

## Wie kann die Attraktivität von web-basierten interaktiven Praktikumsanleitungen gesteigert werden?

Leonard Büsch, Heidrun Heinke

I. Physikalisches Institut Ia  
Buesch@physik.rwth-aachen.de, Heinke@physik.rwth-aachen.de

### Kurzfassung

Die geeignete mediale Unterstützung physikalischer Praktika stand bereits mehrfach im Fokus physikdidaktischer Entwicklungsarbeiten. Die jetzt erreichte Geräteausstattung der Studierenden bietet neuerdings die Voraussetzung für eine Einbettung multimedialer interaktiver Versuchsanleitungen (IVA) in den Alltag von Lehr-Lernprozessen an Hochschulen. Deshalb werden in einer Umfrage Daten zur medialen Ausstattung von Maschinenbau-Studierenden der RWTH Aachen und zu ihren Erwartungen an multimediale IVA erhoben, die in die Konzeption solcher interaktiven Versuchsanleitungen einfließen.

### 1. Motivation

Die mediale Ausstattung deutscher Jugendlicher zwischen 12 und 19 Jahren hat sich in jüngster Zeit rasant entwickelt. Im Jahr 2014 befanden sich in 99% der Haushalte, in denen solche Jugendlichen lebten, mindestens ein Computer oder Laptop und in 98% ein Internetzugang (Abb. 1). Im Vergleich zum Vorjahr ist zudem der Anteil von Smartphones von 81% auf 94% und von Tablet-PCs von 36% auf 48% gestiegen [1]. Laut einer Studie der Kaiser Family Foundation verbringen Jugendliche (in den USA) über 7 Stunden pro Tag mit digitalen Medien [2]. Die oben genannten Zahlen legen den Schluss nahe, dass der Umgang mit digitalen Medien für praktisch jeden Jugendlichen in Deutschland alltäglich geworden ist. Damit sind aus infrastruktureller Sicht nunmehr die Voraussetzungen gegeben, um eine mediengestützte Lehre in der Breite in Lehr-Lern-Prozesse einzubeziehen. Die Umsetzung dieser Ziele wird nachfolgend am Beispiel physikalischer Praktika in der Nebenfachausbildung an der RWTH Aachen vorgestellt, in denen zukünftig multimediale interaktive Versuchsanleitungen (IVA) zum Einsatz kommen sollen. Die geeignete mediale Unterstützung physikalischer Praktika stand dabei bereits mehrfach im Fokus physikdidaktischer Entwicklungsarbeiten [3 bis 6]. Nach einem kurzen Abriss einiger Vorarbeiten werden Rahmenbedingungen

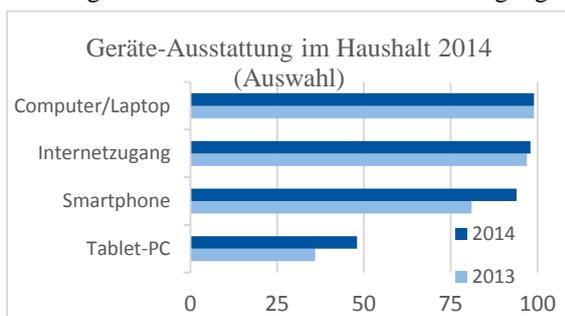


Abb. 1: Geräte-Ausstattung im Haushalt, JIM-Studie 2014, n = 1200

der Implementierung von IVA exemplarisch für die experimentelle Ausbildung von Maschinenbau-Studierenden an der RWTH Aachen diskutiert. Es werden Ergebnisse einer Umfrage zur medialen Ausstattung der Studierenden einerseits und zu Studierenden-Erwartungen an multimediale interaktive Versuchsanleitungen andererseits präsentiert, die in die Konzeption solcher IVA einfließen.

### 2. Multimedialeinsatz in Physikpraktika

Die hohen Erwartungen, die in der Vergangenheit mit dem Aufkommen neuer medialer Möglichkeiten mit e-Learning-Szenarien verbunden wurden, haben auch ihre Entwicklung und Evaluierung im Umfeld physikalischer Praktika im Rahmen der Hochschulausbildung befördert. Dabei stand die Unterstützung von sogenannten Nebenfachpraktika durch den Einsatz multimedialer Lernumgebungen im Fokus mehrerer Projekte, da die Teilnehmer solcher Praktika sehr heterogene Physikkenntnissen aufweisen können und deshalb in besonderem Maße von den Vorteilen neuer Medien profitieren sollten [3 bis 6]: Die Multimodalität des Informationsangebotes, die Multicodierung der dargestellten Inhalte und die mögliche Interaktivität dieser neuen medialen Angebote sollten ein selbstgesteuertes Lernen erleichtern und damit bei heterogenen Lernergruppen besonders große Wirkung zeigen [7]. Für die Einbindung neuer Medien in Physikpraktika haben dabei Interaktive Bildschirmexperimente (IBE), die 1997 von Kirstein vorgestellt und seitdem stetig weiterentwickelt wurden, einen besonderen Stellenwert [5 und 8]. Hüther hat gezeigt, dass die Einbindung solcher IBE in eine multimediale Lernumgebung in einem Physikpraktikum für Medizinstudierende zu vergleichbaren Lerneffekten wie ein Praktikum mit Realexperimenten führen kann [6]. In den meisten Fällen werden neue Medien jedoch nicht auf den Ersatz der Experimente an realen Versuchen in Physikpraktika, sondern auf deren effizientere

Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung ausgerichtet sein. Beispiele hierfür sind die Arbeiten von Fricke [3] und Nagel [4]. So hat Fricke Studierenden in der Versuchsvorbereitung und –nachbereitung hypermediale Lernumgebungen bereitgestellt, die IBE, Selbsttestaufgaben sowie optionale Vertiefungen enthielten, und festgestellt, dass durch die Lernumgebung Versuchsanordnungen besser vorstellbar werden und der Zusammenhang zwischen Formeln und Versuch deutlicher wird. Die Arbeit legt aber auch nahe, dass die Nutzungsbedingungen der neuen Medien bei den Studierenden auf Akzeptanz stoßen müssen. Ihre IVA wurden als Mehraufwand empfunden, da die Studierenden im Rahmen der Studie die Anleitungen vor Ort im CIP-Pool der Universität verwenden sollten. Zum einen konnte dadurch die tatsächliche Nutzung der Medien besser kontrolliert werden. Zum anderen wurde so auch auf Studierendenseite die Verfügbarkeit der für den Multimediaeinsatz geeigneten Hardware sichergestellt. Unter diesen Rahmenbedingungen konnten nur kleine Probandenzahlen für die Studie gewonnen werden, denen ein größerer Nutzen multimedialer IVA nur bedingt klar wurde [3].

Nagel hat mit eSkripten zu Physikalischen Praktika an der Universität Wien gezeigt, dass die Studierenden dieses Angebot adäquat nutzen und als hilfreich zum Ausgleich von mangelndem Vorwissen erachten. In diesen online verfügbaren Skripten sind neben Texten und Bildern zur Vorbereitung auch Fragen eingebettet, die beantwortet werden müssen und durch die Betreuer noch vor dem Praktikum bewertet und benotet werden. Die Möglichkeit des multimedial-multimethodischen Lernens in der Vorbereitungszeit der Praktikumsversuche bewirkte einen kleinen, aber signifikanten Lernzuwachs während des Praktikums. Die Selbsteinschätzung der Studierenden über ihr Wissen und ihre Fähigkeiten ist zudem gestiegen [4].

Die genannten Studien zeigen, dass multimediale IVA attraktiv gestaltet werden müssen und gleichzeitig die Motivation zu ihrer Nutzung bei den Studierenden gesteigert werden muss, damit sie lernwirksam werden können. Zudem muss auch ihre permanente Verfügbarkeit gewährleistet sein, sodass die Studierenden mit ihren eigenen Geräten jederzeit damit arbeiten können und kein zusätzlicher Aufwand für ihre Nutzung generiert wird. Die multimediale Unterstützung naturwissenschaftlicher Hochschulpraktika ist auch Hauptfokus des Projektes *Technology Supported Labs* [8], in dem aufbauend auf einem umfassenden Evaluationskonzept eines Design-Based-Research-Ansatzes [9] multimediale und interaktive Tools entwickelt werden sollen, die passgenau auf spezifische Probleme in Praktika ausgerichtet sind. Rehfeldt et al. schreiben dabei multimedialen Anwendungen ein großes Potential zu, Praktika zu verbessern und erwarten insbesondere von IBE einen wichtigen Beitrag hierzu z.B. in der Vorbereitung der Versuche. In ihrem Ansatz sind die konkreten Inter-

ventionen des Projekts allerdings nicht á priori festgelegt, sondern folgen aus den Ergebnissen der durchgeführten Problemanalyse [8].

Im Gegensatz dazu setzt unser Ansatz voraus, dass organisatorische Rahmenbedingungen großer physikalischer Praktika nur bedingt änderbar sind, aber bereits der alleinstehende Ersatz herkömmlicher papierbasierter Versuchsanleitungen bzw. deren Ergänzung durch multimediale IVA ein großes Wirkungspotential entfalten kann. Diese Annahme wird durch die Erwartung gestützt, dass die heutige mediale Ausstattung der Praktikumssteilnehmer die niederschwellige zwanglose Nutzung multimedialer Anwendungen durch faktisch jeden Praktikumssteilnehmer zulässt und damit Akzeptanzprobleme früherer Untersuchungen umgangen werden. Zudem begleiten die Versuchsanleitungen die Praktikumssteilnehmer in allen Phasen des Experiments (Vorbereitung, Durchführung, Auswertung) und können deshalb besonders umfassende Wirkungen hervorrufen. Deshalb werden exemplarisch im Rahmen der praktischen Physikausbildung von Maschinenbau-Studierenden an der RWTH Aachen Versuchsanleitungen digitalisiert und mit multimedialen interaktiven Elementen angereichert sowie ihr Einsatz umfassend evaluiert.

### 3. Rahmenbedingungen für die Einführung Interaktiver Versuchsanleitungen

Multimediale IVA sollen an der RWTH Aachen in die Physikausbildung der Maschinenbau-Studierenden implementiert werden. Die Wahl dieser Lehrveranstaltung hat mehrere Gründe. Zum einen gibt es mit aktuell etwa 1000 Praktikumssteilnehmern pro Wintersemester eine sehr große Zahl von Studierenden, welche jedes Jahr physikalische Praktikumsversuche im Studiengang Maschinenbau absolvieren. Die Optimierung des Lernangebots in diesem Studiengang verspricht deshalb nicht nur große potentielle Effekte in der Verbesserung der Lehre, sondern bietet zudem gute Bedingungen für Lernwirksamkeitsstudien. Dies wird durch den Fakt verstärkt, dass in den Praktikumsversuchen für Maschinenbau-Studierende abweichend von der klassischen Praktikumsstruktur nach Westphal [10] auch die Auswertung der Messdaten vor Ort geschieht, sodass der gesamte Prozess der Versuchsdurchführung und –auswertung für didaktische Untersuchungen in Feldstudien zugänglich ist. Zum anderen werden an der RWTH Aachen für Maschinenbau-Studierende nur vier Physikversuche angeboten, da diese Versuche in das Modul „Messtechnisches Labor“ eingebettet sind, in dem neben dem Physikalischen auch andere Institute einbezogen sind. Folglich bleibt der Aufwand für die Umsetzung von IVA auch für das gesamte praktisch-orientierte Angebot der Physikausbildung in diesem Studiengang überschaubar.

In Übereinstimmung mit der weitverbreiteten Struktur physikalischer Praktika müssen sich die Studierenden auf die Versuche selbstständig vorbereiten

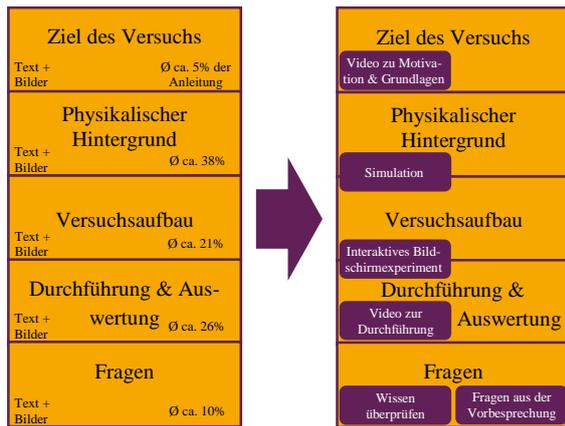


Abb. 2: links: Aufbau der Papierskripte; rechts: Konzeption der multimedialen IVA

und haben vor der Durchführung ein Eingangstest zu bestehen. Darin werden Fragen gestellt, die den Wissensstand der Studierenden im physikalischen Kontext des jeweiligen Versuchs abprüfen. Zur Vorbereitung sowie zur Durchführung und Auswertung der jeweiligen Experimente steht den Studierenden ein 5-7 Seiten langes Skript zur Verfügung, dessen inhaltliche Strukturierung in Abb. 2 gezeigt ist. An dieser Stelle sollen die IVA ansetzen und die Anleitungen durch multimediale, interaktive Elemente erweitern. Während des Versuchs arbeiten die jeweils 16 Studierenden einer Gruppe in Paaren an 8 identischen Versuchsaufbauten und können dabei Rat und Hilfestellungen von zwei Betreuern einholen.

#### 4. Befragung unter Maschinenbau-Studierenden

Eine Befragung unter Maschinenbau-Studierenden im Physikalischen Praktikum (n = 125, 3. Semester) im WS 2014/15 sollte zum einen die Korrektheit der Annahmen zur medialen Ausstattung der konkreten Adressaten der Einführung multimedialer IVA verifizieren und zum anderen die Akzeptanz verschiedener

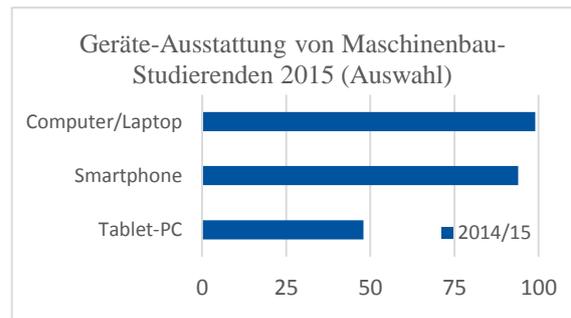


Abb. 3: Geräte-Ausstattung der Maschinenbau-Studierenden der RWTH Aachen, WS14/15, n = 125

denkbarer Elemente von multimedialen IVA offenlegen. Die Befragung zur medialen Ausstattung der Studierenden ergibt tatsächlich ein sehr ähnliches Bild wie die JIM-Studie. Über einen Computer oder Laptop verfügen 98%, ein Smartphone besitzen 96% und einen Tablet-PC 48% der Studierenden (Abb. 3). Des Weiteren ist zu beachten, dass alle Studierenden wenigstens in der Universität über eine Internetverbindung verfügen. Die Umfrage untermauert die Forderung nach einem angemessenen Angebot digitaler, online abrufbarer Medien, da alle Befragten mindestens einen Computer, einen Laptop oder einen Tablet-PC besitzen und somit technisch dazu in der Lage sind, die Materialien zu nutzen. Um ggf. unterschiedlichen Nutzungsgewohnheiten technischer Medien unter den Studierenden Rechnung zu tragen, werden zusätzlich auch weiterhin die Papierskripte zur Verfügung stehen, sodass im Sinne einer eigenen Steuerung des Lernens auch weniger technisch affine Studierende die Anleitung wie gewohnt bearbeiten können.

Hauptfokus der Befragung war das Einholen eines Meinungsbildes, welche neuen Elemente die Studierenden in einer multimedialen IVA als hilfreich erachten würden. Die vorgeschlagene Auswahl umfasst

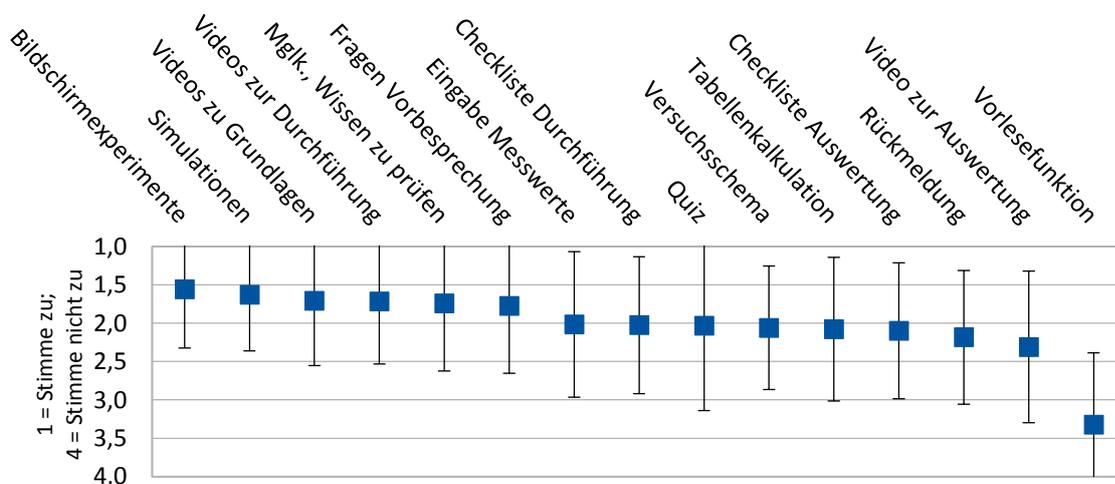


Abb. 4: Befragung unter Maschinenbau-Studierenden der RWTH Aachen, WS14/15, n = 125; „Mir würde helfen, wenn in einer interaktiven Anleitung folgende Elemente zur Verfügung stünden:“

dabei weitgehend jene Basiselemente eines *Technology-Enhanced Textbook*, die in einer Kategorisierung [11] in Abgrenzung zu variablen Ebenen und Schnittstellen als Standard-Elemente bezeichnet wurden.

In Abb. 4 sind die Ergebnisse – sortiert nach dem Mittelwert der Zustimmung – angegeben. Von über 75% der Studierenden als (eher) hilfreich erachtet wurden folgende Elemente:

- Interaktive Bildschirmexperimente
- Simulationen
- Videos zu den Grundlagen des Versuchs
- Videos zur Versuchsdurchführung
- Möglichkeiten, sein Wissen zu überprüfen
- Fragen aus der Vorbesprechung (Testat)

Deshalb werden in einem ersten Schritt zunächst diese Elemente in die multimedialen IVA eingepflegt und in einer Vorstudie auf Akzeptanz und Nutzung getestet.

Des Weiteren wurde abgefragt, in welcher Phase des Versuchs (Vorbereitung, Durchführung oder Auswertung) sich die Studierenden Hilfe durch die interaktiven Skripte vorstellen können. Die entsprechenden Ergebnisse zeigt Abb. 5. 95% der Studierenden sind der Meinung, dass die Anleitungen für die Vorbereitung der Praktika (eher) hilfreich sind, 82% können sich vorstellen, dass sie ihnen bei der Vorbesprechung am Anfang des Versuchsnachmittags weiterhelfen. 80% der Befragten gaben an, dass die IVA beim Experimentieren helfen und 68% gehen davon aus, dass sie bei der Auswertung des Versuchs hilfreich sein können. Insgesamt erwartet somit ein Großteil der Studierenden einen beachtlichen Nutzen

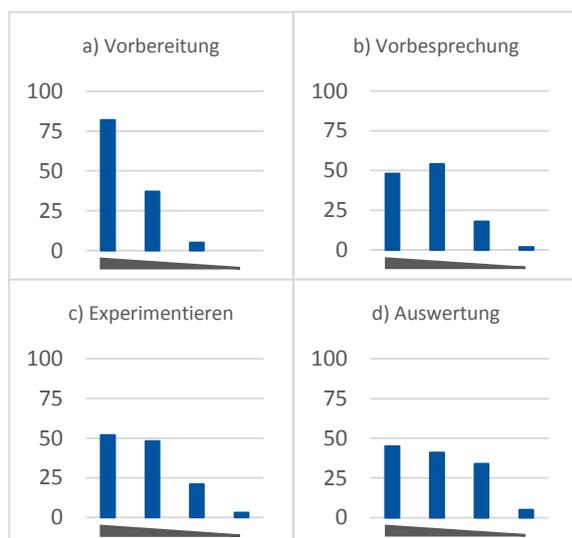


Abb. 5: Befragung unter Maschinenbau-Studierenden der RWTH Aachen, WS14/15,  $n = 125$ : „Ich kann mir vorstellen, dass mir eine interaktive Versuchsanleitung hilft... a) bei der Vorbereitung des Versuchs, b) bei der Vorbesprechung, c) beim Experimentieren, d) bei der Auswertung des Versuchs.“; links: Ich stimme zu, rechts: Ich stimme nicht zu.

von den neuen Anleitungen in allen Phasen des Praktikumsversuchs. Am deutlichsten erscheint ihnen der Vorteil jedoch in der Vorbereitung auf den Versuch.

### 5. Konzeption der interaktiven Versuchsanleitungen

Im Sinne einer umfassenden Bedarfsanalyse werden in einer Vorstudie im SS15 die Schwierigkeiten im theoretischen Verständnis und bei der praktischen Durchführung des Radioaktivitätsversuchs erhoben. Hierfür werden studentische Praktikumsmitglieder und der Betreuer während des Versuchs *Radioaktivität* mit Smartpens ausgestattet, um so die auftretenden Fragen und Probleme in der Vorbesprechung sowie während der Durchführung und Auswertung des Versuchs analysieren zu können. Da die Studierenden des Maschinenbaus im Sommersemester keine Praktikumsversuche absolvieren, geschieht dies im Physikpraktikum des Studiengangs der angewandten Geowissenschaften, das vergleichbaren Randbedingungen unterliegt. Auch in diesem Praktikum bereiten sich die Studierenden selbstständig auf den Versuch vor und müssen ein Vortestat bestehen. Den Kleingruppen von bis zu 8 Studierenden steht ein Betreuer für Fragen und Hilfestellungen während der Vorbesprechung, der Durchführung und bei der in der Praktikumszeit durchgeführten Auswertung der experimentellen Daten zur Verfügung.

Anhand der erhobenen Daten wird die konzeptionelle Gestaltung der interaktiven Versuchsanleitung finalisiert. In einem iterativen Prozess aus Konzeption, Produktion bzw. Überarbeitung, Einsatz und Evaluation der IVA (Abb. 6) werden die Anleitungen nachfolgend sukzessive überarbeitet. Dabei werden nicht oder wenig genutzte Elemente überdacht, potenzielle Schwachstellen entfernt und eventuell fehlende oder durch die Nutzer zusätzliche gewünschte Elemente ergänzt.

In diesem iterativen Prozess sollen Kriterien der Usability und der Lernwirksamkeit gleichermaßen Berücksichtigung finden.



Abb. 6: Iterativer Prozess der Erstellung der IVA

## 6. Literatur

- [1] Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest – mpfs: [http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf14/JIM-Studie\\_2014.pdf](http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf14/JIM-Studie_2014.pdf) (Stand 5/2015).
- [2] Schulmeister, R. (2012): Vom Mythos der Digital Natives und der Net Generation. In: Berufsbildung in Wirtschaft und Praxis 3/2012, S. 42-46.
- [3] Fricke, A., Schecker, H., Rückmann, I. (2011): Hypermedia in der Vorbereitung auf das Physikalische Praktikum. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Münster.
- [4] Nagel, C. (2009): eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum. In: Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos.
- [5] Rehfeldt, D., Gutzler, T., Nordmeier, V. (2013): TSL: Technology SUPPORTed Labs. In PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Jena.
- [6] Hüther, M. (2005): Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze – Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin. Berlin: Logos.
- [7] Girwidz, R. (2004): Lerntheoretische Konzepte für Multimediaanwendungen zur Physik. In: PhyDid, 1/3, S.9-19.
- [8] Kirstein, J. (1999): Interaktive Bildschirmexperimente – Technik und Didaktik eines neuartigen Verfahrens zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente. Dissertation, TU Berlin.
- [9] Reinmann, G. (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft, Bd. 33, Nr. 1, S. 52-69.
- [10] Westphal, W. (1983): Physikalisches Praktikum. Braunschweig: Vieweg, 1983.
- [11] Neuhaus, W.: Lehrbuch der Zukunft: <http://de.slideshare.net/wneuhaus/lehrbuch-der-zukunft> (Stand 5/2015), S. 26.