vollständige Durchsuchung aller Modulunterlagen eines Studiengangs für angehende Naturwissenschaftslehrpersonen der Sekundarstufe I und die Verwendung von Suchmaschinen für themenbezogene Suchbegriffe.

Dabei wurden nur deutschsprachige, nicht kostenpflichtige Server der Naturwissenschaften miteinbezogen, die mindestens einem der Fächer Biologie, Chemie oder Physik zugeordnet werden können, sowie Server mit naturwissenschaftlichen Inhalten, die auch Informationen und Materialien für andere Fächer enthalten. Es wurden sowohl Server für Schülerinnen und Schüler berücksichtigt als auch solche, die Unterrichtsmaterialien für Lehrkräfte anbieten.

Die Verwendung von Schulhomepages basiert auf der Überlegung, dass die Lehrkräfte dort Links zu nützlichen Unterrichtsmaterialservern angeben. Daher wurden die Schulhomepages von rund 100 Schulen der Sekundarstufe I in 158 Gemeinden in sechs Schweizer Kantonen durchsucht.

Eine weitere Methode zum Auffinden von relevanten Unterrichtsmaterialservern war das Durchsuchen aller Modulunterlagen einer pädagogischen Hochschule, die für das Studium von angehenden Lehrkräften der Naturwissenschaften der Sekundarstufe I verwendet werden, wie z. B. Modulskripte, Folien, Aufgaben und Anleitungen. Diese Recherche wurde an der Pädagogischen Hochschule Luzern durchgeführt. So konnte die Sammlung mit Unterrichtsmaterialservern ergänzt werden, die Dozierende der Fachwissenschaften und Fachdidaktik verwenden oder empfehlen.

Schließlich wurde mit Hilfe der Suchmaschine Google nach Unterrichtsmaterialservern gesucht, wie es auch Lehrkräfte üblicherweise tun. Dabei wurden



6 einerseits Suchbegriffe wie „Biologie“, „Physik“, „Chemie“, „Internet und naturwissenschaftlicher Unterricht“ und die in der Schweiz übliche Bezeichnung des Unterrichtsfachs „Naturlehre“ und andererseits exemplarisch themenbezogene Suchbegriffe wie „Trennmethoden“, „Körperkreislauf“, „Dichte“ und „Optik“ eingegeben.

Auf diese Weise wurden 121 Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht zusammengetragen. Davon konnten 21 der Biologie, 21 der Chemie und 22 der Physik zugeordnet werden. 57 Unterrichtsmaterialserver bieten sowohl Inhalte der Physik und Chemie als auch der Biologie an, also Naturwissenschaften allgemein.

Alle gesammelten Webportale wurden anhand der Kriterien des erstellten Kriterienrasters bewertet. Um eine einheitliche Bewertung zu gewährleisten, wurde diese zunächst durch denselben Rater vorgenommen. Zudem wurden ohne vorgängige Raterschulung drei Websites durch fünf Rater bewertet. Dabei ergab sich eine mittlere Übereinstimmung (Fleiss' Kappa = .51). Als Empfehlungen werden diejenigen Unterrichtsmaterialserver genannt, die mindestens die Hälfte der maximal erreichbaren Gesamtpunktzahl erzielten.

### 3 ERGEBNISSE

#### 3.1 Bewertungsraster für den Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht

Das Bewertungsraster ist in sechs Kategorien (siehe Tab. 2) mit insgesamt 30 Kriterien unterteilt. Das gesamte Raster inkl. der Indikatoren zur Beurteilung oder Erstellung von Unterrichtsmaterialservern ist unter [www.schulbuchforschung.ch](http://www.schulbuchforschung.ch) abrufbar.

**Tab. 2.** Kategorien und zugeordnete Kriterien des Bewertungsrasters für Unterrichtsmaterialserver für den Naturwissenschaftsunterricht.

Kategorie	Kriterium
Fachwissenschaft	Aktualität
	Inhaltliche Korrektheit
	Quellenangaben
	Verfasserschaft
	Informationen/Stil/Sprache
Benutzerfreundlichkeit	Struktur/Aufbau
	Navigation
	Darstellung/Design
	Funktionalität
Didaktik	Smartphone/Tablet-Kompatibilität
	Differenzierung
	Adressatengerechtigkeit
	Alltagsbezug
	Lehrplanbezug
	Aufgabentypen
	Adaptierbarkeit

Inhalte	Bilder und Graphiken
	Videos und Audios
	Animationen, Simulationen und Applets
	Experimente
Materialangebot	Texte
	Großes Materialangebot
	Lernaufgaben
	Tests
	Unterrichtsmaterialien
Sonstiges	Lösungen
	Absicht/Zweck
	Bekanntheit/Vernetzung (similarweb.com)
	Zielgruppe
	Last Update

Exemplarisch wird im Folgenden gezeigt, wie das Bewertungsraster zur Beurteilung der Unterrichtsmaterialserver genutzt werden kann. Für jedes Kriterium können 0-2 Punkte vergeben werden (siehe Tab. 3). Die Indikatoren helfen bei der möglichst objektiven Punktevergabe.

**Tab. 3.** Punktesystem zur Bewertung der Unterrichtsmaterialserver aufgezeigt am Beispiel „Experimente“.

Kategorie „Inhalte“	
Kriterium	Experimente
0Punkte	Experimente/ Versuche sind nicht oder sehr selten vorhanden.
1Punkt	Versuche/ Experimente sind vorhanden. Die Versuche sind jedoch für die Zielgruppe zu komplex, zu gefährlich oder können mit dem vorhandenen Material in der Schule nicht durchgeführt werden.
	Didaktisch aufbereitete und anschauliche Versuche/Experimente sind vorhanden und sie eignen sich zur Durchführung im Unterricht oder zuhause.
2Punkte	Die Versuche können mit dem Material in der Schule durchgeführt werden.

Neben der erreichten Gesamtpunktzahl von maximal 60 Punkten geben jeweils auch die Punktzahlen in den sechs Kategorien Fachwissenschaft (maximal 10 Punkte), Benutzerfreundlichkeit (max. 10), Didaktik (max. 12), Inhalt (max. 10), Materialangebot (max. 10) und Sonstiges (max. 8) Aufschluss über spezifische Stärken eines Unterrichtsmaterialservers.

#### 3.2 Bewertung von Unterrichtsmaterialservern für den Naturwissenschaftsunterricht

Die Bewertung von insgesamt 121 deutschsprachigen Unterrichtsmaterialservern für den Naturwissenschaftsunterricht ermöglichte es, empfehlenswerte Unterrichtsmaterialserver zu identifizieren. In Tab. 4 sind diejenigen Unterrichtsmaterialserver aufgeführt, die mindestens die Hälfte der maximal erreichbaren Gesamtpunktzahl erzielten, getrennt nach Naturwissenschaften allgemein, Physik, Chemie und Biologie. In der Gruppe der Unterrichtsmaterialserver, die sowohl Inhalte der Physik und Chemie als auch der Biologie anbieten

(Naturwissenschaften allgemein), sind dies die in Tab. 4 angegebenen 36 Unterrichtsmaterialserver. Während in dieser Gruppe insgesamt 57 Unterrichtsmaterialserver bewertet wurden, lagen in den Einzelfächern Physik, Chemie und Biologie weniger Unterrichtsmaterialserver zur Bewertung vor, nämlich 22, 21 bzw. 21. Daher haben für die Einzelfächer jeweils nur 9 Unterrichtsmaterialserver mindestens die Hälfte der Gesamtpunktzahl erreicht. In der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“ wurde eine durchschnittliche Punktzahl von 36 Punkten erreicht, für „Physik“ durchschnittlich 30 Punkte, für „Chemie“ und „Biologie“ 29 Punkte, bei allen 121 Unterrichtsmaterialserver eine durchschnittliche Gesamtpunktzahl von 32 Punkten. Von allen bewerteten Unterrichtsmaterialservern erzielte [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) übereinstimmend und deutlich die höchste Gesamtpunktzahl. Aufgrund der lediglich mittleren Interraterübereinstimmung und der daraus ersichtlichen Ungenauigkeit der absoluten Punktzahl verziehen wir auf eine Angabe der Punktzahlen der einzelnen Unterrichtsmaterialserver.

**Tab. 4.** Empfehlenswerte Unterrichtsmaterialserver gemäß der Bewertung mittels Kriterienraster, je alphabetisch geordnet (Stand: 10.10.2017)

Unterrichtsmaterialserver	
<i>Naturwissenschaften allgemein</i>	<a href="http://www.allgemeinbildung.ch">www.allgemeinbildung.ch</a>
	<a href="http://www.bildungsserver.de">www.bildungsserver.de</a>
	<a href="http://www.blinde-kuh.de">www.blinde-kuh.de</a>
	<a href="http://www.chemgapedia.de">www.chemgapedia.de</a>
	<a href="http://www.cornelsen.de">www.cornelsen.de</a>
	<a href="http://www.educa.ch">www.educa.ch</a>
	<a href="http://www.educanet2.ch">www.educanet2.ch</a>
	<a href="http://www.edugroup.at">www.edugroup.at</a>
	<a href="http://www.frustfrei-lernen.de">www.frustfrei-lernen.de</a>
	<a href="http://www.helles-koepfchen.de">www.helles-koepfchen.de</a>
	<a href="http://www.kids-and-science.de">www.kids-and-science.de</a>
	<a href="http://www.kindernetz.de">www.kindernetz.de</a>
	<a href="http://www.klassenarbeiten.de">www.klassenarbeiten.de</a>
	<a href="http://www.lehrer-online.de">www.lehrer-online.de</a>
	<a href="http://www.lernareal.ch">www.lernareal.ch</a>
	<a href="http://www.lernen-mit-spass.ch">www.lernen-mit-spass.ch</a>
	<a href="http://www.lernhelfer.de">www.lernhelfer.de</a>
	<a href="http://www.lern-online.net">www.lern-online.net</a>
	<a href="http://www.lernen.vsluzern.ch">www.lernen.vsluzern.ch</a>
	<a href="http://www.micrecol.de">www.micrecol.de</a>
	<a href="http://www.netexperimente.de">www.netexperimente.de</a>
	<a href="http://www.planet-schule.de">www.planet-schule.de</a>
	<a href="http://www.planet-wissen.de">www.planet-wissen.de</a>
	<a href="http://www.schlaukopf.de">www.schlaukopf.de</a>
	<a href="http://www.schule-bw.de">www.schule-bw.de</a>
	<a href="http://www.scinexx.de">www.scinexx.de</a>
	<a href="http://www.select.bildung.hessen.de">www.select.bildung.hessen.de</a>
	<a href="http://www.simplyscience.ch">www.simplyscience.ch</a>
	<a href="http://www.sofatutor.com">www.sofatutor.com</a>
	<a href="http://www.studentbox.ch">www.studentbox.ch</a>
	<a href="http://www.swisseduc.ch">www.swisseduc.ch</a>
	<a href="http://www.unterrichtsmaterial.ch">www.unterrichtsmaterial.ch</a>
	<a href="http://www.wissen.de">www.wissen.de</a>
	<a href="http://www.zebis.ch">www.zebis.ch</a>
	<a href="http://www.zum.de">www.zum.de</a>
	<a href="http://www.4teachers.de">www.4teachers.de</a>
<a href="http://www.abi-physik.de">www.abi-physik.de</a>	
<a href="http://www.brinkmann-du.de">www.brinkmann-du.de</a>	
<a href="http://www.experimentis.de">www.experimentis.de</a>	
<a href="http://www.grund-wissen.de/physik/">www.grund-wissen.de/physik/</a>	
<i>Physik</i>	

<i>Chemie</i>	<a href="http://www.leifiphysik.de">www.leifiphysik.de</a>
	<a href="http://www.mathe-physik-aufgaben.de">www.mathe-physik-aufgaben.de</a>
	<a href="http://www.schulphysik.de">www.schulphysik.de</a>
	<a href="http://www.walter-fendt.de">www.walter-fendt.de</a>
	<a href="http://www.weltderphysik.de">www.weltderphysik.de</a>
	<a href="http://www.chemie.com">www.chemie.com</a>
	<a href="http://www.didaktikchemie.uni-bayreuth.de">www.didaktikchemie.uni-bayreuth.de</a>
	<a href="http://www.chemie-master.de">www.chemie-master.de</a>
	<a href="http://www.chemieseiten.de">www.chemieseiten.de</a>
	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/">www.chemieunterricht.de/dc2/</a>
	<a href="http://www.experimentalchemie.de">www.experimentalchemie.de</a>
<i>Biologie</i>	<a href="http://www.internetchemie.info">www.internetchemie.info</a>
	<a href="http://www.seilnacht.com">www.seilnacht.com</a>
	<a href="http://www.swisseduc.ch/chemie/">www.swisseduc.ch/chemie/</a>
	<a href="http://www.biob.jimdo.com/e-learning/">www.biob.jimdo.com/e-learning/</a>
	<a href="http://www.digitalefolien.de">www.digitalefolien.de</a>
	<a href="http://www.gene-abc.ch">www.gene-abc.ch</a>
	<a href="http://www.lid.ch">www.lid.ch</a>
	<a href="http://www.mallig.eduvinet.de">www.mallig.eduvinet.de</a>
	<a href="http://www.naturlehrgebiet.ch">www.naturlehrgebiet.ch</a>
	<a href="http://www.vogelwarte.ch">www.vogelwarte.ch</a>
	<a href="http://www.wsl.ch">www.wsl.ch</a>
<a href="http://www.zoo.ch">www.zoo.ch</a>	

## 4 DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNG

### 4.1 Erstellung des Kriterienrasters

Aufgrund fehlender empirischer Vorarbeiten zur Erstellung eines Kriterienkatalogs für Unterrichtsmaterialserver wurden Kriterien zur Analyse und Beurteilung von Unterrichtsmaterialservern geschaffen. Das Vorgehen ähnelt einerseits der Erstellung des Bielefelder Rasters zur Analyse von Schulbüchern (Laubig, Peters, & Weinbrenner, 1986), das eine Inhaltsanalyse von Schulbüchern zur Erstellung von Kriterien nutzte. Die vorliegende Arbeit analysierte in Analogie dazu renommierte Unterrichtsmaterialserver und leitete daraus Kriterien ab. Neben dieser Analyse der Unterrichtsmaterialserver entnahm die vorliegende Studie jedoch auch Kriterien aus bestehenden Kriterienrastern für Unterrichtsmaterialserver und für Schulbücher, wie dies Wirthensohn (2012) zur Erstellung des Schulbuchrasters LEVANTO machte. Das dritte Standbein zur Erstellung der Kriterien war eine Literaturrecherche im Bereich der digitalen Medien und der Mediendidaktik. In Analogie dazu diente eine Literaturrecherche im Bereich der Schulbuchforschung zur Erstellung des naturwissenschaftlichen Schulbuchrasters von Metzger (2011).

Während die Kürzung der Kriterienliste in der vorliegenden Arbeit aufgrund ähnlichen Inhaltes erfolgte, wurde beim Schulbuchraster LEVANTO (Wirthensohn, 2012) eine qualitative Kürzung durch Experten, beim Reutlinger Raster (Rauch & Tomascheski, 1986) eine Kürzung und Gewichtung durch das Forschungsteam und im Schulbuchraster KOS (Bölsterli, Wilhelm & Rehm, 2015) eine Kürzung und Gewichtung anhand einer quantitativen und qualitativen Studie mit Experten durchgeführt. Beim bereits erwähnten Bielefelder Raster (Laubig et al., 1986) wurde

hingegen auf eine Kürzung verzichtet, was dazu führte, dass das Schulbuchraster über 480 Kriterien enthielt (Laubig et al., 1986). So wurde das Bielefelder Raster auch wegen mangelnder Praxistauglichkeit kritisiert (Fritzsche, 1992). Umgekehrt deuten die 30 Kriterien des in dieser Studie präsentierten Rasters für Webportale auf eine hohe Praxistauglichkeit hin (z. B. Fritzsche, 1992; Niehaus, Stoletzki, Fuchs & Ahlrichs, 2011).

Das Kriterienraster wurde mit dem Ziel erstellt, die in dieser Studie gesammelten Unterrichtsmaterialserver zu bewerten. Darüber hinaus kann es aber auch in der Unterrichtspraxis eingesetzt werden. Lehrkräfte erhalten damit in relativ kurzer Zeit Aufschluss über die Stärken und Schwächen eines Portals und können anhand der Kriterien eine Entscheidung über dessen Einsatzmöglichkeiten treffen. Außerdem kann das Raster auch Anhaltspunkte zur Erstellung von neuen Unterrichtsmaterialservern liefern.

## 4.2 Bewertung von Unterrichtsmaterialservern

Ein Ziel der Arbeit war es, vorhandene Unterrichtsmaterialserver zu sammeln und Empfehlungen für gute Unterrichtsmaterialserver gemäß dem Kriterienraster anzugeben. Die Sammlung der Unterrichtsmaterialserver erfolgte dabei auf drei Arten (Verlinkung auf Schulhomepages, Durchsicht von Modulunterlagen eines naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiums, Internetsuche mittels relevanter Suchbegriffe). Damit wurde eine Liste mit 121 Unterrichtsmaterialservern erstellt, die für den Naturwissenschaftsunterricht nützlich sein können. Diese Sammlung erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Zudem ist das Angebot an Websites einem steten Wandel unterworfen.

Ein Punkt, der kritisch betrachtet werden muss, ist die allgemeine Definition von Unterrichtsmaterialservern. Es wurde bei der Bewertung nicht zwischen den Zielen und dem Zweck eines Unterrichtsmaterialservers unterschieden, sondern es wurden alle, die den Kriterien dieser Studie entsprachen, mit dem gleichen Bewertungsraster bewertet. Diese Allgemeingültigkeit des Rasters muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Beispielsweise gibt es Server für Lehrkräfte, Server für Schülerinnen und Schüler, Videoportale, Websites, die nur Applets anbieten, Suchmaschinen, Seiten mit reinen Link-Listen, Server, die nur Arbeitsblätter und Materialien anbieten etc. Dabei ist zum Beispiel ein reines Videoportal nicht unbedingt schlechter als ein Bildungsserver, es wird jedoch im Hinblick auf das Bewertungsraster schlechter bewertet, da es z.B. Unterrichtsmaterialien, Lösungen, Arbeitsblätter, Aufgaben etc. nicht anbietet und deswegen bei diesen Kriterien mit 0 Punkten bewertet wird. Sucht eine Lehrkraft nach Videos, kann ein solches Videoportal trotzdem die beste Wahl sein, trotz der tieferen Gesamtpunktzahl nach dem kriterienbasierten Bewertungsraster. Somit waren die Unterrichtsmaterialserver mit den höchsten Gesamtpunktzahlen eher diejenigen, die aufgrund ihres vielfältigen Angebots sehr viele Kriterien erfüllten. Dies erklärt auch die höhere durchschnittlich erreichte

Punktzahl in der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“. Für eine differenziertere Betrachtung ist also auch die Punktzahl in den einzelnen Bewertungskategorien heranzuziehen.

Die lediglich mittlere Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Ratern kann auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden. Zum einen bleibt ein gewisser Spielraum in der Bewertung der einzelnen Kriterien, z. B. der in Tab. 3 dargestellten Frage nach der Eignung der Experimente für die Schule. Andere Kriterien wie die inhaltliche Korrektheit lassen sich in beschränkter Zeit kaum für alle Inhaltsbereiche zuverlässig und umfassend beurteilen und sind doch von entscheidender Wichtigkeit für die Qualität eines Unterrichtsmaterialservers. Zum anderen ist bei der Breite der Angebote an Unterrichtsmaterialservern eine Vergleichbarkeit grundsätzlich nur bedingt gegeben. Falls eine stärkere Quantifizierung der Ergebnisse angestrebt wird, kann eine Raterschulung vor der Bewertung sicher zu einer besseren Übereinstimmung führen. Für den in dieser Studie verfolgten Zweck, Lehrpersonen einige empfehlenswerte Unterrichtsmaterialserver vorzuschlagen, beurteilen wir das gewählte Vorgehen aber als adäquat und ausreichend. Dennoch sollte berücksichtigt werden, dass die in Tab. 4 angeführten Empfehlungen auf einem gewissen Maß an Subjektivität beruhen.

Die Tatsache, dass mehr Unterrichtsmaterialserver gefunden wurden, die Inhalte für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer als für die einzelnen Fächer, Physik, Chemie und Biologie, anbieten, nämlich 57 vs. 22, 21 bzw. 21, ist damit zu erklären, dass viele Unterrichtsmaterialserver sich auf die Schule im Allgemeinen ausrichten und nicht auf einen einzelnen Fachbereich. Ausnahmen wie [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) zeigen aber, dass auch gerade solche fachspezifischen Unterrichtsmaterialserver sehr erfolgreich sein können und es in diesem Bereich noch ein großes Potenzial gibt.

Bei vielen der gemäß Kriterienraster bestbewerteten Unterrichtsmaterialserver, die physikalische, chemische und biologische Inhalte anbieten, handelt es sich um Bildungsserver für Lehrkräfte. Beispiele dafür sind [www.zebis.ch](http://www.zebis.ch), [www.schule-bw.de](http://www.schule-bw.de), [www.4teachers.de](http://www.4teachers.de), [www.unterrichtsmaterial.ch](http://www.unterrichtsmaterial.ch), [www.studentbox.ch](http://www.studentbox.ch), [www.educa.ch](http://www.educa.ch), [www.bildungsserver.de](http://www.bildungsserver.de), und [www.swisseduc.ch](http://www.swisseduc.ch). Grund dafür ist einerseits, dass das Bewertungsraster viele verschiedene Kriterien beinhaltet. Bildungsserver, die spezifisch für Lehrkräfte konzipiert sind, bieten meist eine große Fülle an Unterrichtsmaterialien und Inhalten für Lehrkräfte an und erfüllen somit Kriterien wie Lehrplanbezug, Aufgabentypen, Adaptierbarkeit, Bilder und Grafiken, Experimente, Texte, Lernaufgaben, Unterrichtsmaterialien, Lösungen, großes Materialangebot etc. Kerres (2000) begründete den Erfolg von Bildungsservern oder Webportalen wie [www.zum.de](http://www.zum.de), die auf private Initiative hin entstanden sind, mit den Kriterien, die sie erfüllen, wie einfache Auffindbarkeit und Ordnung oder die für Unterrichtszwecke geprüften, wertvollen Informationen. Deshalb überrascht es nicht, dass das Portal [www.zum.de](http://www.zum.de) in der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“ eine hohe Gesamtpunktzahl erzielt hat.



Das gute Abschneiden solcher Bildungsserver erklärt auch zumindest teilweise die durchschnittlich erreichten Gesamtpunktzahlen: Die Server in der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“ erzielen mit 36 Punkten deutlich höhere Mittelwerte als die Physik-Server mit 30 Punkten und die Chemie- und Biologie-Server mit je 29 Punkten.

Vergleicht man die bestbewerteten Unterrichtsmaterialserver der drei naturwissenschaftlichen Fächer, so fällt auf, dass [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) die mit Abstand beste Bewertung erzielte. Im Bereich der Chemie sind zwei Angebote hervorzuheben, die etwas unterschiedlichen Charakter besitzen. „Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie“ unter [www.chemieunterricht.de/dc2/](http://www.chemieunterricht.de/dc2/) ist eine empfehlenswerte Website, um funktionierende Schülerversuche zu finden und eine fachlich korrekte und schülergerechte Erklärung der Versuche zu erhalten. Leider sind diese Informationen nicht als ausgearbeitete Arbeitsblätter vorhanden, können jedoch durch Copy-Paste schnell in solche umgewandelt werden. Die Website [www.seilnacht.com](http://www.seilnacht.com) besticht insbesondere als Nachschlagewerk für einzelne Elemente und die damit verbundenen Experimente sowie die Chemikaliendaten. Ausgearbeitete Unterrichtsmaterialien können zusätzlich auf dieser Webseite kommerziell erworben werden.

Bei den reinen Biologieservern gibt es jedoch keine vergleichbaren Angebote für die Schule. Für die Biologie finden sich bei den bestbewerteten Unterrichtsmaterialservern auch Webseiten wie [www.zoo.ch](http://www.zoo.ch), [www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch) und [www.naturlehrgebiet.ch](http://www.naturlehrgebiet.ch), die durch eine gute Benutzerfreundlichkeit trotz eines thematisch eingeschränkten Angebots an didaktisch guten Unterrichtsmaterialien Punkte erzielen. Wie Pietzner (2009) belegt, ist die Computernutzung im Physikunterricht im Vergleich zum Chemie- und Biologieunterricht signifikant höher, was aufgrund unserer Daten auch in einen Zusammenhang mit dem fehlenden Angebot an geeigneten Unterrichtsmaterialservern insbesondere für die Biologie und in geringerem Maße auch für die Chemie gebracht werden könnte.

Die gute Bewertung von [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) mit Hilfe des Bewertungsrasters ist im Einklang mit den Befunden von Ploog (2011) und Koppelt und Kirchberg (2013), die [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) als einen qualitativ hochstehenden und erfolgreichen Unterrichtsmaterialserver, sozusagen als Musterbeispiel, erwähnen. Auch die von Ploog (2011) erwähnte Physik-Website [www.walter-fendt.de](http://www.walter-fendt.de), die zwar etwas veraltet ist, aber dennoch für sein großes Angebot an Applets und Animationen empfohlen wird, ist bei den gut bewerteten Portalen in der Gruppe Physik zu finden. Dass Applets und Animationen in der Physik beliebt sind (Wilhelm & Trefzger, 2010), lässt sich durch die Analyse der 121 Naturwissenschafts-Unterrichtsmaterialserver bestätigen. Ein weiterer Server, der wie

[www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de) und [www.walter-fendt.de](http://www.walter-fendt.de) stark auf Applets und Animationen setzt, ist [www.abi-physik.de](http://www.abi-physik.de).

Als gutes Beispiel für einen Unterrichtsmaterialserver mit breitem Angebot in der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“ kann die Website [www.lehreronline.de](http://www.lehreronline.de) genannt werden. Im Vergleich zu nationalen und internationalen Schul- und Bildungsservern nahm [www.lehreronline.de](http://www.lehreronline.de) bezogen auf „das inhaltliche Angebot wie auch den Funktionalitätsumfang trotz einiger Verbesserungsmöglichkeiten eine hervorragende Position ein“, wie bereits die Benchmarkstudie 2006 zeigte (Hron & Neudert, 2006). Gemäß der Bewertung mittels Raster wird dieses Ergebnis nochmals betätigt.

Eine weitere interessante Feststellung ist, dass die Onlinebildung und Onlinenachhilfe, wie sie bereits an vielen Universitäten weltweit verbreitet sind, auch für die obligatorische Schulzeit aufkommen. Zwei gute Angebote, die bereits mit ihren Gratisangeboten überzeugen, aber grundsätzlich kostenpflichtig sind und eine kommerzielle Absicht verfolgen, sind [www.lernhelfer.de](http://www.lernhelfer.de) und [www.sofatutor.com](http://www.sofatutor.com). Beide sind unter den in der Gruppe „Naturwissenschaften allgemein“ bestbewerteten Unterrichtsmaterialservern vertreten. Das Angebot von [www.sofatutor.com](http://www.sofatutor.com) kann kostenlos getestet werden, indem man eine Emailadresse angibt. Beide Webseiten verfügen im Vergleich zu anderen Webseiten über ein außerordentlich gutes und professionelles Design und eine moderne Technik, wofür die kommerzielle Absicht einen Erklärungsansatz liefert.

Auch Lernvideos, die die Schülerinnen und Schüler beim selbständigen Lernen unterstützen sollen, sind stark im Kommen. Ein Musterbeispiel dafür ist der SimpleClub auf der Videoplattform „YouTube“ mit seinen Unterkämen TheSimpleChemics, TheSimpleBiology, TheSimplePhysics, TheSimpleMaths und TheSimpleEconomics. Der Vorteil dieser Videos ist, dass die wichtigsten Lerninhalte kurz und präzise und für die Lernenden verständlich zusammengefasst werden. Dies geschieht alles audiovisuell und dabei ist die Sprache speziell auf Jugendliche ausgerichtet, was sicherlich auch zum großen Erfolg dieser Videos beiträgt. Auch können mittlerweile die meisten chemischen Schulerperimente auf Youtube angesehen werden, was den Lehrkräften eine große Hilfe vor der ersten Durchführung ist.

Zusammenfassend weist unsere Studie darauf hin, dass insbesondere Bildungsserver den Lehrkräften in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern bei der Unterrichtsvorbereitung unterstützend beistehen können. Bei den fachspezifischen Unterrichtsmaterialservern schneidet die Physik, gefolgt von der Chemie am besten ab. Biologieportale, die die gesamte Biologie abbilden, sind eher selten.

## LITERATURVERZEICHNIS

Astleitner, H. (2012). Schulbuch und neue Medien im Unterricht: Theorie und empirische Forschung zur

- Hybridisierung und Komplementarität. In Doll, J., Frank, K., Fickermann, D., Schwippert, K. (Hrsg.), *Schulbücher im Fokus*. Waxmann, Münster, S. 101–109.
- Ballstaedt, S.-P. (1997). *Wissensvermittlung: Die Gestaltung von Lernmaterial*. Beltz, Weinheim.
- Batzner, A. (2006). *Digitale Medien im Schulbuch: Der Beitrag von Schulbüchern zum Erwerb von digitaler Medienkompetenz*. Kovač, Hamburg.
- Bernshausen, H. (2011). Die Sternkarte im Telefon. Astronomie mit dem Handy. *Praxis der Naturwissenschaften Physik - Physik in der Schule* 60, 23–26.
- Bölsterli Bardy, K. (2015). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften: Eine Analyse am Beispiel der Schweiz*. Springer Spektrum, Wiesbaden.
- Bölsterli, K., Wilhelm, M., & Rehm, M. (2015). Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht. *Perspectives in Science* 1, 3–13.
- Bottentuit Junior, J. B. & Coutinho, C. P. (2008). The conception of a rubric to evaluate educational portals on the web. In L. Gomez Chova, D. Marti Belenguer & I. Candel Torres (Hrsg.), *INTED 2008. International Technology, Education and Development Conference*, 3th-5th March, 2008, Valencia; proceedings. Valencia: IATED.
- Brütsch, E. (2017). *Lernmedien in den Kantonen der Nordwestschweiz: Ist-Aufnahme, Soll-Vorstellungen und Handlungsempfehlungen*. Luzern: NW EDK. Zugriff am 15.10.2017. Verfügbar unter <http://nwedk.d-edk.ch/sites/nwedk.d-edk.ch/files/upload/Projektbericht%20Lernmedien%20Nordwestschweiz.pdf>
- Burke, J. (2001). Educational Web Portals. Guidelines for Selection and Use. *Regional. Education*. Zugriff am 15.10.2017. Verfügbar unter <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED475677.pdf>
- Crossley, A. (2013). Verwenden Jugendliche das Internet zum Physiklernen? *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 62, 5–9.
- Crossley, A. & Starauschek, E. (2013). Physiklernen mit dem Internet. Erste Ergebnisse einer deskriptiven Studie. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1–4.
- D-EDK (2015). *Lehrplan 21: Natur, Mensch, Gesellschaft*.
- Döbeli Honegger, B. (2005). *Konzepte und Wirkungszusammenhänge bei Beschaffung und Betrieb von Informatikmitteln an Schulen*. Zürich: ETH.
- Dragulanescu, N.-G. (2013). Website Quality Evaluations. Criteria and Tools. *International Information & Library Review*, 34 (3), 247–254.
- Fritzsche, P.K. (1992). *Schulbücher auf dem Prüfstand. Perspektiven der Schulbuchforschung und Schulbuchbeurteilung in Europa*. Studien zur internationalen Schulbuchforschung. Diesterweg, Frankfurt am Main.
- Hielscher, M. (2012). *Autorenwerkzeuge für digitale, multimediale und interaktive Lernbausteine im Web 2.0*. Rechts- und Wirtschaftswissenschaften. Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz.
- Homeschool.com. (2017). *Top 100 Educational Websites for 2017*. Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter [https://www.homeschool.com/articles/Top100\\_2016/?nothanks=1](https://www.homeschool.com/articles/Top100_2016/?nothanks=1)
- Hron, A. & Neudert, S. (2006). *Projekt EVA-LO. Benchmarkstudie - Studie zum Vergleich des Schulportals "Lehrer-Online" mit 15 nationalen und internationalen Schul- und Bildungsportalen*. Institut für Wissensmedien, Tübingen.
- Kamei, M., Inagaki, T., & Inoue, K. (2006). Evaluation Criteria of Digital Educational Materials in Support sites. In E. Pearson & P. Bohman (Hrsg.), *Proceedings of ED-MEDIA 2006--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*. Orlando: Association for the Advancement of Computing in Education. Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter [https://www.editlib.org/p/22996/proceeding\\_22996.pdf](https://www.editlib.org/p/22996/proceeding_22996.pdf)
- Kerres, M. (2000). Internet und Schule. Eine Übersicht zu Theorie und Praxis des Internets in der Schule. *Zeitschrift für Pädagogik* 46, 113–130.
- Koppelt, J. & Kirchberg, H. (2013). Das Physikportal für Schülerinnen und Schüler: [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de). *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 62, 10–12.
- Laubig, M., Peters, H., & Weinbrenner, P. (1986). *Methodenprobleme der Schulbuchanalyse. Abschlußbericht zum Forschungsprojekt 3017 an der Fakultät für Soziologie der Universität Bielefeld in Zusammenarbeit mit der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften*. Universität Bielefeld, Bielefeld.
- Martindale, T., Cates, W. M., & Qian, Y. (2003). Educational Web sites: A classification system for educators and learners. *Educational Technology*, 43 (6), 47–50.
- Martindale, T., Cates, W. M., & Qian, Y. (2008). Analysis of Recognized Web-Based Educational Resources. *Computers in the Schools*, 21 (3–4), 101–117.
- Mayer, A. (2003). *Webphysics-Was sind nützliche Webmaterialien für selbstständiges Arbeiten und Physiklernen mit Internet?* IMST Praxisnahe Forschung und Entwicklung Thema "Selbstständiges Lernen". IMST-Studie 2002/2003, Graz.
- Meßinger-Koppelt, J., Richtberg, S., & Sauer, I. (2017). *Ergebnisse der 2. LEIFIphysik-*

## ANALYSIS OF EDUCATIONAL WEB SERVERS FOR SCIENCE TEACHING AT THE SECONDARY I LEVEL

*Nutzerbefragung.* Poster GDGP-Jahrestagung Regensburg. Zugriff am 15.10.2017. Verfügbar unter <http://www.richtberg.org/download/ergebnisse-der-2-nutzerumfrage-von-leifiphysik-poster-gdgp-2017/>

Metzger, S. (2011). *Bericht mit Empfehlungen betreffend Lehrmittel und Unterrichtsmaterialien für die Volksschule (Kindergarten bis Ende Sekundarstufe I) im Bereich Naturwissenschaften und Technik.* Pädagogische Hochschule Zürich, Zürich.

Nachmias, R. & Tuvi, I. (2001). Taxonomy of Scientifically Oriented Educational Websites. *Journal of Science Education and Technology*, 10 (1), 93–104.

Niehaus, I., Stoletzki, A., Fuchs, E., Ahlrichs, & J. (2011). *Wissenschaftliche Recherche und Analyse zur Gestaltung, Verwendung und Wirkung von Lehrmitteln (Metaanalyse und Empfehlungen) im Auftrag der Bildungsdirektion des Kantons Zürich, Braunschweig.*

Oelkers, J. & Reusser, K. (2008). *Expertise: Qualität entwickeln, Standards sichern, mit Differenz umgehen.* BMBF, Bonn u.a.

Pietzner, V. (2009). Computer im naturwissenschaftlichen Unterricht-Ergebnisse einer Umfrage unter Lehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, 47-67.

Ploog, M. (2011). *Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik.* In: Studien zum Physik- und Chemielernen. Logos Verlag, Berlin.

Rath, G. & Schittelkopf, E. (2011). *Mobile@classroom. Handyclips im Physikunterricht. Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 60, 12-14.

Rauch, M. & Tomascheski, L. (1986). *Reutlinger Raster zur Analyse und Bewertung von Schulbüchern und Begleitmedien.* Pädagogische Hochschule Reutlingen, Reutlingen.

Reiss, E. (2014). *Die 10 Usability-Gebote: Wie man Webseiten besser macht.* Wiley-VCH, Weinheim.

Ruhr-Universität Bochum (2015). *Evaluation von Websites,* Bochum.

Seilnacht, T. (2014). Naturwissenschaftlichen Unterricht vorbereiten und kreativ gestalten. In Maxton-J. Küchenmeister & J. Messinger-Koppelt (Hrsg.), *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.* Joachim Herz Stiftung, Hamburg, S. 216-220.

Tulodziecki, G. (1997). *Medienkompetenz als Ziel schulischer Medienpädagogik.* Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter <http://jott-wede.de/infosozial/data/Tulodzie.htm>.

Tulodziecki, G. (2005). Digitale Medien in Unterricht und Schule. *Medien-Impulse*, 54, 34-44.

Tulodziecki, G., Herzig, B., & Grafe, S. (2010). *Medienbildung in Schule und Unterricht. Grundlagen und Beispiele.* Klinkhardt, Bad Heilbrunn.

Tuvi, I. & Nachmias, R. (2001). Current State of Websites in Science Education – Focus on Atomic Structure. *Journal of Science Education and Technology*, 10 (4), 293–303.

Universität Bielefeld (2014). *Internetseiten erfolgreich suchen und bewerten.* Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter <https://www.ub.uni-bielefeld.de/biblio/search/help/>

Universität Konstanz (2005). *Kriterien für die Evaluierung von Internetseiten.* Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter [https://www.bibliothek.uni-wuerzburg.de/fileadmin/ub/pdf-Dateien/Kriterienkatalog\\_UB\\_Konstanz.pdf](https://www.bibliothek.uni-wuerzburg.de/fileadmin/ub/pdf-Dateien/Kriterienkatalog_UB_Konstanz.pdf)

Unkelbach, T. & Messinger-Koppelt, J. (2014). LEIFiPhysik - Material für den Physikunterricht von Klasse 5 bis Abitur. In Maxton-Küchenmeister, J. & Messinger-Koppelt, J. (Hrsg.), *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.* Joachim Herz Stiftung Verlag, Hamburg, S. 173-182.

Volksschule Luzern (2015). *Schulen ans Internet.* Zugriff am 17.10.2017. Verfügbar unter [https://volksschulbildung.lu.ch/unterricht\\_organisation/uo\\_planen\\_org\\_ilink/uo\\_po\\_schulinformatik\\_medien\\_ict/uo\\_po\\_si\\_ict\\_schulen\\_ans\\_internet](https://volksschulbildung.lu.ch/unterricht_organisation/uo_planen_org_ilink/uo_po_schulinformatik_medien_ict/uo_po_si_ict_schulen_ans_internet)

Waller, G., Willemsse, I., Genner, S., Suter, L., & Süß, D. (2016). *JAMES: Jugend, Aktivitäten, Medien – Erhebung Schweiz.* Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Zürich.

Weinert, F. (2001). *Leistungsmessung in Schulen.* Beltz, Weinheim, Basel.

Wilhelm, M. (2009). *Evolution verstehen.* Schulverlag blmv, Bern.

Wilhelm, M. & Brovelli, D. (2009). Problembasiertes Lernen (PBL) in der Lehrpersonenbildung: Der Drei-Phasen-Ansatz der Naturwissenschaften. *Beiträge zur Lehrerbildung* 27, 195-203.

Wilhelm, T. & Trefzger, T. (2010). Erhebung zum Computereinsatz bei Physik-Gymnasiallehrern, *PhyDid-B-Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* 2010.

Wilkinson, G., Bennet, L., & Oliver, K. (1997). Evaluation criteria and indicators of quality for internet resources. *Educational Technology - Special issue on Web-based learning*, 37 (3), 52–58.

Wirthensohn, M. (2012). LEVANTO - Ein Tool zur praxisorientierten Schulbuchevaluation. In Doll, J., Frank, K., Fickermann, D., & Schwippert, K. (Hrsg.), *Schulbücher im Fokus.* Waxmann, Münster, S. 199–213.